

**LAMPIRAN I - VI**

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP  
(ANDAL)**

**KEGIATAN TERPADU**

**PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG**

Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak,  
Provinsi Papua Barat



Juli 2014



**SKKMIGAS**  
Wisma Mulia Lantai 35  
Jl. Jend. Gatot Suàroto No. 42  
Jakarta 12710



**BP Indonesia**  
Perkantoran Hijau Arkadia  
Tower D & E  
Jl. T.B. Simatupang Kav. 88  
Jakarta Selatan 12520

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran I</b>	<b>Keputusan Kesepakatan Kerangka Acuan ANDAL</b>
<b>Lampiran II</b>	<b>Data Rona Lingkungan</b>
II.1	Data Rona Lingkungan : Kualitas Air Laut ( <i>Sea Water</i> ), Sedimen ( <i>Sediment</i> ), Kualitas Air Permukaan ( <i>Surface Water</i> ), Kualitas Air Tanah ( <i>Groundwater</i> ), dan Kualitas Udara ( <i>Air Ambient</i> )  <u>(Dry Season 2012)</u>
II.2	Data Rona Lingkungan : Kualitas Air Laut ( <i>Sea Water</i> ), Sedimen ( <i>Sediment</i> ), Kualitas Air Sungai ( <i>River Water</i> ), Kualitas Air Tanah ( <i>Groundwater</i> ), dan Kualitas Udara ( <i>Air Ambient</i> )  <u>(Wet Season 2013)</u>
II.3	Data Rona Lingkungan : Sampel Air Laut dan Muara (Plankton dan Benthos)  <u>(Dry Season 2012)</u>
II.4	Data Rona Lingkungan : Sampel Air Laut dan Muara (Plankton dan Benthos)  <u>(Wet Season 2013)</u>
II.5	Data Rona Lingkungan : Sampel Kualitas Tanah
II.6	Data Meteorologi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Meteorologi Fakfak (1958-1983 dan 2004-2008)</li> <li>• Data Meteorologi Manokwari (1998-2011)</li> <li>• Data Meteorologi AERMET MM5 (2002-2012)</li> </ul>
II.7	Data Biologi Terrestrial
<b>Lampiran III</b>	<b>Foto Dokumentasi</b>

## **Lampiran IV Hasil Permodelan**

IV.1 *Drilling Cutting and Mud Dispersion Simulation*

IV.2 Pemodelan Dampak Lingkungan Dari Proyek Pengembangan Tangguh LNG

- Pemodelan Hidrodinamik
- Pemodelan Pembuangan Air Limbah Yang Tercampur
- Pemodelan Pembuangan Air Hidrotes
- Pemodelan Pembuangan Air Gabungan Air Limbah dan Air Hidrotes
- Pemodelan Pengerukan
- Pemodelan Pembuangan Material Pengerukan
- Model Pembuangan Lumpur dan Serbuk Bor Ke Laut

IV.3 Permodelan Dispersi Pencemar Udara dari Kegiatan Operasional Tangguh LNG

IV.4 Pemodelan Sebaran Kebisingan dari Kegiatan Konstruksi Tangguh LNG

IV.5 Pemodelan Air Tanah

**Lampiran V Indikator Evaluasi Dampak Penting Hipotetik dan Tingkat Sensitivitas Dampak**

**Lampiran VI Pembahasan Aspek Non Teknis**

**Lampiran VII Notulensi dan Kompilasi Masukan Tertulis**



Lampiran I

**Keputusan Kesepakatan Kerangka  
Acuan ANDAL**



**KEPUTUSAN DEPUTI MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
BIDANG TATA LINGKUNGAN  
SELAKU KETUA KOMISI PENILAI AMDAL PUSAT  
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP  
NOMOR 30 TAHUN 2013**

**TENTANG  
KERANGKA ACUAN ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP  
(KA-ANDAL) RENCANA KEGIATAN TERPADU PROYEK PENGEMBANGAN  
TANGGUH LNG, DI KABUPATEN TELUK BINTUNI DAN KABUPATEN FAKFAK,  
PROVINSI PAPUA BARAT OLEH BP BERAU LTD**

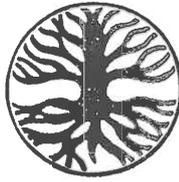
**KEPUTUSAN KETUA KOMISI PENILAI AMDAL PUSAT,**

**Menimbang**

- a. bahwa rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd, termasuk kegiatan yang wajib menyusun Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL);
- b. bahwa Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd, sebagai salah satu bagian dari studi AMDAL wajib mendapatkan kesepakatan berdasarkan hasil penilaian Komisi Penilai AMDAL Pusat;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat Kementerian Lingkungan Hidup tentang Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd.

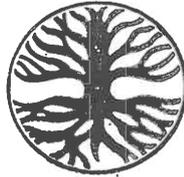
**Mengingat**

1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3419);
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana



telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4844);

3. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3838);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor : 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor : 5059);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 48, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5285);
6. Peraturan Presiden Nomor 91 Tahun 2011 tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
7. Peraturan Presiden Nomor 92 Tahun 2011 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas, dan Fungsi Kementerian Negara Serta Susunan Organisasi, Tugas, dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara;
8. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia;
9. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2012 tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup;
10. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 356 Tahun 2005 tentang Pendelegasian Kewenangan Untuk Menandatangani Surat Keputusan Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL).



**Memperhatikan :** Hasil Rapat Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Pusat pada tanggal 30 November 2012 di Jakarta dan Hasil Rapat Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Pusat Lanjutan pada tanggal 17 Desember 2012 di Jakarta, mengenai penilaian KA-ANDAL Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd.

**MEMUTUSKAN:**

**Menetapkan** :  
**PERTAMA** : **KEPUTUSAN KETUA KOMISI PENILAI AMDAL PUSAT KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP TENTANG KERANGKA ACUAN ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN HIDUP (KA-ANDAL) RENCANA KEGIATAN TERPADU PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG, DI KABUPATEN TELUK BINTUNI DAN KABUPATEN FAKFAK, PROVINSI PAPUA BARAT OLEH BP BERAU LTD.**

**KEDUA** : Ruang lingkup Keputusan Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd, sebagaimana dimaksud dalam diktum **PERTAMA**, meliputi:

a. Berita Acara Rapat Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Pusat Nomor: 231/BA/Komisi/Dep.I/LH/11/2012 tanggal 30 November 2012 dan Berita Acara Rapat Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Pusat Lanjutan Nomor: 246/BA/Komisi/Dep.I/LH/12/2012 tanggal 17 Desember 2012; dan

b. dokumen KA-ANDAL, sebagaimana tercantum dalam lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat ini.

**KETIGA** : Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd, wajib digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan kajian Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL), Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL), dan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL).



- KEEMPAT** : Keputusan Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat Kementerian Lingkungan Hidup ini dinyatakan kadaluwarsa, apabila pemrakarsa tidak melakukan penyusunan dokumen ANDAL, RKL dan RPL paling lambat 3 (tiga) tahun sejak Keputusan Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat Kementerian Lingkungan Hidup ini ditetapkan.
- KELIMA** : Keputusan Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat Kementerian Lingkungan Hidup ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal: 24 Juli 2013

-----  
DEPUTI MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
BIDANG TATA LINGKUNGAN,

selaku Ketua Komisi Penilai Amdal Pusat  
Kementerian Lingkungan Hidup,



**Imam Hendargo Abu Ismoyo**

Keputusan Deputi ini disampaikan kepada Yth.:

1. Menteri Dalam Negeri;
2. Menteri Pekerjaan Umum;
3. Menteri Kehutanan;
4. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral;
5. Menteri Perhubungan;
6. Menteri Kelautan dan Perikanan;
7. Menteri Pertanian;
8. Menteri Kesehatan;
9. Gubernur Papua Barat;
10. Bupati Teluk Bintuni;
11. Bupati Fakfak;
12. Kepala Badan Pertanahan Nasional;
13. Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Papua Barat;
14. Kepala Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Teluk Bintuni;
15. Kepala Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Fakfak;
16. Kepala Pusat Pengelolaan Ekoregion Papua;
17. Yang Bersangkutan.



## Lampiran II

# Data Rona Lingkungan

## Lampiran II.1

### **Data Rona Lingkungan :**

**Kualitas Air Laut (*Sea Water*), Sedimen (*Sediment*), Kualitas Air Permukaan (*Surface Water*), Kualitas Air Tanah (*Groundwater*), dan Kualitas Udara (*Air Ambient*)**  
**(*Dry Season 2012*)**

Lampiran II.1  
Data Rona Lingkungan (*Dry Season 2012*):  
**Kualitas Air Laut (*Seawater*)**



### SAMPLE INFORMATION

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Reported	Sampled by	Coordinates	
								South	East
1	EV120601-01	NS - 07	Seawater	29-Jul-12	14:25	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
2	EV120601-02	NS - 08	Seawater	29-Jul-12	11:30	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 49.1"
3	EV120601-03	NS - 09	Seawater	29-Jul-12	10:05	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43.4"
4	EV120601-04	OS - 08	Seawater	29-Jul-12	16:04	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 58.0"	133° 08' 17.0"
5	EV120601-05	OS - 11	Seawater	29-Jul-12	15:10	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
6	EV120601-06	NS - 07	Sediment	29-Jul-12	14:25	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
7	EV120601-07	NS - 08	Sediment	29-Jul-12	11:30	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 49.1"
8	EV120601-08	NS - 09	Sediment	29-Jul-12	10:05	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43.4"

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sach disc	>3	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.3
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	20	33
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.165	0.156
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	33
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0012
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	0.001	0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	0.007

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
	Miscellaneous					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	4	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	6.12
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	Organic Tests**					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-03	EV120601-04
Customer Sample I.D :					NS - 09	OS - 08 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sechl disc	>3	<1	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.96	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.7	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	27.0	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	28	7
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	27.0	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.203	0.179
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	incubation	1000	49	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0006	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.006	0.006

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EVM/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-03	EV120601-04
Customer Sample I.D :					NS - 09	OS - 08 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	2	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.33	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120801-05
Customer Sample I.D :					OS - 11 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sacht disc	>3	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	8
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.126
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.005

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-05
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 11 (Composite)
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
	Miscellaneous				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001
	<b>Organic Tests<sup>2)</sup></b>				
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs <sup>2)</sup>	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KapMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

<sup>2)</sup> = Subcontracted

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120801-01	EV120801-02	EV120801-03
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08	NS - 09
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results	Results
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73	7.96
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2	26.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.8	27.3	27.0
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2	27.0
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.04	6.12	6.33

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-04		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 08		
<b>Date Sampled :</b>					28-Jul-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 25 m</b>	<b>Bottom 48m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	4	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.99	7.99
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.9	30.5	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.9	27.5
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	4.2	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.84	5.23	5.01

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-05		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 11		
<b>Date Sampled :</b>					28-Jul-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 20 m</b>	<b>Bottom 38m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.98	7.98
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.7	30.4	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	28.2	27.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.4	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.85	5.41	5.08

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.71/IUS-EVM/II/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.94	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	29.7	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	28.6	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	9	8	2.9%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	2.4	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.126	0.127	-
3	Total Phosphorus as P	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0008	0.0008	0.0%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	0.0001	4.0%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	-
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	0.005	2.9%

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/III/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.85	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	<b>Organic Tests**</b>				
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	<0.0001	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Barau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-08	EV120601-08 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.34	0.35	0.8%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	9.57	9.08	5.5%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	27	27	1.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	13.1	13.0	0.8%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	11	12	5.4%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.040	0.044	9.3%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	27.2	26.7	1.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.17	0.19	10.3%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	72.4	73.8	1.9%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	-	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
9	Turbidity (in lab)	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.25	100%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.848	0.769	91%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	9.17	9.10	99%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.49	103%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.55	96%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	-	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.349	101%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.407	95%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.348	0.331	96%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.217	100%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.779	103%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0178	103%
7	Nickel, Ni	mg/L	0.001	<0.001	0.51	0.49	97%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.938	96%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	80	98%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.35	100%
4	Oil & Grease ( Spike)	mg/L	1	<1	202	184	91%
5	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.159	98%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	113	107	95%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	232	98%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	189	99%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	132	103%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	119	97%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	98	95%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.6	102%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	112	95%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	120	109%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	179	98%
<b>Organic Tests**</b>							
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	148	156	105%
<b>Organic Tests**</b>							
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.38	85%
2	Acenaphthylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.42	86%
3	Anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
4	Benzo(a)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.76	94%
5	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
6	Benzo(g,h,i)perylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
7	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
8	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.22	106%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/II/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
9	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%
10	Fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.14	104%
11	Fluorene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.36	84%
12	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
13	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
14	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.92	98%
15	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



**PT. Intertek Utama Services**  
Jl. Raya Bogor Km. 28  
Jakarta Timur 13710  
Indonesia  
Telp. : +62 21 29384454  
Fax. : +62 21 29384465  
Email: indo.office@intertek.com  
Website: www.intertek.com

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Yahya Husin**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV120601rev.1 **Date received :** 02-Aug-2012  
**Client Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012 **Date reported :** 24-Sep-2012

**Number of samples :** 8

**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 18

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

Approved Signature for:

**Reginald C. de Wit**  
Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**



SA

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East:
1	EV120601-01	NS - 07	Seawater	29-Jul-12	14:25	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
2	EV120601-02	NS - 08	Seawater	29-Jul-12	11:30	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 49.1"
3	EV120601-03	NS - 09	Seawater	28-Jul-12	10:05	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43.4"
4	EV120601-04	OS - 08	Seawater	29-Jul-12	16:04	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 58.0"	133° 08' 17.0"
5	EV120601-05	OS - 11	Seawater	29-Jul-12	15:10	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
6	EV120601-06	NS - 07	Sediment	29-Jul-12	14:25	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
7	EV120601-07	NS - 08	Sediment	29-Jul-12	11:30	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 49.1"
8	EV120601-08	NS - 09	Sediment	28-Jul-12	10:05	02-Aug-12	Winamo, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43.4"

**Job Number :** EV120601 rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.3
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	20	33
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.165	0.156
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	33
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0012
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	0.001	0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	0.007

**Job Number :** EV120601 rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.1/IUS-EV/VI/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-01	EV120601-02
<b>Customer Sample I.D :</b>					NS - 07	NS - 08
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12	29-Jul-12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	4	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	6.12
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

**Job Number :** EV120601 rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-03	EV120801-04
Customer Sample I.D :					NS - 09	OS - 08 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.96	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.7	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	27.0	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	28	7
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	27.0	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.203	0.179
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	49	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0006	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.006	0.006

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-03	EV120601-04
<b>Customer Sample I.D :</b>					NS - 09	OS - 08 (Composite)
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12	29-Jul-12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
	<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	2	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.33	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	<b>Organic Tests<sup>2)</sup></b>					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs <sup>3)</sup>	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

<sup>3)</sup> = Subcontracted

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EVM/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-05
Customer Sample I.D :					OS - 11 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	9
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.126
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.003	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.005

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-05
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 11 (Composite)
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001
<b>Organic Tests**</b>					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry  
 Season AMDAL Tangguh Expansion  
 Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02	EV120601-03
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08	NS - 09
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results	Results
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Secchi disc	>3	<1	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73	7.96
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2	26.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.3	27.0
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2	27.0
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	6.12	6.33

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry  
 Season AMDAL Tangguh Expansion  
 Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample i.D :</b>					EV120601-04		
<b>Customer Sample i.D :</b>					OS - 08		
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
					Top 2 m	Middle 25 m	Bottom 48m
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	4	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.99	7.99
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.9	30.6	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.9	27.5
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	4.2	-	-
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.94	5.23	5.01

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry  
 Season AMDAL Tangguh Expansion  
 Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-05		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 11		
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 20 m</b>	<b>Bottom 38m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probs	7.0-8.5	7.94	7.98	7.98
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.7	30.4	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	28.2	27.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.4	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.85	5.41	5.08

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/MI/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.94	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	29.7	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	28.6	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	8	8	2.9%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	2.4	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.126	0.127	-
3	Total Phosphorus as P	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0008	0.0008	0.0%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	0.0001	4.0%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	-
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	0.005	2.9%

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.85	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	<b>Organic Tests**</b>				
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	<0.0001	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VIU2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-08	EV120601-08 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.34	0.35	0.8%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	9.57	9.06	5.5%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	27	27	1.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	13.1	13.0	0.8%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	11	12	5.4%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.040	0.044	9.3%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	27.2	26.7	1.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.17	0.19	10.3%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	72.4	73.8	1.9%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	-	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
9	Turbidity (in lab)	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.25	100%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.848	0.769	91%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	9.17	9.10	99%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.49	103%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.55	96%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	-	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.349	101%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.407	95%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.346	0.331	96%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.217	100%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.779	103%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0178	103%
7	Nickel, Ni	mg/L	0.001	<0.001	0.51	0.49	97%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.938	96%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601rev.1  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	80	98%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.35	100%
4	Oil & Grease ( Spike)	mg/L	1	<1	202	184	91%
5	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.159	98%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	113	107	95%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	232	98%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	189	99%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	132	103%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	119	97%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	98	95%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.6	102%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	112	95%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	120	109%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	179	98%
<b>Organic Tests**</b>							
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	148	156	105%
<b>Organic Tests**</b>							
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.38	85%
2	Acenaphthylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.42	86%
3	Anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
4	Benzo(a)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.76	94%
5	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
6	Benzo(g,h,i)perylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
7	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
8	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.22	106%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV120601 rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/VI/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
9	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%
10	Fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.14	104%
11	Fluorene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.36	84%
12	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
13	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
14	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.92	98%
15	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



**PT. Intertek Utama Services**  
Cilandak Commercial Estate 103E  
Jl. Cilandak KKO  
Jakarta 12560  
Indonesia  
Tel: +6221 7808011  
Fax: +6221 7807929  
Email: indo.office@intertek.com  
Website: www.intertek.com

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Yahya Husin**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV120601-B **Date received :** 14-Aug-2012  
**Client Ref :** 1241.r1/IUS-EV/III/2012 **Date received :** 16-Aug-2012  
**Date reported :** 26-Sep-2012

**Number of samples :** 8

**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 19

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

**Approved Signature for:**

**Reginald C. de Wit**  
**Technical Advisor - Environmental**

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

Page 1 of 19

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV120601-B  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East
1	EV120601-24	OS - 01	Seawater	7-Aug-12	14:00	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 20' 32.0"	132° 57' 31.0"
2	EV120601-25	OS - 05	Seawater	7-Aug-12	15:00	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 20' 44.0"	132° 48' 38.0"
3	EV120601-26	OS - 09	Seawater	7-Aug-12	16:00	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 22' 36.0"	132° 6' 39.0"
4	EV120601-27	SW - 03	Surface Water	9-Aug-12	15:30	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 31' 54.8"	132° 16' 29.3"
5	EV120601-28	OS - 09	Sediment	7-Aug-12	16:00	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 22' 36.0"	132° 6' 39.0"
6	EV120601-29	SW - 03	Sediment	9-Aug-12	15:30	14-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 31' 54.8"	132° 16' 29.3"
7	EV120601-30	NS - 03	Sediment	13-Aug-12	9:25	16-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 25' 49.6"	133° 07' 18.0"
8	EV120601-31	NS - 03	Seawater	13-Aug-12	9:25	16-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 25' 49.6"	133° 07' 18.0"

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/AUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-24	EV120601-25
Customer Sample I.D :					OS - 01 (Composite)	OS - 05 (Composite)
Date Sampled :					07-Aug-12	07-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	2	4
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.080	0.087
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.010	0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0007	0.0006
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0006
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	0.007

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-24	EV120601-25	
Customer Sample I.D :				OS - 01 (Composite)	OS - 05 (Composite)	
Date Sampled :				07-Aug-12	07 Aug 12	
Sample Matrix :				Seawater	Seawater	
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
	Miscellaneous					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.17	5.68
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	Organic Tests**					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

**Job Number :** EV120601-B  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-26	EV120601 3'
Customer Sample I.D :					OS - 09 (Composite)	NS 03 (Composite)
Date Sampled :					07-Aug-12	13-Aug 12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	11	22
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.121	0.120
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	0.034
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	4
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0007	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.006	0.008

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-26	EV120601 31	
Customer Sample I.D :				OS - 08 (Composite)	NS - 03 (Composite)	
Date Sampled :				07-Aug-12	13-Aug 12	
Sample Matrix :				Seawater	Seawater	
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	4.86	5.16
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-24		
Customer Sample I.D :					OS - 01		
Date Sampled :					07-Aug-12		
Sample Matrix :					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2m</b>	<b>Middle33m</b>	<b>Bottom 64m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	4	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.71	7.75	7.69
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.1	31.0	31.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.0	28.5	28.2
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	<0.5	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.17	5.10	4.37

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IJS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-25		
Customer Sample I.D :					OS - 05		
Date Sampled :					07-Aug-12		
Sample Matrix :					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	Physical Tests				Top 2m	Middle18m	Bottom 37m
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.71	7.77	7.79
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	30.8	30.8	30.9
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.5	28.2	28.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.6	-	-
	Miscellaneous						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.68	4.90	4.17

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

**Job Number :** EV120601-B  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-26	
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 09	
<b>Date Sampled :</b>					07-Aug-12	
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2m</b>	<b>Bottom 11m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.70	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	30.3	30.5
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.8	28.6
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	10.1	-
	<b>Miscellaneous</b>					
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	4.86	4.68

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601 31	
Customer Sample I.D :					NS - 03	
Date Sampled :					13-Aug-12	
Sample Matrix :					Seawater	
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	
	Physical Tests				Top 2m	Bottom 11m
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.70	7.68
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	30.0	30
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.0	27.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.2	
	Miscellaneous					
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.16	4.89

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

°= Subcontracted



### SAMPLE INFORMATION

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No.	Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	Sample Matrix	Date Sampling	Time Collected	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East
1	EV120864-01	OS - 03	Seawater	27-Oct-12	10:05	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
2	EV120864-02	OS - 04	Seawater	27-Oct-12	11:00	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
3	EV120864-03	OS - 06	Seawater	27-Oct-12	12:37	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
4	EV120864-04	OS - 07	Seawater	27-Oct-12	13:28	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 28' 01.4"	133° 01' 22.8"
5	EV120864-05	NS - 05	Seawater	27-Oct-12	14:35	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 27' 53.3"	133° 19' 55.5"
6	EV120864-06	OS - 07	Sediment	20-Oct-12	10:40	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.8"
7	EV120864-07	OS - 01	Sediment	20-Oct-12	15:20	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 20' 31.8"	133° 57' 30"
8	EV120864-08	OS - 08	Sediment	21-Oct-12	10:16	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 18' 58"	133° 08' 17"
9	EV120864-09	OS - 10	Sediment	21-Oct-12	12:50	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 22' 53.5"	133° 11' 43.5"
10	EV120864-10	OS - 11	Sediment	21-Oct-12	10:57	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 15' 54.2"	133° 11' 07.4"
11	EV120864-11	OS - 12	Sediment	21-Oct-12	11:56	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 18' 22.7"	133° 17' 15.7"
12	EV120864-12	OS - 03	Sediment	27-Oct-12	10:05	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
13	EV120864-13	OS - 04	Sediment	27-Oct-12	11:00	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
14	EV120864-14	OS - 06	Sediment	27-Oct-12	12:37	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
15	EV120864-15	NS - 05	Sediment	27-Oct-12	14:35	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 27' 53.3"	133° 19' 55.5"
16	EV120864-16	AQN - 09	Ambient Air	27-Oct-12	8:45	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 28' 02"	133° 01' 21"
17	EV120864-17	AQN - 10	Ambient Air	27-Oct-12	13:05	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 20' 32"	132° 57' 31"
18	EV120864-18	AQN - 11	Ambient Air	28-Oct-12	9:45	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 15' 54"	133° 11' 07"
19	EV120864-19	AQN - 12	Ambient Air	28-Oct-12	13:40	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 22' 52"	133° 11' 47"

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample I.D :					OS - 08	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	3	3
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.58	8.55
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	31.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	30.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	12	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.1	4.7
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.033	0.049
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.048	0.043
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0016	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tanggih Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample I.D :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.88	5.35
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
10	Benzo(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 81 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample ID :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample ID :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	5
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.61	8.63
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.1	31.9
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.2	29.8
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	8	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.9	1.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.033	0.051
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.128	0.323
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0018	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample LD :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample LD :					OS - 06	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	8.33	5.91
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
10	Benzo(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-06
Customer Sample I.D :					NS - 05
Date Sampled :					27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.54
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	86
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	80.0
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.078
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.046
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0021
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-05
Customer Sample I.D :					MS - 05
Date Sampled :					27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>3	3.18
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001
<b>Organic Tests**</b>					
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**		mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001
10	Benz(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 81 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement  
<sup>\*\*</sup> = Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/RUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample I.D :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	2	5
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.61	8.63
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.1	31.9
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.2	29.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.9	1.5
<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.88	5.35

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/MI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample I.D :					OS - 06	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	3
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.58	8.65
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	31.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	30.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.1	4.7
<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.33	5.81

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					<b>EV120864-05</b>
<b>Customer Sample I.D :</b>					<b>NS - 05</b>
<b>Date Sampled :</b>					<b>27-Oct-12</b>
<b>Sample Matrix :</b>					<b>Seawater</b>
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.54
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	60.0
<b>Miscellaneous</b>					
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.16

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Yahya Husin**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV120601-A **Date received :** 07-Aug-2012  
**Client Ref :** 1241.r1/US-EV/II/2012 **Date reported :** 24-Sep-2012

**Number of samples :** 15

**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 28

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

**Approved Signature for:**



**Reginald C. de Wit**  
Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

Page 1 of 28

### SAMPLE INFORMATION

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

No	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East
1	EV120601-09	OS - 02	Seawater	5-Aug-12	13:30	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 24' 42.0"	132° 37' 43.0"
2	EV120601-10 <sup>b)</sup>	OS - 09	Seawater	3-Aug-12	15:10	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	-	-
3	EV120601-11	OS - 10	Seawater	4-Aug-12	14:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 22' 52.0"	133° 11' 47.0"
4	EV120601-12	OS - 12	Seawater	4-Aug-12	13:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 19' 22.0"	133° 17' 19.0"
5	EV120601-13	OS - 13	Seawater	4-Aug-12	11:30	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 20' 06.0"	133° 26' 20.0"
6	EV120601-14	OS - 14	Seawater	4-Aug-12	10:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 21' 16.0"	132° 41' 00.0"
7	EV120601-15	NS - 01	Seawater	5-Aug-12	15:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 39' 32.3"	132° 32' 18.9"
8	EV120601-16	NS - 02	Seawater	3-Aug-12	16:30	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 38' 09.0"	132° 05' 31.0"
9	EV120601-17	NS - 04	Seawater	4-Aug-12	14:45	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 25' 13.2"	133° 10' 51.9"
10	EV120601-18	NS - 06	Seawater	4-Aug-12	9:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 22' 19.9"	133° 49' 15.6"
11	EV120601-19	OS - 14	Sediment	4-Aug-12	10:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 21' 16.0"	132° 41' 00.0"
12	EV120601-20	NS - 01	Sediment	5-Aug-12	15:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 39' 32.3"	132° 32' 18.9"
13	EV120601-21	NS - 02	Sediment	3-Aug-12	16:30	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 38' 09.0"	132° 05' 31.0"
14	EV120601-22	NS - 04	Sediment	4-Aug-12	14:45	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 25' 13.2"	133° 10' 51.9"
15	EV120601-23	NS - 06	Sediment	4-Aug-12	9:00	07-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 22' 19.9"	133° 49' 15.6"

Note <sup>b)</sup> = Sample was changed become EV120601-26

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV:20601-09	EV120601 10
Customer Sample I.D :					OS - 02 ( Composite)	OS 09
Date Sampled :					05-Aug-12	03-Aug 12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	-	N.A
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	N.A
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-	N.A
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	N.A
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-	N.A
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-	N.A
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-	N.A
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	9	N.A
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-	N.A
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	N.A
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	N.A
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	N.A
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.091	N.A
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	N.A
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	N.A
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0011	N.A
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0003	N.A
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	N.A
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	N.A
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	N.A
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	N.A
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	N.A
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.007	N.A

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-09	EV120601-10
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 02 ( Composite)	OS 09
<b>Date Sampled :</b>					05-Aug-12	03 Aug 12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	N.A
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.70	N.A
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	N.A
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	N.A
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	N.A
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	N A

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-11	EV120601 12
Customer Sample I.D :					OS - 10 ( Composite)	OS - 12 ( Composite)
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
3	Odor <sup>2)</sup>	-	Organoleptic	natural	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	18	10
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.149	0.159
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	0.006
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0005	0.0006
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.006	0.007

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample i.D :					EV120601-11	EV120601-12
Customer Sample i.D :					OS - 10 ( Composite)	OS - 12 ( Composite)
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Soawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.13	5.35
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-13	EV120601 14
Customer Sample I.D :					OS - 13 ( Composite)	OS 14
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	-	1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	-	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	-	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	-	7.50
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	-	28.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	-	28.5
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	17	19
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	-	8.4
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrates, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.180	0.231
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0007	0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.007	0.009

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-13	EV120601-14
Customer Sample I.D :					OS - 13 ( Composite)	OS 14
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
	Miscellaneous					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.13	5.13
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	Organic Tests**					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-15	EV120601-16
Customer Sample I.D :					NS - 01	NS - 02
Date Sampled :					05-Aug-12	03-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.89	7.89
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	32.1	30.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.4	28.7
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	5	183
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	0.2	138
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.065	0.064
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	0.076
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	4	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0005	0.0011
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0005	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.009	0.010

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-15	EV120601 15
Customer Sample I.D :					NS - 01	NS 02
Date Sampled :					05-Aug-12	03-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
	Miscellaneous					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.40	5.95
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/l.	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	<b>Organic Tests**</b>					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-17	I-V120601-18
Customer Sample I.D :					NS - 04	NS 06
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug 12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	<1
2	Floating Matter <sup>2)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.75	7.72
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	30.0	24.4
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	28.6
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	43	60
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	36.7	49.4
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.170	0.288
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.015	0.038
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0007	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	0.014

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-17	EV120601 18
<b>Customer Sample I.D :</b>					NS - 04	NS 06
<b>Date Sampled :</b>					04-Aug-12	04-Aug 12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	4.87
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-09		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 02		
<b>Date Sampled :</b>					05-Aug-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
					Top 2 m	Middle 35 m	Bottom 68m
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	4	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.87	7.82	7.84
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	32.1	32.1
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.4	28.2	28.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	0.8	-	-
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.70	5.24	5.33

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-10
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 09
<b>Date Sampled :</b>					03-Aug-12
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					<b>Top 2 m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	N.A
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	N.A
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	N.A
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	N.A
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	N.A
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	N.A
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	N.A
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	N.A
<b>Miscellaneous</b>					
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	N.A

Note: Regulation Limit based on KepManLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-11		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 10		
<b>Date Sampled :</b>					04-Aug-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 13 m</b>	<b>Bottom 24m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.79	7.79	7.68
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.6	30.1	30.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.3	28.8	28.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	10.9	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.13	5.13	4.93

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

51

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-12		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 12		
<b>Date Sampled :</b>					04-Aug-12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
					Top 2 m	Middle 28 m	Bottom 55m
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.61	7.61	7.69
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.0	30.3	30.5
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.3	28.8	28.7
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.3	-	-
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen. DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.35	5.04	4.63

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-13		
Customer Sample I.D :					OS - 13		
Date Sampled :					04-Aug-12		
Sample Matrix :					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
					Top 2 m	Middle 17 m	Bottom 32m
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.65	7.63	7.51
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.9	29.8	30.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.2	28.9	28.9
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	5.4	-	-
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.13	4.93	4.34

Note: Regulation Limit based on KepMen.LH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement



**PT. Intertek Utama Services**  
 Cilandak Commercial Estate 103E  
 Jl. Cilandak KKO  
 Jakarta 12560  
 Indonesia  
 Tel: +6221 7808011  
 Fax: +6221 7807929  
 Email: indo.office@intertek.com  
 Website: www.intertek.com

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-14	EV120601-15	EV120601-16
Customer Sample I.D :					OS - 14	NS - 01	NS - 02
Date Sampled :					04-Aug-12	05-Aug-12	03-Aug 12
Sample Matrix :					Seawater	Soawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results	Results
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	1	3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.50	7.89	7.89
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.0	32.1	30.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.5	28.4	28.7
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	8.4	<0.5	138
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.13	5.40	5.95

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/11/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-17	EV120601-18
Customer Sample I.D :					NS - 04	NS - 06
Date Sampled :					04-Aug-12	04-Aug-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.75	7.22
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	30.0	24.4
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	28.6
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	36.6	49.5
<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	4.87

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement



### SAMPLE INFORMATION

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East
1	EV120601-01	NS - 07	Seawater	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00 9"
2	EV120601-02	NS - 08	Seawater	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 43 1"
3	EV120601-03	NS - 09	Seawater	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43 4"
4	EV120601-04	OS - 08	Seawater	20-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 58.0"	133° 08' 17 0"
5	EV120601-05	OS - 11	Seawater	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 15' 54.0"	133° 11' 07 0"
6	EV120601-06	NS - 07	Sediment	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 13' 43.3"	133° 15' 00 9"
7	EV120601-07	NS - 08	Sediment	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 17' 19.0"	132° 52' 49 1"
8	EV120601-08	NS - 09	Sediment	29-Jul-12	-	02-Aug-12	Winarno, Ali, dan Ajiraga	02° 18' 25.9"	132° 39' 43 4"

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS 08
Date Sampled :					29-Jul-12	29 Jul 12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.3
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	20	33
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.165	0.156
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	33

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601 02
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0012
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	0.001	0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	0.007
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	4	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	8.04	6.12
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-03	EV120601 04
Customer Sample I.D :					NS - 09	OS - 08 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12	29 Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.96	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.7	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	27.0	-
8	Total Suspended Solids. TSS	mg/L	Gravimetric	natural	28	/
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	27.0	-
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.203	0.179
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	49	ND

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-03	EV120601 04
Customer Sample I.D :					NS - 09	OS 08 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12	29 Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0006	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.006	0.006
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	2	?
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.33	
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-05
Customer Sample I.D :					OS - 11 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	9
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.128
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-05
Customer Sample I.D :					OS - 11 (Composite)
Date Sampled :					29-Jul 12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	3.008	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.005
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001
<b>Organic Tests**</b>					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement  
 \*\*= Subcontracted

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-01	EV120601-02	EV120601-03
Customer Sample I.D :					NS - 07	NS - 08	NS - 09
Date Sampled :					29-Jul-12	29-Jul-12	29 Jul-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results	Results
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	<1	<1	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.73	7.96
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.2	14.2	26.1
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.8	27.3	27.0
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	11.8	35.2	27.0
<b>Miscellaneous</b>							
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.04	6.12	6.33

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-04		
Customer Sample I.D :					OS - 08		
Date Sampled :					28-Jul-12		
Sample Matrix :					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 25 m</b>	<b>Bottom 48m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	4	-	
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.99	7.99
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.9	30.6	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	27.9	27.5
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	4.2	-	
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.94	5.23	5.01

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120601  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV120601-05		
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS - 11		
<b>Date Sampled :</b>					29-Jul 12		
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater		
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results		
	<b>Physical Tests</b>				<b>Top 2 m</b>	<b>Middle 20 m</b>	<b>Bottom 38m</b>
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	7.94	7.98	7.98
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.7	30.4	30.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	28.6	28.2	27.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.4	-	-
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.85	5.41	5.08

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

### QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	3	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.94	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	29.7	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	28.6	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	9	8	2.9%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	2.4	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.126	0.127	-
3	Total Phosphorus as P	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0008	0.0008	0.0%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	0.0001	4.0%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	-
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	0.005	2.9%

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV120601  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-05	EV120601-05 (Replicate)	
	Miscellaneous				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.85	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	Organic Tests**				
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	<0.0001	-	

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-08	EV120601-08 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.34	0.35	0.8%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	9.57	9.06	5.5%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	27	27	1.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	13.1	13.0	0.8%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	11	12	5.4%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.040	0.044	9.3%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	27.2	26.7	1.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.17	0.19	10.3%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	72.4	73.8	1.9%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	-	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
9	Turbidity (in lab)	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.25	100%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.848	0.769	91%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	9.17	9.10	99%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.49	103%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.55	96%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	-	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.349	101%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.407	95%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.346	0.331	96%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.217	100%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.779	103%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0178	103%
7	Nickel, Ni	mg/L	0.001	<0.001	0.51	0.49	97%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.938	96%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
	<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	80	98%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.35	100%
4	Oil & Grease ( Spike)	mg/L	1	<1	202	184	91%
5	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.159	98%
	<b>Total Metals (Sediment)</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	113	107	95%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	232	98%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	189	99%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	132	103%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	119	97%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	98	95%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.6	102%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	112	95%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	120	109%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	179	98%
	<b>Organic Tests**</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	148	156	105%
	<b>Organic Tests**</b>						
	<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>						
1	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.38	85%
2	Acenaphthylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.42	86%
3	Anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
4	Benzo(a)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.76	94%
5	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
6	Benzo(g,h,i)perylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
7	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
8	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.22	106%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

**Job Number :** EV120601  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
9	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%
10	Fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.14	104%
11	Fluorene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.36	84%
12	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
13	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
14	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.92	98%
15	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



### SAMPLE INFORMATION

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No.	Lab/Station Name/ID	Customer Sample ID	Sample Matrix	Date Collected	Time Collected	Date Reported	Sampled By	Geographical	
								South	East
1	EV120864-01	OS - 03	Seawater	27-Oct-12	10:05	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
2	EV120864-02	OS - 04	Seawater	27-Oct-12	11:00	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 34' 28.5"	132° 38' 05.2"
3	EV120864-03	OS - 08	Seawater	27-Oct-12	12:37	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
4	EV120864-04	OS - 07	Seawater	27-Oct-12	13:28	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.8"
5	EV120864-05	NS - 05	Seawater	27-Oct-12	14:35	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 27' 53.3"	133° 18' 55.5"
6	EV120864-06	OS - 07	Sediment	20-Oct-12	10:40	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.8"
7	EV120864-07	OS - 01	Sediment	20-Oct-12	15:20	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 20' 31.8"	133° 57' 30"
8	EV120864-08	OS - 08	Sediment	21-Oct-12	10:15	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 18' 58"	133° 08' 17"
9	EV120864-09	OS - 10	Sediment	21-Oct-12	12:50	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 22' 53.5"	133° 11' 43.5"
10	EV120864-10	OS - 11	Sediment	21-Oct-12	10:57	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 15' 54.2"	133° 11' 07.4"
11	EV120864-11	OS - 12	Sediment	21-Oct-12	11:56	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 18' 22.7"	133° 17' 15.7"
12	EV120864-12	OS - 03	Sediment	27-Oct-12	10:05	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
13	EV120864-13	OS - 04	Sediment	27-Oct-12	11:00	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 34' 28.5"	132° 38' 05.2"
14	EV120864-14	OS - 06	Sediment	27-Oct-12	12:37	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
15	EV120864-15	NS - 05	Sediment	27-Oct-12	14:35	30-Oct-12	Ali Miftah	02° 27' 53.3"	133° 18' 55.5"
16	EV120864-16	AQN - 09	Ambient Air	27-Oct-12	8:45	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 28' 02"	133° 01' 21"
17	EV120864-17	AQN - 10	Ambient Air	27-Oct-12	13:05	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 20' 32"	132° 57' 31"
18	EV120864-18	AQN - 11	Ambient Air	28-Oct-12	9:45	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 15' 54"	133° 11' 07"
19	EV120864-19	AQN - 12	Ambient Air	28-Oct-12	13:40	01-Nov-12	Hilman Sakhawi	02° 22' 52"	133° 11' 47"

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/AUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample I.D :					OS - 08	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	3	3
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.56	8.55
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	31.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	30.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	12	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.1	4.7
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.033	0.049
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.046	0.043
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0016	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tanggah Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/W/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample I.D :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.88	5.35
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
10	Benzo(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\* = Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMIDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample I.D :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	3
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.61	8.63
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.1	31.9
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.2	29.8
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	8	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.9	1.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.033	0.051
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.128	0.323
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0018	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 ANDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample I.D :					OS - 06	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.33	5.81
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Organic Tests**</b>						
	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
10	Benzo(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepmenLH No. 61 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERN Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-05
Customer Sample I.D :					NS - 05
Date Sampled :					27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	>3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.54
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	66
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	60.0
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.078
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.048
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0021
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.008	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005

Job Number : EV120884  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120884-05
Customer Sample I.D :					NS - 05
Date Sampled :					27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.16
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001
<b>Organic Tests**</b>					
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**		mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001
1	Naphthalene	mg/L		-	<0.0001
2	2-Methylnaphthalene	mg/L		-	<0.0001
3	Acenaphthylene	mg/L		-	<0.0001
4	Acenaphthene	mg/L		-	<0.0001
5	Fluorene	mg/L		-	<0.0001
6	Phenanthrene	mg/L		-	<0.0001
7	Anthracene	mg/L		-	<0.0001
8	Fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
9	Pyrene	mg/L		-	<0.0001
10	Benz(a)anthracene	mg/L		-	<0.0001
11	Chrysene	mg/L		-	<0.0001
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L		-	<0.0001
14	Benzo(a)pyrene	mg/L		-	<0.0001
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L		-	<0.0001
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L		-	<0.0001
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	-	<0.0001	

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 81 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

\*\*= Subcontracted

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-01	EV120864-02
Customer Sample I.D :					OS - 03	OS - 04
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	2	5
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.61	8.63
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.1	31.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.2	29.8
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	3.9	1.5
<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.88	5.35

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV120864  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120864-03	EV120864-04
Customer Sample I.D :					OS - 06	OS - 07
Date Sampled :					27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	3	3
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.58	8.55
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	31.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	30.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	2.1	4.7
<b>Miscellaneous</b>						
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.33	5.81

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120884  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP  
 Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/III/2012

<b>Laboratory Sample ID :</b>					<b>EV120884-05</b>
<b>Customer Sample ID :</b>					<b>NS - 05</b>
<b>Date Sampled :</b>					<b>27-Oct-12</b>
<b>Sample Matrix :</b>					<b>Seawater</b>
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	>3	<1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	-	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.0-8.5	8.54
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1
8	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	<5	60.0
<b>Miscellaneous</b>					
1	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.16

Note: Regulation Limit based on KepMenLH No. 51 Tahun 2004 Appendix III

<sup>1)</sup> = Field Measurement

Lampiran II.1  
Data Rona Lingkungan (*Dry Season 2012*):  
**Kualitas Air Permukaan (*Surface Water*)**

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-27
Customer Sample I.D :					SW - 03
Date Sampled :					09-Aug-12
Sample Matrix :					Surface Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6 - 9	6.9
2	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	3 deviation	27.9
3	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1000	33200
4	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	50	33
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Titrimetric	600	12600
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	0.5	0.54
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	1860
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.02	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.5	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	0.081
3	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	0.06	0.030
4	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.2	<0.005
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	100	201
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	>2420
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0007
2	Barium, Ba	mg/L	FAAS	1	<0.2
3	Boron, B	mg/L	ICP -AES	1	3.3
4	Cadmium, Cd	mg/L	FAAS	0.01	<0.005
5	Chromium Hexavaient, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002
6	Cobalt, Co	mg/L	FAAS	0.2	<0.02
7	Copper, Cu	mg/L	FAAS	0.02	<0.01
8	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.3	<0.05

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-27
Customer Sample I.D :					SW - 03
Date Sampled :					09-Aug-12
Sample Matrix :					Surface Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
9	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.03	<0.001
10	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.1	0.03
11	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
12	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005
13	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.009
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	2	<2
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	Titrimetric	10	11
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L	Colorimetric	0.03	<0.01
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	6	3.2
5	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
6	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	200	<0.01
7	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	1	<0.001

Note: Regulation Limit based on PP No. 82 Tahun 1982  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-26	EV120601-26 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	2		
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None		
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.70	7.83	0.9%
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	30,3	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	28,8		
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	11	12	
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	10,1		
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002		-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.121	0.122	0.8%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	<0.005		
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND		
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0007	0.0008	3.1%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	
8	Zinc, Zn	mg/L	0.006	0.006	

QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-26	EV120601-26 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	4.86		
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	
4	Oil & Grease	mg/L	<1		
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	
	<b>Organic Tests**</b>				
1	PAH**	mg/L	<0.0001		

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-29	EV120601-29 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.16	0.15	6.1%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	5.10	5.27	3.2%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	4	4	2.0%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.9	0.8	2.8%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	2	2	3.4%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.004	0.004	4.4%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	5.7	5.3	8.3%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.06	0.07	6.9%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	12.5	12.1	2.1%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	<2	-



### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/III/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	1	<1	335	328	98%
9	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
10	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	0.5	<0.5	62.8	66.8	106%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	0.02	<0.02	1.99	1.90	95%
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	28	28	99%
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.14	95%
5	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.926	0.893	96%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	11.7	107%
3	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.50	103%
4	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0.001	<0.001	1.64	1.57	96%
5	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.55	96%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	E.Coli	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
2	Total Coliform	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.349	101%
2	Barium, Ba	mg/L	0.1	<0.1	2.4	2.3	97%
3	Boron, B	mg/L	0.1	<0.1	1.7	1.8	106%
4	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.443	0.409	92%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/AUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.346	0.346	100%
6	Cobalt, Co	mg/L	0.02	<0.02	0.360	0.390	108%
7	Copper, Cu	mg/L	0.01	<0.01	0.22	0.23	106%
8	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.231	106%
9	Iron, Fe	mg/L	0.05	<0.05	1.07	1.10	103%
10	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.789	105%
11	Manganese, Mn	mg/L	0.01	<0.01	1.86	1.97	106%
12	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0178	103%
13	Nickel, Ni	mg/L	0.02	<0.02	0.51	0.52	102%
14	Selenium, Se	mg/L	0.0005	<0.0005	1.62	1.60	99%
15	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	1.02	105%
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	77	94%
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	2	<2	132	130	98%
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L			-	-	
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L			-	-	
5	Oil & Grease	mg/L	1	<1	264	252	95%
6	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.35	100%
7	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.155	95%
<b>Organic Tests**</b>							
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.30	108%
2	Acenaphthylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.22	106%
3	Anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.72	93%
4	Benzo(a)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.02	101%
5	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.94	99%
6	Benzo(g,h,i)perylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.74	94%
7	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.00	100%
8	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.02	101%
9	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.42	111%
10	Fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.72	93%
11	Fluorene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.90	98%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120601-B  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
12	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.70	93%
13	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.02	101%
14	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.68	92%
15	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.00	100%
	<b>Total Metals (Sediment)</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	113	104	92%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	237	232	98%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	< 0.1	191	181	95%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	< 1.0	128	123	96%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	< 0.2	123	122	99%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	< 1	103	98	95%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	< 0.001	12.4	12.0	97%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	< 0.4	118	110	94%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	110	108	99%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	< 0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	< 0.1	183	186	102%
	<b>Organic Tests**</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2380	2160	91%

Note: <sup>11</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-37
Customer Sample I.D :					SW - 01
Date Sampled :					09-Aug 12
Sample Matrix :					Surface Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6 - 9	7.4
2	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	3 deviation	28.2
3	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1000	27700
4	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	50	51
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	600	13800
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	0.5	0.47
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	1860
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.02	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.5	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	0.078
3	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	0.06	0.010
4	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.2	0.074
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E. Coli	MPN/100ml	Incubation	100	47
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	1550

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :					EV120601-3 /
Customer Sample I.D :					SW - 01
Date Sampled :					09-Aug-12
Sample Matrix :					Surface Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0012
2	Barium, Ba	mg/L	FAAS	1	<0.1
3	Boron, B	mg/L	ICP -AES	1	3.7
4	Cadmium, Cd	mg/L	FAAS	0.01	<0.0001
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002
6	Cobalt, Co	mg/L	FAAS	0.2	<0.02
7	Copper, Cu	mg/L	FAAS	0.02	<0.01
8	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.3	<0.05
9	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.03	<0.001
10	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.1	0.030
11	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
12	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005
13	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.01 /
<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	2	<2
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	Titrimetric	10	<2
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L	Colorimetric	0.03	<0.01
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	6	4.18
5	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1
6	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	200	<0.01
7	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	1	<0.001

Note: Regulation Limit based on PP No. 82 Tahun 1982  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

Lampiran II.1  
Data Rona Lingkungan (*Dry Season 2012*):  
**Sedimen (*Sediment*)**

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-06	EV120601-07	EV120601-08
Customer Sample I.D :				NS - 07	NS - 08	NS - 09
Date Sampled :				29-Jul-12	29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.22	0.87	0.34
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	8.09	17.1	9.57
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	34	22	27
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	6.0	26.2	13.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	6	18	11
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.016	0.077	0.040
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	46.4	23.9	27.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.07	0.30	0.17
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	72.7	81.3	72.4
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	18	<2

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120864-06	EV120864-07	EV120864-08
Customer Sample I.D :				OS - 07	OS - 01	OS - 08
Date Sampled :				20-Oct-12	20-Oct-12	21-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.97	1.80	<0.01
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	42.8	30.4	25.1
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	18	20	23
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.4	6.4	3.6
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	18	20	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.037	0.032	0.022
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	19.1	21.2	21.9
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.05	0.21	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	42.1	53.5	44.8
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120864-09	EV120864-10	EV120864-11
Customer Sample I.D :				OS - 10	OS - 11	OS - 12
Date Sampled :				21-Oct-12	21-Oct-12	21-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.98	0.84
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	25.1	10.3	27.8
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	18	21	18
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	2.9	10.0	5.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	12	14	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.022	0.064	0.032
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	21.4	27.3	20.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.14	<0.01	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	43.5	61.9	44.4
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/MI/2012

Laboratory Sample ID :				EV120864-12	EV120864-13
Customer Sample ID :				OS - 03	OS - 04
Date Sampled :				27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.29
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	4.24	49.6
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	22	20
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.7	2.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	11	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.032	0.023
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	19.6	17.1
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	1.09	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	46.4	35.3
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

**Job Number :** EV120884  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120884-14	EV120884-15
Customer Sample I.D :				OS - 08	NS - 05
Date Sampled :				27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.84	<0.01
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	86.9	8.25
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	13	17
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	1.6	6.0
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	24	12
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.015	0.038
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	16.3	18.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	37.0	45.6
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

**Job Number :** EV120601rev.1  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
**AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-06	EV120601-07	EV120601-08
Customer Sample I.D :				NS - 07	NS - 08	NS - 09
Date Sampled :				29-Jul-12	29-Jul-12	29-Jul-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.22	0.87	0.34
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	8.09	17.1	9.57
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	34	22	27
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	8.0	28.2	13.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	6	18	11
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.016	0.077	0.040
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	46.4	23.9	27.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.07	0.30	0.17
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	72.7	81.3	72.4
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	16	<2

**Job Number :** EV120601-B  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/AUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-28	EV120601-29	EV120601 30
Customer Sample I.D :				OS - 09	SW - 03	NS - 03
Date Sampled :				07-Aug-12	09-Aug-12	13-Aug-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.73	0.16	0.15
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	61.0	5.10	7.81
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	13	4	19
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	1.7	0.9	4.6
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	11	2	7
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.004	0.004	0.024
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	20.9	5.7	18.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.07	0.06	0.14
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	38.9	12.5	36.1
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2



**PT. Intertek Utama Services**  
Cilandak Commercial Estate 103E  
Jl. Cilandak KKO  
Jakarta 12560  
Indonesia  
Tel: +6221 7808011  
Fax: +6221 7807929  
Email: indo.office@intertek.com  
Website: www.intertek.com

Job Number : EV120601-C  
Customer : PT ERM Indonesia  
Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
Tanggung Expansion Project BP Berau Ltd  
Customer Ref : 1241.r1/US-EV/III/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-38
Customer Sample I.D :				SW - 01
Date Sampled :				09-Aug-12
Sample Matrix :				Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results
<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.12
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	21.5
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	24
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	8.3
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	7
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.020
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	34.7
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.04
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	64.9
<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	3





**PT. Intertek Utama Services**  
 Cilandak Commercial Estate 103E  
 Jl. Cilandak KKO  
 Jakarta 12560  
 Indonesia  
 Tel: +6221 7808011  
 Fax: +6221 7807929  
 Email: indo.office@intertek.com  
 Website: www.intertek.com

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-19	EV120601-20
Customer Sample I.D :				OS - 14	NS - 01
Date Sampled :				04-Aug-12	05 Aug-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.48	0.17
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	22.5	7.0
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	31	8
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	13.4	1.2
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	15	<1
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.027	0.007
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	32.3	3.8
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.36	0.23
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	76.1	6.2
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	19	13



**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-21	EV120601-22
Customer Sample I.D :				NS - 02	NS - 04
Date Sampled :				03-Aug-12	04-Aug 12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.29	0.22
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	11.6	9.7
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	30	26
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	9.1	7.7
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	13	11
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.037	0.037
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	28.9	25.0
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.27	0.21
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	73.7	69.2
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	9	10

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-23
Customer Sample I.D :				NS - 06
Date Sampled :				04-Aug-12
Sample Matrix :				Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results
<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.32
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	17.7
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	34
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	14.0
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	16
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.026
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	34.6
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.35
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	89.3
<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	22

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-18	EV120601-18 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	<1	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.22	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	24.4	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	28.5	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	60	60	0.0%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	49.4	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.288	0.293	1.7%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.038	0.038	0.0%
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	-
8	Zinc, Zn	mg/L	0.014	0.013	7.4%

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-18	EV120601-18 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	4.87	-	
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	<b>Organic Tests**</b>				
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	<0.0001	-	

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-23	EV120801-23 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.32	0.34	8.3%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	17.7	18.1	8.0%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	34	34	0.5%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	14.0	13.8	0.9%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	16	16	2.0%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.026	0.027	4.4%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	34.6	34.3	0.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.35	0.38	7.7%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	89.3	91.9	2.8%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	22	22	0.0%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.25	100%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.926	0.910	98%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	10.6	97%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.49	103%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.55	96%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	-	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.349	101%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.419	98%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.346	0.347	100%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.224	103%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.766	102%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0168	97%
7	Nickel, Ni	mg/L	0.02	<0.02	0.51	0.50	99%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.996	102%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120601-A  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	79	97%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.34	97%
4	Oil & Grease	mg/L	1	<1	202	182	90%
5	Total PhenolS	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.159	98%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	113	104	92%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	237	232	98%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	< 0.1	191	181	95%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	< 1.0	128	123	96%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	< 0.2	123	122	99%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	< 1	103	98	95%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	< 0.001	12.4	12.0	97%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	< 0.4	118	110	94%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	< 0.01	110	108	99%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	< 0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	< 0.1	183	186	102%
<b>Organic Tests**</b>							
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2380	2160	91%
<b>Organic Tests**</b>							
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.38	85%
2	Acenaphthylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.42	86%
3	Anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
4	Benzo(a)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.76	94%
5	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
6	Benzo(g,h,i)perylene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
7	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.12	103%
8	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.22	106%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

**Job Number :** EV120601-A  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
9	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%
10	Fluoranthene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.14	104%
11	Fluorene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.36	84%
12	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.34	109%
13	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.84	96%
14	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	3.92	98%
15	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	4.00	4.32	108%

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120864-06	EV120864-07	EV120864-08
Customer Sample I.D :				OS - 07	OS - 01	OS - 08
Date Sampled :				20-Oct-12	20-Oct-12	21-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.97	1.80	<0.01
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	42.8	30.4	25.1
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	18	20	23
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.4	6.4	3.6
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	18	20	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.037	0.032	0.022
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	19.1	21.2	21.9
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.05	0.21	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	42.1	53.5	44.8
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120864-09	EV120864-10	EV120864-11
Customer Sample I.D :				OS - 10	OS - 11	OS - 12
Date Sampled :				21-Oct-12	21-Oct-12	21-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.96	0.84
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	25.1	10.3	27.8
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	18	21	18
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	2.9	10.0	5.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	12	14	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.022	0.054	0.032
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	21.4	27.3	20.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.14	<0.01	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	43.5	61.9	44.4
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/11/2012

Laboratory Sample ID :				EV120864-12	EV120864-13
Customer Sample ID :				OS - 03	OS - 04
Date Sampled :				27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.29
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	4.24	49.6
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	22	20
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.7	2.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	11	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.032	0.023
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	19.6	17.1
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	1.09	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	46.4	35.3
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

Job Number : EV120884  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey  
 Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/11/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120884-14	EV120884-15
Customer Sample I.D :				OS - 08	NS - 05
Date Sampled :				27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.64	<0.01
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	86.9	8.25
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	13	17
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	1.6	6.0
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	24	12
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.016	0.038
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	16.3	16.2
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	37.0	45.5
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

150

Lampiran II.1  
Data Rona Lingkungan (*Dry Season 2012*):  
**Kualitas Udara (*Air Ambient*)**

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Barau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :						EV120864-16	EV120864-17
Customer Sample I.D :						AQN - 08	AQN - 10
Date Sampled :						27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
	Ambient Air Quality						
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Parasarsiline	1 hour	900	60	65
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	<1140	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Setzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	14	25
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	15	11
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	9	2
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	19	13
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	55.3	55.3

Note: \* = Non accredited parameter

Laboratory Sample I.D :						EV120864-18	EV120864-19
Customer Sample I.D :						AQN - 11	AQN - 12
Date Sampled :						28-Oct-12	28-Oct-12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
	Ambient Air Quality						
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Parasarsiline	1 hour	900	67	77
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	<1140	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Setzman	1 hour	400	11	4
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	10	20
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	17	17
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	3	11
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	19	26
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	57.0	62.8

Note: \* = Non accredited parameter

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :						EV120601-39	EV120601-40
Customer Sample I.D :						AQ 1	AQ 2
Date Sampled :						07-Aug-12	06 Aug 12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Ambient Air Quality</b>							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	255	154
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1030	5/3
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<1	<1
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	180	<5	<5
6	Particulate <10µm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	8	8
7	Particulate <2.5µm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	10	9
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	19	20
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<2	<2
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	42.7	41.1

Note: \* = Non accredited parameter

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

Laboratory Sample I.D :						EV120601-41	LV120601 42
Customer Sample I.D :						AQ 4	AQ 6
Date Sampled :						09-Aug-12	14-Aug 12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Ambient Air Quality</b>							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	130	86
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	687	916
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	6	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<1	<1
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10µm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	9	12
7	Particulate <2.5µm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	11	16
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	22	32
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<2	<2
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	54.2	40.8

Note: \* = Non accredited parameter

**Job Number :** EV120601-C  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :						EV120601-43	EV120601-44
Customer Sample I.D :						AQ 7	AQ 8
Date Sampled :						16-Aug-12	05-Aug 17
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Ambient Air Quality</b>							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	<20	355
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1150	1150
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	6	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<1	<1
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10µm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	9	13
7	Particulate <2.5µm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	13	5
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	24	19
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<2	<2
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	49.5	53.2

Note: \* = Non accredited parameter

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-36	EV120601-36 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Colour	P/Co	<5	<5	-
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	45	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	pH <sup>1)</sup>	-	5.79	-	-
5	Taste <sup>1)</sup>	-	N.A	-	-
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	24.7	-	-
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	15	15	0.0%
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	8.8	8.9	1.3%
9	Turbidity	NTU	0.8	0.8	0.0%
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	2.6	3.2	20.7%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	<0.02	<0.02	-
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	<2	<2	-
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
5	Total Cyanide, CN <sup>-</sup>	mg/L	<0.005	-	-
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	1.45	1.60	10.0%
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	<0.001	<0.001	-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E.Coli	MPN/100ml	1	-	-
2	Total Coliform	MPN/100mi	1410	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.01	<0.01	-
5	Iron, Fe	mg/L	0.08	0.08	-
6	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
7	Manganese, Mn	mg/L	<0.01	<0.01	-

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV120601-C  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-36	EV120601-36 (Replicate)	
8	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	
9	Selenium, Se	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
10	Zinc, Zn	mg/L	0.013	0.013	-
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	<2	<2	-

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV120601-C  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120601-38	EV120601-38 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.12	0.12	0.2%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	21.5	21.3	1.0%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	24	24	0.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	8.3	8.3	0.0%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	7	7	9.9%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.020	0.022	11.9%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	34.7	31.8	8.7%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.04	0.05	5.6%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	64.9	72.6	11.2%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	3	-	-

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Colour	Pt/Co	5	<5	40	38.3/	96%
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm		-	-	-	
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	
4	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	
5	Taste <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	1	<1			
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	0.5	<0.5	290	299	103%
9	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	39	40	102%
10	Turbidity (in lab)	NTU	0.5	<0.5	4.7	4.6	98%
<b>Anions</b>							
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	0.5	<0.5	9.14	8.77	96%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	0.02	<0.02	4.00	3.87	97%
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	18.5	17.8	96%
4	Sulphide, S <sup>2-</sup>	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.11	94%
5	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.926	0.893	96%
<b>Nutrients</b>							
1	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	11.7	107%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.74	109%
3	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0.001	<0.001	1.64	1.58	96%
4	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	9.02	102%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	E.Coli	MPN/100ml	1	-	-	-	
2	Total Coliform	MPN/100ml	1	-	-	-	
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.336	97%
2	Barium, Ba	mg/L	0.1	<0.1	2.4	2.3	98%
3	Boron, B	mg/L	0.1	<0.1	1.7	1.8	108%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
4	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.406	95%
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.345	0.350	101%
6	Cobalt, Co	mg/L	0.02	<0.02	0.36	0.37	101%
7	Copper, Cu	mg/L	0.01	<0.01	0.217	0.216	100%
8	Iron, Fe	mg/L	0.05	<0.05	1.07	1.03	96%
9	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.75	0.74	98%
10	Manganese, Mn	mg/L	0.01	<0.01	1.86	1.86	100%
11	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0158	91%
12	Selenium, Se	mg/L	0.0005	<0.0005	1.62	1.60	99%
13	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.954	98%
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	76	94%
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	2	<2	132	130	98%
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L	0.01	<0.01	-	-	
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	
5	Oil & Grease	mg/L	1	<1	264	257	95%
6	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.34	97%
7	Total Organic Matter, KMnO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	-	-	
8	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.163	0.155	95%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	113	107	95%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	239	101%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	188	99%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	125	98%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	123	100%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	102	99%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.2	98%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	125	106%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	110	100%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	172	94%



**PT. Intertek Utama Services**  
Cilandak Commercial Estate 103E  
Jl. Cilandak KKO  
Jakarta 12560  
Indonesia  
Tel: +6221 7808011  
Fax: +6221 7807929  
Email: [indo.office@intertek.com](mailto:indo.office@intertek.com)  
Website: [www.intertek.com](http://www.intertek.com)

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120601-C  
Customer : PT ERM Indonesia  
Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
Tanggung Expansion Project BP Berau Ltd  
Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VII/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
	<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg		<2	2380	2160	91%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



Job Number : EV120884  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/VI/2012

Laboratory Sample I.D :						EV120884-16	EV120884-17
Customer Sample I.D :						AQN - 09	AQN - 10
Date Sampled :						27-Oct-12	27-Oct-12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Ambient Air Quality</b>							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	60	65
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	<1140	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	14	25
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	15	11
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	85	9	2
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	19	13
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	55.3	55.3

Note: \* = Non accredited parameter

Laboratory Sample I.D :						EV120884-18	EV120884-19
Customer Sample I.D :						AQN - 11	AQN - 12
Date Sampled :						28-Oct-12	28-Oct-12
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Ambient Air Quality</b>							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	67	77
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	<1140	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	11	4
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	10	20
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	17	17
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	85	3	11
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	19	26
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	57.0	62.8

Note: \* = Non accredited parameter

### QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/U8-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120864-05	EV120864-05 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	70	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	8.54	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	30.5	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	31.1	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	86	88	2.3%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	80.0	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.078	0.079	1.3%
3	Total Phosphorus as P	mg/L			-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0021	0.0019	10.0%
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.001	<0.001	-
8	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

Job Number : EV120884  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/VII/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120884-05	EV120884-06 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	3	40.0%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.16	-	-
3	Surfactanta, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	<b>Organic Tests**</b>				
	<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>				
1	Naphthalene	mg/L	<0.0001	-	-
2	2-Methylnaphthalene	mg/L	<0.0001	-	-
3	Acenaphthylene	mg/L	<0.0001	-	-
4	Acenaphthene	mg/L	<0.0001	-	-
5	Fluorene	mg/L	<0.0001	-	-
6	Phenanthrene	mg/L	<0.0001	-	-
7	Anthracene	mg/L	<0.0001	-	-
8	Fluoranthene	mg/L	<0.0001	-	-
9	Pyrene	mg/L	<0.0001	-	-
10	Benz(a)anthracene	mg/L	<0.0001	-	-
11	Chrysene	mg/L	<0.0001	-	-
12	Benzo(b)fluoranthene	mg/L	<0.0001	-	-
13	Benzo(k)fluoranthene	mg/L	<0.0001	-	-
14	Benzo(a)pyrene	mg/L	<0.0001	-	-
15	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	mg/L	<0.0001	-	-
16	Dibenz(a,h)anthracene	mg/L	<0.0001	-	-
17	Benzo(ghi)perylene	mg/L	<0.0001	-	-

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
 Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.1/US-EV/VI/2012

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV120864-15	EV120864-16 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	<0.01	<0.01	-
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	8.25	7.25	12.9%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	17	17	0.0%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	6.0	6.1	2.1%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	12	11	7.8%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.036	0.045	20.8%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	18.2	18.7	2.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	<0.01	<0.01	-
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	45.5	45.7	0.6%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	<2	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

Job Number : EV120894  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/MI/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>9)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	ppt	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	68	68	99%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide, S <sup>2-</sup>	mg/L	0.002	<0.002	2.25	2.19	97%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.380	0.407	104%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	10.4	95%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.48	4.48	100%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.89	100%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.365	105%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.412	96%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.348	0.338	98%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.221	102%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.773	103%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.00398	0.00410	103%
7	Nickel, Ni	mg/L	0.001	<0.001	0.507	0.502	99%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.980	101%

**QUALITY CONTROL - ACCURACY**

Job Number : EV120864  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	82	79	97%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.35	99%
4	Oil & Grease	mg/L	1	<1	40	39	97%
5	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.488	0.472	97%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	0.75	0.73	97%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	220	93%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	181	173	96%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	119	93%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	111	90%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	93	90%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.8	103%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	109	92%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	96	87%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	169	92%
<b>Organic Tests**</b>							
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2050	1960	96%
<b>Organic Tests**</b>							
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001			72%
2	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001			96%
3	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001			113%
4	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001			120%
5	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001			110%
6	Benzo(a)pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001			120%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement

Lampiran II.1  
Data Rona Lingkungan (*Dry Season 2012*):  
**Kualitas Air Tanah (*Groundwater*)**

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Yahya Husin**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV120601-C **Date received :** 23-Aug-2012  
**Client Ref :** 1241.r1/IUS-EV/VII/2012 **Date reported :** 26-Sep-2012

**Number of samples :** 13

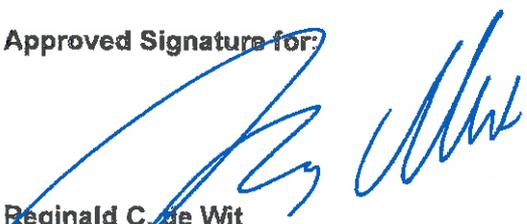
**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 20

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

**Approved Signature for:**

  
**Reginald C. de Wit**  
Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV120601-C  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

No	Laboratory Sample I.D	Customer Sample I.D	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By <sup>*)</sup>	Coordinates	
								South	East
1	EV120601-32	DGW (Depth Ground Water)	Ground Water	7-Aug-12	8:40	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 59.8"	133° 06' 16.7"
2	EV120601-33	SGW - 01	Ground Water	7-Aug-12	9:37	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 28' 18.1"	133° 06' 14.8"
3	EV120601-34	SGW - 02	Ground Water	7-Aug-12	10:00	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 28' 09.9"	133° 06' 23.7"
4	EV120601-35	GW - 01 (TMB)	Ground Water	9-Aug-12	11:40	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 25.0"	133° 06' 44.3"
5	EV120601-36	GW - 02 (TMB)	Ground Water	7-Aug-12	9:40	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 29.4"	133° 06' 53.1"
6	EV120601-37	SW - 01	Surface Water	8-Aug-12	10:00	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 59.8"	133° 06' 16.2"
7	EV120601-38	SW - 01	Sediment	9-Aug-12	10:00	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 59.8"	133° 06' 16.2"
8	EV120601-39	AQ 1	Ambient Air	7-Aug-12	8:30	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 18.8"	133° 06' 52.0"
9	EV120601-40	AQ 2	Ambient Air	6-Aug-12	8:30	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 06.1"	133° 09' 02.1"
10	EV120601-41	AQ 4	Ambient Air	9-Aug-12	8:25	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 26' 46.7"	133° 08' 03.8"
11	EV120601-42	AQ 6	Ambient Air	14-Aug-12	9:40	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 26' 56.3"	133° 06' 56.1"
12	EV120601-43	AQ 7	Ambient Air	16-Aug-12	10:40	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 27' 40.1"	133° 06' 16.2"
13	EV120601-44	AQ 8	Ambient Air	5-Aug-12	10:20	23-Aug-12	Ali & Ajiraga	02° 39' 22.2"	133° 32' 53.4"

Note \*) = Sampled by IUS

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-32	EV120601 33
Customer Sample I.D :				DGW (Depth Ground Water)	SGW 01
Date Sampled :				07-Aug-12	07 Aug 12
Sample Matrix :				Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Colour	Pt/Co	Colorimetric	47	46
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	Conductivity meter	544	48
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	Odorless	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7.93	5.51
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	N.A	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	25.0	26.1
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	344	25
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	40.7	2.3
9	Turbidity	NTU	Turbidimetric	<0.5	16.0
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	3.4	3.8
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	0.02	<0.02
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	<2	3
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	0.463	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	1.37	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	ND	1
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	179	99

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-32	FV120601 33
Customer Sample I.D :				DGW (Depth Ground Water)	SGW 01
Date Sampled :				07-Aug-12	07-Aug-12
Sample Matrix :				Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
	Dissolved Metals				
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	<0.0005	0.0006
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	<0.01	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	<0.05	0.170
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	<0.001	<0.001
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.03	<0.01
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	<0.00005	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	<0.0005	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.016	0.012
	Miscellaneous				
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	<0.01	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	3	3

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/IUS-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-34	EV120601-35
Customer Sample I.D :				SGW - 02	GW - 01 (1M3)
Date Sampled :				07-Aug-12	08-Aug-12
Sample Matrix :				Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Colour	Pt/Co	Colorimetric	23	11
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	Conductivity meter	39	145
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	Odorless	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	5.24	5.75
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	N.A	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	25.8	24.6
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	20	89
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	14.8	62.1
9	Turbidity	NTU	Turbidimetric	9.6	0.9
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	2.6	6.9
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	<0.02	0.04
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	3	<2
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	0.010	8.63
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E. Coli	MPN/100ml	Incubation	13	ND
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	225	4

**Job Number :** EV120601-C  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1241.r1/IUS-EV/II/2012

<b>Laboratory Sample I.D :</b>				EV120601-34	EV120601 35
<b>Customer Sample I.D :</b>				SGW - 02	GW - 01 (IMB)
<b>Date Sampled :</b>				07-Aug-12	09-Aug-12
<b>Sample Matrix :</b>				Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
	<b>Dissolved Metals</b>				
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.0007	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.0001	0.0002
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	<0.01	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.060	<0.05
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	<0.001	0.002
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.03	0.03
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	<0.00005	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	<0.0005	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.015	0.017
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	<0.01	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	3	<2

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



**PT. Intertek Utama Services**  
 Cilandak Commercial Estate 103E  
 Jl. Cilandak KKO  
 Jakarta 12560  
 Indonesia  
 Tel: +6221 7808011  
 Fax: +6221 7807929  
 Email: indo.office@intertek.com  
 Website: www.intertek.com

Job Number : EV120601-C  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1241.r1/US-EV/II/2012

Laboratory Sample I.D :				EV120601-36
Customer Sample I.D :				GW - 02 (TMB)
Date Sampled :				07-Aug-12
Sample Matrix :				Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results
<b>Physical Tests</b>				
1	Colour	Pt/Co	Colorimetric	<5
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	Conductivity meter	45
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	5.79
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	24.7
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	15
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	8.8
9	Turbidity	NTU	Turbidimetric	0.8
<b>Anions</b>				
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	2.6
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	<0.02
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	<2
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	<0.005
<b>Nutrients</b>				
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	1.45
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>				
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	1
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1410

Job Number : **EV120601-C**  
 Customer : **PT ERM Indonesia**  
 Project Name : **Environmental Baseline Survey Dry Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
 Customer Ref : **1241.r1/IUS-EV/II/2012**

Laboratory Sample I.D :				EV120601-36
Customer Sample I.D :				GW - 02 (TMB)
Date Sampled :				07-Aug-12
Sample Matrix :				Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Results
	Dissolved Metals			
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.08
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	<0.001
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	<0.01
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.013
	Miscellaneous			
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	<2

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement



## Lampiran II.2

### **Data Rona Lingkungan :**

**Kualitas Air Laut (*Sea Water*), Sedimen (*Sediment*), Kualitas Air Sungai (*River Water*), Kualitas Air Tanah (*Groundwater*), dan Kualitas Udara (*Air Ambient*)  
(*Wet Season 2013*)**

Lampiran II.2  
Data Rona Lingkungan (*Wet Season 2013*):  
**Kualitas Air Laut (*Seawater*)**

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Teguh Yekti**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV130302 **Date received :** 21-Mar-2013  
**Client Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013 **Date reported :** 23-Apr-2013

**Number of samples :** 37

**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 38

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = insufficient Sample  
^ = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

Approved Signature for:



Reginald C. de Wit

Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/1/2013

No	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Analyzed	Sampled By	Coordinates	
								South	East
1	EV130302-01	FNS 02	Seawater	16-Mar-13	9:00	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 46' 27.0"	132° 46' 44.0"
2	EV130302-02	FNS 06	Seawater	17-Mar-13	10:20	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 42.0"	133° 23' 48.0"
3	EV130302-03	FNS 08	Seawater	17-Mar-13	12:35	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 03.8"	133° 38' 38.2"
4	EV130302-04	NS 01	Seawater	16-Mar-13	12:40	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 38' 32.3"	132° 33' 18.9"
5	EV130302-05	NS 02	Seawater	17-Mar-13	14:55	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 01.3"	133° 05' 35.1"
6	EV130302-06	NS 03	Seawater	15-Mar-13	15:00	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 25' 49.6"	133° 07' 18.0"
7	EV130302-07	NS 04	Seawater	17-Mar-13	14:15	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 25' 13.1"	133° 10' 52.0"
8	EV130302-08	NS 05	Seawater	17-Mar-13	8:35	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 53.3"	133° 19' 55.5"
9	EV130302-09	NS 06	Seawater	17-Mar-13	11:30	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 22' 19.9"	133° 49' 15.8"
10	EV130302-10	OS 03	Seawater	16-Mar-13	9:20	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
11	EV130302-11	OS 06	Seawater	18-Mar-13	16:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
12	EV130302-12	OS 14	Seawater	17-Mar-13	12:05	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 21' 15.5"	133° 40' 57.4"
13	EV130302-13	SW 01	River Water	12-Mar-13	13:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 59.8"	133° 08' 16.2"
14	EV130302-14	SW 03	River Water	17-Mar-13	9:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 31' 54.8"	133° 16' 29.3"
15	EV130302-15	DGW 01	Ground Water	12-Mar-13	10:40	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 16.2"	133° 06' 24.2"
16	EV130302-16	SGW 01	Ground Water	12-Mar-13	10:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 18.1"	133° 06' 14.9"
17	EV130302-17	SGW 02	Ground Water	12-Mar-13	11:35	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 09.9"	133° 06' 23.7"
18	EV130302-18	GW 01	Ground Water	12-Mar-13	14:22	21-Mar-13	Winamo & Hilman	-	-
19	EV130302-19	GW 02	Ground Water	12-Mar-13	14:00	21-Mar-13	Winamo & Hilman	-	-
20	EV130302-20	FNS 02	Sediment	16-Mar-13	9:00	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 46' 27.0"	132° 46' 44.0"

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								South	East
21	EV130302-21	FNS 06	Sediment	17-Mar-13	10:20	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 42.0"	133° 23' 48.0"
22	EV130302-22	FNS 08	Sediment	16-Mar-13	12:40	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 28' 03.8"	133° 38' 38.2"
23	EV130302-23	NS 02	Sediment	17-Mar-13	14:55	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 01.3"	133° 05' 35.1"
24	EV130302-24	NS 03	Sediment	15-Mar-13	15:00	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 25' 49.6"	133° 07' 18.0"
25	EV130302-25	NS 04	Sediment	17-Mar-13	14:15	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 25' 13.1"	133° 10' 52.0"
26	EV130302-26	NS 05	Sediment	17-Mar-13	8:35	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 53.3"	133° 19' 55.5"
27	EV130302-27	NS 06	Sediment	17-Mar-13	11:30	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 22' 19.9"	133° 49' 15.8"
28	EV130302-28	OS 03	Sediment	16-Mar-13	9:20	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 41' 50.3"	132° 44' 40.4"
29	EV130302-29	OS 06	Sediment	16-Mar-13	16:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 30' 42.2"	132° 58' 32.2"
30	EV130302-30	OS 14	Sediment	17-Mar-13	12:05	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 21' 15.5"	133° 40' 57.4"
31	EV130302-31	SW 01	Sediment	12-Mar-13	13:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 59.8"	133° 06' 16.2"
32	EV130302-32	SW 03	Sediment	17-Mar-13	9:10	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 31' 54.8"	133° 18' 29.3"
33	EV130302-33	AQN 01	Ambient Air	10-Mar-13	7:45	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 19.0"	133° 08' 51.5"
34	EV130302-34	AQN 04	Ambient Air	11-Mar-13	7:45	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 26' 45.9"	133° 08' 05.2"
35	EV130302-35	AQN 06	Ambient Air	11-Mar-13	14:55	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 26' 52.9"	133° 07' 03.4"
36	EV130302-36	AQN 07	Ambient Air	12-Mar-13	13:15	21-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 27' 40.1"	133° 06' 16.2"
37	EV130302-37	AQN 08	Ambient Air	16-Mar-13	10:30	21-Mar-13	Winamo & Hilman	-	-

Note \*) = Sampled by IUS



**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/AUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-01	EV130302-02
Customer Sample I.D :					FNS 02	FNS 06
Date Sampled :					16-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	1.5	0.8
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	8.01	7.79
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	24.8	26.6
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.6	30.4
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	20	29
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	293	21.9
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.010	0.103
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.021	0.024
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0014	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	0.002	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005



**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/US-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-01	EV130302-02
<b>Customer Sample I.D :</b>					FNS 02	FNS 06
<b>Data Sampled :</b>					16-Mar-13	17-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.82	4.86
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	4
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs***	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III



**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-03	EV130302-04
Customer Sample I.D :					FNS 08	NS 01
Date Sampled :					17-Mar-13	18-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sacht disc	natural	1.1	2.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.67	8.06
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	25.5	27.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1	30.2
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	27	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	8.8	171
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.097	0.073
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.022	0.015
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0009	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-03	EV130302-04
<b>Customer Sample I.D :</b>					FNS 08	NS 01
<b>Date Sampled :</b>					17-Mar-13	18-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	4.82	5.85
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	2
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/US-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-05	EV130302-06
Customer Sample I.D :					NS 02	NS 03
Date Sampled :					17-Mar-13	15-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	0.5	0.7
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.88	7.88
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	25.9	26.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.5	30.4
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	61	47
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	46.3	40.1
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.081	0.119
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.040	0.036
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0012	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	0.002	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.008	<0.005

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-05	EV130302-06
<b>Customer Sample I.D :</b>					NS 02	NS 03
<b>Date Sampled :</b>					17-Mar-13	15-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.30	5.60
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	11
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on Kepmen LH 51/2004 Appendix III

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1629.r2/US-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-07	EV130302-08
Customer Sample I.D :					NS 04	NS 05
Date Sampled :					17-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	0.5	0.8
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.87	7.78
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.1	26.4
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.1	30.2
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	44	46
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	28.7	26.8
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.090	0.112
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.027	0.030
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0009	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1629.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-07	EV130302-08
Customer Sample I.D :					NS 04	NS 05
Date Sampled :					17-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.49	5.03
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERH Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

Laboratory Sample i.D :					EV130302-09	EV130302-10
Customer Sample i.D :					NS 06	OS 03
Date Sampled :					17-Mar-13	16-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	0.8	2.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.37	8.04
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	21.5	25.4
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.4	29.9
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	19	25
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	12.2	187
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.045	0.051
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.017	0.016
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0006	0.0011
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/1/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-09	EV130302-10
<b>Customer Sample I.D :</b>					NS 08	OS 03
<b>Date Sampled :</b>					17-Mar-13	16-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	4.58	5.95
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1528.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-11	EV130302-12
Customer Sample I.D :					OS 06	OS 14
Date Sampled :					16-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	1.5	0.8
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	8.04	7.58
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	27.1	21.9
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.2	31.3
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	20	30
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	379	16.3
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.072	0.110
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.025	0.024
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0011	0.0012
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0005	<0.0005
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.02	<0.02
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-11	EV130302-12
Customer Sample I.D :					OS 06	OS 14
Date Sampled :					16-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.97	4.85
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Ltd  
**Customer Ref :** 1525.72/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-03	EV130335-04
Customer Sample I.D :					FNS 07	NS 07
Date Sampled :					23-Mar-13	23-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	2.5	2.5
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.71	7.92
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	24.1	24.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.9	31.4
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	14	17
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	2.8	1.8
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.086	0.109
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.021	0.018
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0021	0.0012
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	0.002	0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-03	EV130335-04
Customer Sample I.D :					FNS 07	NS 07
Date Sampled :					23-Mar-13	23-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.19	6.08
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.00001	<0.00001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-05	EV130335-06
Customer Sample I.D :					NS 08	NS 09
Date Sampled :					23-Mar-13	24-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	2.0	1.1
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	None	None
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	8.07	8.15
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.2	28.5
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.6	30.5
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	11	15
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	3.9	7.7
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.121	0.085
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.014	0.017
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0006	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-05	EV130335-06
Customer Sample I.D :					NS 08	NS 09
Date Sampled :					23-Mar-13	24-Mar-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.99	6.47
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs <sup>***</sup>	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.00001	<0.00001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on Kepmen LH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Teguh Yekti**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV130464 **Date received :** 30-Apr-2013  
**Client Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013 **Date reported :** 07-Jun-2013

**Number of samples :** 45

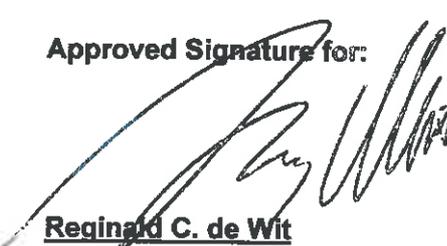
**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 45

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

Approved Signature for:



**Reginald C. de Wit**  
Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By:	Coordinates	
								North	East
1	EV130464-01	OS 02 T	Seawater	23-Apr-13	8:03	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 24' 43.4"	132° 32' 42.4"
2	EV130464-02	OS 02 M	Seawater	23-Apr-13	7:49	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 24' 43.4"	132° 32' 42.4"
3	EV130464-03	OS 02 B	Seawater	23-Apr-13	7:26	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 24' 43.4"	132° 32' 42.4"
4	EV130464-04	OS 02 Comp	Seawater	23-Apr-13	8:10	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 24' 43.4"	132° 32' 42.4"
5	EV130464-05	OS 04 T	Seawater	23-Apr-13	11:13	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
6	EV130464-06	OS 04 B	Seawater	23-Apr-13	11:03	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
7	EV130464-07	OS 04 Comp	Seawater	23-Apr-13	11:29	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
8	EV130464-08	FOS 04 T	Seawater	23-Apr-13	14:55	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 46.4"	132° 52' 06.6"
9	EV130464-09	FOS 04 M	Seawater	23-Apr-13	15:36	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 46.4"	132° 52' 06.6"
10	EV130464-10	FOS 04 B	Seawater	23-Apr-13	15:20	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 46.4"	132° 52' 06.6"
11	EV130464-11	OS 05	Seawater	23-Apr-13	17:18	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 43.7"	132° 48' 38.5"
12	EV130464-12	OS 13 T	Seawater	24-Apr-13	7:08	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 06.5"	133° 26' 19.4"
13	EV130464-13	OS 13 M	Seawater	24-Apr-13	7:40	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 06.5"	133° 26' 19.4"
14	EV130464-14	OS 13 B	Seawater	24-Apr-13	7:25	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 06.5"	133° 26' 19.4"
15	EV130464-15	OS 13 Comp	Seawater	24-Apr-13	7:50	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 06.5"	133° 26' 19.4"
16	EV130464-16	OS 11	Seawater	24-Apr-13	9:57	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.2"	133° 11' 07.4"
17	EV130464-17	OS 08 T	Seawater	24-Apr-13	11:50	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
18	EV130464-18	OS 08 M	Seawater	24-Apr-13	12:24	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
19	EV130464-19	OS 08 B	Seawater	24-Apr-13	12:10	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
20	EV130464-20	OS 08 Comp	Seawater	24-Apr-13	12:33	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/III/2013

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Matrix	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By	Coordinates	
								CoorA	CoorE
21	EV130464-21	OS 09	Seawater	24-Apr-13	15:54	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 38"	133° 06' 40.6"
22	EV130464-22	FOS 05 T	Seawater	24-Apr-13	17:30	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 05.9"	133° 01' 56.1"
23	EV130464-23	FOS 05 M	Seawater	24-Apr-13	18:10	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 05.9"	133° 01' 56.1"
24	EV130464-24	FOS 05 B	Seawater	24-Apr-13	17:50	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 05.9"	133° 01' 56.1"
25	EV130464-25	OS 01	Seawater	25-Apr-13	7:32	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 31.9"	132° 57' 30.0"
26	EV130464-26	OS 07	Seawater	25-Apr-13	11:34	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.9"
27	EV130464-27	OS 12	Seawater	25-Apr-13	17:05	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 19' 22.7"	133° 17' 15.7"
28	EV130464-28	OS 10	Seawater	26-Apr-13	8:03	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 53.5"	133° 12' 20.9"
29	EV130464-29	AQN 09	Ambient Air	25-Apr-13	11:05	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.9"
30	EV130464-30	AQN 10	Ambient Air	25-Apr-13	6:35	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 31.9"	133° 57' 30.0"
31	EV130464-31	AQN 11	Ambient Air	24-Apr-13	11:45	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
32	EV130464-32	AQN 12	Ambient Air	26-Apr-13	7:33	30-Apr-13	Winarno & Arman	-	-
33	EV130464-33	OS 02 B	Sediment	23-Apr-13	7:26	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 24' 43.4"	132° 32' 42.4"
34	EV130464-34	OS 04 B	Sediment	23-Apr-13	11:03	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 34' 28.5"	132° 39' 05.2"
35	EV130464-35	FOS 04 B	Sediment	23-Apr-13	15:20	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 46.4"	132° 52' 06.6"
36	EV130464-36	OS 05	Sediment	23-Apr-13	17:18	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 43.7"	132° 48' 38.5"
37	EV130464-37	OS 13 B	Sediment	24-Apr-13	7:25	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 06.5"	133° 26' 19.4"
38	EV130464-38	OS 11	Sediment	24-Apr-13	9:57	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.2"	133° 11' 07.4"
39	EV130464-39	OS 08 B	Sediment	24-Apr-13	12:10	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 15' 54.0"	133° 11' 07.0"
40	EV130464-40	OS 09	Sediment	24-Apr-13	15:54	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 38"	133° 06' 40.6"
41	EV130464-41	FOS 05 B	Sediment	24-Apr-13	17:50	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 05.9"	133° 01' 56.1"

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130484  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Media	Date Sampled	Time Sampled	Date Analysis	Sampled By <sup>a)</sup>	Coordinates	
								South	East
42	EV130464-42	OS 01	Sediment	25-Apr-13	7:32	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 20' 31.9"	132° 57' 30.0"
43	EV130464-43	OS 07	Sediment	25-Apr-13	11:34	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 26' 01.4"	133° 01' 22.9"
44	EV130464-44	OS 12	Sediment	25-Apr-13	17:05	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 19' 22.7"	133° 17' 15.7"
45	EV130464-45	OS 10	Sediment	26-Apr-13	8:03	30-Apr-13	Winarno & Arman	02° 22' 53.5"	133° 12' 20.9"

Note <sup>a)</sup> = Sampled by IUS

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-01	EV130464-02
Customer Sample I.D :					OS 02 T	OS 02 M
Date Sampled :					23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	6.0	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.87	7.90
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.2	32.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.7	29.6
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	7	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	0.7	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.008	0.020
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.018	0.019
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0023	0.0017
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERMI Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-01	EV130464-02
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 02 T	OS 02 M
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	23-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
	<b>Miscellaneous</b>					
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.70	5.52
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
	<b>Microbiology Tests</b>					
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
	<b>Organic Tests**</b>					
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

Job Number : EV130464  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-03	EV130464-04
Customer Sample I.D :					OS 02 B	OS 02 Comp
Date Sampled :					23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.87	7.99
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	32.2	31.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.5	29.8
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	4	4
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	0.6	0.6
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.021	0.019
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.018	0.017
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0012	0.0011
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/III/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-03	EV130464-04
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 02 B	OS 02 Comp
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	23-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.40	5.76
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** ARDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/US-EV/IV/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-05	EV130464-06
Customer Sample I.D :					OS 04 T	OS 04 B
Date Sampled :					23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	10.0	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.92	7.86
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.0	30.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.8	30.6
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	6	3
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	0.6	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.036	0.021
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.013	0.020
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0016	0.0012
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-05	EV130464-06
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 04 T	OS 04 B
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	23-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.86	5.51
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	0.0007

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-07	EV130464-08
Customer Sample I.D :					OS 04 Comp	FOS 04 T
Date Sampled :					23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	7.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.92	7.87
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.5	28.1
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.6	30.7
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	6	4
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	<0.5	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.015	0.009
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.020	0.018
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0010	0.0025
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-07	EV130464-08
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 04 Comp	FOS 04 T
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	23-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.11	6.52
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-09	EV130464-10
Customer Sample I.D :					FOS 04 M	FOS 04 B
Date Sampled :					23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.91	7.93
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	32.3	32.6
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.7	29.9
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	7	5
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	<0.5	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.006	0.010
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.015	0.018
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0020	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/IUS-EV/III/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-09	EV130464-10
<b>Customer Sample I.D :</b>					FOS 04 M	FOS 04 B
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	23-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.85	5.55
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

**Note:** <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-11	EV130464-12
Customer Sample I.D :					OS 05	OS 13 T
Date Sampled :					23-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	3.5	5.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.86	7.80
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	27.6	27.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.5	30.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	3	4
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	1.5	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.030	0.025
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.018	0.014
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0010	0.0010
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	0.00026
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-11	EV130464-12
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 05	OS 13 T
<b>Date Sampled :</b>					23-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.17	6.36
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**ANDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-13	EV130464-14
Customer Sample I.D :					OS 13 M	OS 13 B
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.84	7.85
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	29.5	29.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.9	29.8
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	3	5
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	1.6	6.1
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.024	0.036
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.023	0.031
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0011	0.0016
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	0.00017	0.00014
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** ANIDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/IUS-EV/III/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-13	EV130464-14
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 13 M	OS 13 B
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.18	4.95
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/IUS-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-15	EV130464-16
Customer Sample I.D :					OS 13 Comp	OS 11
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	5.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.89	7.89
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.9	27.4
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.8	30.5
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	5	6
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	1.9	0.6
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.029	0.035
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.023	0.021
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0013	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	0.00014	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-15	EV130464-16
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 13 Comp	OS 11
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.71	6.12
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-17	EV130464-18
Customer Sample I.D :					OS 08 T	OS 08 M
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	5.0	-
2	Floating Matter <sup>2)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.90	7.86
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	27.1	30.0
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.9	30.3
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	7	5
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	<0.5	1.0
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.035	0.046
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.016	0.017
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0011	0.0015
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/III/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-17	EV130464-18
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 08 T	OS 08 M
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.53	5.25
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected



Job Number : EV130464  
 Customer : PT ERM Indonesia  
 Project Name : Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 Customer Ref : 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-19	EV130464-20
Customer Sample I.D :					OS 08 B	OS 08 Comp
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.91	7.88
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	31.2	29.2
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	30.1	30.8
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	4	11
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	2.8	1.2
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.051	0.018
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.021	0.018
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0008	0.0013
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-19	EV130464-20
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 08 B	OS 08 Comp
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.28	6.25
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-21	EV130464-22
Customer Sample I.D :					OS 09	FOS 05 T
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	3.0	4.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.93	7.91
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	26.7	27.8
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.0	30.7
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	6	8
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	1.4	<0.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.030	0.028
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.019	0.015
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0010	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-21	EV130464-22
<b>Customer Sample I.D :</b>					OS 09	FOS 05 T
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.58	6.71
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected



**Job Number :** EV130484  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-23	EV130464-24
Customer Sample I.D :					FOS 05 M	FOS 05 B
Date Sampled :					24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.90	7.90
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	28.3	30.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.8	29.4
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	5	5
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	<0.5	1.4
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.030	0.031
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.016	0.017
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0009	0.0012
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130464-23	EV130464-24
<b>Customer Sample I.D :</b>					FOS 05 M	FOS 05 B
<b>Date Sampled :</b>					24-Apr-13	24-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.89	5.10
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-25	EV130464-26
Customer Sample I.D :					OS 01	OS 07
Date Sampled :					25-Apr-13	25-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachl disc	natural	4.0	4.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.86	7.94
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	27.7	26.1
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	29.5	31.1
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	6	9
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	1.8	1.5
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.031	0.030
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.018	0.021
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0011	0.0008
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-25	EV130464-26
Customer Sample I.D :					0S 01	0S 07
Date Sampled :					25-Apr-13	25-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	5.33	6.22
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	2	ND
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130454-27	EV130464-28
Customer Sample I.D :					0S 12	0S 10
Date Sampled :					25-Apr-13	26-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	Sachi disc	natural	5.0	3.0
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Organoleptic	natural	Odorless	Odorless
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	Visual	none	none	none
5	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	7 -8,5	7.92	7.90
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	Salinometer	natural	27.7	28.7
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	natural	31.3	29.9
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	natural	9	3
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	< 5	0.5	2.6
<b>Anions</b>						
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.01	<0.002	<0.002
2	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.3	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.008	0.029	0.034
3	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.015	0.021	0.028
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.012	0.0018	0.0018
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.001	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.005	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
5	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.008	<0.001	<0.001
6	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
7	Nickel, Ni	mg/L	FAAS	0.05	<0.001	<0.001
8	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	<0.005	<0.005

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/III/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130464-27	EV130464-28
Customer Sample I.D :					OS 12	OS 10
Date Sampled :					25-Apr-13	26-Apr-13
Sample Matrix :					Seawater	Seawater
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	20	<2	<2
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	>5	6.71	5.57
3	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	1	<0.01	<0.01
4	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
5	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	0.002	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	ND	23
<b>Organic Tests**</b>						
1	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs <sup>***</sup>	mg/L	Solvent Extraction GC/ECD/ MS	0.003	<0.0001	<0.0001

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on KepmenLH 51/2004 Appendix III  
 ND = Not Detected

Lampiran II.2  
Data Rona Lingkungan (*Wet Season 2013*):  
**Kualitas Air Sungai (*River Water*)**

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-13	EV130302-14
Customer Sample I.D :					SW 01	SW 03
Date Sampled :					12-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :					River Water	River Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6 - 9	6.45	7.18
2	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	3 deviation	26.3	29.7
3	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1000	70	23400
4	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	50	129	45
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	600	33.0	11700
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	0.5	<0.02	0.30
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	7	1790
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.002	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.02	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.5	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	0.019	0.344
3	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	0.06	<0.001	0.022
4	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.2	0.101	0.021
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0013	0.0022
2	Barium, Ba	mg/L	FAAS	1	<0.1	<0.1
3	Boron, B	mg/L	ICP -AES	1	<0.1	3.4
4	Cadmium, Cd	mg/L	FAAS	0.01	<0.005	<0.005
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002	<0.002
6	Cobalt, Co	mg/L	FAAS	0.2	<0.02	<0.02
7	Copper, Cu	mg/L	FAAS	0.02	<0.01	<0.01
8	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.3	0.29	<0.05
9	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.03	0.002	<0.001
10	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.1	0.05	0.01
11	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
12	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005	<0.0005
13	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.020	0.007

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**Customer Ref :** AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-13	EV130302-14
<b>Customer Sample I.D :</b>					SW 01	SW 03
<b>Date Sampled :</b>					12-Mar-13	17-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					River Water	River Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Microbiology Tests</b>						
1	E.Coil	MPN/100ml	Incubation	100	40	23
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	328	345
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	2	6	<2
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	Titrimetric	10	28	5
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	mg/L	Colorimetric	0.03	<0.01	<0.01
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	6	5.23	3.97
5	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
6	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	200	<0.01	<0.01
7	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	1	<0.001	<0.001

Note: Regulation Limit based on PP No. 82 Tahun 1982

<sup>1)</sup> = Field Measurement

## ENVIRONMENTAL TEST REPORT

**Mr. Teguh Yekti**  
PT ERM Indonesia  
Wisma Aldiron Dirgantara, 2nd Floor, Suite # 238-239  
Jl. Gatot Subroto Kav. 72  
Jakarta 12780  
Indonesia

**Job Number :** EV130335 **Date received :** 28-Mar-2013  
**Client Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013 **Date reported :** 06-May-2013

**Number of samples :** 12

**Report Comprising :** Cover Sheet, Sample Information, Results, QC

**Total Pages :** 16

**Notes :**  
N.A = Not Analyzed  
I.S = Insufficient Sample  
\* = Non Accredited Test  
\*\* = Sub Contracted Test  
1) = Field Measurement  
I.P = In Progress

**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh  
Expansion Project BP Berau Ltd

Approved Signature for:



Regina C. de Wit  
Technical Advisor - Environmental

All work is performed in accordance with Intertek Standard Terms and Conditions of work  
<http://www.intertek.com/terms/>

This report relates specifically to the sample(s) tested in so far as that the sample(s) is truly representative of the sample source as received.

This report was prepared solely for the use of the client named in this report. PT Intertek Utama Services accepts no responsibility for any loss, damage or liability suffered by any third party as a result of any reliance upon or use of this report.

**DO NOT PHOTOCOPY**

### SAMPLE INFORMATION

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/1/2013

No.	Laboratory Sample I.D.	Customer Sample I.D.	Sample Media	Date Sampled	Time Sampled	Date Received	Sampled By <sup>a)</sup>	Coordinates	
								South	East
1	EV130335-01	SWS 03	River Water	19-Mar-13	13:00	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 34' 54.0"	132° 27' 25.0"
2	EV130335-02	SWS 01	River Water	21-Mar-13	11:50	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 38' 21.0"	133° 56' 30.0"
3	EV130335-03	FNS 07	Seawater	23-Mar-13	9:45	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 15' 08.9"	133° 33' 47.3"
4	EV130335-04	NS 07	Seawater	23-Mar-13	14:55	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
5	EV130335-05	NS 08	Seawater	23-Mar-13	16:20	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 17' 19.0"	132° 54' 49.0"
6	EV130335-06	NS 09	Seawater	24-Mar-13	13:20	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 18' 25.0"	132° 39' 43.0"
7	EV130335-07	SWS 03	Sediment	19-Mar-13	13:00	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 34' 54.0"	132° 27' 25.0"
8	EV130335-08	SWS 01	Sediment	21-Mar-13	11:50	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 38' 21.0"	133° 56' 30.0"
9	EV130335-09	FNS 07	Sediment	23-Mar-13	9:45	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 15' 08.9"	133° 33' 47.3"
10	EV130335-10	NS 07	Sediment	23-Mar-13	14:55	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 13' 43.3"	133° 15' 00.9"
11	EV130335-11	NS 08	Sediment	23-Mar-13	16:20	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 17' 19.0"	132° 54' 49.0"
12	EV130335-12	NS 09	Sediment	24-Mar-13	13:20	28-Mar-13	Winamo & Hilman	02° 18' 25.0"	132° 39' 43.0"

Note <sup>a)</sup> = Sampled by IUS

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1629.r2/IUS-EV/IV2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-01	EV130335-02
Customer Sample I.D :					SWS 03	SWS 01
Date Sampled :					18-Mar-13	21-Mar-13
Sample Matrix :					River Water	River Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>(1)</sup>	-	Probe	6 - 9	7.76	8.02
2	Temperature <sup>(1)</sup>	°C	Thermometer	3 deviation	30.5	31.1
3	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1000	28500	25100
4	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	Gravimetric	50	63	380
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Titrimetric	600	15500	14800
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Selective Electrode	0.5	0.36	0.32
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Turbidimetric	400	2310	2080
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	0.002	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.02	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Selective Electrode	0.5	<0.02	<0.02
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Colorimetric	10	0.066	0.051
3	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Colorimetric	0.06	0.006	0.013
4	Total Phosphorus as P	mg/L	Colorimetric	0.2	0.027	0.187
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0025	0.0023
2	Barium, Ba	mg/L	FAAS	1	<0.1	<0.1
3	Boron, B	mg/L	ICP -AES	1	4.0	3.9
4	Cadmium, Cd	mg/L	FAAS	0.01	<0.005	<0.005
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002	<0.002
6	Cobalt, Co	mg/L	FAAS	0.2	<0.02	<0.02
7	Copper, Cu	mg/L	FAAS	0.02	<0.01	<0.01
8	Iron, Fe	mg/L	FAAS	0.3	0.06	0.10
9	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.03	0.013	0.037
10	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.1	<0.01	<0.01
11	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
12	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005	<0.0005
13	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	0.05	0.033	0.015

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau  
 Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130335-01	EV130335-02
Customer Sample I.D :					SWS 03	SWS 01
Date Sampled :					19-Mar-13	21-Mar-13
Sample Matrix :					River Water	River Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Microbiology Tests</b>						
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	100	12	ND
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	1000	29	308
<b>Miscellaneous</b>						
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	Probe	2	11	17
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	Titrimetric	10	35	55
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	0.03	<0.01	<0.01
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	Probe	6	5.73	6.03
5	Oil & Grease	mg/L	Gravimetric	1	<1	<1
6	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	200	<0.01	<0.01
7	Total Phenols	mg/L	Colorimetric	1	<0.001	<0.001

Note: Regulation Limit based on PP No. 82 Tahun 1982  
<sup>1)</sup> = Field Measurement

Lampiran II.2  
Data Rona Lingkungan (*Wet Season 2013*):  
**Kualitas Air Tanah (*Groundwater*)**

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**AMBDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-15	EV130302-16
Customer Sample I.D :					DGW 01	SGW 01
Date Sampled :					12-Mar-13	12-Mar-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Colour	Pt/Co	Colorimetric	50	8	41
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	Conductivity meter	-	503	62
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	-	Odorless	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6.5-9	8.32	5.39
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	-	N.A	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	± 3	26.9	27.3
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1500	381	23
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	500	41.8	3.1
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	25	<0.5	27.7
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	600	1.0	4.7
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	1.5	<0.02	<0.02
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	<2	4
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	-	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.1	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	0.045	0.170
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	1	0.765	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	-	2	7
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	50	187	548
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0010	0.0014
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.005	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	-	0.02	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	1	0.10	0.26
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.05	0.004	0.001

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1520.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-15	EV130302-16
<b>Customer Sample I.D :</b>					DGW 01	SGW 01
<b>Date Sampled :</b>					12-Mar-13	12-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.5	0.05	0.01
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	15	0.036	0.009
<b>Miscellaneous</b>						
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.01	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	10	<2	<2

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on Permenkes 416/1990 Appendix II

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
**AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd**  
**Customer Ref :** 1629.r2/US-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :					EV130302-17	EV130302-18
Customer Sample I.D :					SGW 02	GW 01
Date Sampled :					12-Mar-13	12-Mar-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
<b>Physical Tests</b>						
1	Colour	PCo	Colorimetric	50	13	26
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/Cm	Conductivity meter	-	38	299
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	-	Odorless	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6.5-9	5.95	7.14
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	-	N.A	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	± 3	26.9	26.4
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1500	17	179
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	500	10.5	92.5
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	25	21.5	1.6
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	600	2.7	23.8
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	1.5	<0.02	<0.02
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	3	<2
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	-	<0.002	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.1	<0.005	<0.005
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	<0.005	0.223
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	1	<0.001	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>						
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	-	128	ND
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	50	>2420	14
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	0.0005	0.0010
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.005	<0.0001	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	-	<0.01	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	1	0.16	<0.05
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.05	<0.001	<0.001



**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-17	EV130302-18
<b>Customer Sample I.D :</b>					SGW 02	GW 01
<b>Date Sampled :</b>					12-Mar-13	12-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results	Results
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.5	0.03	<0.01
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	15	0.010	0.008
<b>Miscellaneous</b>						
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.01	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	10	<2	<2

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on Permenkes 418/1990 Appendix II



81

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-19
<b>Customer Sample I.D :</b>					GW 02
<b>Date Sampled :</b>					12-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
<b>Physical Tests</b>					
1	Colour	Pt/Co	Colorimetric	50	<5
2	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/cm	Conductivity meter	-	33
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Normal	-	Odorless
4	pH <sup>1)</sup>	-	Probe	6.5-9	5.08
5	Taste <sup>1)</sup>	-	Normal	-	N.A
6	Temperature <sup>1)</sup>	°C	Thermometer	± 3	27.2
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	Gravimetric	1500	13
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	Titrimetric	500	5.7
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	Turbidimetric	25	1.1
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	600	3.7
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	Ion Chromatography	1.5	<0.02
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	Ion Chromatography	400	<2
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	Ion Selective Electrode	-	<0.002
5	Total Cyanide, CN	mg/L	Colorimetric	0.1	<0.005
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	10	0.953
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	Ion Chromatography	1	<0.001
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E.Coli	MPN/100ml	Incubation	-	ND
2	Total Coliform	MPN/100ml	Incubation	50	13
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	HVAAS	0.05	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	GFAAS	0.005	<0.0001
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	Colorimetric	0.05	<0.002
4	Copper, Cu	mg/L	FAAS	-	<0.01
5	Iron, Fe	mg/L	FAAS	1	0.10
6	Lead, Pb	mg/L	GFAAS	0.05	<0.001

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season  
 AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/1/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>					EV130302-19
<b>Customer Sample I.D :</b>					GW 02
<b>Date Sampled :</b>					12-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>					Ground Water
No.	Test Description	Unit	Technique	Regulation Limit	Results
7	Manganese, Mn	mg/L	FAAS	0.5	0.008
8	Mercury, Hg	mg/L	CVAAS	0.001	<0.00005
9	Selenium, Se	mg/L	HVAAS	0.01	<0.0005
10	Zinc, Zn	mg/L	FAAS	15	<0.005
<b>Miscellaneous</b>					
1	Surfactants, MBAS	mg/L	Colorimetric	0.5	<0.01
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	Titrimetric	10	<2

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement  
 Regulation Limit based on Permenkes 416/1990 Appendix II

Lampiran II.2  
Data Rona Lingkungan (*Wet Season 2013*):  
**Sedimen (*Sediment*)**

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130302-20	EV130302-21	EV130302-22
Customer Sample I.D :				FNS 02	FNS 08	FNS 08
Date Sampled :				16-Mar-13	17-Mar-13	18-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.44	0.44	0.39
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	4.46	11.7	7.45
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	13	18	18
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	2.6	6.5	5.8
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	4	10	8
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.021	0.021	0.020
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	9.0	18.3	17.0
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.06	0.07	0.07
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	27.6	53.1	45.9
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130302-23	EV130302-24	EV130302-25
Customer Sample I.D :				NS 02	NS 03	NS 04
Date Sampled :				17-Mar-13	15-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.38	0.81	0.70
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	4.55	60.0	14.4
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	15	28	25
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.9	7.7	6.7
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	7	12	12
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.019	0.026	0.024
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	12.5	29.7	21.5
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.06	0.08	0.47
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	34.1	71.2	73.9
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130302-26	EV130302-27	EV130302-28
Customer Sample I.D :				NS 05	NS 06	OS 03
Date Sampled :				17-Mar-13	17-Mar-13	16-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.55	0.44	0.34
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	6.22	6.77	3.79
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	20	14	24
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	7.3	5.2	3.9
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	9	7	8
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.019	0.012	0.018
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	17.9	13.2	18.8
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.09	0.07	0.06
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	47.9	34.7	48.7
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/IV/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>				EV130302-29	EV130302-30
<b>Customer Sample I.D :</b>				OS 06	OS 14
<b>Date Sampled :</b>				16-Mar-13	17-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	1.74	0.48
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	89.4	5.73
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	24	13
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.3	4.9
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	19	6
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.008	0.016
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	19.4	11.7
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.02	0.06
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	0.6	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	56.1	31.3
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130302-31	EV130302-32
Customer Sample I.D :				SW 01	SW 03
Date Sampled :				12-Mar-13	17-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.43	0.41
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	13.7	13.8
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	30	31
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	11.1	12.4
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	12	17
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.029	0.035
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	30.7	36.3
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.07	0.10
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	75.7	91.1
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/1/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130335-07	EV130335-06	EV130335-09
Customer Sample I.D :				SWS 03	SWS 01	FNS 07
Date Sampled :				19-Mar-13	21-Mar-13	23-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
	<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.15	0.06	0.27
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	12.9	4.66	17.8
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	26	19	41
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	11.0	3.6	9.9
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	11	5	11
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.033	0.019	0.026
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	25.2	13.6	43.7
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.03	0.02	0.15
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	75.6	40.3	90.1
	<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130335-10	EV130335-11	EV130335-12
Customer Sample I.D :				NS 07	NS 08	NS 09
Date Sampled :				23-Mar-13	23-Mar-13	24-Mar-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.17	0.39	0.46
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	9.19	9.06	9.73
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	37	15	29
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	7.6	10.4	19.7
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	6	11	15
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.020	0.025	0.049
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	44.8	16.3	27.4
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.01	<0.01	0.03
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	84.3	61.5	87.2
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130335-06	EV130335-06 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	1.1	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	8.15	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	28.5	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	30.5	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	15	13	14.3%
9	Turbidity	NTU	7.7	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	-	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.065	0.067	3.0%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.017	0.017	0.0%
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0015	0.0018	6.5%
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.001	<0.001	-
8	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season ANIDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130335-06	EV130335-06 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	6.47	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
	<b>Microbiology Tests</b>				
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/IV/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-12	EV130302-12 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.46	0.46	0.6%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	9.7	9.94	2.1%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	29	29	0.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	19.7	20.0	1.7%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	15	15	3.9%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.049	0.050	2.9%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	27.4	28.2	2.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.03	0.03	4.3%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	87.2	86.7	0.6%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	<2	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/IV/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	%	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	1	<1	343	350	102%
9	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	73	76	104%
10	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	0.5	<0.5	85.3	90.3	106%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	0.02	<0.02	1.30	1.25	96%
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	30	29	97%
4	Sulphide, S <sup>2-</sup>	mg/L	0.002	<0.002	7.76	7.70	99%
5	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.471	0.479	102%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	10.9	100%
2	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	-	-	-
3	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.50	103%
4	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0.001	<0.001	2.58	2.53	98%
5	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.65	97%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	E.Coli	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
2	Total Coliform	MPN/100ml	1	ND	-	-	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EVII/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.377	109%
2	Barium, Ba	mg/L	0.1	<0.1	2.4	2.3	99%
3	Boron, B	mg/L	0.1	<0.1	1.7	1.6	98%
4	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.428	100%
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.285	0.290	102%
6	Cobalt, Co	mg/L	0.02	<0.02	0.38	0.37	101%
7	Copper, Cu	mg/L	0.01	<0.01	0.217	0.214	99%
8	Iron, Fe	mg/L	0.05	<0.05	1.07	0.98	91%
9	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.747	98%
10	Manganese, Mn	mg/L	0.01	<0.01	1.86	1.85	99%
11	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0183	106%
12	Nickel, Ni	mg/L	0.001	<0.001	0.507	0.514	101%
13	Selenium, Se	mg/L	0.0005	<0.0005	1.62	1.69	104%
14	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	1.01	104%
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	49	45	91%
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	2	<2	80	78	98%
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L	0.01	<0.01	-	-	-
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
5	Oil & Grease, Spike	mg/L	1	<1	428	419	98%
6	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.34	98%
7	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.541	0.551	102%
<b>Organics**</b>							
<b>Spike Recovery (PAH)**</b>							
1	Naphthalene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	71%
2	Acenaphthene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	74%
3	Phenanthrene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	84%
4	Pyrene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	80%
5	Chrysene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	86%
6	Benz(a)pyrene	mg/L	0.0001	< 0.0001	-	-	75%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130335  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
	<b>Total Metals (Sediment)</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	-	-	-
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	218	92%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	185	97%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	129	101%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	116	94%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	97	94%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.0	97%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	117	99%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	101	92%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	199	109%
	<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2050	2180	108%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130464-33	EV130464-34	EV130464-35
Customer Sample I.D :				OS 02 B	OS 04 B	FOS 04 B
Date Sampled :				23-Apr-13	23-Apr-13	23-Apr-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.62	0.75	0.50
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	25.8	38.4	12.7
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	9	16	7
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	<0.2	<0.2	<0.2
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	12	11	4
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.008	0.005	0.006
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	10.3	14.6	8.4
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.04	<0.01
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	26.8	36.8	18.1
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130464-36	EV130464-37	EV130464-38
Customer Sample I.D :				OS 05	OS 13 B	OS 11
Date Sampled :				23-Apr-13	24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
<b>Total Metals</b>						
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.86	0.71	0.12
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	6.99	8.34	10.4
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	14	17	19
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	3.4	5.3	8.1
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	11	10	13
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.022	0.023	0.032
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	15.0	19.7	23.7
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.08	0.33	0.08
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	44.2	51.2	63.2
<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2



**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130464-39	EV130464-40	EV130464-41
Customer Sample I.D :				OS 08 B	OS 09	FOS 05 B
Date Sampled :				24-Apr-13	24-Apr-13	24-Apr-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results	Results
	<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.29	0.23	0.38
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	25.3	73.9	17.3
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	19	10	14
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	6.2	0.2	2.9
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	16	17	10
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.027	0.005	0.017
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	25.0	19.2	15.8
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.11	<0.01	0.07
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	53.9	39.8	39.9
	<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2	<2

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130464-42	EV130464-43
Customer Sample I.D :				OS 01	OS 07
Date Sampled :				25-Apr-13	25-Apr-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.64	0.98
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	37.9	94.4
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	16	26
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	1.2	3.6
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	13	28
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.008	0.012
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	18.5	22.8
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	0.03	0.03
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	42.9	67.2
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :				EV130464-44	EV130464-45
Customer Sample I.D :				0S 12	0S 10
Date Sampled :				25-Apr-13	26-Apr-13
Sample Matrix :				Sediment	Sediment
No.	Test Description	Unit	Technique	Results	Results
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	HVAAS	0.44	0.69
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	HVAAS	53.9	71.0
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	FAAS	<0.1	<0.1
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	FAAS	11	14
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	FAAS	0.3	4.3
8	Lead, Pb	mg/dry Kg	FAAS	10	16
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	CVAAS	0.005	0.014
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	FAAS	16.6	24.7
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	HVAAS	<0.01	0.03
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	FAAS	<0.4	<0.4
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	FAAS	34.8	54.8
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	GC-FID	<2	<2

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130484  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130484-10	EV130484-10 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	none	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	none	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.93	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	32.6	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	29.9	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	5	5	0.0%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	<0.5	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.010	0.011	4.9%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.018	0.018	0.0%
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0009	0.0010	10.5%
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.001	<0.001	-
8	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130464-10	EV130464-10 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.55	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
					-
	<b>Microbiology Tests</b>				
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130464-20	EV130464-20 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	none	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	none	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	7.88	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	29.2	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	30.8	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	11	10	9.5%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	1.2	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.018	0.019	7.1%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.018	0.017	5.7%
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0013	0.0013	0.0%
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.001	<0.001	-
8	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130464-20	EV130464-20 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	6.25	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
					-
	<b>Microbiology Tests</b>				
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/III/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130464-42	EV130464-42 (Replicate)	
	<b>Total Metals</b>				
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.64	0.74	15.7%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	37.9	37.8	0.3%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	16	16	0.9%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	1.2	1.1	4.0%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	13	13	2.6%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.008	0.009	15.7%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	18.5	18.4	0.8%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.03	0.03	2.3%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	42.9	42.7	0.8%
	<b>Organic Tests</b>				
1	TPH	mg/dry Kg	<2	<2	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	-	-	-	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
8	Total Suspended Solids. TSS	mg/L	1	<1	73	72	98%
9	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Sulphide, S <sup>2-</sup>	mg/L	0.002	<0.002	7.76	7.67	99%
2	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.471	0.475	101%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	10.9	100%
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.41	4.78	108%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.97	101%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	Total Coliform	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.362	104%
2	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.419	98%
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.285	0.290	102%
4	Copper, Cu	mg/L	0.001	<0.001	0.217	0.220	101%
5	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.688	91%
6	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.0173	0.0163	94%
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.001	<0.001	0.507	0.488	96%
8	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	1.03	106%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	49	48	96%
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
3	Oil & Grease, Spike	mg/L	1	<1	204	195	96%
4	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.34	97%
5	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.541	0.515	95%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	-	-	-
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	241	102%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	175	91%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	117	91%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	117	95%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	103	100%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12	96%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	109	93%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	102	93%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	173	95%
<b>Organic Tests</b>							
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2050	2190	107%
<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>							
1	Naphthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	92%
2	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	83%
3	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	88%
4	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	89%
5	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	108%
6	Benzo (a) pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	74%

Note: <sup>1)</sup> = Field Measurement

Lampiran II.2  
Data Rona Lingkungan (*Wet Season* 2013):  
**Kualitas Udara (*Air Ambient*)**

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

Laboratory Sample I.D :						EV130302-33	EV130302-34
Customer Sample I.D :						AQN 01	AQN 04
Date Sampled :						10-Mar-13	11-Mar-13
Sample Matrix :						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
Ambient Air Quality							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	44	<20
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1490	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2	<2
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	30	4
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	24	6
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	73	40
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	46.8	73.7

Laboratory Sample I.D :						EV130302-35	
Customer Sample I.D :						AQN 06	
Date Sampled :						11-Mar-13	
Sample Matrix :						Ambient Air	
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	
Ambient Air Quality							
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	<2	
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1370	
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2	
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	13	
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	2	
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	74	
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1	
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	52.5	

Note: \* = Non accredited parameter

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>						EV130302-36
<b>Customer Sample I.D :</b>						AQN 07
<b>Date Sampled :</b>						12-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>						Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results
	<b>Ambient Air Quality</b>					
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	34
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	<1140
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	13
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	4
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	71
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	71.1

<b>Laboratory Sample I.D :</b>						EV130302-37
<b>Customer Sample I.D :</b>						AQN 08
<b>Date Sampled :</b>						16-Mar-13
<b>Sample Matrix :</b>						Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results
	<b>Ambient Air Quality</b>					
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	127
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1490
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	12
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	32
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	11
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	115
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<0.1
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	58.7

Note: \* = Non accredited parameter

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-10	EV130302-10 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	2	-	-
2	Floating Matter <sup>1)</sup>	-	None	-	-
3	Odor <sup>1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	Oil Film <sup>1)</sup>	-	None	-	-
5	pH <sup>1)</sup>	-	8.04	-	-
6	Salinity <sup>1)</sup>	‰	25.4	-	-
7	Temperature <sup>1)</sup>	°C	29.9	-	-
8	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	25	20	22.2%
9	Turbidity	NTU	187	-	-
<b>Anions</b>					
1	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
2	Total Cyanide, CN	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	<0.02	<0.02	-
2	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.051	0.051	0.0%
3	Total Phosphorus as P	mg/L	0.018	0.0185	3.1%
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	0.0011	0.0012	8.7%
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.001	<0.001	-
5	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-
6	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
7	Nickel, Ni	mg/L	<0.02	<0.02	-
8	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-

**QUALITY CONTROL - PRECISION**

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-10	EV130302-10 (Replicate)	
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	<2	<2	-
2	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	5.95	-	-
3	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
4	Oil & Grease	mg/L	<1	-	-
5	Total Phenols	mg/L	<0.001	<0.001	-
					-
	<b>Microbiology Tests</b>				
1	Total Coliform	MPN/100ml	ND	-	-

### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-19	EV130302-19 (Replicate)	
<b>Physical Tests</b>					
1	Colour	Pt/Co	<5	<5	-
2	Conductivity <sup>(1)</sup>	µS/Cm	33	-	-
3	Odor <sup>(1)</sup>	-	Odorless	-	-
4	pH <sup>(1)</sup>	-	5.08	-	-
5	Taste <sup>(1)</sup>	-	N.A	-	-
6	Temperature <sup>(1)</sup>	°C	27.2	-	-
7	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	13	13	0.0%
8	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	5.7	5.4	5.4%
9	Turbidity	NTU	1.1	1.0	9.5%
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	3.7	3.7	0.0%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	<0.02	<0.02	-
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	<2	<2	-
4	Sulphide as H <sub>2</sub> S	mg/L	<0.002	-	-
5	Total Cyanide, CN <sup>-</sup>	mg/L	<0.005	<0.005	-
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.95	0.96	0.6%
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	<0.001	<0.001	-
<b>Microbiology Tests</b>					
1	E.Coli	MPN/100ml	ND	-	-
2	Total Coliform	MPN/100ml	13	-	-
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
2	Cadmium, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	-
3	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	<0.002	<0.002	-
4	Copper, Cu	mg/L	<0.01	<0.01	-
5	Iron, Fe	mg/L	0.10	0.10	1.3%
6	Lead, Pb	mg/L	<0.001	<0.001	-



### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-19	EV130302-19 (Replicate)	
7	Manganese, Mn	mg/L	0.008	0.008	4.2%
8	Mercury, Hg	mg/L	<0.00005	<0.00005	-
9	Selenium, Se	mg/L	<0.0005	<0.0005	-
10	Zinc, Zn	mg/L	<0.005	<0.005	-
	<b>Miscellaneous</b>				
1	Surfactants, MBAS	mg/L	<0.01	<0.01	-
2	Total Organic Matter, KMnO4	mg/L	<2	<2	-



### QUALITY CONTROL - PRECISION

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Laboratory Replicate		% RPD
			EV130302-30	EV130302-30 (Replicate)	
<b>Total Metals</b>					
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.48	0.44	10.0%
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	5.73	5.77	0.6%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	<0.1	<0.1	-
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	13	13	1.3%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	4.9	4.7	2.5%
6	Lead, Pb	mg/dry Kg	6	6	0.4%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.016	0.014	13.6%
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	11.7	11.8	1.1%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.06	0.06	7.7%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	<0.4	<0.4	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	31.3	32.3	3.3%
<b>Organic Tests</b>					
1	TPH	mg/dry Kg	<2	<2	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/IV/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Physical Tests</b>							
1	Brightness <sup>1)</sup>	m	-	-	-	-	-
2	Colour	PCo	5	<5	35	35	99%
3	Conductivity <sup>1)</sup>	µS/cm	-	-	-	-	-
4	Floating Matter <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-
5	Odor <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
6	Oil Film <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
7	pH <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
8	Salinity <sup>1)</sup>	‰	-	-	-	-	-
9	Taste <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-
10	Temperature <sup>1)</sup>	°C	-	-	-	-	-
11	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	1	<1	343	337	98%
12	Total Hardness as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	0.5	<0.5	291	285	98%
13	Total Suspended Solids, TSS	mg/L	1	<1	362	368	107%
14	Turbidity <sup>1)</sup>	NTU	0.5	<0.5	-	-	-
<b>Anions</b>							
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	0.5	<0.5	9.1	9.7	106%
2	Fluoride, F <sup>-</sup>	mg/L	0.02	<0.02	4.00	4.36	109%
3	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	19	19	104%
4	Sulphide, S <sup>2-</sup>	mg/L	0.002	<0.002	7.76	7.74	100%
5	Total Cyanide, CN	mg/L	0.005	<0.005	0.325	0.315	87%
<b>Nutrients</b>							
1	Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	10.9	10.9	100%
2	Free Ammonia, NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0.02	<0.02	-	-	-
3	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	0.005	<0.005	4.35	4.18	96%
4	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0.001	<0.001	2.58	2.46	95%
5	Total Phosphorus as P	mg/L	0.005	<0.005	8.88	8.65	97%
<b>Microbiology Tests</b>							
1	E.Coli	MPN/100ml	1	ND	-	-	-
2	Total Coliform	MPN/100ml	1	ND	-	-	-

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
<b>Dissolved Metals</b>							
1	Arsenic, As	mg/L	0.0005	<0.0005	0.347	0.356	103%
2	Barium, Ba	mg/L	0.1	<0.1	2.4	2.3	98%
3	Boron, B	mg/L	0.1	<0.1	1.7	1.8	107%
4	Cadmium, Cd	mg/L	0.0001	<0.0001	0.427	0.412	96%
5	Chromium Hexavalent, Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.002	<0.002	0.285	0.292	102%
6	Cobalt, Co	mg/L	0.02	<0.02	0.36	0.38	106%
7	Copper, Cu	mg/L	0.01	<0.01	0.22	0.21	97%
8	Iron, Fe	mg/L	0.05	<0.05	1.07	1.05	98%
9	Lead, Pb	mg/L	0.001	<0.001	0.754	0.730	97%
10	Manganese, Mn	mg/L	0.01	<0.01	1.86	1.95	105%
11	Mercury, Hg	mg/L	0.00005	<0.00005	0.00398	0.00368	92%
12	Nickel, Ni	mg/L	0.02	<0.02	0.51	0.51	101%
13	Selenium, Se	mg/L	0.0005	<0.0005	1.82	1.88	104%
13	Zinc, Zn	mg/L	0.005	<0.005	0.975	0.992	102%
<b>Miscellaneous</b>							
1	Biochemical Oxygen Demand, BOD <sub>5</sub>	mg/L	2	<2	49	48	97%
2	Chemical Oxygen Demand, COD	mg/L	2	<2	143	147	103%
3	Chlorine, Cl <sub>2</sub>	mg/L	0.01	<0.01	-	-	-
4	Dissolved Oxygen, DO <sup>1)</sup>	mg/L	-	-	-	-	-
5	Oil & Grease, Spike	mg/L	1	<1	464	454	98%
6	Surfactants, MBAS	mg/L	0.01	<0.01	0.35	0.34	97%
7	Total Organic Matter, KMnO <sub>4</sub>	mg/L	2	<2	-	-	-
8	Total Phenols	mg/L	0.001	<0.001	0.541	0.551	102%
<b>Total Metals (Sediment)</b>							
1	Antimony, Sb	mg/dry Kg	0.01	<0.01	-	-	-
2	Arsenic, As	mg/dry Kg	0.01	<0.01	237	253	107%
3	Cadmium, Cd	mg/dry Kg	0.1	<0.1	191	199	104%
4	Chromium, Cr	mg/dry Kg	1	<1	128	131	102%
5	Copper, Cu	mg/dry Kg	0.2	<0.2	123	133	108%
8	Lead, Pb	mg/dry Kg	1	<1	103	107	104%
7	Mercury, Hg	mg/dry Kg	0.001	<0.001	12.4	12.5	100%

### QUALITY CONTROL - ACCURACY

**Job Number :** EV130302  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/IUS-EV/II/2013

No	Description	Units	Detection Limit	Blank	Reference Material		% Recovery
					Expected Value	Result	
8	Nickel, Ni	mg/dry Kg	0.4	<0.4	118	126	107%
9	Selenium, Se	mg/dry Kg	0.01	<0.01	110	101	92%
10	Silver, Ag	mg/dry Kg	0.4	<0.4	-	-	-
11	Zinc, Zn	mg/dry Kg	0.1	<0.1	183	201	110%
	<b>Organic Tests</b>						
1	TPH	mg/dry Kg	2	<2	2050	2200	107%
	<b>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs**</b>						
1	Napthalene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	88%
2	Acenaphthene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	93%
3	Phenanthrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	104%
4	Pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	117%
5	Chrysene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	120%
6	Benzo (a) pyrene	mg/L	0.0001	<0.0001	-	-	120%

Note: <sup>1</sup> = Field Measurement

**Job Number :** EV130464  
**Customer :** PT ERM Indonesia  
**Project Name :** Environmental Baseline Survey Wet Season AMDAL  
 Tangguh Expansion Project BP Berau Ltd  
**Customer Ref :** 1529.r2/US-EV/II/2013

<b>Laboratory Sample I.D :</b>						EV130464-29	EV130464-30
<b>Customer Sample I.D :</b>						AQN 09	AQN 10
<b>Date Sampled :</b>						25-Apr-13	25-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
	Ambient Air Quality						
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	<20	<20
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1260	573
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2	<2
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	3	13
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	27	12
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	31	27
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<2	<2
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	58.1	58.8

<b>Laboratory Sample I.D :</b>						EV130464-31	EV130464-32
<b>Customer Sample I.D :</b>						AQN 11	AQN 12
<b>Date Sampled :</b>						24-Apr-13	26-Apr-13
<b>Sample Matrix :</b>						Ambient Air	Ambient Air
No.	Test Description	Unit	Technique	Sampling Duration	Regulatory Limit	Results	Results
	Ambient Air Quality						
1	Sulfur Dioxide, SO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Pararosaniline	1 hour	900	<20	<20
2	Carbon Monoxide, CO*	µg/Nm <sup>3</sup>	CO Analyzer	1 hour	30000	1370	573
3	Nitrogen Oxide, NO <sub>2</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Satzman	1 hour	400	<5	<5
4	Oxidant, O <sub>3</sub>	µg/Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	1 hour	235	<2	<2
5	Hydrocarbon, HC*	µg/Nm <sup>3</sup>	GC-FID	3 hours	160	<5	<5
6	Particulate <10mm (PM <sub>10</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	150	4	13
7	Particulate <2.5mm (PM <sub>2.5</sub> )	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	65	19	4
8	Total Suspended Particulate (TSP)	µg/Nm <sup>3</sup>	Dust Analyzer	Grab	230	64	33
9	Lead, Pb	µg/Nm <sup>3</sup>	GFAAS	Grab	2	<2	<2
10	Noise, L <sub>avg</sub> *	dB	Noise Dosimeter	Grab	-	56.8	59.7

Note: \* = Non accredited parameter



Lampiran II. 3

**Data Rona Lingkungan :**

**Sampel Air Laut dan Muara (Plankton  
dan Benthos)**

**(Dry Season 2012)**



**LABORATORIUM PENGUJIAN  
BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN (ProLing)  
DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680  
Telp./Fax. (0251) 8621495 (direct) e-mail : proling\_ipb@yahoo.com



Komite Akreditasi Nasional  
Laboratorium Penguji  
LP - 425 - IDN

Nomor : P.326/VIII/2012  
Lampiran : 14 Lembar  
Perihal : Laporan Hasil Analisis Laboratorium

Kepada Yth.  
**BP Tangguh**  
Perkantoran Hijau Arkadia, Tower D-E  
Jalan T.B Simatupang Kav.88  
Jakarta 12520

Berikut ini kami sampaikan Laporan Hasil Analisis Laboratorium  
Sampel Air Laut (Plankton dan Bentos)  
penerimaan sampel tanggal 27 Agustus 2012 dengan Kode Lab P.4739 -(1-20)  
untuk kegiatan AMDAL BP Tangguh Expansion

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Bogor, 01 Oktober 2012



**Dr.Ir. Sjigid Hariyadi, MSc.**  
Manajer Mutu



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 1/14**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-1	P.4739-2	P.4739-3	P.4739-4	P.4739-5
	OS-O1 AB	OS-O2 AB	OS-O5AB	OS-O8AB	OS-O9 AB
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	12.920.635	18.285.714	23.571.429	8.948.413	2.071.429
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	1.964.286	257.937	1.285.714	1.515.873	142.857
<i>Bacteriastrum</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ditylum</i> sp.	87.302	7.937	23.810	15.873	67.460
<i>Rhizosolenia</i> sp.	55.556	39.683	27.778	63.492	15.873
<i>Corethron</i> sp.	35.714	7.937	19.841	103.175	15.873
<i>Leptocylindrus</i> sp.	79.365	11.905	7.937	15.873	0
<i>Biddulphia</i> sp.	55.556	27.778	23.810	0	75.397
<i>Thalassiothrix</i> sp.	0	7.937	0	19.841	47.619
<i>Thalassionema</i> sp.	547.619	444.444	273.810	186.508	436.508
<i>Thalassiosira</i> sp.	107.143	261.905	107.143	384.921	281.746
<i>Coscinodiscus</i> sp.	67.460	103.175	43.651	91.270	281.746
<i>Hemidiscus</i> sp.	11.905	0	19.841	7.937	11.905
<i>Amphiprora</i> sp.	7.937	11.905	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	7.937	43.651	3.968	0	27.778
<i>Nitzschia</i> sp.	111.111	186.508	206.349	357.143	91.270
<i>Lauderia</i> sp.	43.651	11.905	19.841	23.810	15.873
<i>Cyclotella</i> sp.	15.873	103.175	19.841	15.873	71.429
<i>Pleurosigma</i> sp.	15.873	51.587	7.937	15.873	7.937
<i>Bacillaria</i> sp.	15.873	809.524	19.841	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	3.968	0	0	3.968
<i>Licmophora</i> sp.	0	3.968	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	174.603	11.905	0	7.937
<i>Eucampia</i> sp.	0	31.746	0	0	0
<i>Campylodiscus</i> sp.	0	3.968	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	11.905	0	7.937	3.968
<i>Diploneis</i> sp.	0	7.937	0	3.968	11.905
<i>Asterionella</i> sp.	0	7.937	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	3.968	0	0	0
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	35.714	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	0	0	0	7.937	0
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	3.968	3.968	7.937
<i>Streptotheca</i> sp.	0	0	0	0	7.937
<i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Melosira</i> sp.	0	0	19.841	0	39.683
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0

Di Lanjutkan Ke Halaman : 2/14

Bogor, 17 September 2012  
  
**LABORATORIUM PROLING**  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB  
© Dr. Ir. Sigid Hariyadi, MSc.  
Manajer Mutu



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

Lanjutan Halaman : 1/14

Halaman : 2/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-1	P.4739-2	P.4739-3	P.4739-4	P.4739-5
	OS-O1 AB	OS-O2 AB	OS-O5AB	OS-O8AB	OS-O9 AB
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Ceratium</i> sp.	31.746	11.905	51.587	7.937	23.810
<i>Peridinium</i> sp.	301.587	115.079	738.095	198.413	154.762
<i>Dinophysis</i> sp.	19.841	7.937	11.905	11.905	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	7.937	3.968	35.714	11.905	3.968
<i>Noctiluca</i> sp.	3.968	0	0	0	0
<i>Podolampas</i> sp.	0	0	0	0	3.968
<i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	3.968	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	3.968
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	0	0	3.968	0	3.968
Jumlah Taksa	23	31	27	23	29
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	16.515.875	21.063.496	26.599.206	12.019.845	3.940.479
Indeks Keragaman	0,90	0,70	0,57	1,03	1,87
Indeks Keseragaman	0,29	0,21	0,17	0,33	0,56
Indeks Dominansi	0,63	0,76	0,79	0,57	0,30

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Strip - SRC)

Keterangan :

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-O1 AB	132° 57' 30"	02° 20' 31.9"
OS-O2 AB	132° 32' 42.4"	02° 24' 43.4"
OS-O5AB	132° 48' 38.5"	02° 20' 43.7"
OS-O8AB	133° 08' 17"	02° 18' 58"
OS-O9 AB	133° 06' 39.2"	02° 22' 25"





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 3/14**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-6	P.4739-7	P.4739-8	P.4739-9	P.4739-10
	OS-10 AB	OS-11 AB	OS-12AB	OS-13 AB	OS-14 AB
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	19.464.286	20.242.063	154.515.873	20.083.333	1.650.794
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	39.683	55.556	353.175	67.460	269.841
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ditylum</i> sp.	23.810	15.873	7.937	11.905	182.540
<i>Rhizosolenia</i> sp.	35.714	35.714	43.651	35.714	59.524
<i>Corethron</i> sp.	3.968	0	0	3.968	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	0	7.937	31.746	15.873	19.841
<i>Biddulphia</i> sp.	43.651	15.873	3.968	19.841	412.698
<i>Thalassiothrix</i> sp.	23.810	0	7.937	11.905	126.984
<i>Thalassionema</i> sp.	265.873	162.698	154.762	134.921	968.254
<i>Thalassiosira</i> sp.	277.778	71.429	210.317	95.238	1.023.810
<i>Coscinodiscus</i> sp.	150.794	47.619	71.429	59.524	285.714
<i>Hemidiscus</i> sp.	11.905	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	0	0	0	0	7.937
<i>Navicula</i> sp.	19.841	11.905	3.968	15.873	11.905
<i>Nitzschia</i> sp.	23.810	31.746	23.810	35.714	218.254
<i>Lauderia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Cyclotella</i> sp.	11.905	0	7.937	15.873	51.587
<i>Pleurosigma</i> sp.	11.905	7.937	7.937	3.968	202.381
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	0	0	11.905
<i>Surirella</i> sp.	3.968	0	0	0	19.841
<i>Licmophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	47.619	0	0	0	63.492
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campylodiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	3.968
<i>Diploneis</i> sp.	0	3.968	0	0	27.778
<i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	11.905	0	0	3.968	47.619
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptothecca</i> sp.	0	0	0	0	7.937
<i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	0	27.778
<i>Melosira</i> sp.	0	11.905	0	35.714	261.905
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	7.937
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0

Di Lanjutkan Ke Halaman : 4/14

Bogor, 17 September 2012





Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

Lanjutan Halaman : 3/14

Halaman : 4/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

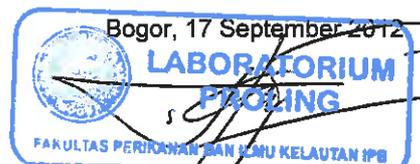
ORGANISME	P.4739-6	P.4739-7	P.4739-8	P.4739-9	P.4739-10
	OS-10 AB	OS-11 AB	OS-12AB	OS-13 AB	OS-14 AB
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Ceratium</i> sp.	27.778	23.810	111.111	35.714	79.365
<i>Peridinium</i> sp.	301.587	333.333	2.091.270	547.619	2.071.429
<i>Dinophysis</i> sp.	23.810	0	0	3.968	19.841
<i>Procentrum</i> sp.	23.810	67.460	79.365	43.651	91.270
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	0	0	87.302
<i>Podolampas</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	3.968	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	3.968	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	22	17	18	22	30
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	20.849.210	21.146.826	157.730.161	21.285.712	8.321.431
Indeks Keragaman	0,40	0,27	0,13	0,33	2,39
Indeks Keseragaman	0,13	0,09	0,04	0,11	0,70
Indeks Dominansi	0,87	0,92	0,96	0,89	0,14

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Strip - SRC)

Keterangan :

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-10 AB	133° 11' 43.5"	02° 22' 53.5"
OS-11 AB	133° 11' 07.4"	02° 15' 54.2"
OS-12AB	133° 17' 15.7"	02° 19' 22.7"
OS-13 AB	133° 26' 19.4"	02° 20' 06.5"
OS-14 AB	133° 40' 57.4"	02° 21' 15.5"



Dr. Ir. Sigid Hariyadi, MSc.  
Manajer Mutu



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Haiaman : 5/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-11	P.4739-12	P.4739-13	P.4739-14	P.4739-15
	NS -01AB	NS -02 AB	NS -03 AB	NS -04 AB	NS -06 AB
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	5.444.444	22.880.952	9.646.825	15.190.476	16.023.810
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	297.619	380.952	226.190	416.667	174.603
<i>Bacteriastrum</i> sp.	43.651	0	0	0	0
<i>Ditylum</i> sp.	0	71.429	115.079	333.333	309.524
<i>Rhizosolenia</i> sp.	134.921	3.452.381	51.587	202.381	0
<i>Corethron</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	0	0	150.794	0	0
<i>Biddulphia</i> sp.	47.619	1.047.619	186.508	809.524	404.762
<i>Thalassiothrix</i> sp.	11.905	833.333	95.238	130.952	817.460
<i>Thalassionema</i> sp.	269.841	1.238.095	1.563.492	1.416.667	976.190
<i>Thalassiosira</i> sp.	0	0	162.698	964.286	1.388.889
<i>Coccinodiscus</i> sp.	67.460	1.071.429	198.413	440.476	396.825
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	51.587	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	23.810	333.333	15.873	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.	95.238	642.857	392.857	6.321.429	992.063
<i>Lauderia</i> sp.	35.714	476.190	67.460	95.238	0
<i>Cyclotella</i> sp.	0	0	11.905	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	75.397	404.762	896.825	238.095	277.778
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	95.238	0	0	23.810
<i>Licmophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	190.476	0	35.714	31.746
<i>Campylodiscus</i> sp.	3.968	809.524	79.365	71.429	87.302
<i>Asteromphalus</i> sp.	11.905	0	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asterionella</i> sp.	11.905	0	7.937	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	11.905	0	158.730	595.238	507.937
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptothea</i> sp.	0	0	95.238	35.714	150.794
<i>Triceratium</i> sp.	19.841	119.048	19.841	71.429	23.810
<i>Melosira</i> sp.	0	0	182.540	166.667	301.587
<i>Amphora</i> sp.	27.778	47.619	23.810	35.714	47.619
<i>Cocconeis</i> sp.	15.873	119.048	7.937	59.524	31.746
<i>Fragilaria</i> sp.	0	1.357.143	0	261.905	444.444

Di Lanjutkan Ke Halaman : 6/14





Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

Lanjutan Halaman : 5/14

Halaman : 6/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-11	P.4739-12	P.4739-13	P.4739-14	P.4739-15
	NS -01AB	NS -02 AB	NS -03 AB	NS -04 AB	NS -06 AB
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Ceratium</i> sp.	31.746	0	23.810	0	246.032
<i>Peridinium</i> sp.	3.968	166.667	11.905	23.810	0
<i>Dinophysis</i> sp.	11.905	0	0	23.810	95.238
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	95.238	15.873	35.714	55.556
<i>Podolampas</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	15.873	47.619	11.905	0	0
Jumlah Taksa	24	22	27	24	23
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	6.765.873	35.880.952	14.420.635	27.976.192	23.809.525
Indeks Keragaman	0,98	1,56	1,41	1,58	1,49
Indeks Keseragaman	0,31	0,50	0,43	0,50	0,47
Indeks Dominansi	0,65	0,42	0,47	0,35	0,46

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Strip - SRC)

Keterangan :

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
NS -01AB	132° 33' 18.9"	02° 39' 32.3"
NS -02 AB	133° 05' 35.1"	02° 27' 01.3"
NS -03 AB	133° 07' 18"	02° 25' 49.6"
NS -04 AB	133° 10' 52"	02° 25' 13.1"
NS -06 AB	133° 49' 15.8"	02° 22' 19.9"

Bogor, 17 September 2012



Manajer Mutu



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

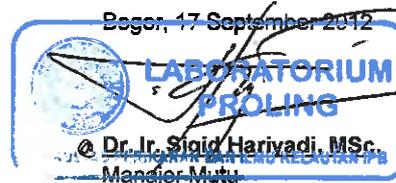
Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.326/VIII/B/2012 HASIL ANALISIS LABORATORIUM Halaman : 7/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-16	P.4739-17	P.4739-18	P.4739-19	P.4739-20
	NS -07 AB	NS -08 AB	NS -09 AB	SW -01 AB	SW -03 AB
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	26.238.095	29.214.286	16.511.111	6.039.683	10.412.698
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	746.032	126.984	361.111	666.667	95.238
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	0	83.333	0	0
<i>Ditylum</i> sp.	238.095	7.937	22.222	79.365	15.873
<i>Rhizosolenia</i> sp.	269.841	15.873	11.111	2.063.492	0
<i>Corethron</i> sp.	126.984	7.937	0	0	7.937
<i>Leptocylindrus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Biddulphia</i> sp.	365.079	103.175	111.111	349.206	246.032
<i>Thalassiothrix</i> sp.	1.619.048	15.873	38.889	460.317	0
<i>Thalassionema</i> sp.	460.317	142.857	294.444	1.436.508	492.063
<i>Thalassiosira</i> sp.	0	0	1.172.222	531.746	0
<i>Coscinodiscus</i> sp.	349.206	87.302	200.000	476.190	15.873
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	0	0	16.667	55.556	0
<i>Nitzschia</i> sp.	571.429	71.429	416.667	603.175	404.762
<i>Lauderia</i> sp.	539.683	39.683	83.333	126.984	0
<i>Cyclotella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	158.730	63.492	138.889	571.429	142.857
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Suirella</i> sp.	0	0	5.556	55.556	15.873
<i>Licmophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	15.873
<i>Campylodiscus</i> sp.	47.619	15.873	16.667	142.857	7.937
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	222.222	95.238
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptotheca</i> sp.	31.746	7.937	0	333.333	0
<i>Triceratium</i> sp.	47.619	0	16.667	0	15.873
<i>Melosira</i> sp.	0	0	1.105.556	0	388.889
<i>Amphora</i> sp.	63.492	15.873	5.556	63.492	0
<i>Cocconeis</i> sp.	0	7.937	11.111	15.873	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	200.000	444.444	0

Di Lanjutkan Ke Halaman : 8/14





Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

Lanjutan Halaman : 7/14

Halaman : 8/14

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-16	P.4739-17	P.4739-18	P.4739-19	P.4739-20
	NS -07 AB	NS -08 AB	NS -09 AB	SW -01 AB	SW -03 AB
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Ceratium</i> sp.	222.222	7.937	5.556	0	31.746
<i>Peridinium</i> sp.	15.873	7.937	0	0	7.937
<i>Dinophysis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Procentrum</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Noctiluca</i> sp.	47.619	0	0	31.746	0
<i>Podolampas</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	0	0	0	15.873	7.937
Jumlah Taksa	19	18	22	22	18
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	32.158.729	29.960.322	20.827.779	14.785.714	12.420.636
Indeks Keragaman	0,92	0,18	0,96	2,15	0,78
Indeks Keseragaman	0,31	0,06	0,31	0,70	0,27
Indeks Dominansi	0,67	0,95	0,64	0,21	0,71

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Strip - SRC)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
NS -07 AB	133° 15' 00.9"	02° 13' 43.3"
NS -08 AB	132° 52' 49"	02° 17' 19"
NS -09 AB	132° 39' 43"	02° 18' 25"
SW -01 AB	133° 06' 16.2"	02° 27' 59.8"
SW -03 AB	133° 16' 29.3"	02° 31' 54.8"

Bogor, 17 September 2012





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 9/14**

**Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)**

ORGANISME	P.4739-1	P.4739-2	P.4739-3	P.4739-4	P.4739-5
	OS-O1 AB	OS-O2 AB	OS-O5AB	OS-O8AB	OS-O9 AB
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Codonella</i> sp.	239	716	716	955	1.432
<i>Codonellopsis</i> sp.	597	1.790	<b>2.268</b>	1.910	1.551
<i>Favella</i> sp.	0	119	<b>597</b>	0	119
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1.074	239	1.193	477	955
<i>Zootamnion</i> sp.	0	0	7.519	2.626	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	8.832	9.667	58.957	115.646	9.190
<i>Corycaeus</i> sp.	1.432	477	835	2.268	0
<i>Calanus</i> sp.	716	1.074	3.222	14.799	1.432
<i>Macrosetella</i> sp.	0	0	239	477	0
<i>Oithona</i> sp.	0	0	955	1.313	1.193
<i>Acartia</i> sp.	0	0	239	0	0
<i>Conchoecia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Euterpina</i> sp.	0	0	0	0	0
Mysis (stadia)	0	0	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	835	955	716	0	0
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	0	119	<b>239</b>	477	358
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	239	119	<b>835</b>	1.432	119
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	239	0	239	835	119
Jumlah Taksa	9	10	15	12	10
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	14.203	15.275	78.769	143.215	16.468
Indeks Keragaman	1,38	1,33	1,08	0,81	1,52
Indeks Keseragaman	0,63	0,58	0,40	0,33	0,66
Indeks Dominansi	0,41	0,43	0,57	0,66	0,34

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus - SRC)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-O1 AB	132° 57' 30"	02° 20' 31.9"
OS-O2 AB	132° 32' 42.4"	02° 24' 43.4"
OS-O5AB	132° 48' 38.5"	02° 20' 43.7"
OS-O8AB	133° 08' 17"	02° 18' 58"
OS-O9 AB	133° 06' 39.2"	02° 22' 25"

Bogor, 17 September 2012





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 10/14**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-6	P.4739-7	P.4739-8	P.4739-9	P.4739-10
	OS-10 AB	OS-11 AB	OS-12AB	OS-13 AB	OS-14 AB
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Codonella</i> sp.	1.193	0	0	239	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	4.177	4.058	239	2.745	1.432
<i>Favella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Tintinnopsis</i> sp.	239	6.087	597	835	0
<i>Zootamnion</i> sp.	0	2.984	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	9.906	88.913	716	14.441	291.324
<i>Corycaeus</i> sp.	0	3.938	0	0	0
<i>Calanus</i> sp.	239	10.264	0	239	27.092
<i>Macrosetella</i> sp.	0	835	0	119	28.404
<i>Oithona</i> sp.	597	2.506	0	239	1.432
<i>Acartia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Conchoecia</i> sp.	0	477	0	0	0
<i>Euterpina</i> sp.	0	0	0	0	0
Mysis (stadia)	0	0	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	0	5.609	239	477	4.177
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	119	835	239	119	4.416
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	955	0	0	119
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	119	1.910	0	239	119
Jumlah Taksa	8	13	5	10	9
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	16.589	129.371	2.030	19.692	358.515
Indeks Keragaman	1,16	1,30	1,48	1,00	0,72
Indeks Keseragaman	0,56	0,51	0,92	0,44	0,33
Indeks Dominansi	0,43	0,49	0,25	0,56	0,67

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus - SRC)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-10 AB	133° 11' 43.5"	02° 22' 53.5"
OS-11 AB	133° 11' 07.4"	02° 15' 54.2"
OS-12AB	133° 17' 15.7"	02° 19' 22.7"
OS-13 AB	133° 26' 19.4"	02° 20' 06.5"
OS-14 AB	133° 40' 57.4"	02° 21' 15.5"

Bogor, 17 September 2012





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 11/14**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4739-11	P.4739-12	P.4739-13	P.4739-14	P.4739-15
	NS -01AB	NS -02 AB	NS -03 AB	NS -04 AB	NS -06 AB
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Codonella</i> sp.	0	0	1.313	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	1.432	119	2.864	0	0
<i>Favella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Tintinnopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Zootamnion</i> sp.	6.803	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	17.783	716	20.647	61.224	153.002
<i>Corycaeus</i> sp.	7.877	0	0	0	0
<i>Calanus</i> sp.	477	597	1.432	3.700	8.951
<i>Macrosetella</i> sp.	119	477	119	358	10.383
<i>Oithona</i> sp.	1.432	1.193	119	1.074	4.416
<i>Acartia</i> sp.	358	0	0	0	0
<i>Conchoecia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Euterpina</i> sp.	0	119	2.148	716	7.519
Mysis (stadia)	0	0	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	835	119	0	1.432	0
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	358	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecy-poda (sp1)	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	9	8	7	6	5
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	37.116	3.698	28.642	68.504	184.271
Indeks Keragaman	1,45	1,80	1,00	0,48	0,68
Indeks Keseragaman	0,66	0,87	0,51	0,27	0,42
Indeks Dominansi	0,31	0,20	0,54	0,80	0,70

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus - SRC)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
NS -01AB	132° 33' 18.9"	02° 39' 32.3"
NS -02 AB	133° 05' 35.1"	02° 27' 01.3"
NS -03 AB	133° 07' 18"	02° 25' 49.6"
NS -04 AB	133° 10' 52"	02° 25' 13.1"
NS -06 AB	133° 49' 15.8"	02° 22' 19.9"

Bogor, 17 September 2012



Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel-sampel tersebut di atas. Pengaduan tidak dilayani setelah 21 hari penerbitan sertifikat. Tidak diperbolehkan mengadakan sebagian dari paket hasil pengujian ini tanpa ijin. [This certificate is only valid for the above samples. Any complain for more than 21 days after certificate issued would not be accepted. It is prohibited to duplicate a part of this package of certificate without permit].



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 12/14**

**Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)**

ORGANISME	P.4739-16	P.4739-17	P.4739-18	P.4739-19	P.4739-20
	NS -07 AB	NS -08 AB	NS -09 AB	SW -01 AB	SW -03 AB
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Codonella</i> sp.	119	239	239	477	835
<i>Codonellopsis</i> sp.	0	0	0	597	0
<i>Favella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Tintinnopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Zootamnion</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	1.551	239	3.342	5.848	477
<i>Corycaeus</i> sp.	119	0	119	0	0
<i>Calanus</i> sp.	1.193	1.313	3.222	239	119
<i>Macrosetella</i> sp.	0	119	0	358	0
<i>Oithona</i> sp.	477	239	955	119	477
<i>Acartia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Conchoecia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Euterpina</i> sp.	0	0	119	119	0
Mysis (stadia)	0	0	0	0	358
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	119	119	0	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	6	6	6	7	5
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	3.578	2.268	7.996	7.757	2.266
Indeks Keragaman	1,34	1,34	1,21	0,96	1,47
Indeks Keseragaman	0,75	0,75	0,68	0,49	0,91
Indeks Dominansi	0,32	0,37	0,35	0,58	0,25

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus - SRC)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
NS -07 AB	133° 15' 00.9"	02° 13' 43.3"
NS -08 AB	132° 52' 49"	02° 17' 19"
NS -09 AB	132° 39' 43"	02° 18' 25"
SW -01 AB	133° 06' 16.2"	02° 27' 59.8"
SW -03 AB	133° 18' 29.3"	02° 31' 54.8"

Bogor, 17 September 2012  
**LABORATORIUM  
PROLING**  
FACULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB  
Dr. Ir. Sigit Hariyadi, M.Sc.  
Manajer Mutu

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel-sampel tersebut di atas, Pengaduan tidak dilayani setelah 21 hari penerbitan sertifikat. Tidak diperbolehkan mengadakan sebagian dari paket hasil pengujian ini tanpa ijin. [This certificate is only valid for the above samples. Any complain for more than 21 days after certificate issued would not be accepted. It is prohibited to duplicate a part of this package of certificate without permit].



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.326/VIII/B/2012</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 13/14</b>
---------------------------------------	------------------------------------	------------------------

**Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)**

Organisme	P.4739-5	P.4739-10	P.4739-11	P.4739-12	P.4739-13	P.4739-14
	OS-09 AB	OS-14 AB	NS-01 AB	NS-02 AB	NS-03 AB	NS-04 AB
<b>POLYCHAETA</b>						
<i>Nephtys</i> sp.	67	0	0	67	134	0
<i>Ophelia</i> sp.	0	0	67	0	0	67
<i>Sternaspis</i> sp.	0	0	0	268	0	0
<i>Ancistrosyllis</i> sp.	0	0	0	134	0	134
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	201	134	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	0	0	67	201	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	67	0	0
<i>Magelona</i> sp.	0	0	0	0	67	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	67	0
<b>CRUSTACEAE</b>						
<i>Metaphoxus</i> sp.	201	0	67	0	0	67
<i>Amphitoe</i> sp.	0	0	67	0	67	0
<i>Mysis</i> sp.	0	0	134	0	0	67
<i>Lucifer</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Hyale</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Tanaidæ</i>	0	0	0	0	0	0
<b>BIVALVIA</b>						
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Jumlah taksa	2	0	4	6	6	4
Kelimpahan (Ind/m <sup>2</sup> )	268	0	335	804	670	335
Indeks Keragaman	0,24	0	0,58	0,71	0,74	0,58
Indeks Keseragaman	0,81	0	0,96	0,91	0,95	0,96
Indeks Dominansi	0,63	0	0,28	0,22	0,20	0,28

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-09 AB	133° 06' 39.2"	02° 22' 25"
OS-14 AB	133° 40' 57.4"	02° 21' 15.5"
NS-01AB	132° 33' 18.9"	02° 39' 32.3"
NS-02 AB	133° 05' 35.1"	02° 27' 01.3"
NS-03 AB	133° 07' 18"	02° 25' 49.6"
NS-04 AB	133° 10' 52"	02° 25' 13.1"

Bogor, 01 Oktober 2012

**LABORATORIUM PROLING**  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB  
@ **Dr. Ir. Sigit Hariyadi, MSc.**  
Manajer Mutu



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.326/VIII/B/2012      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 14/14**

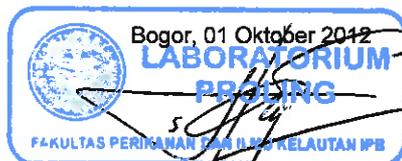
**Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)**

Organisme	P.4739-15	P.4739-16	P.4739-17	P.4739-18	P.4739-19	P.4739-20
	NS-06 AB	NS-07 AB	NS-08 AB	NS-09 AB	SW-03 AB	SW-01 AB
<b>POLYCHAETA</b>						
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Ophelia</i> sp.	0	0	0	0	0	670
<i>Sternaspis</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Ancistrosyllis</i> sp.	67	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	201	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	603	67	0	335	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	737	0	67
<i>Magelona</i> sp.	0	0	0	67	0	0
<i>Glycera</i> sp.	134	0	0	134	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>						
<i>Metaphoxus</i> sp.	0	0	0	0	0	1.206
<i>Amphitoe</i> sp.	0	0	0	0	0	536
<i>Mysis</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Lucifer</i> sp.	67	0	0	67	0	0
<i>Hyale</i> sp.	0	0	0	0	0	67
<i>Tanaidae</i>	0	0	0	0	0	4.824
<b>BIVALVIA</b>						
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	67	0	0
Jumlah taksa	4	1	0	7	0	6
Kelimpahan (Ind/m <sup>2</sup> )	871	67	0	1.608	0	7.370
Indeks Keragaman	0,41	0	0	0,67	0	0,46
Indeks Keseragaman	0,68	-	0	0,80	0	0,60
Indeks Dominansi	0,51	1,00	0	0,28	0	0,47

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
NS-06 AB	133° 49' 15.8"	02° 22' 19.9"
NS-07 AB	133° 15' 00.9"	02° 13' 43.3"
NS-08 AB	132° 52' 49"	02° 17' 19"
NS-09 AB	132° 39' 43"	02° 18' 25"
SW-01 AB	133° 06' 16.2"	02° 27' 59.8"
SW-03 AB	133° 16' 29.3"	02° 31' 54.8"



@ **Dr. Ir. Sigid Hariyadi, MSc.**  
Manajer Mutu



**LABORATORIUM PENGUJIAN  
BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN (ProLing)  
DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680  
Telp./Fax. (0251) 8621495 (direct) e-mail : proling\_ipb@yahoo.com



Komite Akreditasi Nasional  
Laboratorium Penguji  
LP - 425 - IDN

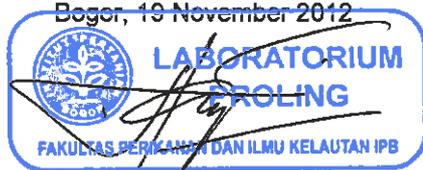
Nomor : P.442/XI/2012  
Lampiran : 5 Lembar  
Perihal : Laporan Hasil Analisis Laboratorium

Kepada Yth.  
**BP Tangguh**  
Perkantoran Hijau Arkadia, Tower D-E  
Jalan T.B Simatupang Kav.88  
Jakarta 12520

Berikut ini kami sampaikan Laporan Hasil Analisis Laboratorium  
Sampel Air Laut dan Muara (Plankton dan Bentos)  
penerimaan sampel tanggal 05 November 2012 dengan Kode Lab P.4856 -(1-10)  
untuk kegiatan AMDAL BP Tangguh Expansion

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Bogor, 19 November 2012



**Dr.Ir. Sigid Hariyadi, MSc.**  
Manajer Mutu



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.442/XI/B/2012	HASIL ANALISIS LABORATORIUM	Halaman : 1/5
------------------------------	-----------------------------	---------------

Jenis Sampel : Plankton

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4856-2	P.4856-3	P.4856-4	P.4856-5	P.4856-10
	OS-03 AB	OS-04 AB	OS-06 AB	OS-07 AB	NS-05 AB
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	2.857.143	11.692.857	117.394.286	48.091.429	2.342.857
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	26.900.000	1.192.857	471.429	74.286	328.571
<i>Bacteriastrum</i> sp.	2.728.571	178.571	31.429	8.571	14.286
<i>Rhizosolenia</i> sp.	1.628.571	157.143	31.429	20.000	71.429
<i>Coscinodiscus</i> sp.	942.857	192.857	14.286	25.714	71.429
<i>Leptocylindrus</i> sp.	914.286	0	0	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	800.000	135.714	37.143	8.571	14.286
<i>Amphora</i> sp.	214.286	42.857	8.571	8.571	0
<i>Amphiprora</i> sp.	28.571	21.429	2.857	2.857	0
<i>Asterionella</i> sp.	71.429	28.571	0	0	0
<i>Bacillaria</i> sp.	1.414.286	100.000	0	0	128.571
<i>Lauderia</i> sp.	942.857	21.429	0	0	0
<i>Thalassionema</i> sp.	2.757.143	585.714	182.857	65.714	700.000
<i>Thalassiosira</i> sp.	285.714	385.714	31.429	25.714	271.429
<i>Thalassiothrix</i> sp.	814.286	178.571	60.000	22.857	57.143
<i>Guinardia</i> sp.	428.571	7.143	17.143	5.714	28.571
<i>Hemiaulus</i> sp.	3.257.143	178.571	11.429	28.571	0
<i>Navicula</i> sp.	300.000	42.857	25.714	8.571	71.429
<i>Nitzschia</i> sp.	1.428.571	428.571	65.714	20.000	200.000
<i>Aulacodiscus</i> sp.	42.857	0	0	0	0
<i>Biddulphia</i> sp.	71.429	0	2.857	2.857	14.286
<i>Diploneis</i> sp.	14.286	7.143	2.857	8.571	0

Di Lanjutkan Ke Halaman : 2/5

Bogor, 19 November 2012





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

Lanjutan Halaman : 1/5

Halaman : 2/5

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4856-2	P.4856-3	P.4856-4	P.4856-5	P.4856-10
	OS-03 AB	OS-04 AB	OS-06 AB	OS-07 AB	NS-05 AB
<i>Limnophora</i> sp.	14.286	0	0	0	0
<i>Surirella</i> sp.	28.571	0	5.714	2.857	0
<i>Eucampia</i> sp.	57.143	0	0	0	0
<i>Ditylum</i> sp.	14.286	0	2.857	2.857	42.857
<i>Cyclotella</i> sp.	28.571	64.286	14.286	20.000	200.000
<i>Campyloneis</i> sp.	0	0	2.857	0	0
<i>Bellerophon</i> sp.	0	0	0	34.286	0
<i>Melosira</i> sp.	0	0	0	5.714	0
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	28.571
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	7.143	0	0	0
<i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	0	14.286
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	42.857	0	2.857	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	57.143	57.143	405.714	1.114.286	85.714
<i>Ceratium</i> sp.	28.571	7.143	51.429	54.286	42.857
<i>Prorocentrum</i> sp.	14.286	28.571	17.143	54.286	14.286
<i>Dinophysis</i> sp.	0	0	31.429	11.429	0
<i>Noctiluca</i> sp.	14.286	0	0	0	0
<i>Oxytoxum</i> sp.	0	0	2.857	0	0
Jumlah Taksa	32	24	27	26	21
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	49.142.857	15.742.855	118.928.573	49.728.569	4.742.858
Indeks Keragaman	1,88	1,18	0,10	0,19	1,89
Indeks Keseragaman	0,54	0,37	0,03	0,06	0,62
Indeks Dominansi	0,32	0,56	0,97	0,94	0,28

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda :** Pencacahan (Strip - SRC)

**Keterangan :**

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-03 AB	132° 44' 40.4"	02° 41' 50.3"
OS-04 AB	132° 39' 05.2"	02° 34' 28.5"
OS-06 AB	132° 58' 32.2"	02° 30' 42.2"
OS-07 AB	133° 01' 11.7"	02° 26' 00.5"
NS-05 AB	133° 19' 55.5"	02° 27' 53.3"

Bogor, 19 November 2012  
**LABORATORIUM  
PROLING**  
FACULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB  
*Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si*  
Manajer Teknis

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel-sampel tersebut di atas, Pengaduan tidak dilayani setelah 21 hari penerbitan sertifikat. Tidak diperbolehkan mengadakan sebagian dari paket hasil pengujian ini tanpa ijin. [This certificate is only valid for the above samples. Any complain for more than 21 days after certificate issued would not be accepted. It is prohibited to duplicate a part of this package of certificate without permit].



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.442/XI/B/2012 HASIL ANALISIS LABORATORIUM Halaman : 3/5

Jenis Sampel : Plankton

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.4856-2	P.4856-3	P.4856-4	P.4856-5	P.4856-10
	OS-03 AB	OS-04 AB	OS-06 AB	OS-07 AB	NS-05 AB
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	16.112	9.667	10.741	9.667	63.158
<i>Leprotintinnus</i> sp.	9.023	1.933	3.222	1.074	4.511
<i>Codonellopsis</i> sp.	2.793	1.074	0	1.074	1.504
<i>Eutintinnus</i> sp.	215	0	215	215	0
<i>Acanthometron</i> sp.	1.074	215	430	644	0
<i>Favella</i> sp.	859	644	1.504	1.074	0
<i>Amphorella</i> sp.	0	644	0	859	1.504
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Oithona</i> sp.	1.289	1.074	1.504	3.222	19.549
Nauplius (stadia)	20.838	9.882	12.030	47.046	66.165
<i>Acartia</i> sp.	430	215	644	2.363	9.023
<i>Microsetella</i> sp.	215	0	0	215	3.008
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	1.933	3.867	3.222	1.504	1.504
<b>NEMATODA</b>					
Worm (sp1)	215	0	215	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	859	0	215	0	0
Jumlah Taksa	13	10	11	12	9
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	55.855	29.215	33.942	68.957	169.926
Indeks Keragaman	1,68	1,66	1,68	1,21	1,43
Indeks Keseragaman	0,66	0,72	0,70	0,49	0,65
Indeks Dominansi	0,25	0,25	0,25	0,49	0,31

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Sensus - SRC)

Keterangan :

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-03 AB	132° 44' 40.4"	02° 41' 50.3"
OS-04 AB	132° 39' 05.2"	02° 34' 28.5"
OS-06 AB	132° 58' 32.2"	02° 30' 42.2"
OS-07 AB	133° 01' 11.7"	02° 26' 00.5"
NS-05 AB	133° 19' 55.6"	02° 27' 53.3"

Bogor, 19 November 2012





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.442/XI/B/2012**      **HASIL ANALISIS LABORATORIUM**      **Halaman : 4/5**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.4856-1	P.4856-2	P.4856-3	P.4856-4	P.4856-5
	OS-01 AB	OS-03 AB	OS-04 AB	OS-06 AB	OS-07 AB
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Eunice</i> sp.	29	67	0	0	67
<i>Notomastus</i> sp.	29	0	0	19	67
<i>Syllis</i> sp.	10	0	0	0	0
<i>Trichobranchus</i> sp.	10	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	67	0	19	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	67	0	0	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	133	0	0	0
<i>Ampharete</i> sp.	0	133	0	0	0
<i>Nephtys</i> sp.	0	67	67	10	0
<i>Nereis</i> sp.	0	67	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	67
<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0	0	67
<i>Lepidonotus</i> sp.	29	0	0	0	67
<i>Pectinaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ammotrypane</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	10	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Heterotahais</i> sp.	0	0	67	0	0
<i>Atypopenaeus</i> sp.	0	0	0	0	67
<i>Parasiphae</i> sp.	0	67	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Aspidosiphon</i> sp.	10	0	0	0	0
<b>COELENTERATA</b>					
<i>Tealia</i> sp.	0	67	0	0	0
<b>ECINODERMATA</b>					
<i>Gorgonocephalus</i> sp.	0	0	0	0	67
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	7	9	2	3	7
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	127	735	134	48	469
Indeks Keragaman	2,61	3,10	1,00	1,53	2,81
Indeks Keseragaman	0,93	0,98	1,00	0,97	1,00
Indeks Dominansi	0,18	0,12	0,50	0,36	0,14

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

**Keterangan :**

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-01 AB	132° 56' 31.4"	02° 19' 08.4"
OS-03 AB	132° 44' 40.4"	02° 41' 50.3"
OS-04 AB	132° 39' 05.2"	02° 34' 28.5"
OS-06 AB	132° 58' 32.2"	02° 30' 42.2"
OS-07 AB	133° 01' 11.7"	02° 26' 00.5"

Bogor, 19 November 2012

  
**LABORATORIUM  
PROLING**  
FACULTAS MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN IPB  
Dr. Idris NIKONI, M. Pratiwi, M.Si  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

**Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Department of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.442/XI/B/2012</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 5/5</b>
-------------------------------------	------------------------------------	----------------------

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.4856-6	P.4856-7	P.4856-8	P.4856-9	P.4856-10
	OS-08 AB	OS-10 AB	OS-11 AB	OS-12 AB	NS - 05 AB
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Eunice</i> sp.	0	29	0	29	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	10	0	0	0
<i>Syllis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Trichobranchus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	67
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	19	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ampharete</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	29	10	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	10	19	10	0	133
<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lepidonotus</i> sp.	0	10	0	0	0
<i>Pectinaria</i> sp.	0	105	10	0	67
<i>Ammotrypane</i> sp.	0	0	0	10	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	10	0	0	133
<i>Goniada</i> sp.	0	10	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Heterotanaeis</i> sp.	0	0	0	10	0
<i>Atyopopenaeus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Parasiphæ</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Aspidosiphon</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>COELENTERATA</b>					
<i>Tealia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECINODERMATA</b>					
<i>Gorgonocephalus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Tellina</i> sp.	10	0	0	0	0
Jumlah Taksa	2	7	3	5	4
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	20	193	49	78	400
Indeks Keragaman	1,00	2,10	1,38	2,17	1,92
Indeks Keseragaman	1,00	0,75	0,87	0,93	0,96
Indeks Dominansi	0,50	0,34	0,43	0,25	0,28

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

**Keterangan :**

Kode stasiun	Koordinat	
	BT (East)	LS (South)
OS-08 AB	133° 08' 06.5"	02° 18' 32.5"
OS-10 AB	133° 11' 25.1"	02° 22' 30.1"
OS-11 AB	133° 11' 10.7"	02° 15' 32.5"
OS-12 AB	133° 17' 13.2"	02° 19' 11.7"
NS-05 AB	133° 19' 55.5"	02° 27' 53.3"

Bogor, 19 November 2012



**LABORATORIUM  
PROLING**

Fauzi D. JERNIKUN, M.Pi, M.Si  
Manajer Teknis



Lampiran II. 4

**Data Rona Lingkungan :**

**Sampel Air Laut dan Muara (Plankton  
dan Benthos)**

**(Wet Season 2013)**



**LABORATORIUM PENGUJIAN  
BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN (ProLing)  
DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680  
Telp./Fax. (0251) 8621495 (direct) e-mail : proling\_ipb@yahoo.com



Nomor : P.128/III/2013  
Lampiran : 12 Lembar  
Perihal : Laporan Hasil Analisis Laboratorium

Kepada Yth.  
**BP. Tangguh**  
Perkantoran Hijau Arkadia, Tower D-E  
Jalan T.B Simatupang Kav.88  
Jakarta 12520

Berikut ini kami sampaikan Laporan Hasil Analisis Laboratorium  
sampei Biota (Plankton dan Benthos), penerimaan sampel tanggal 28 Maret 2013  
dengan Kode Lab P. 5059- (1-20)  
untuk kegiatan **AMDAL BP Tangguh Expansion**

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Bogor, 30 April 2013



Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si  
Manajer Teknis

**HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN  
DAN HANYA BERLAKU UNTUK SAMPEL-SAMPEL  
TERSEBUT DI ATAS  
PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL  
BERTANGGUNGJAWAB ATAS KEBENARAN SAMPEL  
PENGADUAN TIDAK DILAYANI SETELAH 21 HARI  
PENERBITAN SERTIFIKAT**



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 1/12**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-1	P.5059-2	P.5059-3	P.5059-4	P.5059-5
	SW-01	SW-03	NS-01	NS-02	NS-03
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	0	773.333	1.626.667	4.000.000	0
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	82.133	253.333	85.333	693.333	224.000
<i>Bacteriastrum</i> sp.	11.733	0	0	106.667	16.000
<i>Navicula</i> sp.	46.933	6.667	18.667	40.000	72.000
<i>Nitzschia</i> sp.	105.600	60.000	112.000	346.667	96.000
<i>Pleurosigma</i> sp.	422.400	20.000	18.667	226.667	32.000
<i>Bellerochea</i> sp.	46.933	0	0	373.333	224.000
<i>Cyclotella</i> sp.	680.533	10.000	2.667	80.000	40.000
<i>Coscinodiscus</i> sp.	1.149.867	170.000	29.333	573.333	168.000
<i>Thalassiosira</i> sp.	82.133	173.333	16.000	973.333	216.000
<i>Thalassiothrix</i> sp.	199.467	16.667	16.000	173.333	0
<i>Thalassionema</i> sp.	23.467	140.000	74.667	2.280.000	240.000
<i>Biddulphia</i> sp.	492.800	23.333	26.667	773.333	152.000
<i>Skeletonema</i> sp.	985.600	0	10.667	1.853.333	840.000
<i>Ditylum</i> sp.	70.400	126.667	8.000	266.667	72.000
<i>Rhizosolenia</i> sp.	35.200	30.000	13.333	386.667	40.000
<i>Triceratium</i> sp.	70.400	3.333	2.667	0	8.000
<i>Guinardia</i> sp.	11.733	0	0	0	0
<i>Sunirella</i> sp.	82.133	0	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	46.933	0	2.667	0	8.000
<i>Fragilaria</i> sp.	35.200	3.333	2.667	53.333	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lauderia</i> sp.	0	6.667	13.333	120.000	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	0	0	8.000	213.333	0
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	8.000	53.333	0
<i>Campyloneis</i> sp.	0	26.667	0	0	0
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	0	6.667	0	40.000	8.000
<i>Corethron</i> sp.	0	3.333	0	0	0
<i>Melosira</i> sp.	0	256.667	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	93.333	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	13.333	0
<i>Streptothecha</i> sp.	0	0	0	53.333	0
<i>Gramatophora</i> sp.	0	0	0	0	200.000
<i>Campylodiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Paralia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	0	6.667	0	40.000	0
<i>Ceratium</i> sp.	0	16.667	2.667	26.667	8.000
<i>Dinophysis</i> sp.	0	0	0	13.333	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phalacroma</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pirocystis</i> sp.	0	0	0	13.333	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	11.733	0	0	0	0
Jumlah Taksa	21	22	21	28	19
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	4.693.331	2.133.334	2.098.669	13.879.997	2.664.000
Indeks Keragaman	2,25	2,14	1,07	2,39	2,33
Indeks Keseragaman	0,74	0,69	0,35	0,72	0,79
Indeks Dominansi	0,15	0,18	0,61	0,14	0,14

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**Koordinat**

SW-01	Onshore	133° 06'16.2"	02° 27'59.8"
SW-03	Onshore	133° 16'29.3"	02° 31'54.8"
NS-01	Nearshore	132° 33'18.9"	02° 39'32.3"
NS-02	Nearshore	133° 05'35.1"	02° 27'01.3"
NS-03	Nearshore	133° 07'18.2"	02° 25'49.6"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda :** Pencacahan (Strip- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

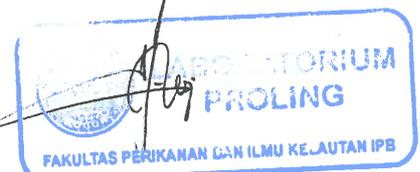
**No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 2/12**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-6	P.5059-7	P.5059-8	P.5059-9	P.5059-10
	NS-04	NS-05	NS-06	NS-07	NS-08
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	2.510.000	5.190.000	170.000	51.128	0
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	490.000	30.000	850.000	10.526	285.000
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	30.000	0	5.000	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.	320.000	10.000	45.000	4.511	35.000
<i>Pleurosigma</i> sp.	130.000	15.000	20.000	10.526	5.000
<i>Bellerochea</i> sp.	390.000	0	0	0	0
<i>Cyclotella</i> sp.	40.000	15.000	0	0	0
<i>Coscinodiscus</i> sp.	150.000	130.000	50.000	58.647	20.000
<i>Thalassiosira</i> sp.	770.000	40.000	3.240.000	123.308	10.000
<i>Thalassiothrix</i> sp.	20.000	30.000	20.000	3.008	15.000
<i>Thalassionema</i> sp.	300.000	5.000	5.000	6.015	50.000
<i>Biddulphia</i> sp.	860.000	445.000	0	13.534	35.000
<i>Skeletonema</i> sp.	840.000	0	730.000	30.075	40.000
<i>Ditylum</i> sp.	340.000	170.000	5.000	6.015	5.000
<i>Rhizosolenia</i> sp.	110.000	10.000	80.000	4.511	65.000
<i>Triceratium</i> sp.	30.000	0	0	0	0
<i>Guinardia</i> sp.	0	5.000	5.000	1.504	45.000
<i>Suriella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	10.000	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	5.000
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lauderia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	50.000	5.000	10.000	12.030	40.000
<i>Bacillaria</i> sp.	140.000	0	0	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	10.000	15.000	0	0	0
<i>Amphora</i> sp.	10.000	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	10.000	0	0	0	0
<i>Corethron</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Melosira</i> sp.	60.000	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptothecha</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Gramatophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campylodiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	0	0	5.000
<i>Paralia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	20.000	45.000	10.000	12.030	15.000
<i>Ceratium</i> sp.	0	55.000	0	16.541	15.000
<i>Dinophysis</i> sp.	0	15.000	0	6.015	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	0	1.504	0
<i>Phalacroma</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	1.504	0
<i>Pirocystis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	24	18	15	19	17
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	7.640.000	6.230.000	5.245.000	372.932	690.000
Indeks Keragaman	2,30	0,78	1,22	2,23	2,15
Indeks Keseragaman	0,72	0,27	0,45	0,76	0,76
Indeks Dominansi	0,16	0,70	0,43	0,17	0,20

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur
NS-04	Nearshore	133° 10'52.0"	02° 25'13.1"
NS-05	Nearshore	133° 19'55.5"	02° 27'53.3"
NS-06	Nearshore	133° 49'15.8"	02° 22'19.9"
NS-07	Nearshore	133° 15'00.9"	02° 13'43.3"
NS-08	Nearshore	132° 54' 49,0"	02° 17'19,0"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda : P.5059-(6-8 & 10) = Pencacahan (Strip- SRC)**

**P.5059-(9) = Pencacahan (Sensus- SRC)**



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

**Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 3/12**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-11	P.5059-12	P.5059-13	P.5059-14	P.5059-15
	NS-09	OS-03	OS-06	OS-14	SWS-01
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	600.000	166.667	1.750.000	0	5.893.333
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	305.000	123.333	206.667	6.667	4.853.333
<i>Bacteriastrium</i> sp.	35.000	10.000	0	0	1.317.333
<i>Navicula</i> sp.	5.000	13.333	20.000	3.333	554.667
<i>Nitzschia</i> sp.	140.000	63.333	36.667	23.333	31.754.667
<i>Pleurosigma</i> sp.	60.000	10.000	20.000	86.667	416.000
<i>Bellerochea</i> sp.	0	0	33.333	0	0
<i>Cyclotella</i> sp.	15.000	3.333	10.000	13.333	624.000
<i>Coscinodiscus</i> sp.	95.000	33.333	56.667	50.000	2.426.667
<i>Thalassiosira</i> sp.	35.000	26.667	143.333	760.000	25.653.333
<i>Thalassiothrix</i> sp.	60.000	50.000	23.333	3.333	6.933.333
<i>Thalassionema</i> sp.	105.000	60.000	0	26.667	7.626.667
<i>Biddulphia</i> sp.	80.000	13.333	76.667	480.000	2.773.333
<i>Skeletonema</i> sp.	355.000	0	63.333	0	90.618.667
<i>Ditylum</i> sp.	40.000	26.667	0	46.667	138.667
<i>Rhizosolenia</i> sp.	525.000	16.667	13.333	16.667	4.160.000
<i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	23.333	69.333
<i>Guinardia</i> sp.	60.000	3.333	3.333	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	0	0	0	416.000
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lauderia</i> sp.	45.000	6.667	6.667	0	762.667
<i>Leptocylindrus</i> sp.	2.295.000	80.000	20.000	0	901.333
<i>Bacillaria</i> sp.	155.000	13.333	0	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	0	0	0	46.667	0
<i>Amphora</i> sp.	0	16.667	3.333	0	69.333
<i>Amphiprora</i> sp.	0	0	3.333	0	208.000
<i>Corethron</i> sp.	0	0	0	0	208.000
<i>Melosira</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	5.000	0	0	0	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptothecha</i> sp.	5.000	0	0	0	138.667
<i>Gramatophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campylodiscus</i> sp.	0	0	0	0	69.333
<i>Asterionella</i> sp.	85.000	0	0	0	346.667
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	6.667	0	0
<i>Paralia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	15.000	20.000	6.667	30.000	69.333
<i>Ceratium</i> sp.	0	0	3.333	10.000	0
<i>Dinophysis</i> sp.	0	0	6.667	6.667	0
<i>Noctiluca</i> sp.	5.000	0	0	0	0
<i>Phalacroma</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	10.000	0
<i>Pirocystis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>Jumlah Taksa</b>	24	20	22	18	26
<b>Kelimpahan (sel/m<sup>3</sup>)</b>	5.125.000	756.666	2.513.333	1.643.334	189.002.666
<b>Indeks Keragaman</b>	2,05	2,51	1,33	1,66	1,77
<b>Indeks Keseragaman</b>	0,65	0,84	0,43	0,57	0,54
<b>Indeks Dominansi</b>	0,24	0,11	0,50	0,31	0,28

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**Koordinat**

Station	Location	Longitude	Latitude
NS-09	Nearshore	132° 39'43.0"	02° 18' 25.0"
OS-03	Offshore	132° 44'40.4"	02° 41'50.3"
OS-06	Offshore	132° 58'32.2"	02° 30'42.2"
OS-14	Offshore	133° 40'57.4"	02° 21'15.5"
SWS-01	Onshore	132° 56'30.0"	02° 38'21.0"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda :** Pencacahan (Strip- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

**Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 4/12**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-16	P.5059-17	P.5059-18	P.5059-19	P.5059-20
	SWS-03	FNS-02	FNS-06	FNS-07	FNS-08
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	483.333	1.344.000	1.020.000	1.506.667	3.232.667
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	66.667	446.000	16.667	35.000	26.000
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	10.000	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	3.333	6.000	0	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.	20.000	68.000	6.667	3.333	86.667
<i>Pleurosigma</i> sp.	123.333	10.000	46.667	6.667	52.000
<i>Bellerochea</i> sp.	0	28.000	0	0	17.333
<i>Cyclotella</i> sp.	10.000	14.000	23.333	3.333	8.667
<i>Coscinodiscus</i> sp.	186.667	72.000	90.000	21.667	52.000
<i>Thalassiosira</i> sp.	216.667	78.000	46.667	8.333	104.000
<i>Thalassiothrix</i> sp.	20.000	126.000	0	18.333	43.333
<i>Thalassionema</i> sp.	93.333	250.000	13.333	6.667	78.000
<i>Biddulphia</i> sp.	783.333	18.000	513.333	13.333	303.333
<i>Skeletonema</i> sp.	0	46.000	0	0	26.000
<i>Ditylum</i> sp.	390.000	14.000	170.000	0	78.000
<i>Rhizosolenia</i> sp.	40.000	10.000	3.333	0	0
<i>Triceratium</i> sp.	6.667	2.000	6.667	0	8.667
<i>Guinardia</i> sp.	0	2.000	3.333	0	0
<i>Surtirella</i> sp.	0	0	3.333	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	3.333	2.000	3.333	0	8.667
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	2.000	0	0	0
<i>Lauderia</i> sp.	6.667	10.000	3.333	0	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	6.667	6.000	0	13.333	17.333
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	3.333	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	26.667	0	3.333	0	17.333
<i>Amphora</i> sp.	0	2.000	0	0	8.667
<i>Amphiprora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Corethron</i> sp.	0	2.000	0	0	0
<i>Melosira</i> sp.	110.000	0	6.667	0	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptotheca</i> sp.	20.000	0	6.667	0	0
<i>Gramatophora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Campylodiscus</i> sp.	3.333	0	0	0	0
<i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	2.000	0	0	0
<i>Paralia</i> sp.	36.667	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	6.667	28.000	6.667	1.667	34.667
<i>Ceratium</i> sp.	0	28.000	10.000	8.333	0
<i>Dinophysis</i> sp.	6.667	14.000	6.667	5.000	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	6.667	0	0
<i>Phalacroma</i> sp.	0	2.000	0	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	2.000	0	143.333	0
<i>Pirocystis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CHRYSTOPHYCEAE</b>					
<i>Dictyocha</i> sp.	6.667	6.000	0	0	0
Jumlah Taksa	25	31	24	15	19
Kelimpahan (sel/m <sup>3</sup> )	2.676.668	2.650.000	2.020.000	1.794.999	4.203.334
Indeks Keragaman	2,23	1,81	1,57	0,74	1,09
Indeks Keseragaman	0,69	0,53	0,49	0,27	0,37
Indeks Dominansi	0,16	0,30	0,33	0,71	0,60

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur
SWS-03	Onshore	133° 27'25.0"	02° 34'54.0"
FNS-02	Nearshore	132° 46'44.0"	02° 46'27.0"
FNS-06	Nearshore	133° 23'48.0"	02° 28'42.0"
FNS-07	Nearshore	133° 33'47.3"	02° 15'08.9"
FNS-08	Nearshore	133° 38'38.2"	02° 28'03.8"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda :** Pencacahan (Strip- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.128/III/B/2013	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	Halaman : 5/12
-------------------------------	------------------------------------	----------------

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-1	P.5059-2	P.5059-3	P.5059-4	P.5059-5
	SW-01	SW-03	NS-01	NS-02	NS-03
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	44.110	6.516	3.208	25.063	5.013
<i>Leprotintinnus</i> sp.	63.158	5.514	0	14.035	2.506
<i>Globorotalia</i> sp.	7.018	0	1.203	3.008	0
<i>Favella</i> sp.	3.008	0	0	0	0
<i>Eutintinnus</i> sp.	8.020	0	0	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	3.008	1.003	802	0	0
<i>Acanthometron</i> sp.	0	501	0	0	0
<i>Amphorella</i> sp.	0	2.506	0	1.003	0
<i>Pleurospis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Undella</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	12.030	19.048	4.411	92.231	7.519
<i>Acartia</i> sp.	6.015	501	0	4.010	501
<i>Calanus</i> sp.	1.003	0	0	8.020	0
<i>Oithona</i> sp.	0	1.504	401	8.020	1.003
<i>Microsetella</i> sp.	0	0	1.203	2.005	0
<i>Corycaeus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	5.013	1.504	0	0	1.504
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	1.003	0	802	0	0
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	6.015	1.003	802	1.003	501
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	1.003	0	0	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	0	1.203	0	0
Jumlah Taksa	13	10	9	10	7
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	160.404	39.600	14.035	158.398	18.547
Indeks Keragaman	1,80	1,64	1,93	1,41	1,55
Indeks Keseragaman	0,70	0,71	0,88	0,61	0,79
Indeks Dominansi	0,25	0,29	0,18	0,38	0,27

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda :** Pencacahan (Sensus- SRC)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Longitudinal	Latitudinal
SW-01	Onshore	133° 06'16.2"	02° 27'59.8"
SW-03	Onshore	133° 16'29.3"	02° 31'54.8"
NS-01	Nearshore	132° 33'18.9"	02° 39'32.3"
NS-02	Nearshore	133° 05'35.1"	02° 27'01.3"
NS-03	Nearshore	133° 07'18.2"	02° 25'49.6"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.128/III/B/2013	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	Halaman : 6/12
-------------------------------	------------------------------------	----------------

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-6	P.5059-7	P.5059-8	P.5059-9	P.5059-10
	NS-04	NS-05	NS-06	NS-07	NS-08
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	15.038	9.023	6.015	9.023	30.827
<i>Leptotintinnus</i> sp.	3.008	3.759	0	3.008	0
<i>Globorotalia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Favella</i> sp.	0	0	0	0	752
<i>Eutintinnus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	0	0	752	0	1.504
<i>Acanthometron</i> sp.	2.256	2.256	0	0	752
<i>Amphorella</i> sp.	3.008	0	0	0	2.256
<i>Pleurospis</i> sp.	0	2.256	0	0	0
<i>Undella</i> sp.	0	0	0	0	2.256
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	39.098	15.038	12.782	13.534	107.519
<i>Acartia</i> sp.	0	0	3.759	2.256	2.256
<i>Calanus</i> sp.	5.263	752	0	0	1.504
<i>Oithona</i> sp.	6.015	752	0	6.015	10.526
<i>Microsetella</i> sp.	752	0	0	0	0
<i>Corycaeus</i> sp.	0	0	0	752	752
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	1.504	0	752	0	752
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	4.511	0	752	0	0
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	0	0	0	752	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	752	0	0	752
Jumlah Taksa	10	8	6	7	13
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	80.453	34.588	24.812	35.340	162.408
Indeks Keragaman	1,66	1,56	1,29	1,57	1,16
Indeks Keseragaman	0,72	0,75	0,72	0,81	0,45
Indeks Dominansi	0,29	0,28	0,35	0,25	0,48

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus- SRC)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur
NS-04	Nearshore	133° 10'52.0"	02° 25'13.1"
NS-05	Nearshore	133° 19'55.5"	02° 27'53.3"
NS-06	Nearshore	133° 49'15.8"	02° 22'19.9"
NS-07	Nearshore	133° 15'00.9"	02° 13'43.3"
NS-08	Nearshore	132° 54' 49.0"	02° 17'19.0"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.128/III/B/2013</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 7/12</b>
--------------------------------------	------------------------------------	-----------------------

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-11	P.5059-12	P.5059-13	P.5059-14	P.5059-15
	NS-09	OS-03	OS-06	OS-14	SWS-01
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	13.534	9.774	5.514	11.529	96.441
<i>Leptotintinnus</i> sp.	1.504	2.256	4.511	0	22.155
<i>Globorotalia</i> sp.	0	0	0	0	5.213
<i>Favella</i> sp.	0	3.759	501	0	1.303
<i>Eutintinnus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	1.504	752	0	0	0
<i>Acanthometron</i> sp.	1.504	2.256	501	0	0
<i>Amphorella</i> sp.	752	2.256	0	1.504	0
<i>Pleurospis</i> sp.	0	0	0	0	3.910
<i>Undella</i> sp.	0	0	1.504	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	19.549	6.015	21.554	27.569	104.261
<i>Acartia</i> sp.	1.504	5.263	0	0	66.466
<i>Calanus</i> sp.	1.504	0	1.504	2.005	16.942
<i>Oithona</i> sp.	752	6.015	0	3.509	7.820
<i>Microsetella</i> sp.	0	0	0	1.504	0
<i>Corycaeus</i> sp.	0	2.256	2.005	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	2.256	0	0	0	3.910
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	2.256	2.256	1.003	1.504	3.910
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	0	0	0	0	3.910
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	0	0	0	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	752	0	0	0	0
Jumlah Taksa	12	11	9	7	12
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	47.371	42.858	38.597	49.124	336.241
Indeks Keragaman	1,76	2,21	1,47	1,30	1,75
Indeks Keseragaman	0,71	0,92	0,67	0,67	0,71
Indeks Dominansi	0,26	0,13	0,35	0,38	0,23

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus- SRC)

**Koordinat**

NS-09	Nearshore	132° 39'43.0"	02° 18' 25.0"	
OS-03	Offshore	132° 44'40.4"	02° 41'50.3"	
OS-06	Offshore	132° 58'32.2"	02° 30'42.2"	
OS-14	Offshore	133° 40'57.4"	02° 21'15.5"	
SWS-01	Onshore	132° 56'30.0"	02° 38'21.0"	

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.128/III/B/2013</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 8/12</b>
--------------------------------------	------------------------------------	-----------------------

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	P.5059-16	P.5059-17	P.5059-18	P.5059-19	P.5059-20
	SWS-03	FNS-02	FNS-06	FNS-07	FNS-08
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	16.040	21.654	14.035	5.514	8.822
<i>Leptotintinnus</i> sp.	5.013	12.331	1.504	0	401
<i>Globorotalia</i> sp.	1.504	0	2.005	0	0
<i>Favella</i> sp.	0	2.406	0	0	401
<i>Eutintinnus</i> sp.	0	5.714	0	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Acanthometron</i> sp.	0	0	3.509	0	0
<i>Amphorella</i> sp.	0	1.504	0	501	3.810
<i>Pleurospis</i> sp.	1.003	0	0	0	0
<i>Undella</i> sp.	0	0	2.005	752	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
Nauplius (stadia)	9.524	18.045	24.561	16.040	14.637
<i>Acartia</i> sp.	4.010	1.504	501	1.754	2.005
<i>Calanus</i> sp.	7.018	3.308	2.506	0	1.805
<i>Oithona</i> sp.	7.018	0	5.514	251	2.807
<i>Microsetella</i> sp.	0	0	0	0	201
<i>Corycaeus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	501	602	1.504	1.253	0
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	1.003	0	1.504	251	2.206
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	1.504	0	0	0	602
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	0	301	0	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	0	301	501	0	0
Jumlah Taksa	11	11	12	8	11
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	54.138	67.670	59.649	26.316	37.697
Indeks Keragaman	2,00	1,76	1,81	1,22	1,79
Indeks Keseragaman	0,83	0,73	0,73	0,59	0,75
Indeks Dominansi	0,17	0,22	0,24	0,42	0,23

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

**Metoda** : Pencacahan (Sensus- SRC)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Longitudinal	Latitudinal
SWS-03	Onshore	133° 27'25.0"	02° 34'54.0"
FNS-02	Nearshore	132° 46'44.0"	02° 46'27.0"
FNS-06	Nearshore	133° 23'48.0"	02° 28'42.0"
FNS-07	Nearshore	133° 33'47.3"	02° 15'08.9"
FNS-08	Nearshore	133° 38'38.2"	02° 28'03.8"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 9/12**

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.5059-1	P.5059-2	P.5059-4	P.5059-5	P.5059-6
	SW-01	SW-03	NS-02	NS-03	NS-04
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	25	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	25	0	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	25	25	25	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	50	0	50
<i>Cirratulus</i> sp.	0	0	25	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	0	0	25	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	100	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Pherusa</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Amphicheis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Heterotanais</i> sp.	100	125	0	0	0
<i>Callinassa</i> sp.	25	0	0	0	0
Megalopa of Branchyura (sp1)	0	0	25	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phascolion</i> sp.	0	0	0	25	0
<i>Phascolopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>BRANCHIOPODA</b>					
<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Cardium</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Dosinia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	25	0
<b>GASTROPODA</b>					
<i>Cypraea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Natica</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECINODERMATA</b>					
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	2	2	6	5	2
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	125	150	175	200	75
Indeks Keragaman	0,72	0,65	2,52	2,00	0,92
Indeks Keseragaman	0,72	0,65	0,98	0,86	0,92
Indeks Dominansi	0,68	0,72	0,18	0,31	0,56

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur
SW-01	Onshore	133° 08'16.2"	02° 27'59.8"
SW-03	Onshore	133° 16'29.3"	02° 31'54.8"
NS-02	Nearshore	133° 05'35.1"	02° 27'01.3"
NS-03	Nearshore	133° 07'18.2"	02° 25'49.6"
NS-04	Nearshore	133° 10'52.0"	02° 25'13.1"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.128/III/B/2013</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 10/12</b>
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.5059-7	P.5059-8	P.5059-9	P.5059-10
	NS-05	NS-06	NS-07	NS-08
<b>POLYCHAETA</b>				
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	0	25
<i>Lumbrineris</i> sp.	25	0	0	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	0	0	25
<i>Prionospio</i> sp.	25	0	0	0
<i>Cirratulus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	25	500	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	0
<i>Ophelina</i> sp.	25	0	0	0
<i>Pherusa</i> sp.	0	25	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	75	100
<i>Goniada</i> sp.	0	0	50	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	50	25
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0	25
<i>Sigambra</i> sp.	0	0	0	25
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	125
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	25
<i>Amphicteis</i> sp.	0	0	0	25
<i>Sternaspis</i> sp.	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>				
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	0	25
<b>CRUSTACEAE</b>				
<i>Heterotanaeis</i> sp.	0	0	0	0
<i>Callinassa</i> sp.	0	0	0	0
Megalopa of Branchyura (sp1)	0	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>				
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0	0
<i>Phascolion</i> sp.	0	0	0	0
<i>Phascolopsis</i> sp.	25	0	0	0
<b>BRANCHIOPODA</b>				
<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	25
<b>PELECYPODA</b>				
<i>Cardium</i> sp.	0	0	0	0
<i>Dosinia</i> sp.	0	0	0	0
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0
<b>GASTROPODA</b>				
<i>Cypraea</i> sp.	0	0	0	0
<i>Natica</i> sp.	0	375	0	0
<b>ECINODERMATA</b>				
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	0	0
Jumlah Taksa	4	3	4	11
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	100	425	675	450
Indeks Keragaman	2,00	0,64	1,23	3,08
Indeks Keseragaman	1,00	0,40	0,61	0,89
Indeks Dominansi	0,25	0,79	0,57	0,15

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur
NS-05	Nearshore	133° 19'55.5"	02° 27'53.3"
NS-06	Nearshore	133° 49'15.8"	02° 22'19.9"
NS-07	Nearshore	133° 15'00.9"	02° 13'43.3"
NS-08	Nearshore	132° 54' 48,0"	02° 17'19.0"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.128/III/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 11/12

Jenis Sampel : Bentos

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.5059-11	P.5059-12	P.5059-13	P.5059-14	P.5059-15
	NS-09	OS-03	OS-06	OS-14	SWS-01
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Cirratulus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Notozostus</i> sp.	0	0	0	25	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Pherusa</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	25	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Amphicteis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis</i> sp.	25	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	50	25	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Heterotanais</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Callinassa</i> sp.	0	0	0	0	0
Megalopa of Branchyura (sp1)	0	0	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Phascolion</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phascolopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>BRANCHIOPODA</b>					
<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Cardium</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Dosinia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>GASTROPODA</b>					
<i>Cypraea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Natica</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECINODERMATA</b>					
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	25	0	0
Jumlah Taksa	3	1	1	1	3
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	100	25	25	25	75
Indeks Keragaman	1,50	0	0	0	1,58
Indeks Keseragaman	0,95	-	-	-	1,00
Indeks Dominansi	0,38	1,00	1,00	1,00	0,33

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

Metoda : Pencacahan (Sensus)

**Koordinat**

NS-09	Nearshore	132° 39'43.0"	02° 18' 25.0"
OS-03	Offshore	132° 44'40.4"	02° 41'50.3"
OS-06	Offshore	132° 58'32.2"	02° 30'42.2"
OS-14	Offshore	133° 40'57.4"	02° 21'15.5"
SWS-01	Onshore	132° 56'30.0"	02° 38'21.0"

Bogor, 30 April 2013



Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.128/III/B/2013</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 12/12</b>
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	P.5059-16	P.5059-17	P.5059-18	P.5059-19	P.5059-20
	SWS-03	FNS-02	FNS-06	FNS-07	FNS-08
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Nephtys</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	25	0	25
<i>Paraonis</i> sp.	0	0	0	50	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	25	25	0
<i>Cirratulus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	25	0	25
<i>Pherusa</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Goniada</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Amphicteis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Heterotanais</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Callinassa</i> sp.	0	0	0	0	0
Megalopa of Branchyura (sp1)	0	0	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phascolion</i> sp.	0	0	100	0	0
<i>Phascolopsis</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>BRANCHIOPODA</b>					
<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Cardium</i> sp.	0	0	50	0	0
<i>Dosinia</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>GASTROPODA</b>					
<i>Cypraea</i> sp.	25	0	0	0	0
<i>Natica</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECINODERMATA</b>					
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	1	4	5	2	3
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	25	100	225	75	75
Indeks Keragaman	0	2,00	2,06	0,92	1,58
Indeks Keseragaman	-	1,00	0,89	0,92	1,00
Indeks Dominansi	1,00	0,25	0,28	0,56	0,33

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Longitudinal	Latitudinal
SWS-03	Onshore	133° 27'25.0"	02° 34'54.0"
FNS-02	Nearshore	132° 46'44.0"	02° 46'27.0"
FNS-06	Nearshore	133° 23'48.0"	02° 28'42.0"
FNS-07	Nearshore	133° 33'47.3"	02° 15'08.9"
FNS-08	Nearshore	133° 38'38.2"	02° 28'03.8"

Bogor, 30 April 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



**LABORATORIUM PENGUJIAN  
BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN (ProLing)  
DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680  
Telp./Fax. (0251) 8621495 (direct) e-mail : proling\_ipb@yahoo.com



Komite Akreditasi Nasional  
Laboratorium Penguji  
LP - 425 - IDN

Nomor : P.165/IV/2013  
Lampiran : 9 Lembar  
Perihal : Laporan Hasil Analisis Laboratorium

Kepada Yth.  
**BP. Tangguh**  
Perkantoran Hijau Arkadia, Tower D-E  
Jalan T.B Simatupang Kav.88  
Jakarta 12520

Berikut ini kami sampaikan Laporan Hasil Analisis Laboratorium sampel Biota (Plankton dan Benthos), penerimaan sampel tanggal 30 April 2013 dengan **Kode Lab P. 5095- (1-13)** untuk kegiatan **AMDAL BP Tangguh Expansion**

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN  
DAN HANYA BERLAKU UNTUK SAMPEL-SAMPEL  
TERSEBUT DI ATAS  
PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL  
BERTANGGUNGJAWAB ATAS KEBENARAN SAMPEL  
PENGADUAN TIDAK DILAYANI SETELAH 21 HARI  
PENERBITAN SERTIFIKAT**



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 1/9**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (Sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-01	OS-02	OS-04	OS-05	OS-07
	P.5095-1	P.5095-2	P.5095-3	P.5095-4	P.5095-5
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	88.050	880.012	1.645.047	1.044.025	6.993.711
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	229.167	1.873.231	1.645.047	2.371.069	2.867.925
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	0	1.965	0	18.868
<i>Thalassiothrix</i> sp.	3.931	22.995	9.827	12.579	69.182
<i>Thalassionema</i> sp.	56.604	51.297	41.274	125.786	459.119
<i>Thalassiosira</i> sp.	32.626	25.649	46.187	578.616	710.692
<i>Coscinodiscus</i> sp.	40.487	20.342	66.824	50.314	540.881
<i>Cyclotella</i> sp.	2.358	10.613	0	0	0
<i>Leptocylindrus</i> sp.	3.931	3.538	39.308	56.604	18.868
<i>Lauderia</i> sp.	3.145	884	10.810	6.289	
<i>Navicula</i> sp.	28.695	6.191	3.931	31.447	125.786
<i>Nitzschia</i> sp.	15.330	10.613	6.879	37.736	12.579
<i>Ditylum</i> sp.	34.198	8.844	50.118	163.522	433.962
<i>Pleurosigma</i> sp.	2.752	10.613	21.619	31.447	18.868
<i>Biddulphia</i> sp.	21.619	7.960	56.014	88.050	232.704
<i>Rhizosolenia</i> sp.	16.509	16.804	16.706	62.893	37.736
<i>Hemiaulus</i> sp.	786	8.844	983	6.289	12.579
<i>Guinardia</i> sp.	393	884	983	0	0
<i>Campyloneis</i> sp.	786	884	0	0	0
<i>Amphora</i> sp.	786	1.769	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	883	0	0	0
<i>Bacillaria</i> sp.	0	5.307	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	3.538	5.896	0	0
<i>Suriella</i> sp.	0	1.769	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	884	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	13.267	0	0	37.736
<i>Paralia</i> sp.	0	0	0	0	37.736
<i>Triceratium</i> sp.	0	884	0	0	6.289
<i>Hyalodiscus</i> sp.	393	0	0	0	18.868
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Streptothecha</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Diatoma</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Climacosphenia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	32.626	5.307	46.187	31.447	188.679
<i>Ceratium</i> sp.	3.931	884	11.792	0	56.604
<i>Dinophysis</i> sp.	393	884	7.862	0	25.157
<i>Cladophyxis</i> sp.	393	0	983	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	884	1.965	0	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	983	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	393	0	0	0	6.289
<i>Goniodoma</i> sp.	0	884	0	0	0
Jumlah Taksa	25	31	24	16	23
Kelimpahan (Sel/m <sup>3</sup> )	620.282	2.997.342	3.739.190	4.698.113	12.930.818
Indeks Keragaman	2,18	1,08	1,28	1,56	1,54
Indeks Keseragaman	0,68	0,32	0,40	0,56	0,49
Indeks Dominansi	0,18	0,48	0,39	0,32	0,35

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

**Koordinat**

Stasiun	Lokasi	Longitudinal	Latitudinal
OS-01	Offshore	132° 57'30.0"	02° 26'01.4"
OS-02	Offshore	132° 32'42.4"	02° 24'43.4"
OS-04	Offshore	132° 39'05.2"	02° 34'28.5"
OS-05	Offshore	132° 48'38.5"	02° 20'43.7"
OS-07	Offshore	133° 01'22.9"	02° 26'01.4"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln  
Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 2/9**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (Sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-08	OS-09	OS-10	OS-11	OS-12
	P.5095-6	P.5095-7	P.5095-8	P.5095-9	P.5095-10
<b>CYANOPHYCEAE</b>					
<i>Trichodesmium</i> sp.	61.321	3.100.629	5.723.279	2.250.000	1.548.742
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Chaetoceros</i> sp.	540.881	1.150.943	6.069.182	3.773.585	6.014.151
<i>Bacteriastrum</i> sp.	1.572	0	0	0	3.931
<i>Thalassiothrix</i> sp.	1.572	110.063	150.943	37.736	70.755
<i>Thalassionema</i> sp.	138.365	235.849	1.257.862	1.367.925	609.277
<i>Thalassiosira</i> sp.	248.428	358.491	113.208	1.155.660	998.428
<i>Coscinodiscus</i> sp.	121.069	125.786	767.296	750.000	593.553
<i>Cyclotella</i> sp.	0	6.289	12.579	0	11.792
<i>Leptocylindrus</i> sp.	6.289	12.579	0	0	3.931
<i>Lauderia</i> sp.	3.145	22.013	138.365	47.170	102.201
<i>Navicula</i> sp.	14.151	3.145	207.547	23.585	137.579
<i>Nitzschia</i> sp.	7.862	9.434	44.025	28.302	27.516
<i>Ditylum</i> sp.	81.761	31.447	1.433.962	924.528	318.396
<i>Pleurosigma</i> sp.	11.006	6.289	113.208	18.868	31.447
<i>Biddulphia</i> sp.	42.453	94.340	283.019	372.642	279.088
<i>Rhizosolenia</i> sp.	26.730	9.434	138.365	566.038	165.094
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	12.579	0	0
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	4.717	7.862
<i>Campyloneis</i> sp.	1.572	0	6.289	4.717	7.862
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	6.289	0	0
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	1.572	0	18.868	4.717	0
<i>Surirella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	9.434	50.314	0	0
<i>Paralia</i> sp.	0	0	50.314	0	0
<i>Triceratium</i> sp.	1.572	0	12.579	75.472	7.862
<i>Hyalodiscus</i> sp.	1.572	0	0	9.434	3.931
<i>Hemidiscus</i> sp.	0	3.145	0	0	0
<i>Streptothecha</i> sp.	0	3.145	0	9.434	3.931
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	47.170
<i>Diatoma</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Climacosphenia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.	42.453	94.340	88.050	18.868	90.409
<i>Ceratium</i> sp.	1.572	12.579	37.736	4.717	7.862
<i>Dinophysis</i> sp.	0	12.579	6.289	0	3.931
<i>Cladophyxis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	1.572	0	0	0	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	6.289	0	0
<i>Procentrum</i> sp.	3.145	0	6.289	0	0
<i>Goniodoma</i> sp.	0	0	0	0	0
Jumlah Taksa	23	21	26	21	25
Kelimpahan (Sel/m <sup>3</sup> )	1.361.635	5.411.953	16.754.725	11.448.115	11.096.701
Indeks Keragaman	1,96	1,43	1,72	1,96	1,66
Indeks Keceragaman	0,62	0,47	0,53	0,64	0,52
Indeks Dominansi	0,22	0,38	0,26	0,19	0,33

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

Koordinat

OS-08	Offshore	133° 08'17.0"	02° 18'58.0"
OS-09	Offshore	133° 06' 39,2"	02° 22'25.0"
OS-10	Offshore	133° 12'20.9"	02° 22'53.5"
OS-11	Offshore	133° 11'07.4"	02° 15'54.2"
OS-12	Offshore	133° 17'15.7"	02° 19'22.7"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln  
Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 3/9**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Fitoplankton (Sel/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-13	FOS-04	FOS-05
	P.5095-11	P.5095-12	P.5095-13
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
<i>Trichodesmium</i> sp.	1.591.981	4.061.321	1.061.321
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
<i>Chaetoceros</i> sp.	5.700.472	1.682.193	2.638.561
<i>Bacteriastrium</i> sp.	0	0	6.879
<i>Thalassiothrix</i> sp.	1.179	26.533	22.602
<i>Thalassionema</i> sp.	74.686	30.955	142.492
<i>Thalassiosira</i> sp.	115.959	192.807	147.406
<i>Coscinodiscus</i> sp.	82.547	33.608	57.980
<i>Cyclotella</i> sp.	0	5.307	
<i>Leptocylindrus</i> sp.	1.179	3.538	3.931
<i>Lauderia</i> sp.	39.701	1.769	13.758
<i>Navicula</i> sp.	7.862	4.422	54.049
<i>Nitzschia</i> sp.	1.572	7.075	58.962
<i>Ditylum</i> sp.	33.412	33.608	98.270
<i>Pleurosigma</i> sp.	3.145	2.653	4.914
<i>Biddulphia</i> sp.	41.274	26.533	97.288
<i>Rhizosolenia</i> sp.	41.274	7.960	82.547
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	1.965
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	983
<i>Campyloneis</i> sp.	0	1.769	983
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	786	0	0
<i>Bacillaria</i> sp.	0	0	3.931
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	884	0
<i>Surirella</i> sp.	0	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	0
<i>Bellerochea</i> sp.	0	0	0
<i>Paralia</i> sp.	0	0	0
<i>Triceratium</i> sp.	0	884	1.965
<i>Hyalodiscus</i> sp.	0	0	2.948
<i>Hemidiscus</i> sp.	786	884	983
<i>Streptothecha</i> sp.	786	0	983
<i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0
<i>Diatoma</i> sp.	0	2.653	0
<i>Climacosphenia</i> sp.	0	0	983
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Peridinium</i> sp.	3.931	5.307	9.357
<i>Ceratium</i> sp.	393	1.769	11.792
<i>Dinophysis</i> sp.	3.538	5.307	2.948
<i>Cladophyxis</i> sp.	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	0	983
<i>Proocentrum</i> sp.	0	0	0
<i>Goniodoma</i> sp.	0	0	0
Jumlah Taksā	20	23	28
Kelimpahan (Sel/m <sup>3</sup> )	19.365.155	21.830.191	14.770.442
Indeks Keragaman	0,84	0,93	1,47
Indeks Keceragaman	0,28	0,30	0,44
Indeks Dominansi	0,58	0,51	0,38

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

Koordinat

OS-13	Offshore	133° 26'19.4"	02° 20'06.5"
FOS-04	Offshore	132° 52'06.6"	02° 26'46.4"
FOS-05	Offshore	133° 01'56.1"	02° 22' 05.9"

Perhitungan Plankton menggunakan Ln  
Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 4/9**

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-01	OS-02	OS-04	OS-05	OS-07
	P.5095-1	P.5095-2	P.5095-3	P.5095-4	P.5095-5
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1.194	1.011	975	709	2.837
<i>Acanthometron</i> sp.	366	213	414	296	0
<i>Pleurospis</i> sp.	47	27	384	355	0
<i>Amphorella</i> sp.	24	0	1064	296	946
<i>Undella</i> sp.	35	0	89	0	177
<i>Favella</i> sp.	35	186	768	177	1.951
<i>Rhabdonella</i> sp.	47	0	89	0	0
<i>Eutintinnus</i> sp.	118	0	355	0	650
<i>Codonellopsis</i> sp.	0	266	3044	0	0
<i>Pleurocanium</i> sp.	0	0	0	177	0
<i>Leptotintinnus</i> sp.	0	0	0	0	709
<i>Globorotalia</i> sp.	0	0	0	0	118
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Lucifer</i> sp.	0	0	0	0	0
Nauplius (stadia)	11.456	4.894	29644	20.275	32.511
<i>Acartia</i> sp.	166	1.091	857	709	946
<i>Calanus</i> sp.	485	186	3458	4.019	2.896
<i>Oithona</i> sp.	1.088	1.011	1271	3.369	3.251
<i>Conchoecia</i> sp.	59	319	296	177	0
<i>Macrosetella</i> sp.	59	27	0	0	59
<i>Microsetella</i> sp.	118	80	709	1.064	709
<i>Corycaeus</i> sp.	35	133	473	650	1.005
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	0	0	384	0	118
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	272	53	798	768	2.246
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	0	0	118	296	59
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecyпода (sp1)	473	53	739	1.300	1.832
<b>COELENTERATA</b>					
Larva Coelenterata (sp1)	24	0	0	177	0
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	0	0	0	0	177
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	437	319	4.285	4.847	3.901
<i>Doliolum</i> sp.	0	0	0	0	177
Jumlah Taksa	20	16	21	18	21
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	16.538	9.869	50.214	39.661	57.275
Indeks Keragaman	1,32	1,80	1,71	1,79	1,78
Indeks Keseragaman	0,44	0,65	0,56	0,62	0,58
Indeks Dominansi	0,49	0,28	0,37	0,30	0,34

Perhitungan Plankton menggunakan Ln  
Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)

Bogor., 4 Juni 2013

Koordinat

OS-01	Offshore	132° 57'30.0"	02° 26'01.4"	
OS-02	Offshore	132° 32'42.4"	02° 24'43.4"	
OS-04	Offshore	132° 39'05.2"	02° 34'28.5"	
OS-05	Offshore	132° 48'38.5"	02° 20'43.7"	
OS-07	Offshore	133° 01'22.9"	02° 26'01.4"	





**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

<b>No Analisa : P.165/IV/B/2013</b>	<b>HASIL ANALISIS LABORATORIUM</b>	<b>Halaman : 5/9</b>
-------------------------------------	------------------------------------	----------------------

**Jenis Sampel : Plankton**

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-08	OS-09	OS-10	OS-11	OS-12
	P.5095-6	P.5095-7	P.5095-8	P.5095-9	P.5095-10
<b>PROTOZOA</b>					
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1.271	1.655	4.256	4.345	0
<i>Acanthometron</i> sp.	443	236	118	887	443
<i>Pleurospis</i> sp.	59	0	0	266	0
<i>Amphorella</i> sp.	0	1.241	355	0	0
<i>Undella</i> sp.	0	118	0	0	0
<i>Favella</i> sp.	0	59	946	532	443
<i>Rhabdonella</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Eutintinnus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Codonellopsis</i> sp.	0	0	236	177	148
<i>Pleurocanium</i> sp.	0	0	0	355	0
<i>Leprotintinnus</i> sp.	0	1.005	1.182	266	0
<i>Globorotalia</i> sp.	30	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Lucifer</i> sp.	0	0	355	0	0
<i>Nauplius</i> (stadia)	29.112	24.235	56.746	50.982	47.584
<i>Acartia</i> sp.	591	768	1.064	975	1.478
<i>Calanus</i> sp.	2.069	2.601	1.655	2.837	3.842
<i>Oithona</i> sp.	1.892	2.956	1.419	5.231	4.729
<i>Conchoecia</i> sp.	709	0	591	1.241	148
<i>Macrosetella</i> sp.	118	118	1.419	0	0
<i>Microsetella</i> sp.	325	1.596	0	443	443
<i>Corycaeus</i> sp.	148	0	118	0	443
<b>CHAETOGNATA</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	0	0	355	0	0
<b>POLYCHAETA</b>					
Larva Polychaeta (sp1)	1.714	1.123	2.010	1.241	5.024
<b>GASTROPODA</b>					
Larva Gastropoda (sp1)	59	177	0	0	739
<b>PELECYPODA</b>					
Larva Pelecypoda (sp1)	768	414	236	3.103	739
<b>COELENTERATA</b>					
Larva Coelenterata (sp1)	0	59	0	0	0
<b>NEMATODA</b>					
Larva Nematoda (sp1)	0	118	118	0	0
<b>UROCHORDATA</b>					
<i>Oikopleura</i> sp.	2.217	1.773	2.364	3.724	3.251
<i>Doliolum</i> sp.	30	0	0	89	0
Jumlah Taksa	17	18	19	17	14
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	41.555	40.252	75.543	76.694	69.454
Indeks Keragaman	1,29	1,62	1,17	1,41	1,27
Indeks Keseragaman	0,46	0,56	0,40	0,50	0,48
Indeks Dominansi	0,50	0,38	0,57	0,46	0,49

Perhitungan Plankton menggunakan Ln  
Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)

Koordinat

OS-08	Offshore	133° 08'17.0"	02° 18'58.0"	
OS-09	Offshore	133° 06' 39,2"	02° 22'25.0"	
OS-10	Offshore	133° 12'20.9"	02° 22'53,5"	
OS-11	Offshore	133° 11'07.4"	02° 15'54.2"	
OS-12	Offshore	133° 17'15.7"	02° 19'22.7"	

Bogor, 4 Juni 2013

**LABORATORIUM  
PROLING**

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB

**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis



Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 6/9

Jenis Sampel : Plankton

Kelimpahan Zooplankton (Ind/m<sup>3</sup>)

ORGANISME	OS-13	FOS-04	FOS-05
	P.5095-11	P.5095-12	P.5095-13
<b>PROTOZOA</b>			
<i>Tintinnopsis</i> sp.	1.626	3.074	7.519
<i>Acanthometron</i> sp.	443	709	313
<i>Pleurospis</i> sp.	148	355	157
<i>Amphorella</i> sp.	1.478	1.419	2.820
<i>Undella</i> sp.	0	0	313
<i>Favella</i> sp.	296	473	157
<i>Rhabdonella</i> sp.	0	0	0
<i>Eutintinnus</i> sp.	0	0	313
<i>Codonellopsis</i> sp.	148	4.492	2.506
<i>Pleurocanium</i> sp.	443	236	157
<i>Leprotintinnus</i> sp.	0	355	0
<i>Globorotalia</i> sp.	0	0	157
<b>CRUSTACEAE</b>			
<i>Lucifer</i> sp.	0	0	157
Nauplius (stadia)	31.919	30.619	89.442
<i>Acartia</i> sp.	591	828	313
<i>Calanus</i> sp.	591	3.074	2.193
<i>Oithona</i> sp.	1.034	4.729	9.085
<i>Conchoecia</i> sp.	0	473	313
<i>Macrosetella</i> sp.	0	0	157
<i>Microsetella</i> sp.	1.182	3.192	0
<i>Corycaeus</i> sp.	0	473	0
<b>CHAETOGNATA</b>			
<i>Sagitta</i> sp.	0	0	157
<b>POLYCHAETA</b>			
Larva Polychaeta (sp1)	0	591	1.880
<b>GASTROPODA</b>			
Larva Gastropoda (sp1)	443	355	157
<b>PELECYPODA</b>			
Larva Pelecypoda (sp1)	1.773	591	3.759
<b>COELENTERATA</b>			
Larva Coelenterata (sp1)	0	0	157
<b>NEMATODA</b>			
Larva Nematoda (sp1)	0	0	0
<b>UROCHORDATA</b>			
<i>Oikopleura</i> sp.	3.842	3.783	8.145
<i>Doliolum</i> sp.	148	236	0
Jumlah Taksa	16	20	23
Kelimpahan (Ind/m <sup>3</sup> )	46.105	60.057	130.327
Indeks Keragaman	1,33	1,91	1,32
Indeks Keseragaman	0,48	0,64	0,42
Indeks Dominansi	0,49	0,29	0,49

Perhitungan Plankton menggunakan Ln

Metoda : Pencacahan (Sensus- SRC)

Koordinat

OS-13	Offshore	133° 26'19.4"	02° 20'06.5"
FOS-04	Offshore	132° 52'06.6"	02° 26'46.4"
FOS-05	Offshore	133° 01'56.1"	02° 22' 05.9"

Bogor, 4 Juni 2013



**LABORATORIUM  
PROLING**

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN IPB

*Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si*  
Manajer Teknis



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013    HASIL ANALISIS LABORATORIUM    Halaman : 7/9**

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	OS-01	OS-02	OS-04	OS-05	OS-07
	P.5095-1	P.5095-2	P.5095-3	P.5095-4	P.5095-5
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Eunice</i> sp.	0	0	33	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	25	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	0	8	0	25	25
<i>Nephtys</i> sp.	8	0	33	0	0
<i>Magelona</i> sp.	0	0	0	0	8
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	8	0	8
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Paraonis</i> sp.	0	33	0	17	0
<i>Pectinaria</i> sp.	0	0	0	0	8
<i>Terebellides</i> sp.	0	0	0	17	0
<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0	0	8
<i>Sigambra</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Goniada</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Syllis</i> sp.	0	0	17	0	0
<i>Ammotrypane</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Omiphis</i> sp.	0	0	8	17	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Orbinia</i> sp.	0	0	0	17	0
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	17	8
<i>Drilonereis</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Cirratulus</i> sp.	0	0	0	0	25
<i>Trichobranthus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Marphysa</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lepidonotus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	8	8	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	8	25	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Dulichia</i> sp.	0	0	8	0	8
<i>Paramoera</i> sp.	0	0	8	0	0
<i>Ptilanthura</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Heterotanais</i> sp.	0	0	0	0	8
<i>Parasiphae</i> sp.	0	8	8	25	17
<i>Alpheus</i> sp.	0	0	25	0	8
<i>Trchypeneus</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Orgyrides</i> sp.	0	33	0	0	0
<i>Dardanus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Cirolana</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECHINODERMATA</b>					
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CEPHALOCHORDATA</b>					
<i>Branchiostoma</i> sp.	0	0	33	0	0
<b>PORIFERA (sp1)</b>					
Jumlah Taksa	1	5	18	12	12
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	8	107	262	192	139
Indeks Keragaman	0	2,10	3,88	3,46	3,39
Indeks Keseragaman	-	0,90	0,93	0,97	0,95
Indeks Dominansi	1	0,26	0,08	0,10	0,11

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

Koordinat

OS-01	Offshore	132° 57'30.0"	02° 26'01.4"
OS-02	Offshore	132° 32'42.4"	02° 24'43.4"
OS-04	Offshore	132° 39'05.2"	02° 34'28.5"
OS-05	Offshore	132° 48'38.5"	02° 20'43.7"
OS-07	Offshore	133° 01'22.9"	02° 26'01.4"



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 8/9**

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	OS-08	OS-09	OS-10	OS-11	OS-12
	P.5095-6	P.5095-7	P.5095-8	P.5095-9	P.5095-10
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Eunice</i> sp.	0	17	8	8	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Notomastus</i> sp.	8	8	0	0	8
<i>Nephtys</i> sp.	0	17	8	8	0
<i>Magelona</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	8	17	0	0	8
<i>Ophelina</i> sp.	8	0	0	0	8
<i>Paraonis</i> sp.	0	0	0	8	8
<i>Pectinaria</i> sp.	25	0	0	0	0
<i>Terebellides</i> sp.	33	0	0	8	8
<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	8	0	0	8
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Syllis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ammotrypane</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Omiphis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Orbinia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	17	0	0	0	0
<i>Drilonereis</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Cirratulus</i> sp.	8	0	0	0	0
<i>Trichobranthus</i> sp.	0	25	0	0	0
<i>Marphysa</i> sp.	8	0	0	0	0
<i>Lepidonotus</i> sp.	8	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	8	8
<b>NEMERTINA</b>					
<i>Tubulanus</i> sp.	8	0	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>					
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>					
<i>Dulichia</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Paramoera</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Ptilanthura</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Heterotanais</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Parasiphae</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Alpheus</i> sp.	8	8	0	0	0
<i>Trachypeneus</i> sp.	0	0	0	8	0
<i>Orgyrides</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Dardanus</i> sp.	8	0	0	0	0
<i>Cirolana</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>ECHINODERMATA</b>					
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	8	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>					
<i>Tellina</i> sp.	8	0	0	0	0
<b>CEPHALOCHORDATA</b>					
<i>Branchiostoma</i> sp.	0	0	0	0	0
<b>PORIFERA (sp1)</b>					
Jumlah Taksa	14	8	2	7	7
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	163	108	16	56	56
Indeks Keragaman	3,57	2,86	1,00	2,81	2,81
Indeks Keseragaman	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00
Indeks Dominansi	0,10	0,15	0,50	0,14	0,14

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Ir. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

Koordinat

OS	Offshore	133° 08' 17.0"	02° 18' 58.0"
OS-08	Offshore	133° 06' 39.2"	02° 22' 25.0"
OS-10	Offshore	133° 12' 20.9"	02° 22' 53.5"
OS-11	Offshore	133° 11' 07.4"	02° 15' 54.2"
OS-12	Offshore	133° 17' 15.7"	02° 19' 22.7"

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)



**Laboratorium Pengujian  
Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing)  
Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan - IPB**

Analysis Laboratory  
Aquatic Productivity & Environment (ProLing)  
Departemen of Aquatic Resources Management - Bogor Agricultural University

Jl. Agathis Gedung FPIK Lt. 1 Wing 14 Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp./Fax. (0251) 8621495 e-mail : proling\_ipb@yahoo.com

**No Analisa : P.165/IV/B/2013      HASIL ANALISIS LABORATORIUM      Halaman : 9/9**

**Jenis Sampel : Bentos**

Kepadatan Bentos (Ind/m<sup>2</sup>)

ORGANISME	OS-13	FOS-04	FOS-05
	P.5095-11	P.5095-12	P.5095-13
<b>POLYCHAETA</b>			
<i>Eunice</i> sp.	0	0	33
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	8
<i>Notomastus</i> sp.	0	0	0
<i>Nephtys</i> sp.	8	17	25
<i>Magelona</i> sp.	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	17
<i>Paraonis</i> sp.	8	42	17
<i>Pectinaria</i> sp.	0	0	0
<i>Terebellides</i> sp.	0	0	0
<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	0	8	0
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0
<i>Nereis</i> sp.	0	0	0
<i>Syllis</i> sp.	0	0	0
<i>Ammotrypane</i> sp.	0	0	0
<i>Omiphis</i> sp.	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	0
<i>Orbinia</i> sp.	0	0	8
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0
<i>Drilonereis</i> sp.	0	0	0
<i>Cirratulus</i> sp.	8	0	0
<i>Trichobranchus</i> sp.	0	0	0
<i>Marphysa</i> sp.	0	0	17
<i>Lepidonotus</i> sp.	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0
<b>NEMERTINA</b>			
<i>Tubulanus</i> sp.	0	0	0
<b>SIPUNCULA</b>			
<i>Golfingia</i> sp.	0	0	0
<b>CRUSTACEAE</b>			
<i>Dulichia</i> sp.	0	0	0
<i>Paramoera</i> sp.	0	0	0
<i>Ptilanthura</i> sp.	0	8	8
<i>Heterotanais</i> sp.	0	0	0
<i>Parasiphae</i> sp.	0	0	0
<i>Alpheus</i> sp.	0	0	8
<i>Trchypeneus</i> sp.	0	0	0
<i>Orgyrides</i> sp.	0	0	0
<i>Dardanus</i> sp.	0	0	0
<i>Cirolana</i> sp.	0	8	0
<b>ECHINODERMATA</b>			
Sub Class Ophiuroidea (sp1)	0	0	0
<b>PELECYPODA</b>			
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0
<b>CEPHALOCHORDATA</b>			
<i>Branchiostoma</i> sp.	0	0	0
<b>PORIFERA (sp1)</b>			
Jumlah Taksa	3	5	9
Kepadatan (Ind/m <sup>2</sup> )	24	83	141
Indeks Keragaman	1,58	2,09	3,31
Indeks Keseragaman	1,00	0,90	1,04
Indeks Dominansi	0,33	0,32	0,14

Bogor, 4 Juni 2013



**Dr. Jr. Niken T. M. Pratiwi, M.Si**  
Manajer Teknis

Koordinat

Stasiun	Lokasi	Longitudinal	Latitudinal
OS-13	Offshore	133° 26'19.4"	02° 20'06.5"
FOS-04	Offshore	132° 52'06.6"	02° 26'48.4"
FOS-05	Offshore	133° 01'56.1"	02° 22' 05.9"

Perhitungan Bentos menggunakan Log<sub>2</sub>

**Metoda :** Pencacahan (Sensus)



## Lampiran II. 5

### **Data Rona Lingkungan : Sampel Kualitas Tanah**



KEMENTERIAN PERTANIAN  
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
 BALAI BESAR SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN  
 BALAI PENELITIAN TANAH

**LABORATORIUM TANAH**

Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123. Telp: (0251) 8322933 Fax: (0251) 8322933

**LAPORAN HASIL PENGUJIAN**

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAH**

Nomor : 1236/2013  
 Permintaan : PT ERM Indonesia  
 Asal/Lokasi : -  
 O b j e k : -  
 Tgl.Penerimaan : 20 Juni 2013  
 Tgl.Pengujian : 1 - 12 Juli 2013  
 J u m l a h : 11 Contoh

1 dari 1

Nomor Contoh			Batas Horison	Seri No.	Tekstur (pipet)			Ekstrak 1:5			Bahan organik			HCl 25%			Terhadap contoh kering 105 °C												
Urut	Balitanah	Pengirim			Pasir	Debu	Liat	pH		DHL	Walkley & Black	Kjeldahl	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Olsen	Bray 1	Morgan	Nilai Tukar Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1N, pH7)					KCl 1N					
			Atas-bawah cm	112	----- % -----			H <sub>2</sub> O	KCl	ds/m	C	N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB *	Al **	H *		
											----- % -----			-- mg/100 g --			---- ppm ----			ppm									
																				----- cmol <sub>c</sub> /kg -----									
1	13.06598	KSB I		1	36	42	22	3,8	3,4		3,52	0,25	14	13	7	-	20,7	37	0,33	0,38	0,07	0,05	0,83	14,75	6	6,66	0,86		
2	13.06599	KSB II		2	43	43	14	4,0	3,5		1,63	0,13	13	6	3	-	7,0	21	0,28	0,19	0,04	0,01	0,52	5,85	9	3,15	0,48		
3	13.06600	KSB III		3	33	48	19	5,0	4,2		1,72	0,12	14	17	10	-	11,1	53	5,07	1,60	0,10	0,03	6,80	9,94	68	0,04	0,17		
4	13.06601	KSB IV		4	46	42	12	4,3	3,5		1,22	0,09	14	8	3	-	10,9	27	1,76	0,48	0,05	0,01	2,30	5,90	39	3,19	0,40		
5	13.06602	KSB V		5	53	26	21	4,3	3,1		1,84	0,15	12	5	2	-	11,6	17	0,32	0,22	0,03	0,02	0,59	2,29	26	0,23	0,25		
6	13.06603	KSB VI 4 May		6	61	23	16	4,0	3,7		2,23	0,21	11	6	3	-	6,8	23	0,38	0,24	0,04	0,19	0,85	3,85	22	1,87	0,22		
7	13.06604	KSB VII 4 May		7	66	20	14	4,0	3,6		2,05	0,21	10	3	4	-	9,3	37	0,22	0,22	0,07	0,32	0,83	5,16	16	2,06	0,35		
8	13.06605	KSB VIII 4 May		8	33	57	10	3,7	3,4		2,93	0,25	12	12	5	-	12,6	31	0,84	0,31	0,06	0,00	1,21	10,22	12	4,75	0,72		
9	13.06606	KSB IX 4 May		9	46	36	18	3,9	3,5		2,41	0,23	10	14	8	-	8,2	72	0,58	0,38	0,14	0,01	1,11	9,08	12	4,56	0,51		
10	13.06607	KSB X 4 May		10	52	35	13	3,6	3,3		2,70	0,25	11	11	8	-	8,2	78	0,30	0,26	0,15	0,01	0,72	7,83	9	5,57	0,77		
11	13.06608	KSB XI 4 May		11	52	36	12	3,8	3,3		1,79	0,15	12	7	4	-	29,8	36	0,52	0,32	0,07	0,01	0,92	4,23	22	1,53	0,51		

Nomor Contoh			Batas Horison	Seri No.	Terhadap contoh kering 105 °C												
Urut	Balitanah	Pengirim			T o t a l (HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> )												
			Atas-bawah cm	112	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Se	As	Hg		
					----- ppm -----												
1	13.06598	KSB I		1	9,94	21	td	43,2	td	0,71	1,2	32,4	td	0,4	td		
2	13.06599	KSB II		2	5,63	5	td	66,3	td	1,38	3,3	25,9	td	1,3	td		
3	13.06600	KSB III		3	6,12	1319	4,3	142,8	td	0,81	10,1	26,8	td	1,2	td		
4	13.06601	KSB IV		4	3,72	61	0,3	15,0	td	0,71	11,7	20,2	td	2,3	td		
5	13.06602	KSB V		5	0,10	5	td	td	td	0,01	0,7	6,8	td	0,8	td		
6	13.06603	KSB VI 4 May		6	3,51	13	td	11,5	0,2	0,03	1,1	14,8	td	0,5	td		
7	13.06604	KSB VII 4 May		7	1,07	4	td	9,3	td	0,15	1,7	13,4	td	0,6	td		
8	13.06605	KSB VIII 4 May		8	4,72	55	td	66,2	td	0,63	5,9	19,9	td	1,6	td		
9	13.06606	KSB IX 4 May		9	8,02	23	td	41,3	td	0,74	4,7	24,4	td	1,8	td		
10	13.06607	KSB X 4 May		10	6,27	7	td	11,5	td	0,22	0,4	21,6	td	1,1	td		
11	13.06608	KSB XI 4 May		11	0,51	18	td	11,4	td	0,64	1,3	10,5	td	3,0	td		

td = tidak terdeteksi

Sertifikat ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji dan tidak dapat diperbanyak tanpa persetujuan dari Balai Penelitian Tanah

*This report/certificate is related to the sample/s submitted only and can not be reproduced in any way, except in full context with the prior written approval from Indonesian Soil Research Institute*

Bogor, 16 Juli 2013

Manajer Teknis,

Evanti SSI



KEMENTERIAN PERTANIAN  
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
 BALAI BESAR SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN  
 BALAI PENELITIAN TANAH

**LABORATORIUM TANAH**

Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123. Telp: (0251) 8322933 Fax: (0251) 8322933

**LAPORAN HASIL PENGUJIAN**

**HASIL ANALISIS CONTOH TANAH**

Nomor : 1168/2013  
 Permintaan : PT ERM  
 Asal/Lokasi : -  
 O b j e k : -  
 Tgl.Penerimaan : 13 Juni 2013  
 Tgl.Pengujian : 17 - 28 Juni 2013  
 Ju m l a h : 12 Contoh

1 dari 1

Urut	Balitanah	Pengirim	Batas Horison	Seri No.	Tekstur (pipet)			Ekstrak 1:5			Bahan organik			HCl 25%		Terhadap contoh kering 105 °C			Nilai Tukar Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1N, pH7)					KCl 1N			
					Pasir	Debu	Liat	pH	DHL	Walkley & Black	Kjeldahl	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Olsen P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bray 1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Morgan K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB*	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	
																											H <sub>2</sub> O
1	13.06212	KSB XII Blok A	Atas-bawah	107	58	80	10	10	4,1	5,9	1,52	0,15	10	23	9	-	5,1	63	1,17	0,43	0,12	0,12	1,84	12,80	14	3,88	0,57
2	13.06213	KSB XIII Blok A	Atas-bawah	107	59	61	22	17	3,9	3,6	2,48	0,23	11	17	8	-	9,1	71	0,90	0,38	0,14	0,05	1,47	8,40	18	0,26	0,83
3	13.06214	KSB XIV Blok A	Atas-bawah	107	60	63	27	10	4,2	3,1	1,43	0,13	11	19	13	-	3,3	47	0,98	0,31	0,09	0,03	1,41	11,74	12	3,12	0,52
4	13.06215	KSB XV Blok B	Atas-bawah	107	61	26	44	30	4,5	3,7	1,30	0,13	10	46	18	-	3,1	78	6,47	0,91	0,15	0,04	7,57	17,04	44	3,73	0,55
5	13.06216	KSB XVI Blok C	Atas-bawah	107	62	75	17	8	4,4	3,7	2,82	0,25	11	21	11	-	33,5	67	3,17	0,61	0,13	0,06	3,97	12,31	32	0,10	0,41
6	13.06217	KSB XVII Blok G	Atas-bawah	107	63	78	6	16	4,2	3,4	1,56	0,15	10	19	7	-	7,5	31	0,82	0,22	0,06	0,04	1,14	6,85	17	1,15	0,33
7	13.06218	KSB XVIII Blok E	Atas-bawah	107	64	62	23	15	4,4	3,9	1,25	0,11	11	21	9	-	3,9	33	3,43	0,42	0,06	0,03	3,94	10,53	37	1,43	0,35
8	13.06219	KSB XIX Blok E	Atas-bawah	107	65	60	32	8	4,1	3,8	1,05	0,10	11	16	5	-	5,8	53	1,10	0,25	0,10	0,03	1,48	4,75	31	0,26	0,40
9	13.06220	KSB XX Blok E	Atas-bawah	107	66	66	15	19	4,4	3,5	1,32	0,11	12	19	8	-	3,9	42	1,76	0,40	0,08	0,07	2,31	11,72	20	2,81	0,50
10	13.06221	KSB XXI Blok F	Atas-bawah	107	67	66	28	6	3,8	3,4	2,31	0,19	12	15	4	-	3,4	41	0,72	0,28	0,08	0,07	1,15	9,52	12	0,58	1,03
11	13.06222	KSB XXII Blok F	Atas-bawah	107	68	56	34	10	4,1	3,5	1,73	0,15	12	16	4	-	7,8	17	0,72	0,25	0,03	0,07	1,07	7,53	14	1,49	0,49
12	13.06223	KSB XXIII Blok F	Atas-bawah	107	69	30	60	10	3,9	3,4	1,00	0,09	11	17	4	-	6,3	27	0,84	0,20	0,05	0,06	1,15	7,22	16	1,63	0,62

Urut	Balitanah	Pengirim	Batas Horison	Seri No.	Terhadap contoh kering 105 °C																		
					Total (HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> )																		
					Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	As	Se	Hg								
1	13.06212	KSB XII Blok A	Atas-bawah	107	58	1,02	27,3	td	12,5	td	1,74	3,2	28,0	3,5	td	td							
2	13.06213	KSB XIII Blok A	Atas-bawah	107	59	0,02	2,4	0,2	td	td	0,01	td	19,1	0,6	td	td							
3	13.06214	KSB XIV Blok A	Atas-bawah	107	60	0,72	5,7	td	11,7	td	1,23	1,5	26,5	4,0	td	0,12	td						
4	13.06215	KSB XV Blok B	Atas-bawah	107	61	1,06	104,7	1,5	20,5	td	1,69	10,0	25,9	3,7	td	td							
5	13.06216	KSB XVI Blok C	Atas-bawah	107	62	0,03	5,6	0,5	1,0	td	0,03	td	10,0	0,7	td	td							
6	13.06217	KSB XVII Blok G	Atas-bawah	107	63	0,47	2,1	0,7	3,3	td	0,90	td	23,2	4,5	td	0,09	td						
7	13.06218	KSB XVIII Blok E	Atas-bawah	107	64	0,52	11,5	td	0,2	td	0,91	0,5	33,6	3,5	td	td							
8	13.06219	KSB XIX Blok E	Atas-bawah	107	65	0,02	2,0	0,4	5,6	td	0,02	td	10,1	0,5	td	td							
9	13.06220	KSB XX Blok E	Atas-bawah	107	66	0,52	5,8	0,5	1,3	td	0,87	3,6	30,3	4,5	td	td							
10	13.06221	KSB XXI Blok F	Atas-bawah	107	67	0,02	1,1	0,2	0,0	td	0,02	1,5	5,3	0,1	td	0,07	td						
11	13.06222	KSB XXII Blok F	Atas-bawah	107	68	0,06	1,1	0,1	0,9	td	0,03	td	8,1	0,6	td	td							
12	13.06223	KSB XXIII Blok F	Atas-bawah	107	69	0,06	2,4	0,1	0,6	td	0,03	td	13,7	0,4	td	td							

td = tidak terdeteksi

Bogor, 1 Juli 2013

Manajer Teknis,

Evaluasi SS



Sertifikat ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji dan tidak dapat diperbanyak tanpa persetujuan dari Balai Penelitian Tanah

*This report/certificate is related to the sample/s submitted only and can not be reproduced in any way,  
 except in full context with the prior written approval from Indonesian Soil Research Institute*

**BALAI PENELITIAN TANAH****LABORATORIUM FISIKA TANAH**

Jalan Ir. H. Juanda 98

Bogor 16123

Telp. 0251 623617 - 621877

**HASIL ANALISIS CONTOH FISIKA TANAH**

Surat Perintah No. : 104/AF/VI/2013

Nama Pengirim : Teguh Yudana

Nama Instansi Pengirim : ERM Indonesia

Alamat Instansi Pengirim : Jl. Gatot Subroto Kav. 72 Jakarta

Tanggal Penerimaan Contoh : 24 Juni 2013

Tanggal Pengujian Contoh : 24 Juni s/d 15 Juli 2013

Lokasi Penelitian : -

Jumlah contoh : 6 (18 Ring)

Halaman 1

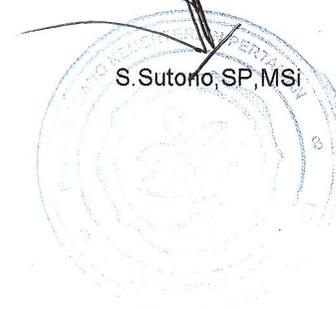
Urut	Nomor		Kedalaman (cm)	Kadar Air (% vol.)	BD g/cc	PD g/cc	Ruang Pori Total	Kadar air				Pori Drainase		Air tersedia	Permeabilitas cm/jam
	Seri	Contoh						pF1	pF 2	pF2.54	pF 4.2	Cepat	Lambat		
1	13F	1117	FSK 6	39.4	1.21	2.37	49.0								5.87
2	13F	1118	FSK 7	38.9	1.29	2.51	48.6								1.24
3	13F	1119	FSK 8	49.7	1.08	2.40	55.3								0.19
4	13F	1120	FSK 9	33.5	1.22	2.43	49.9								2.42
5	13F	1121	FSK 10	24.9	1.17	2.37	50.9								0.17
6	13F	1122	FSK 13	26.2	1.13	2.13	46.8								8.88

Keterangan: Diameter pori pada (pF): (1) 296 $\mu$ , (2) 28.6 $\mu$ , (2,54) 8.6 $\mu$ , dan (4,2) 0,2 $\mu$ 

Bogor, 15 Juli 2013

Penanggung Jawab

S. Sutono, SP, MSi





**BALAI PENELITIAN TANAH**  
**LABORATORIUM FISIKA TANAH**  
Jalan Ir. H. Juanda 98  
Bogor 16123  
Telp. 0251 623617 - 621877

**HASIL ANALISIS CONTOH FISIKA TANAH**

Surat Perintah No. : 104/AF/VI/2013  
Nama Pengirim : Teguh Yudana  
Nama Instansi Pengirim : ERM Indonesia  
Alamat Instansi Pengirim : Jl. Gatot Subroto Kav. 72 Jakarta  
Tanggal Penerimaan Contoh : 24 Juni 2013  
Tanggal Pengujian Contoh : 24 Juni s/d 15 Juli 2013  
Lokasi Penelitian :  
Jumlah contoh : 6 (18 Ring)

Halaman 2

Nomor			Kedalaman (cm)	Tekstur 10 Fraksi (%)										
Urut	Seri	Contoh		Fraksi Pasir					Fraksi Debu			Fraksi Liat		
				>1000 u	500 - 1000 u	200 - 500	100 - 200 u	50 - 100 u	20 - 50 u	10 - 20 u	2 - 10 u	0.05 - 2 u	0 - 0.05 u	
1	13F 1117	FSK 6		0.1	0.8	0.9	5.4	21.8	37.8	12.5	3.7	11.2	5.8	
2	13F 1118	FSK 7		0.2	0.6	9.6	17.4	31.2	22.4	7.2	2.4	6.7	2.3	
3	13F 1119	FSK 8		0.1	0.8	1.6	2.3	6.2	29.8	15.1	4.1	32.8	7.2	
4	13F 1120	FSK 9		0.9	0.6	5.9	24.8	19.8	19.1	3.8	2.1	18.2	4.8	
5	13F 1121	FSK 10		0.1	0.3	1.2	5.5	14.9	39.4	23.2	9.4	4.1	1.9	
6	13F 1122	FSK 13		0.4	3.9	51.2	14.9	5.6	6.8	3.2	2.0	8.2	3.8	

Bogor, 15 Juli 2013

Penanggung Jawab

S.Sutoro, SP,MSi



**BALAI PENELITIAN TANAH****LABORATORIUM FISIKA TANAH**

Jalan Ir. H. Juanda 98

Bogor 16123

Telp. 0251 623617 - 621877

**HASIL ANALISIS CONTOH FISIKA TANAH**

Surat Perintah No. : 109/AF/VI/2013

Nama Pengirim : Teguh Yudana

Nama Instansi Pengirim : ERM Indonesia

Alamat Instansi Pengirim : Jl. Gatot Subroto Kav. 72 Jakarta

Tanggal Penerimaan Contoh : 27 Juni 2013

Tanggal Pengujian Contoh : 27 Juni s/d 17 Juli 2013

Lokasi Penelitian : -

Jumlah contoh : 7

Halaman 1

Urut	Nomor		Kedalaman (cm)	Kadar Air (% vol.)	BD g/cc	PD g/cc	Ruang Pori Total	Kadar air				Pori Drainase		Air tersedia	Permea- bilitas cm/jam
	Seri	Contoh						pF1	pF 2	pF2.54	pF 4.2	Cepat	Lambat		
								----- % volume -----							
1	13F	1218	PCR I	36.5	1.25	2.35	46.7								1.96
2	13F	1219	PCR II	36.5	1.22	2.38	48.6								0.71
3	13F	1220	PCR III	36.1	1.43	2.50	43.0								8.52
4	13F	1221	PCR IV	27.2	1.37	2.56	46.5								7.82
5	13F	1222	PCR V	39.6	1.37	2.54	46.0								2.49
6	13F	1223	FSK 11	30.2	1.56	2.18	28.4								3.75
7	13F	1224	FSK 12	29.8	1.59	2.64	39.9								2.22

Keterangan: Diameter pori pada (pF): (1) 296 $\mu$ , (2) 28.6 $\mu$ , (2,54) 8.6 $\mu$ , dan (4,2) 0,2 $\mu$ 

Bogor, 17 Juli 2013

Penanggung Jawab

S. Sutono, SP, MSi



**BALAI PENELITIAN TANAH****LABORATORIUM FISIKA TANAH**

Jalan Ir. H. Juanda 98

Bogor 16123

Telp. 0251 623617 - 621877

**HASIL ANALISIS CONTOH FISIKA TANAH**

Surat Perintah No. : 109/AF/VI/2013  
Nama Pengirim : Teguh Yudana  
Nama Instansi Pengirim : ERM Indonesia  
Alamat Instansi Pengirim : Jl. Gatot Subroto Kav. 72 Jakarta  
Tanggal Penerimaan Contoh : 27 Juni 2013  
Tanggal Pengujian Contoh : 27 Juni s/d 17 Juli 2013  
Lokasi Penelitian : -  
Jumlah contoh : 7

Halaman 2

Nomor			Kedalaman (cm)	Tekstur 10 Fraksi (%)									
Urut	Seri	Contoh		Fraksi Pasir					Fraksi Debu			Fraksi Liat	
				>1000 u	500 - 1000 u	200 - 500	100 - 200 u	50 - 100 u	20 - 50 u	10 - 20 u	2 - 10 u	0.05 - 2 u	0 - 0.05 u
1	13F 1218	PCR I		0.4	0.2	2.3	13.7	25.4	24.2	13.5	4.3	12.2	3.8
2	13F 1219	PCR II		0.1	0.3	6.5	6.4	13.7	32.2	20.0	0.8	14.8	6.2
3	13F 1220	PCR III		0.1	0.7	8.3	11.8	28.1	29.9	17.9	2.2	0.8	0.2
4	13F 1221	PCR IV		0.7	4.8	24.8	22.5	16.2	15.7	8.1	3.2	2.9	1.1
5	13F 1222	PCR V		21.1	0.3	1.2	5.5	14.9	30.5	19.8	1.7	3.2	1.8
6	13F 1223	FSK 11		0.5	0.1	29.6	23.1	16.7	17.8	6.6	1.6	2.1	1.9
7	13F 1224	FSK 12		0.1	0.7	25.6	9.9	8.7	26.3	18.7	4.0	3.8	2.2

Bogor, 17 Juli 2013

Penanggung Jawab

S. Sutono, SP, MSi





## Lampiran II.6

### **Data Meteorologi**

- Data Meteorologi Fakfak (1958-1983 dan 2004-2008)
- Data Meteorologi Manokwari (1998-2011)
- Data Meteorologi AERMET MM5 (2002-2012)

Lampiran I= \* ' Data Unsur - unsur Meteorologi Kabupaten Fakfak, Papua Barat

Bulan	Curah Hujan		Suhu Udara			Tek Udara (mbar)	Kelembaban	Angin
	1958-1983	2004-2008	Min	Max	Harian	2006-2008	(%)	(Knot)
Januari	382	301	22	31	30	993	82	12
Pebruari	226	212	22	30	29	993	82	12
Maret	287	225	22	30	28	993	83	9
April	211	338	22	30	29	994	86	10
Mei	299	284	22	30	30	994	87	9
Juni	475	353	22	29	28	994	86	9
Juli	342	307	22	28	28	995	88	12
Agustus	179	243	21	29	28	995	89	14
September	245	323	22	29	29	994	88	15
Oktober	225	222	22	30	30	993	85	10
November	239	165	22	30	29	993	85	12

Sumber : Stasiun Meteorologi BMKG Fakfak (2008)

Lampiran I= \* ' Data Curah Hujan Kota Manokwari, Papua Barat

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember
1998	200	280	387	428	268	240	141	359	119	149	278	229
1999	114	284	212	452	278	199	242	242	130	176	430	357
2000	215	233	326	220	194	299	137	181	48	174	122	239
2001	230	497	585	204	272	106	77	59	201	84	107	517
2002	175	352	721	127	98	261	8	85	122	30	55	249
2003	220	243	237	171	63	49	78	118	26	70	46	248
2004	101	147	337	54	88	59	70	22	204	104	306	254
2005	562	256	180	100	204	162	82	224	204	192	252	182
2006	220	554	246	280	246	203	106	58	65	114	106	121
2007	225	213	201	220	126	140	120	110	108	115	126	210
2008	88	92	98	221	60	37	250	117	165	60	160	254
2009	268	300	423	85	102	143	51.9	52.2	70.7	110	90.2	210.7
2010	210	120	365	239	47	80	109	108	67	70	44	122
2011	165.4	80.3	238.7	128.5	401	307.7	216.2	251.7	172.4	142.5	204.9	225.6

Sumber : Stasiun Meteorologi Manokwari (2012)

Lampiran I⇒\* .....Rata Unsur Iklim (Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara, Arah dan Kecepatan Angin) Rata-rata Sepuluh Tahun (2002 - 2012) di Tangguh LNG (2.4° LS dan 133.1° BT)

<i>Bulan</i>	<i>Suhu</i>	<i>RH</i>	<i>Tekanan Udara (mbar)</i>	<i>Arah angin</i>	<i>Kecepatan angin</i>
Januari	26.4	84.3	1007.1	237.0	3.1
Pebruari	26.4	83.8	1007.5	229.4	3.0
Maret	26.3	83.2	1007.7	226.1	2.8
April	26.5	82.5	1007.7	221.4	2.4
Mei	26.4	82.9	1007.9	180.9	2.2
Juni	25.9	84.2	1008.5	165.9	2.3
Juli	25.4	85.1	1009.1	171.6	2.6
Agustus	25.4	83.6	1009.3	174.6	2.9
September	25.7	83.7	1009.0	183.4	2.6
Oktober	26.2	81.1	1008.3	179.3	2.4
November	26.5	81.4	1007.0	200.8	2.4
Januari	26.7	82.7	1006.6	219.8	2.6

Sumber : AERMET MM5 Worldwide Meteorological Data (2002 - 2011)



## Lampiran II.7

### Data Biologi Terrestrial

**Tabel 1. Daftar jenis flora di kawasan hutan BP Tangguh, Papua**

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	<b>PTERYDOPHYTA</b>						
	ADIANTACEAE						
1	<i>Acrostichum aureum</i> L.	Yatesa, catesa, piyai	Pk	Hdr-1, Hr, Sbc	TD	TT	TT
2	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link.	Batasa, nesanububu	Pk	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
3	<i>Taenitis blechnoides</i> (Willd.) Swartz.	Tesa, wantaro, taa, siropa	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	ASPLENIACEAE						
4	<i>Asplenium nidus</i> L.	Wadatene	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr, Hm	TD	TT	TT
5	<i>Athyrium sorzogonense</i>	Sp-59 T1	Pk	Hdr-1	TD	TT	TT
	ATHYRIACEAE						
6	<i>Diplazium bantamense</i> Bl.	Sp-27 T1	Pk	Hdr-1	TD	TT	TT
	BLECHNACEAE						
7	<i>Blechnum orientale</i> L.	Jatesakere, jatesa, wadora suri	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
8	<i>Blechnum polypodioides</i> Raddi	Jatesa	Pk	Sbc	TD	TT	TT
	CYATHEACEAE						
9	<i>Cyathea latebrosa</i> (Wall.) Copel.	Tegabe	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	App. II	TT
10	<i>Cyathea lurida</i> (Bl.) Copel.	Tegabe	Pk	Hdr-1	TD	App. II	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	DAVALLIACEAE						
11	<i>Davallia canariensis</i> (L.) Sm.	Paku lipan	Pk	Sbc	TD	TT	TT
12	<i>Humata repens</i> (L. f.) J. Sm. ex Diel	Sp8-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
	DENNSTAEDTIACEAE						
13	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	Wantaronisa, paku-paku	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	GLEICHENIACEAE						
14	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.) Underwood	Subute	Pk	Hdr-1	TD	TT	TT
15	<i>Gleichenia microphylla</i> R. Br.	Resam	He	Sbc	TD	TT	TT
	LINDSAEACEAE						
16	<i>Lindsaea lucida</i> Bl.	Huru huruma, subute nubu	Pk	Hdr-2	TD	TT	TT
17	<i>Lindsaea scandens</i> Hook.f.	Wantoro, wantaro	Pk	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	LOMARIOPSIDACEAE						
18	<i>Bolbitis hetroclita</i> (Presl.) Ching	Kafefeni	Pk	Hdr-2	TD	TT	TT
	LYCOPODIACEAE						
19	<i>Huperzia phlegmaria</i> (L.) Rothm.	Paku ular	Pk	Hdr-3	TD	TT	TT
20	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	Sipu	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
21	<i>Lycopodium phlegmeria</i> Roth.	Tifere	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	NEPROLEPIDACEAE						
22	<i>Nephrolepis falcata</i> (Cav.) C. Chr.	Watora	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	POLYPODIACEAE						
23	<i>Cristela parasitiaca</i>	Sp-43 T5	Pk	Hdr-3	TD	TT	TT
24	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv.) Moore	Wetara	Pk	Hm	TD	TT	TT
25	<i>Lecanopteris carnosa</i> (Reinw.) Bl.	Wadatene	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hr, Hm	TD	TT	TT
	SCHIZAEACEAE						
26	<i>Lygodium circinatum</i> (Burm.) Sw.	Sanene, yatesa nesa	Pk	Sbc	TD	TT	TT
27	<i>Schizaea dichotoma</i> (L.) Sm.	Nufuria	Pk	Hdr-2	TD	TT	TT
	SELAGINELLACEAE						
28	<i>Selaginella ornata</i> Spring	Wantoro kenete	Pk	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
29	<i>Selaginella plana</i> (Desv.) Hieron	Owe-owe	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	THELYPTERIDACEAE						
30	<i>Sphaerostephanos unitus</i> (L.) Holttum	Pakis-1 T2P2	Pk	Hdr-1	TD	TT	TT
	VITTARIACEAE						
31	<i>Vittaria scolopendrina</i> (Borrey) Thw.	Paku ahaka	Pk	Hdr-3	TD	TT	TT
32	<i>Vittaria suberosa</i> Christ.	Anggrek hijau	Pk	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	<b>GYMNOSPERMAE</b>						
	ARAUCARIACEAE						

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
33	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	Damar	Ph	Hdr-2	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
	GNETACEAE						
34	<i>Gnetum cuspidatum</i> Bl.	Kawaiki	Ln	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
35	<i>Gnetum gnemon</i> L.	Ganemo, kawanisa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	PODOCARPACEAE						
36	<i>Nageia wallichiana</i> (Presl.) O. Kuntze.	Kayu cina	Ph	Hdr-3	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
	SPERMATOPHYTA						
	MONOCOTYLEDONAE						
	AMARYLLIDACEAE						
37	<i>Crinum asiaticum</i> L.	Firiwo	He	Hr	TD	TT	TT
	ARACEAE						
38	<i>Alocasia sp.</i>	Madenawaro, madenawaro huruma	He	Hr	Un.	Un.	Un.
39	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.	Madenawaro	He	Hdr-2	TD	TT	TT
40	<i>Pothos falcifolius</i> Engl. & K. Krause	Kagetisa daun kecil	Ep	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
41	<i>Rhaphidophora sylvestris</i> (Bl.) Engl.	Kagetisa daun besar/sedang	Ep	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
42	<i>Rhaphidophora sp.</i>	Fato, ketu-ketu	Ep	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	ARECACEAE						
43	<i>Areca catechu</i> L.	Pinang	Pl	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
44	<i>Arenga pinnata</i> (Wurb.) Merr.	Enau	Pl	Hdr-1	TD	TT	TT
45	<i>Calamus aruensis</i> Becc.	Rotan T1P1-1	Rt	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
46	<i>Calamus heteracanthus</i> Zipp.	Rotan-5 T1P4	Rt	Hdr-1	TD	TT	TT
47	<i>Calamus nannostachys</i> Burret	Rotan Sp 43-T1	Rt	Hdr-1	TD	TT	TT
48	<i>Calamus serrulatus</i> Becc.	Sp-22 T1	Rt	Hdr-1	TD	TT	TT
49	<i>Calamus</i> sp. 1	Rotan daun halus	Rt	Hdr-1, Hdr-2	Un.	Un.	Un.
50	<i>Calamus</i> sp. 2	Rotan-7 T1P10	Rt	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
51	<i>Calamus</i> sp. 3	Rotan-7 T2P8	Rt	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
52	<i>Callicarpa longifolia</i> Lam.	Pohon-2 T3P8	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
53	<i>Caryota rumphiana</i> Mast.	Miyate, wafa	Pl	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
54	<i>Cocos nucifera</i> L.	Kelapa	Pl	Sbc	TD	TT	TT
55	<i>Gulubia costata</i> (Becc.) Becc.	Palem daun halus	Pl	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
56	<i>Korthalsia brassii</i> Burret	Rotan-6 T1P6	Rt	Hdr-1	TD	TT	TT
57	<i>Korthalsia</i> sp.	Sp-13 T1	Rt	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
58	<i>Korthalsia zippelii</i> Bl.	Rotan-3 T1P3	Rt	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
59	<i>Licuala brevicalyx</i> Becc.	Palas duri	PI	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
60	<i>Licuala cf. telifera</i> Becc.	Katiwo	PI	Hdr-1	TD	TT	TT
61	<i>Licuala lauterbachii</i> Dam. & K. Schum.	Agaranesa	PI	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
62	<i>Livistona rotundifolia</i> (Lam.) Mart.	Sp9-Pmk	PI	Sbc	TD	TT	TT
63	<i>Livistona sp.</i>	Congkok	PI	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
64	<i>Oncosperma filamentosum</i> Bl.	Nibung	PI	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
65	<i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) A. Henry	Sp11-Pmk	PI	Sbc	TD	TT	TT
66	<i>Zalacca blumeana</i> Mart.	Salak hutan	He	Hdr-1	TD	TT	TT
COMMELINACEAE							
67	<i>Aneilema acuminatum</i> R.Br.	Sapo	He	Sbc	TD	TT	TT
CYPERACEAE							
68	<i>Cyperus amabilis</i> Vahl.	Kafirsa	He	Sbc	TD	TT	TT
69	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	Kafirsa, kavirsa	He	Hdr-1	TD	TT	TT
70	<i>Cyperus cf. flavidus</i> Retz.	Kafirsa, kavirsa	He	Hdr-1	TD	TT	TT
71	<i>Cyperus compressus</i> L.	Kafirsa, kavirsa	He	Hdr-1, Hr	TD	TT	TT
72	<i>Cyperus eragrostis</i> Vahl.	Kafirsa	He	Sbc	TD	TT	TT
73	<i>Cyperus iria</i> L.	Kafirsa	He	Sbc	TD	TT	TT
74	<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.	Kafirsa	He	Sbc	TD	TT	TT
75	<i>Fimbristylis cf. ovata</i> (N.L. Burm.) Kern.	Rumput kuda	He	Sbc	TD	TT	TT
76	<i>Kyllinga nemoralis</i> J.R. Forst. & G. Forst.	Rumput kenop	He	Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
77	<i>Scleria purpurascens</i> Steud.	Sori	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	HELICONIACEAE						
78	<i>Heliconia aurantiaca</i> Ghiesbr.	Pisang hias	He	Sbc	TD	TT	TT
	LILIACEAE						
79	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	Kisawe, kisawai, sawi	Pd	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	MARANTHACEAE						
80	<i>Donax cannaeformis</i> (G. Forst.) K. Schum.	Sopage	He	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
81	<i>Phrynium pubinerve</i>	Sp-53 T1	He	Hdr-1	TD	TT	TT
82	<i>Stachyphrynium borneense</i> Ridley	Sp-T1P9	He	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
	MUSACEAE						
83	<i>Musa sp.</i>	Sapoge	He	Sbc	Un.	Un.	Un.
	ORCHIDACEAE						
84	<i>Bromheadia finlaysoniana</i> (Lindl.) Miq.	Pandan kecil	He	Hdr-1, Hdr-2	TD	App. II	TT
85	<i>Bulbophyllum sp.</i>	Anggrek putih	Ep	Hr	Un.	App. II	Un.
86	<i>Grammatophyllum speciosum</i> Bl.	Anggrek kuning	Ep	Hdr-1, Sbc	D	App. II	TT
87	<i>Pholidota chinensis</i> Lindl.	Anggrek bonggol	Ep	Hdr-2	TD	App. II	TT
88	<i>Spathoglottis plicata</i> Bl.	Anggrek tanah	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	App. II	TT
	PANDANACEAE						

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
89	<i>Freycinetia cf. negrosensis</i> Merr.	Pandan duri	Ep	Hdr-3	TD	TT	TT
90	<i>Freycinetia graminea</i> Bl.	Muki	Ep	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
91	<i>Pandanus inokumae</i> Kaneh.	Sp-57 T1	Pn	Hdr-1, Hr	TD	TT	TT
92	<i>Pandanus polycephalus</i> Lam.	Sp6-T1P4	Pn	Hdr-1	TD	TT	TT
93	<i>Pandanus sp. 1</i>	Pandan	Pn	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
94	<i>Pandanus sp. 1</i>	Pandan daun kecil	Pn	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
95	<i>Pandanus sp. 2</i>	Pandan rambat	Pn	Hdr-1, Hdr-2	Un.	Un.	Un.
96	<i>Pandanus sp. 3</i>	Pandan pohon, paku pohon	Pn	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	Un.	Un.	Un.
POACEAE							
97	<i>Axonopus compressus</i> (Swartz) Beauv	Rumput parit	He	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
98	<i>Bambusa forbesii</i> (Ridl.) Holttum	Tui	Bm	Hdr-3	TD	TT	TT
99	<i>Centotheca lappacea</i> (L.) Desv.	Itapo, kayenege nage, kafisa kayenege, kafirsatibi	He	Hr	TD	TT	TT
100	<i>Chloris barbata</i> (L.) Swartz	Sp3-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
101	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.	Rumput jarum	He	Hr, Sbc	TD	TT	TT
102	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Grintingan	He	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
103	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Kafirsa, kavirsa	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
104	<i>Digitaria adscendens</i> (Kunth) Henrard.	Rumput grinting	He	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
105	<i>Digitaria ischaemum</i> Schreb. ex Schweigg.	Rumput grinting	He	Sbc	TD	TT	TT
106	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Sp5-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
107	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner	Rumput tulangan	He	Sbc	TD	TT	TT
108	<i>Eragrostis tenella</i> L.	Kafisanisa	He	Sbc	TD	TT	TT
109	<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Hamilt.	Sp-34 T1	He	Hdr-1	TD	TT	TT
110	<i>Imperata cyllindrica</i> (L.) Beauv.	Alang-alang	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
111	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	Kafirsa, kafirsa huruma	He	Hr	TD	TT	TT
112	<i>Phragmites karka</i> Trin	Perupok	He	Hr	TD	TT	TT
113	<i>Pogonatherum paniceum</i> (Lamk.) Hack.,	Rumput bambu	He	Hdr-1	TD	TT	TT
114	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Tebu	He	Sbc	TD	TT	TT
	SMILAXACEAE						
115	<i>Smilax glauca</i> Mart.	Yo	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
116	<i>Smilax sp.1</i>	Cepe, kete	Ln	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
	ZINGIBERACEAE						
117	<i>Alpinia sp.</i>	Musuri	He	Hdr-1, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
118	<i>Costus speciosus</i> (Koenig) Smith	Kifiri	He	Hdr-2	TD	TT	TT
119	<i>Languas galanga</i> (L.) Stuntz.	Lengkuas	He	Sbc	TD	TT	TT
120	<i>Zingiber sp.</i>	Musuri huruma	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	<b>DICOTYLEDONAE</b>						
	ACANTHACEAE						
121	<i>Acanthus ilicifolius</i> L.	Kafenisa	He	Hr	TD	TT	TT
	AGAVACEAE						
122	<i>Yucca elephantipes</i> Regel	Sp13-Pmk	Pd	Sbc	TD	TT	TT
	ALOACEAE						
123	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Lidah buaya	Pd	Sbc	TD	TT	TT
	AMARANTHACEAE						
124	<i>Aerva sanguinolenta</i> (L.) Bl.	Sambang colok	He	Sbc	TD	TT	TT
125	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Bayam-bayaman	He	Sbc	TD	TT	TT
	ANACARDIACEAE						
126	<i>Buchanania arborescens</i> (Bl.) Bl.	Sirawo	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
127	<i>Camptosperma auriculata</i> (Blume) Hook.f.	Kayu minyak	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
128	<i>Camptosperma cf. brevipetiolata</i> Volk.	Pancang-5 T5P8	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
129	<i>Camptosperma montana</i> Laut.	Fine	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
130	<i>Camptosperma sp.</i>	Fine	Ph	Hdr-1, Hdr-2	Un.	Un.	Un.
131	<i>Dracontomelon da'o</i> (Blanco) Merrill & Rolfe	Soma, itani, itane	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
132	<i>Koordersiodendron pinnatum</i> (Blanco) Merrill	Masoi	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
133	<i>Mangifera cf. longipetiolata</i> King.	Weto	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
134	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	Witai, weto	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	ANNONACEAE						

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
135	<i>Alphonsea</i> sp.	Ewata	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
136	<i>Cyathocalyx petiolatus</i> Diels	Sp-31 T5	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
137	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
138	<i>Goniothalamus cauliflorus</i> K. Sch.	Kayu minyak	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
139	<i>Gonystylus macrophyllus</i> (Miq.) Airy Shaw	Yebi-yebi	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	App. II	VU (2010)
140	<i>Popowia</i> sp. 2	Aroro, mueti	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
141	<i>Pseuduvaria</i> sp.	Pancang-1 T3P7	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
142	<i>Xylopia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	Kibo	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
143	<i>Xylopia malayana</i> Hook.f. & Thoms.	Wena	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
	APOCYNACEAE						
144	<i>Allamanda cathartica</i> L.	Alamanda	Ln	Sbc	TD	TT	TT
145	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	Yatofa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
146	<i>Alstonia</i> sp.	Akar pulai	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
147	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.	Tabiso	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
148	<i>Nerium oleander</i> L.	Oleander	Pd	Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
149	<i>Tabernaemontana cf. aurantiaca</i> Gaudich.	Uturi, kufurtage	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
150	<i>Tabernaemontana pandacaqui</i> Lamk.	Kenawe, enoro	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
AQUIFOLIACEAE							
151	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	Sp1-T3	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
ARALIACEAE							
152	<i>Osmoxylon sp.</i>	Daun bungkus	Ph	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
153	<i>Schefflera arboricola</i> (Hay.) Kan.	Ketete	Pd	Sbc	TD	TT	TT
ASCLEPIADACEAE							
154	<i>Dischidia sp.</i>	Kihuninea, kisaro	Ep	Hdr-2, Hr	Un.	Un.	Un.
155	<i>Hoya sp.</i>	Anggrek kancing	Ln	Hr	Un.	Un.	Un.
156	<i>Sarcolobus globosus</i> Wall.	Turupo	Ln	Hdr-3	TD	TT	TT
ASTERACEAE							
157	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Bandotan	He	Sbc	TD	TT	TT
158	<i>Blumea arfakiana</i> Martelli	Kerawai	Pd	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
159	<i>Cosmos caudatus</i> Kunth.	Sp4-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
160	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Urang aring	He	Sbc	TD	TT	TT
161	<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch. -Bip	Sp6-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
162	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight.	Tempuh wiyang	He	Hdr-1, Hr, Sbc	TD	TT	TT
163	<i>Eupatorium odoratum</i> L.f.	Kirinyuh	Pd	Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
164	<i>Helianthus annuus</i> L.	Bunga matahari	He	Sbc	TD	TT	TT
165	<i>Mikania cordata</i> (Burm.f.) B.L. Robinson	Pipi kisiri, deda	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
166	<i>Nypa fruticans</i> Wurmb.	Nipa	Pl	Hr	TD	TT	TT
167	<i>Tagetes erecta</i> L.	Bunga tahi kotok	He	Sbc	TD	TT	TT
168	<i>Tridax procumbens</i> L.	Orang aring	He	Sbc	TD	TT	TT
169	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	Damar, arowe, kibi, parada, marada	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
170	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Bese-bese	Pd	Hdr-1, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
171	<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	Bunga kertas	Pd	Sbc	TD	TT	TT
BIGNONIACEAE							
172	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	Kakabora, kakabaura	Ph	Hr	TD	TT	TT
173	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Sepatudea	Ph	Sbc	TD	TT	TT
BOMBACACEAE							
174	<i>Bombax ceiba</i> L.	Sp-7 T3	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
BURSERACEAE							
175	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	Pare, para	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
176	<i>Canarium indicum</i> L.	Saera, mope	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
177	<i>Canarium maluense</i> Lauterb.	Yane, kipa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
178	<i>Canarium sp. 1</i>	Kereru	Ph	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
179	<i>Canarium vrieseanum</i> Engl.	Kifinege, tifinege, kifinage, kepa-kepa	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
180	<i>Haplolobus floribundus</i> (K. Schum.) H.J. Lam	Kiriya	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
181	<i>Santiria apiculata</i> A.W. Benn.	Keda	Ph	Hdr-1	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
182	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	Wakore	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
183	<i>Santiria laevigata</i> Blume	Wakore	Ph	Hdr-3	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
	CAMPANULACEAE						
184	<i>Isothoma longiflora</i> (L.) C. Presl.	Kitolod	He	Sbc	TD	TT	TT
	CARICACEAE						
185	<i>Carica papaya</i> L.	Pepaya	He	Sbc	TD	TT	TT
	CASUARINACEAE						
186	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Cemara laut	Ph	Sbc	TD	TT	TT
	CLUSIACEAE						
187	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Kiririma	Ph	Sbc	TD	TT	TT
188	<i>Calophyllum insularum</i> P.F. Stevens.	Bintangur daun halus	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	EN B1+2c ver 2.3 (2010)
189	<i>Calophyllum persemile</i> P.F. Stevens	Bintangur daun lebar	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
190	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	Isuri	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
191	<i>Cratoxylon arborescens</i> Bl.	Pohon-1 T4P6	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
192	<i>Garcinia celebica</i> L.	Anu	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
193	<i>Garcinia cf. maluensis</i> Laut.	Sp-49 T1	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
194	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Manggis	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
195	<i>Garcinia parvifolia</i> Miq.	Sira, tapo-tapo, siwi, enehu	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
196	<i>Mammea sp.</i>	Mano, sobate	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
COMBRETACEAE							
197	<i>Terminalia cattapa</i> L.	Kofa	Ph	Hr, Sbc	TD	TT	TT
198	<i>Terminalia sp.</i>	Semuel	Ph	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
CONNARACEAE							
199	<i>Connarus semidecandrus</i> Jack	Woro, kemeng, kena, wasema	Ln	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
CONVOLVULACEAE							
200	<i>Erycibe tomentosa</i> Bl.	Siwora, taho, poto	Ln	Hdr-1	TD	TT	TT
201	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.	Kangkung	Ln	Sbc	TD	TT	TT
202	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet.	Ubi rambat	He	Sbc	TD	TT	TT
203	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Yeburta	Ln	Sbc	TD	TT	TT
204	<i>Merremia peltata</i> Merr.	Keyabona-1, keyamuh, tanaresa	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
DILLENIACEAE							
205	<i>Dillenia cf. indica</i> Blanco	Riba-riba	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
206	<i>Dillenia philippinensis</i> Rolfe	Riba-riba	Ph	Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
207	<i>Tetracera nordtiana</i> F. Muell.	Nesaenage	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	EBENACEAE						
208	<i>Diospyros buxifolia</i> Hiern.	Nesa, nubu, ketekisiri	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
209	<i>Diospyros</i> cf. <i>bantamensis</i> Koord. & Valetton ex Benth.	Nawino, naigi	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
	ELAEOCAEPACEAE						
210	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	Pohon-1 T3P5	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
211	<i>Elaeocarpus littoralis</i> Teijsm. & Binn.	Wafu	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
	ELATINACEAE						
212	<i>Bergia ammannioides</i> Roxb. ex Roth	Sp1-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
	EUPHORBIACEAE						
213	<i>Alchornea rugosa</i> (Lour.) Muell. Arg.	Sp-33 T3	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
214	<i>Antidesma</i> sp.	Wowo, nobah	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
215	<i>Aporosa</i> cf. <i>elmeri</i> Merr.	Tise, tuda, kapao	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
216	<i>Aporosa</i> sp. 1	Kise, roro, asu, yotoh, kumi	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
217	<i>Blumeodendron kurzii</i> (Hook.f.) J.J. Sm.	Winoh	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
218	<i>Breynia cernua</i> (Poir.) Muell. Arg.	Wanasi	Pd	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
219	<i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp.	Sp2-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
220	<i>Claoxylon capilipes</i> Airy Shaw	Afata	Ln	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
221	<i>Claoxylon</i> sp.	Tiang-1 T3P8	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
222	<i>Croton sp.</i>	Ibenepa, nono, saro, tenato, yepi-yepi	Ln	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
223	<i>Endospermum moluccanum</i> (T. & B.) Kurz.	Kage	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
224	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Sp7-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
225	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Patikan kebo	He	Hdr-1, Sbc	TD	TT	TT
226	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Mahkota duri	Pd	Sbc	TD	TT	TT
227	<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	Patikan cina	He	Sbc	TD	TT	TT
228	<i>Excoecaria indica</i> (Willd.) Muell. Arg.	Sp-2 T8P10	Ph	Hr	TD	TT	TT
229	<i>Galearia celebica</i> Koorders	Lingguh hutan	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
230	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	Seri	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
231	<i>Glochidion novoguineense</i> K. Sch.	Pohon-1 T3P4	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
232	<i>Homalanthus novoguineensis</i> (Warb.) Schum.	Neki-neki	Ph	Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
233	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	Sinatibi	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
234	<i>Macaranga conifera</i> Muell. Arg.	Sp-2 T4P4	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
235	<i>Macaranga densiflora</i> Warb.	Sp-10 T1	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
236	<i>Macaranga gigantea</i> (Reichb.f. & Zoll.) Muell. Arg.	Mahang daun besar	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
237	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	Mahang	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
238	<i>Macaranga mappa</i> Muell. Arg.	Afo, watara, watera, watora	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
239	<i>Macaranga sp. 1</i>	Sp-2 T3P1	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
240	<i>Macaranga sp. 2</i>	Sp-1 T3P5	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
241	<i>Macaranga sp. 3</i>	Mahang daun lonjong	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
242	<i>Macaranga tessellata</i> Gage	Kenawa, surupa	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
243	<i>Mallotus mollissimus</i> (Geisel.) Airy Shaw	Siesan, senase	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
244	<i>Mallotus penangensis</i> Muell. Arg.	Sudu, sabeta, nege, sopoi- sopoi, pue-pue, kagonosa, dora, norara	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
245	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Singkong	Pd	Sbc	TD	TT	TT
246	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L.) Poit.	Pohon sig-sag	He	Sbc	TD	TT	TT
247	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Meniran	He	Sbc	TD	TT	TT
248	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	Wadora, nota	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
249	<i>Sloanea aberans</i> (Brandis) A.C. Smith	Eyah	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
250	<i>Trigonostemon sp.</i>	Kenasoba	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
	FABACEAE						
251	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Akasia	Ph	Sbc	TD	TT	TT
252	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	Fona	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
253	<i>Aganope heptaphylla</i> (L.) Polhill	Sp-36 T5	Ln	Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
254	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) Nielsen	Mapuge, maruge	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
255	<i>Archidendron macrophylla</i>	Naepato	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
256	<i>Bauhinia</i> sp.	Akar bunga kupu-kupu	Ln	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
257	<i>Caesalpinia crista</i> L.	Takuri, fegeta	Ln	Hdr-2	TD	TT	TT
258	<i>Cassia alata</i> L.	Maenanasa	Pd	Sbc	TD	TT	TT
259	<i>Centrosema pubescens</i> Bth.	Terari	Ln	Hdr-1	TD	TT	TT
260	<i>Clitoria ternatae</i> L.	Bunga ternate	Ln	Hdr-1, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
261	<i>Crotalaria mucronata</i> Desv.	Lili	Pd	Sbc	TD	TT	TT
262	<i>Crotalaria retusa</i> L.	Lili	Pd	Sbc	TD	TT	TT
263	<i>Crotalaria striata</i> DC.	Lili	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
264	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	Kiwibi	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
265	<i>Dalbergia candenatensis</i> (Dennst.) Prain	Tantega huruma	Ln	Hdr-1, Hr	TD	TT	TT
266	<i>Dalbergia rostata</i> Hassk.	Pipih	Ln	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
267	<i>Derris trifoliata</i> Lour.	Fiso	Ln	Hr	TD	TT	TT
268	<i>Entada phaseoloides</i> (L.) Merr.	Kafeta, somasio, takuri	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
269	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	Kiwibi, kiwi	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
270	<i>Inocarpus fagiferus</i> (Parkinson) Forsb.	Wisi, kibisi	Ph	Hr	TD	TT	TT
271	<i>Instia acuminata</i> Merrill	Merbau	Ph	Hdr-3	TD	TT	VU (2010)

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
272	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.	Merbau	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	VU (2010)
273	<i>Intsia palembanica</i> Miq.	Merbau	Ph	Hr	TD	TT	TT
274	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Lamtoro	Ph	Sbc	TD	TT	TT
275	<i>Maniltoa mariettae</i> Meeuwen	Kawena	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
276	<i>Maniltoa schefferi</i> K. Schum.	Kewebenesa	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
277	<i>Mimosa invisa</i> Martius ex Colla	Akar kacang	Pd	Hr	TD	TT	TT
278	<i>Mimosa pigra</i> L.	Ki kerbau	Pd	Sbc	TD	TT	TT
279	<i>Mimosa pudica</i> L.	Putri malu	Pd	Hdr-1, Sbc	TD	TT	TT
280	<i>Pericopsis mooniana</i> Thwaites	Pohon-3 T3P8	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	VU (2010)
281	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	Kimura, kiriri, kiropa	Ph	Hr	TD	TT	TT
282	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Trembesi	Ph	Sbc	TD	TT	TT
283	<i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poiret	Turi	Ph	Sbc	TD	TT	TT
284	<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	Kirisi	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
285	<i>Vigna sinensis</i> (L.) Savi ex Hassk.	Kacang panjang	Ln	Sbc	TD	TT	TT
FLACOURTIACEAE							
286	<i>Casearia erythrocarpa</i>	Pohon-2 T3P3	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
287	<i>Erythrospermum candidum</i> (Becc.) Becc.	Pohon-2 T3P1	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
288	<i>Flacourtia rukam</i> Z. & M.	Segamo	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
289	<i>Hydnocarpus anthelmintica</i> Pierre.	Merica-mericaan	He	Hdr-1	TD	TT	TT
290	<i>Pangium edule</i> Reinw.	Sego	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
FLAGELLARIACEAE							

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
291	<i>Flagellaria indica</i> L.	Yesirara	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	GESNERIACEAE						
292	<i>Cyrtandra</i> sp.	Sp-1 T3P1	Pd	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
	ICACINACEAE						
293	<i>Medusanthera</i> sp.	Fete	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
	IRIDACEAE						
294	<i>Neomarica longifolia</i> Sprague	Sp10-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
	LAMIACEAE						
295	<i>Hyptis rhomboidea</i> M. Martens & Gal.	Daun pular	He	Sbc	TD	TT	TT
296	<i>Leucas lavendulaefolia</i> J.E. Smith.	Leng-lengan	He	Sbc	TD	TT	TT
297	<i>Ocimum sanctum</i> L.	Lampes	Pd	Sbc	TD	TT	TT
	LAURACEAE						
298	<i>Actinodaphne malaccensis</i> Hook.f	Tiang T2P1	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
299	<i>Beilschmiedia</i> sp.	Gambir	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
300	<i>Cinnamomum culitlawan</i> (L.) Kosterm.	Kulilawan	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
301	<i>Cryptocarya cagayanensis</i> Merr.	Yebere	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
302	<i>Cryptocarya</i> cf. <i>strictifolia</i> Kosterm.	Kobe	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
303	<i>Cryptocarya mentek</i> Blume ex Nees	Wano	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
304	<i>Cryptocarya</i> sp. 1	Katoto, yaguru, sipe-sipe	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
305	<i>Cryptocarya</i> sp. 2	Katoto	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
306	<i>Cryptocarya</i> sp. 3	Katoto	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
307	<i>Cryptocarya weinlandii</i> K. Schum. & Lauterb.	Tore, sowara	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
308	<i>Litsea firma</i> Hook.f.	Berepa, huru hurumi	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
	LECYTHIDACEAE						
309	<i>Barringtonia asiatica</i> (L.) Kurz.	Kofa	Ph	Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
310	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	Soma-soma, kofa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	LEEACEAE						
311	<i>Leea simplicifolia</i> Z. & M.	Tafatata	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
	LINACEAE						
312	<i>Hugonia jenkinsii</i> F. Muell.	Sp2-T2P9	Ln	Hdr-1, Hr	TD	TT	TT
	LOGANIACEAE						
313	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	Sp-5 T1	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hr	TD	TT	TT
314	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Sp12-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
	MALPHIGIACEAE						
315	<i>Hiptage benghalensis</i> (L.) Kurz.	Eko	Pd	Hr	TD	TT	TT
	MALVACEAE						
316	<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	Waru landak	Pd	Sbc	TD	TT	TT
317	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Kembang sepatu	Pd	Sbc	TD	TT	TT
318	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Rosela	Pd	Sbc	TD	TT	TT
319	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Bunga sepatu mawar	Pd	Sbc	TD	TT	TT
320	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Kitis, kitisi	Ph	Hr, Sbc	TD	TT	TT
321	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Sidaguri	Pd	Sbc	TD	TT	TT
322	<i>Urena lobata</i> L.	Pulutan	Pd	Sbc	TD	TT	TT
	MELASTOMATAACEAE						
323	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Wato-wato, soroto	Pd	Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
324	<i>Dissochaeta</i> sp.	Rere	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
325	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	Nede-nede, nida-nida	Pd	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
326	<i>Memecylon cf. oleaefolium</i> Baker	Kiwibi	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
327	<i>Memecylon cf. ovatum</i> Sm.	Isuri	Ph	Hr	TD	TT	TT
328	<i>Memecylon edule</i> Roxburgh	Tera-tera	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
MELIACEAE							
329	<i>Aglaia argentea</i> Blume	Suma, tafabu, tafabo	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
330	<i>Aglaia tomentosa</i> Merrill	Tawo, weto, vetau	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
331	<i>Dysoxylum arborescens</i> Miq.	Wasora, mora-mora, mura- mura	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
MENISPERMACEAE							
332	<i>Hypserpa laurina</i> (F. Muell.) Diels	Opegai, tega-tega, enepa	Ln	Hdr-2	TD	TT	TT
333	<i>Stemona tuberosa</i> Lour.	Kate	He	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
334	<i>Tinospora tuberculata</i> (Lamk.) Beumee.	Brotowali	Ln	Hdr-1	TD	TT	TT
MONIMIACEAE							
335	<i>Steghanthera hirsuta</i> (Warb.) Parkinson	Kena, ideh, tepu, kosi	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
336	<i>Steghanthera schumanniana</i> Parkinson	Nipuri	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
MORACEAE							

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
337	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	Sukun hutan	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
338	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.	Aruta, cempedak	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
339	<i>Artocarpus teysmannii</i> Miq.	Adaura	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
340	<i>Ficus benjamina</i> L.	Tanage, ikimuri	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr, Hm	TD	TT	TT
341	<i>Ficus binnendykii</i> (Miq.) Miq.	Akar ara	Ln	Hr	TD	TT	TT
342	<i>Ficus callosa</i> Willd.	Beringin daun besar	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
343	<i>Ficus congesta</i> Roxb.	Yebe	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
344	<i>Ficus elastica</i> Roxburgh ex Hornem	Nepanata	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
345	<i>Ficus fistulosa</i> Reinw. ex Bl.	Wiptatara	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
346	<i>Ficus hirta</i> Vahl.	Sp-20 T1	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
347	<i>Ficus miquelii</i> King	Tewa	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
348	<i>Ficus obscura</i> Bl.	Idona	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
349	<i>Ficus pumila</i> L.	Sapo-sapo, sapara	Ep	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
350	<i>Ficus quercifolia</i> Roxburgh	Pancang-2 T1P10	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
351	<i>Ficus sp.</i>	Pancang-9 T6P2	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
352	<i>Ficus sp.</i>	Benabo	Ph	Hr	Un.	Un.	Un.
353	<i>Ficus sp.</i>	Beringin batu	Ph	Hr	Un.	Un.	Un.
354	<i>Ficus tinctoria</i> Forst. f. subsp. tinctoria	Sp-15 T3	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
355	<i>Ficus variegata</i> Bl.	Koma	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
356	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	Tororo, koma	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Hr, Sbc	TD	TT	TT
357	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	Pohon-1 T2P7	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
358	<i>Prainea papuana</i> Becc.	Pancang-1 T1P9	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
MYRISTICACEAE							
359	<i>Horsfieldia irya</i> (Gaertn.) Warb.	Firoro, nete-nete	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	LC Ver 2.3 (2010)
360	<i>Horsfieldia sp. 1</i>	Firoro, nete-nete	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
361	<i>Myristica cf. lancifolia</i> Merrill	Nate, nesaro	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	VU (2010)
362	<i>Myristica fatua</i> Houtt.	Yah, nota, nepah, wafe	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
363	<i>Myristica globosa</i> Warb.	Sp5-T1P4	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	NT Ver 2.3 (2010)
364	<i>Myristica inutilis</i> Rich. ex A. Gray	Wafe	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	MYRSINACEAE						
365	<i>Conandrium rhynchocarpum</i> (Scheff.) Mez	Sp-5 T2	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
366	<i>Embelia cf. ribes</i> Burm.f.	Poto, wadonaya	Ln	Hdr-2	TD	TT	TT
	MYRTACEAE						
367	<i>Decaspermum bracteatum</i> (Roxb.) A.J. Schott.	Mayatatabo, surimayata	Ph	Hr	TD	TT	TT
368	<i>Eugenia acorantha</i> Diels.	Tupu, wani, pero	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
369	<i>Melaleuca leucadendron</i> (L.) L.	Musuba	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
370	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	Watartesa, senapa, senepa, sapatasa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
371	<i>Syzygium aff. puberulum</i> Merrill & Perry	Sp-2 T3	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
372	<i>Syzygium sp. 1</i>	Wose	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
373	<i>Syzygium sp. 2</i>	Tawa	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
374	<i>Syzygium sp. 3</i>	Sioto-sioto	Ph	Hdr-2, Hdr-3, Hr	Un.	Un.	Un.
375	<i>Syzygium sp. 4</i>	Sioto-sioto	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
376	<i>Syzygium sp. 5</i>	Atoa	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
377	<i>Syzygium sp. 6</i>	Sp-1 T4P7	Ph	Hdr-2, Hdr-3	Un.	Un.	Un.
378	<i>Syzygium sp. 7</i>	Sp-20 T5	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
	NYCTAGYNACEAE						
379	<i>Pisonia longirostris</i> Teijsm. & Binnend.	Neti-netiri, swariga, suwariga	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
	OCHNACEAE						
380	<i>Schurmansia elegans</i> Blume	Tanah	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	OLEACEAE						
381	<i>Chionanthus cuspidata</i> Blume	Kapoe, tetoro	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
382	<i>Chionanthus ramiflorus</i> Roxb.	Naege	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
383	<i>Chionanthus sessiliflorus</i> (Hemd.) Kiew	Yaberata	Pd	Hdr-3	TD	TT	TT
	ONAGRACEAE						
384	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.	Daun panu	Pd	Sbc	TD	TT	TT
	OPILIACEAE						

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
385	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	Sp-1 T1P7	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
PASSIFLORACEAE							
386	<i>Passiflora foetida</i> Linn.	Puterinesa	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
PIPERACEAE							
387	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth.	Sladanan	He	Sbc	TD	TT	TT
388	<i>Piper aduncum</i> L.	Kisiri	Pd	Sbc	TD	TT	TT
389	<i>Piper caninum</i> Bl.	Fotesa kisiri, tofanesa	Ep	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
390	<i>Piper decumanum</i> Aubl.	Kisisiri suri	Ep	Hdr-3	TD	TT	TT
POLYGALACEAE							
391	<i>Polygala paniculata</i> L.	Pipit	Pd	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
PONTEDERIACEAE							
392	<i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	Enceng gondok	He	Sbc	TD	TT	TT
PORTULACEAE							
393	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Krokot	He	Sbc	TD	TT	TT
PROTEACEAE							
394	<i>Helicia</i> sp.	Idetu, kamo, sika, wino	Ph	Hr	Un.	Un.	Un.
RHAMNACEAE							
395	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm. & Binn. ex Kurz.	Siwa, tago	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
	RHIZOPHORACEAE						
396	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	Watura	Ph	Hr	TD	TT	TT
397	<i>Gynotroches axillaris</i> Blume	Sesa	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
398	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	Watora, tonate, wabi-wabi	Ph	Hm	TD	TT	LC Ver 3.1 (2010)
	RUBIACEAE						
399	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	Jabon	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
400	<i>Canthium barbatum</i> Valetton	Kerara	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
401	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	Kaca piring	Pd	Sbc	TD	TT	TT
402	<i>Gardenia taitensis</i> DC.	Kaca piring	Pd	Sbc	TD	TT	TT
403	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.	Lepe-lepe	He	Sbc	TD	TT	TT
404	<i>Ixora apoda</i> Val.	Piya, betate, paya, kiyo, papa	Ph	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
405	<i>Ixora coccinea</i> L.	Paya	Pd	Sbc	TD	TT	TT
406	<i>Ixora kochi</i> Brem.	Wanitabo	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
407	<i>Lasianthus attenuatus</i> Jack	Ipeh	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
408	<i>Lasianthus cyanocarpoides</i> Val.	Sp-T1P4	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
409	<i>Lasianthus densifolius</i> Miq.	Ficus bulu	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
410	<i>Lasianthus oculus-cati</i> Miq.	Teka	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
411	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Gori-gori, nusu	Ph	Hr, Sbc	TD	TT	TT
412	<i>Mussaenda alicia</i> Hort.	Nusa indah	Pd	Sbc	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
413	<i>Myrmecodia sclerophylla</i> Merr. & Perry	Wiyata (Sarang semut)	Ep	Hr	TD	TT	TT
414	<i>Psychotria beaufortiensis</i> Sochmer & Valetton	Napu, nabu	Ph	Hr	TD	TT	TT
415	<i>Psychotria cf. sarmentosa</i> Blume	Teru	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
416	<i>Psychotria sp. 3</i>	Garo	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
417	<i>Ruellia brittoniana</i> Leonard.	Gempur batu	Pd	Sbc	TD	TT	TT
418	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	Ceplikan	He	Sbc	TD	TT	TT
419	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	Sp-T1P4	Pd	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
420	<i>Uncaria glabrata</i> (Bl.) DC.	Tantega	Ln	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
421	<i>Uncaria pedicellata</i> Roxb.	Kafoma kisiri, firiwo kisiri, kafokisiri	Ln	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT
	RUTACEAE						
422	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Jeruk keprok	Pd	Sbc	TD	TT	TT
423	<i>Evodia aromatica</i> Bl.	Cebe	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
424	<i>Evodia elleryana</i> F. & M.	Mateya, matea, kefe	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
425	<i>Flindersia laevis</i> White & Francis	Tiang-1 T3P6	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	VU (2010)
	SAPINDACEAE						
426	<i>Cupaniopsis macropetala</i> Radlk.	Pohon-3 T3P5	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
427	<i>Erioglossum rubiginosum</i> (Roxb.) Bl.	Kora	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
428	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	Tanaso	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
429	<i>Lepisanthes tetraphylla</i> (Vahl) Radlk.	Pancang-1 T5P8	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
430	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambutan	Ph	Sbc	TD	TT	TT
431	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	Wata, matoa	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
SAPOTACEAE							
432	<i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.	Urwa	Ph	Hdr-1, Hdr-3	TD	TT	TT
433	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
434	<i>Palaquium sericeum</i> H.J. Lam	Senau	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
SCROPHULARIACEAE							
435	<i>Brookea tomentosa</i> Benth.	Sp1-T2P9	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
SOLANACEAE							
436	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Cabe rawit	Pd	Sbc	TD	TT	TT
437	<i>Physalis minima</i> L.	Ceplukan	He	Sbc	TD	TT	TT
438	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomat	He	Sbc	TD	TT	TT
439	<i>Solanum melongena</i> L.	Terong ungu	He	Sbc	TD	TT	TT
440	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Terong cepoka	Pd	Sbc	TD	TT	TT
SONNERATIACEAE							
441	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	Sapo	Ph	Hm	TD	TT	TT
442	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Sapo	Ph	Hr	TD	TT	TT
STERCULIACEAE							

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
443	<i>Heritiera littoralis</i> Aiton	Soma-soma, dungun	Ph	Hr	TD	TT	TT
444	<i>Kleinhovia hospita</i> L.	Sp-T1P2	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
445	<i>Pterygota horsfieldi</i>	Betate	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
	THYMELAEACEAE						
446	<i>Aquilaria filaria</i> (Oken.) Merrill	Gaharu	Ph	Hdr-3	TD	App. II	TT
	TILIACEAE						
447	<i>Brownlowia argentata</i> Kurz	Pancang-1 T5P10	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
448	<i>Colona scabra</i> Burret	Pancang-1 T2P1	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
449	<i>Muntingia calabura</i> L.	Kersen	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Sbc	TD	TT	TT
	TYPHACEAE						
450	<i>Typha angustifolia</i> L.	Sp13-Pmk	He	Sbc	TD	TT	TT
	ULMACEAE						
451	<i>Gironniera hirta</i> Planch	Fete, lidai, ware	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
452	<i>Gironniera nervosa</i> Planchon	Ware	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
453	<i>Gironniera sp.</i>	Sp-4 T4P4	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
454	<i>Gironniera subaequalis</i> Planch.	Sobi	Ph	Hdr-2	TD	TT	TT
455	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill	Bera, itiya	Ph	Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
456	<i>Trema cannabina</i> Lour.	Saparo, teo	Ph	Hdr-1, Sbc	TD	TT	TT
457	<i>Trema tomentosa</i> (Roxb.) Hara	Sina kasiri	Ph	Hdr-1, Hdr-3, Sbc	TD	TT	TT
	URTICACEAE						
458	<i>Laportea stimulans</i> Miquel.	Jelatang	Pd	Hdr-1, Hdr-2	TD	TT	TT

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
459	<i>Poikilospermum sp.</i>	Notoro	Ln	Hdr-3, Hr	Un.	Un.	Un.
	VERBENACEAE						
460	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	Weda laut	Ph	Hm	TD	TT	TT
461	<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn.	Futurtage, wetenabu	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
462	<i>Clerodendrum tracyanum</i> (F. Muell.) Benth.	Ketai	Ph	Hdr-3	TD	TT	TT
463	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Jarong	Pd	Sbc	TD	TT	TT
464	<i>Stachytarpheta mutabilis</i> (Jacq.) Vahl.	Jarong	Pd	Hdr-1	TD	TT	TT
465	<i>Teijsmanniodendron sp.</i>	Sotoro	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
466	<i>Vitex trifolia</i> L.	Kiwikiibe	Ph	Hdr-1, Hdr-2, Hdr-3	TD	TT	TT
	VITACEAE						
467	<i>Cayratia rumphiana</i>	Enomo	Ph	Hdr-1	TD	TT	TT
468	<i>Tetrastigma pedunculare</i> (Wall.) Planch.	Kase	Ln	Hdr-1, Hdr-3, Hr	TD	TT	TT
	<b>UNDETERMINATED</b>						
469	<i>Undetermined</i>	Pancang-10 T6P4	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
470	<i>Undetermined</i>	Pancang-13 T6P4	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
471	<i>Undetermined</i>	Pancang-4 T5	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
472	<i>Undetermined</i>	Pancang-7 T6P2	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
473	<i>Undetermined</i>	Sp-1 T5	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
474	<i>Undetermined</i>	Sp-1 T5P1	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
475	<i>Undetermined</i>	Sp-1 T8P2	Ph	Hr	Un.	Un.	Un.
476	<i>Undetermined</i>	Sp-12 T3	Ph	Hdr-2	Un.	Un.	Un.
477	<i>Undetermined</i>	Sp-2 T1P4	Ph	Hdr-1	Un.	Un.	Un.
478	<i>Undetermined</i>	Sp-2 T8P1	Ph	Hr	Un.	Un.	Un.
479	<i>Undetermined</i>	Sp-32 T5	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.
480	<i>Undetermined</i>	Sp-37 T5	Ph	Hdr-3	Un.	Un.	Un.

No	Genus & Spesies	Nama Lokal	Habitus	Habitat	Status Flora		
					PP	CITES	IUCN
481	<i>Undetermined</i>	Sp-6 T3	Ph	Hdr-2	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>
482	<i>Undetermined</i>	Sp-8 T5	Ph	Hdr-3	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>
483	<i>Undetermined</i>	Sp-86 T5	Ph	Hdr-3	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>
484	<i>Undetermined</i>	Tiang-1 T6P1	Ph	Hdr-3	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>	<i>Un.</i>

**Keterangan :**

- *PP = PP No. 7 Tahun 1999*
- *Habitus : Bm= Bambu, Ep= Epifit, He= Herba, Ln= Liana, Pd= Perdu, Ph= Pohon, Pk= Paku, Pl= Palem, Pn= Pandan, Rt= Rotan*
- *Habitat : Hdr-1= Hutan dataran rendah transek 1, Hdr-2= Hutan dataran rendah transek 2, Hdr-3= Hutan dataran rendah transek 3, Hr= Hutan rawa, Hm= Hutan mangrove, Sbc= Sekitar Bescamp*
- *Status Tumbuhan : EN= Genting, VU= Rawan, LR= Resiko lebih rendah, NT= Mendekati terancam, LC= Paling sedikit diperhatikan, D= Dilindungi, TD= Tidak dilindungi, App.= Appendix, TT= Tidak terdaftar, Un.= Undetermined.*

**Tabel 2. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	750	0,2	10	9,09	19,09	0,224
2	Sp1-T2P9	<i>Brookea tomentosa</i> Benth.	750	0,15	10	6,82	16,82	0,208
3	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	500	0,15	6,67	6,82	13,48	0,182
4	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	625	0,1	8,33	4,55	12,88	0,177
5	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	500	0,1	6,67	4,55	11,21	0,162
6	Miyate, wafa	<i>Caryota rumphiana</i> Mast.	375	0,1	5	4,55	9,55	0,145
7	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	375	0,1	5	4,55	9,55	0,145
8	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	250	0,1	3,33	4,55	7,88	0,127
9	Saparo, teo	<i>Trema cannabina</i> Lour.	250	0,1	3,33	4,55	7,88	0,127
10	Sp2-T1P5	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	250	0,1	3,33	4,55	7,88	0,127
11	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	250	0,1	3,33	4,55	7,88	0,127
12	Nipuri	<i>Steghanthera schumanniana</i> Parkinson	375	0,05	5	2,27	7,27	0,121
13	Sp-T1P4	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	250	0,05	3,33	2,27	5,61	0,1
14	Congkok	<i>Livistona</i> sp.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
15	Enau	<i>Arenga pinnata</i> (Wurb.) Merr.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
16	Ewata	<i>Alphonsea</i> sp.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
17	Ipeh	<i>Lasianthus attenuatus</i> Jack	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
18	Jambu hutan	<i>Syzygium</i> sp.1	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
19	Kage	<i>Endospermum moluccanum</i> (T. & B.) Kurz.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
20	Kiwibi	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
21	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
22	Piya, betate, paya, kiyo, papa	<i>Ixora apoda</i> Val.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
23	Pancang-1 T1P9	<i>Prainea papuana</i> Becc.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
24	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
25	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
26	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
27	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
28	Weto	<i>Mangifera cf. longipetiolata</i> King.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
29	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	125	0,05	1,67	2,27	3,94	0,077
<b>Total</b>			<b>7500</b>	<b>2,2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>3,211</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 3. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pancang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
1	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	420	0,5	12,96	9,9	22,86	0,248
2	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	260	0,25	8,02	4,95	12,98	0,177
3	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	180	0,25	5,56	4,95	10,51	0,155
4	Mahang daun besar	<i>Macaranga gigantea</i> (Reichb.f. & Zoll.) Muell. Arg.	180	0,25	5,56	4,95	10,51	0,155
5	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	180	0,25	5,56	4,95	10,51	0,155
6	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	200	0,2	6,17	3,96	10,13	0,151
7	Koma	<i>Ficus variegata</i> Bl.	120	0,25	3,7	4,95	8,65	0,136
8	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	140	0,2	4,32	3,96	8,28	0,132
9	Pancang-1 T1P9	<i>Prairiea papuana</i> Becc.	120	0,15	3,7	2,97	6,67	0,113
10	Saparo, teo	<i>Trema cannabina</i> Lour.	120	0,15	3,7	2,97	6,67	0,113
11	Riba-riba	<i>Dillenia cf. indica</i> Blanco	80	0,2	2,47	3,96	6,43	0,111
12	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	80	0,15	2,47	2,97	5,44	0,098
13	Sp-T1P4	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	80	0,15	2,47	2,97	5,44	0,098
14	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	80	0,15	2,47	2,97	5,44	0,098
15	Weto	<i>Mangifera cf. longipetiolata</i> King.	80	0,15	2,47	2,97	5,44	0,098
16	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	60	0,15	1,85	2,97	4,82	0,09
17	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	80	0,1	2,47	1,98	4,45	0,085
18	Kiwikiibe	<i>Vitex trifolia</i> L.	60	0,1	1,85	1,98	3,83	0,076
19	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm. & Binn. ex Kurz.	60	0,1	1,85	1,98	3,83	0,076
20	Pancang-1 T2P1	<i>Colona scabra</i> Burret	80	0,05	2,47	0,99	3,46	0,07
21	Bintangur daun lebar	<i>Calophyllum persemile</i> P.F. Stevens	40	0,1	1,23	1,98	3,21	0,066
22	Mateya, matea, kefe	<i>Evodia elleryana</i> F. & M.	40	0,1	1,23	1,98	3,21	0,066
23	Pancang-2 T1P10	<i>Ficus quercifolia</i> Roxburgh	40	0,1	1,23	1,98	3,21	0,066
24	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	40	0,1	1,23	1,98	3,21	0,066
25	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	60	0,05	1,85	0,99	2,84	0,06
26	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	40	0,05	1,23	0,99	2,22	0,05
27	Berepa, huru hurumi	<i>Litsea firma</i> Hook.f.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
28	Bintangur daun halus	<i>Calophyllum insularum</i> P.F. Stevens.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
29	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
30	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
31	Wose	<i>Syzygium</i> sp.1	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
32	Kiwibi	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
33	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
34	Pancang-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
35	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
36	Piya, betate, paya, kiyo, papa	<i>Ixora apoda</i> Val.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
37	Sp-T2P10	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
38	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
39	Tafatata	<i>Leea simplicifolia</i> Z. & M.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
40	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
41	Urwa	<i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
42	Wasora, mora-mora, mura-mura	<i>Dysoxylum arborescens</i> Miq.	20	0,05	0,62	0,99	1,61	0,039
<b>Total</b>			<b>3240</b>	<b>5,05</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>3,431</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 4. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan tiang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	60	0,3	0,97	17,91	12,5	19,36	49,77	0,298
2	Koma	<i>Ficus variegata</i> Bl.	35	0,25	0,47	10,45	10,42	9,28	30,15	0,231
3	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	35	0,15	0,61	10,45	6,25	12,08	28,77	0,225
4	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	25	0,2	0,39	7,46	8,33	7,78	23,58	0,2
5	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm. & Binn. ex Kurz.	20	0,2	0,35	5,97	8,33	6,99	21,29	0,188
6	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	30	0,1	0,35	8,96	4,17	6,99	20,11	0,181
7	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	15	0,15	0,23	4,48	6,25	4,49	15,22	0,151
8	Tegabe	<i>Cyathea latebrosa</i> (Wall.) Copel.	15	0,15	0,15	4,48	6,25	2,89	13,62	0,14
9	Bese-bese	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	15	0,1	0,21	4,48	4,17	4,09	12,74	0,134
10	Enomo	<i>Cayratia rumphiana</i>	10	0,1	0,15	2,99	4,17	2,89	10,05	0,114
11	Saparo, teo	<i>Trema cannabina</i> Lour.	10	0,1	0,12	2,99	4,17	2,3	9,45	0,109
12	Tawo, weto, vetau	<i>Aglaiia tomentosa</i> Merrill	10	0,05	0,14	2,99	2,08	2,69	7,76	0,095
13	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	5	0,05	0,13	1,49	2,08	2,5	6,07	0,079
14	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	5	0,05	0,12	1,49	2,08	2,3	5,87	0,077
15	Berepa, huru hurumi	<i>Litsea firma</i> Hook.f.	5	0,05	0,09	1,49	2,08	1,8	5,37	0,072
16	Kibo	<i>Xylopiia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	5	0,05	0,09	1,49	2,08	1,8	5,37	0,072
17	Mahang daun besar	<i>Macaranga gigantea</i> (Reichb.f. & Zoll.) Muell. Arg.	5	0,05	0,09	1,49	2,08	1,8	5,37	0,072
18	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	5	0,05	0,09	1,49	2,08	1,8	5,37	0,072
19	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	5	0,05	0,08	1,49	2,08	1,5	5,07	0,069
20	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	5	0,05	0,07	1,49	2,08	1,3	4,87	0,067
21	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	5	0,05	0,07	1,49	2,08	1,3	4,87	0,067
22	Sp-1 T2P9	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	5	0,05	0,06	1,49	2,08	1,1	4,67	0,065
23	Tiang T2P1	<i>Actinodaphne malaccensis</i> Hook.f	5	0,05	0,05	1,49	2,08	1	4,57	0,064
<b>Total</b>			<b>335</b>	<b>2,4</b>	<b>5,01</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>2,841</b>

Keterangan : **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 5. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pohon di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR	F	FR	D	DR	INP (%)	H'
				(%)		(%)		(%)		
1	Kibo	<i>Xylopia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	19	0,25	2,84	25	14,71	38,45	78,15	0,35
2	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	13	0,2	0,56	16,67	11,76	7,54	35,97	0,254
3	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	5	0,1	0,55	6,67	5,88	7,44	19,98	0,18
4	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.	5	0,15	0,32	6,67	8,82	4,35	19,84	0,18
5	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm.& Binn. ex Kurz.	5	0,15	0,21	6,67	8,82	2,83	18,32	0,171
6	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	4	0,05	0,66	5	2,94	8,98	16,92	0,162
7	Semuel	<i>Terminalia</i> sp.	1	0,05	0,8	1,67	2,94	10,77	15,38	0,152
8	Neti-netiri, swariga, suwariga	<i>Pisonia longirostris</i> Teijsm. & Binnend.	3	0,05	0,41	3,33	2,94	5,57	11,85	0,128
9	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	3	0,1	0,09	3,33	5,88	1,24	10,45	0,117
10	Tabiso	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.	3	0,05	0,16	3,33	2,94	2,17	8,44	0,1
11	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	3	0,05	0,13	3,33	2,94	1,74	8,02	0,097
12	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	3	0,05	0,11	3,33	2,94	1,54	7,82	0,095
13	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.	1	0,05	0,14	1,67	2,94	1,91	6,52	0,083
14	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.	1	0,05	0,1	1,67	2,94	1,36	5,96	0,078
15	Nipuri	<i>Steghanthera schumanniana</i> Parkinson	1	0,05	0,06	1,67	2,94	0,83	5,44	0,073
16	Aruta, cempedak	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,59	5,2	0,07
17	Koma	<i>Ficus variegata</i> Bl.	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,59	5,2	0,07
18	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,53	5,13	0,07
19	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,53	5,13	0,07
20	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,53	5,13	0,07
21	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	1	0,05	0,04	1,67	2,94	0,53	5,13	0,07
<b>Total</b>			<b>75</b>	<b>1,7</b>	<b>7,38</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>2,64</b>

Keterangan : **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

Tabel 6. Indeks nilai penting jenis tumbuhan bawah pada tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Grintingan	<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	6250	0,2	30,12	7,14	37,26	0,313
2	Tesa, wantaro, taa, siropa	<i>Taenitis blechnoides</i> (Willd.) Swartz.	2250	0,25	10,84	8,93	19,77	0,229
3	Nede-nede, nida-nida	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	1875	0,3	9,04	10,71	19,75	0,229
4	Pandan	<i>Pandanus</i> sp.	1000	0,3	4,82	10,71	15,53	0,198
5	Palas duri	<i>Licuala brevicalyx</i> Becc.	1125	0,25	5,42	8,93	14,35	0,189
6	Watora	<i>Nephrolepis falcata</i> (Cav.) C. Chr.	875	0,15	4,22	5,36	9,57	0,145
7	Alang-alang	<i>Imperata cylindrica</i> Beauv.	750	0,15	3,61	5,36	8,97	0,139
8	Jarong	<i>Stachytarpheta mutabilis</i> (Jacq.) Vahl.	1000	0,1	4,82	3,57	8,39	0,133
9	Putri malu	<i>Mimosa pudica</i> L.	1000	0,1	4,82	3,57	8,39	0,133
10	Musuri huruma	<i>Zingiber</i> sp.	500	0,15	2,41	5,36	7,77	0,126
11	Rumput grinting	<i>Digitaria adscendens</i>	750	0,1	3,61	3,57	7,19	0,12
12	Wato-wato, soroto	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	750	0,1	3,61	3,57	7,19	0,12
13	Jatesakere, jatesa, wadora suri	<i>Blechnum orientale</i> L.	500	0,1	2,41	3,57	5,98	0,105
14	Musuri	<i>Alpinia</i> sp.	250	0,1	1,2	3,57	4,78	0,089
15	Pakis-1 T2P2	<i>Sphaerostephanos unitus</i> (L.) Holttum	500	0,05	2,41	1,79	4,2	0,081
16	Batisa, nesanububu	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link.	375	0,05	1,81	1,79	3,59	0,072
17	Pandan kecil	<i>Bromheadia finlaysoniana</i> (Lindl.) Miq.	250	0,05	1,2	1,79	2,99	0,063
18	Anggrek tanah	<i>Spathoglottis plicata</i> Bl.	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
19	Rumput parit	<i>Axonopus compressus</i> (Swartz) Beauv	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
20	Salak hutan	<i>Zalacca blumeana</i> Mart.	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
21	Sp-T1P9	<i>Stachyphrynium borneense</i> Ridley	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
22	Subute	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.) Underwood	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
23	Tempuh wiyang	<i>Emilia sonchifolia</i> (Linn.) DC.	125	0,05	0,6	1,79	2,39	0,053
<b>Total</b>			<b>20750</b>	<b>2,8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>2,801</b>

Keterangan : KR = Kerapatan Relatif; FR = Frekuensi Relatif; INP = Indeks Nilai Penting; H' = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 7. Indeks nilai penting jenis tumbuhan epifit dan liana di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Pipi kisiri, deda	<i>Mikania cordata</i> (Burm.f.) B.L. Robinson	55	0,4	11,43	5,37	16,8	0,208
2	Bunga ternate	<i>Clitoria ternatae</i> L.	68	0,15	14,03	2,01	16,04	0,202
3	Rotan T1P1-1	<i>Calamus aruensis</i> Becc.	29	0,5	5,97	6,71	12,69	0,175
4	Rotan daun halus	<i>Calamus sp. 1</i>	30	0,4	6,23	5,37	11,6	0,165
5	Yesirara	<i>Flagellaria indica</i> L.	30	0,4	6,23	5,37	11,6	0,165
6	Kagetisa daun besar/sedang	<i>Rhaphidophora sylvestris</i> (Bl.) Engl.	25	0,45	5,19	6,04	11,24	0,162
7	Tantega	<i>Uncaria glabrata</i> (Bl.) DC.	21	0,45	4,42	6,04	10,46	0,154
8	Akar pulau	<i>Alstonia sp.</i>	24	0,35	4,94	4,7	9,63	0,146
9	Yo	<i>Smilax glauca</i> Mart.	16	0,4	3,38	5,37	8,75	0,137
10	Kagetisa daun kecil	<i>Pothos falcifolius</i> Engl. & K. Krause	19	0,35	3,9	4,7	8,59	0,135
11	Keyabona-1, keyamuh, tanaresa	<i>Merremia peltata</i> Merr.	14	0,3	2,86	4,03	6,88	0,116
12	Muki	<i>Freycinetia graminea</i> Bl.	16	0,25	3,38	3,36	6,73	0,114
13	Puterinesa	<i>Passiflora foetida</i> Linn.	20	0,15	4,16	2,01	6,17	0,107
14	Pandan rambat	<i>Pandanus sp.</i>	9	0,25	1,82	3,36	5,17	0,095
15	Kafeta, somasio, takuri	<i>Entada phaseoloides</i> (L.) Merr.	11	0,2	2,34	2,68	5,02	0,093
16	Rotan-6 T1P6	<i>Korthalsia brassii</i> Burret	6	0,25	1,3	3,36	4,65	0,088
17	Wantaronisa, paku-paku	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	10	0,15	2,08	2,01	4,09	0,08
18	Rotan-3 T1P3	<i>Korthalsia zippelii</i> Bl.	9	0,15	1,82	2,01	3,83	0,076
19	Tewa	<i>Ficus miquelii</i> King	5	0,2	1,04	2,68	3,72	0,074
20	Terari	<i>Centrosema pubescens</i> Bth.	11	0,05	2,34	0,67	3,01	0,063
21	Kate	<i>Stemona tuberosa</i> Lour.	4	0,15	0,78	2,01	2,79	0,06
22	Rere	<i>Dissochaeta sp.</i>	4	0,15	0,78	2,01	2,79	0,06
23	Rotan-5 T1P4	<i>Calamus heteracanthus</i> Zipp.	4	0,15	0,78	2,01	2,79	0,06
24	Anggrek hijau	<i>Vittaria suberosa</i> Christ.	5	0,1	1,04	1,34	2,38	0,053
25	Afata	<i>Claoxylon capilipes</i> Airy Shaw	4	0,1	0,78	1,34	2,12	0,048
26	Fotesa kisiri, tofanesa	<i>Piper caninum</i> Bl.	3	0,1	0,52	1,34	1,86	0,044
27	Wadatene	<i>Asplenium nidus</i> L.	3	0,1	0,52	1,34	1,86	0,044

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
28	Sp2-T2P9	<i>Hugonia jenkinsii</i> F. Muell.	3	0,1	0,52	1,34	1,86	0,044
29	Tifere	<i>Lycopodium phlegmeria</i> Roth.	5	0,05	1,04	0,67	1,71	0,041
30	Wadatene	<i>Lecanopteris carnosa</i> (Reinw.) Bl.	4	0,05	0,78	0,67	1,45	0,036
31	Rotan-7 T1P10	<i>Calamus sp. 2</i>	3	0,05	0,52	0,67	1,19	0,031
32	Rotan-7 T2P8	<i>Calamus sp. 3</i>	3	0,05	0,52	0,67	1,19	0,031
33	Anggrek kuning	<i>Grammatophyllum speciosum</i> Bl.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
34	Brotowali	<i>Tinospora tuberculata</i> (Lamk.) Beumee.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
35	Kase	<i>Tetrastigma pedunculare</i> (Wall.) Planch.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
36	Kawaiki	<i>Gnetum cuspidatum</i> Bl.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
37	Nesaenage	<i>Tetracera nordtiana</i> F. Muell.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
38	Sapo-sapo, sapara	<i>Ficus pumila</i> L.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
39	Sipu	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
40	Sp-T2P7	<i>Psychotria sarmentosa</i> Blume	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
41	Tantega huruma	<i>Dalbergia candenatensis</i> (Dennst.) Prain	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
42	Teru	<i>Psychotria cf. sarmentosa</i> Blume	1	0,05	0,26	0,67	0,93	0,025
<b>Total</b>			<b>481</b>	<b>7,45</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>3,352</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

Tabel 8. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	1750	0,15	13,46	5,45	18,92	0,223
2	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	1500	0,2	11,54	7,27	18,81	0,222
3	Mateya, matea, kefe	<i>Evodia elleryana</i> F. & M.	750	0,25	5,77	9,09	14,86	0,193
4	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	1125	0,1	8,65	3,64	12,29	0,171
5	Wena	<i>Xylopia malayana</i> Hook.f. & Thoms.	1125	0,05	8,65	1,82	10,47	0,154
6	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	500	0,15	3,85	5,45	9,3	0,143
7	Bintangur daun halus	<i>Calophyllum insularum</i> P.F. Stevens.	375	0,15	2,88	5,45	8,34	0,132
8	Sp1-T2P9	<i>Brookea tomentosa</i> Benth.	500	0,1	3,85	3,64	7,48	0,123
9	Damar	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	375	0,1	2,88	3,64	6,52	0,112
10	Kise, roro, asu, yotoh, kumi	<i>Aporosa</i> sp. 1	375	0,1	2,88	3,64	6,52	0,112
11	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	375	0,1	2,88	3,64	6,52	0,112
12	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	375	0,1	2,88	3,64	6,52	0,112
13	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	500	0,05	3,85	1,82	5,66	0,101
14	Aroro, mueti	<i>Popowia</i> sp. 2	250	0,1	1,92	3,64	5,56	0,1
15	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	250	0,1	1,92	3,64	5,56	0,1
16	Sp-T1P4	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	250	0,1	1,92	3,64	5,56	0,1
17	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	250	0,1	1,92	3,64	5,56	0,1
18	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	250	0,05	1,92	1,82	3,74	0,074
19	Sira, tapo-tapo, siwi, enehu	<i>Garcinia parvifolia</i> Miq.	250	0,05	1,92	1,82	3,74	0,074
20	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevicarpa</i> White & Francis	250	0,05	1,92	1,82	3,74	0,074
21	Yebe	<i>Ficus congesta</i> Roxb.	250	0,05	1,92	1,82	3,74	0,074
22	Afo, watara, watera, watora	<i>Macaranga mappa</i> Muell. Arg.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
23	Garo	<i>Psychotria</i> sp. 3	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
24	Kayu minyak	<i>Goniothalamus cauliflorus</i> K. Sch.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
25	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
26	Mahang daun lonjong	<i>Macaranga</i> sp.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
27	Naepato	<i>Archidendron macrophylla</i>	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
28	Piya, betate, paya, kiyo, papa	<i>Ixora apoda</i> Val.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
29	Wasora, mora-mora, mura-mura	<i>Dysoxylum arborescens</i> Miq.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
30	Winoh	<i>Blumeodendron kurzii</i> (Hook.f.) J.J. Sm.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
31	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
32	Yebi-yebi	<i>Gonystylus macrophyllus</i> (Miq.) Airy Shaw	125	0,05	0,96	1,82	2,78	0,059
<b>Total</b>			<b>13000</b>	<b>2,75</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>3,26</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 9. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pancang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
1	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	560	0,3	12,79	6,19	18,97	0,223
2	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	420	0,35	9,59	7,22	16,81	0,208
3	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	200	0,35	4,57	7,22	11,78	0,167
4	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	240	0,25	5,48	5,15	10,63	0,156
5	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	260	0,2	5,94	4,12	10,06	0,15
6	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	200	0,2	4,57	4,12	8,69	0,136
7	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	200	0,1	4,57	2,06	6,63	0,113
8	Damar	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	160	0,1	3,65	2,06	5,71	0,102
9	Fine	<i>Camposperma montana</i> Laut.	100	0,15	2,28	3,09	5,38	0,097
10	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	140	0,1	3,2	2,06	5,26	0,096
11	Pancang-1 T1P9	<i>Prainea papuana</i> Becc.	80	0,15	1,83	3,09	4,92	0,091
12	Sp-T1P4	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	80	0,15	1,83	3,09	4,92	0,091
13	Sobi	<i>Girtoniera subaequalis</i> Planch.	120	0,1	2,74	2,06	4,8	0,09
14	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	60	0,15	1,37	3,09	4,46	0,085
15	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	100	0,1	2,28	2,06	4,34	0,083
16	Kerara	<i>Canthium barbatum</i> Valetton	60	0,1	1,37	2,06	3,43	0,07
17	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	60	0,1	1,37	2,06	3,43	0,07
18	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	60	0,1	1,37	2,06	3,43	0,07
19	Sp-5 T1	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	100	0,05	2,28	1,03	3,31	0,068
20	Yebi-yebi	<i>Gonystylus macrophyllus</i> (Miq.) Airy Shaw	100	0,05	2,28	1,03	3,31	0,068
21	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	40	0,1	0,91	2,06	2,98	0,063
22	Piya, betate, paya, kiyo, papa	<i>Ixora apoda</i> Val.	40	0,1	0,91	2,06	2,98	0,063
23	Aroro, mueti	<i>Popowia</i> sp. 2	80	0,05	1,83	1,03	2,86	0,061
24	Kena, ideh, tepu, kosi	<i>Stegathera hirsuta</i> (Warb.) Parkinson	80	0,05	1,83	1,03	2,86	0,061
25	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	60	0,05	1,37	1,03	2,4	0,053
26	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	60	0,05	1,37	1,03	2,4	0,053
27	Wena	<i>Xylopiya malayana</i> Hook.f. & Thoms.	60	0,05	1,37	1,03	2,4	0,053
28	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
29	Mateya, matea, kefe	<i>Evodia elleryana</i> F. & M.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
30	Naepato	<i>Archidendron macrophylla</i>	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
31	Pancang-1 T3P7	<i>Pseuduvaria</i> sp.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
32	Pohon-2 T3P8	<i>Callicarpa longifolia</i> Lam.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
33	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevis</i> White & Francis	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
34	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
35	Yah, nota, nepah, wafe	<i>Myristica fatua</i> Houtt.	40	0,05	0,91	1,03	1,94	0,045
36	Ware	<i>Girardinia nervosa</i> Planchon	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
37	Afo, watara, watera, watora	<i>Macaranga mappa</i> Muell. Arg.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
38	Anu	<i>Garcinia celebica</i> L.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
39	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
40	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
41	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
42	Kayu minyak	<i>Goniothalamus cauliflorus</i> K. Sch.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
43	Lingguah hutan	<i>Galearia celebica</i> Koorders	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
44	Mahang daun lonjong	<i>Macaranga</i> sp.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
45	Pohon-3 T3P8	<i>Pericopsis mooniana</i>	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
46	Sirawo	<i>Buchanania arborescens</i> (Bl.) Bl.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
47	Sudu, sabeta, nege, sopoi-sopoi, pue-pue, kagonosa, dora, norara	<i>Mallotus penangensis</i> Muell. Arg.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
48	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
49	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
50	Wose	<i>Syzygium</i> sp.1	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
51	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
52	Yebe	<i>Ficus congesta</i> Roxb.	20	0,05	0,46	1,03	1,49	0,036
<b>Total</b>			<b>4380</b>	<b>4,85</b>	<b>100,05</b>	<b>99,94</b>	<b>200</b>	<b>3,613</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 10. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan tiang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Damar	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	40	0,2	0,64	12,31	8,33	12,31	32,95	0,243
2	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	20	0,2	0,4	6,15	8,33	7,66	22,14	0,192
3	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	25	0,15	0,33	7,69	6,25	6,4	20,34	0,182
4	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	15	0,1	0,32	4,62	4,17	6,2	14,98	0,15
5	Kiwibi	<i>Memecylon cf. oleaefolium</i> Baker	20	0,05	0,31	6,15	2,08	5,91	14,15	0,144
6	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm. & Binn. ex Kurz.	15	0,1	0,27	4,62	4,17	5,14	13,92	0,142
7	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	10	0,1	0,24	3,08	4,17	4,65	11,89	0,128
8	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	10	0,1	0,18	3,08	4,17	3,39	10,64	0,118
9	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	10	0,1	0,13	3,08	4,17	2,42	9,67	0,111
10	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	10	0,1	0,1	3,08	4,17	1,84	9,08	0,106
11	Kise, roro, asu, yotoh, kumi	<i>Aporosa sp. 1</i>	10	0,05	0,17	3,08	2,08	3,2	8,36	0,1
12	Yebi-yebi	<i>Gonystylus macrophyllus</i> (Miq.) Airy Shaw	10	0,05	0,16	3,08	2,08	3,1	8,26	0,099
13	Tiang-1 T3P8	<i>Claoxylon sp.</i>	10	0,05	0,15	3,08	2,08	2,81	7,97	0,096
14	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	10	0,05	0,12	3,08	2,08	2,23	7,39	0,091
15	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	10	0,05	0,11	3,08	2,08	2,03	7,2	0,089
16	Sp-5 T1	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	10	0,05	0,11	3,08	2,08	2,03	7,2	0,089
17	Sobi	<i>Gironniera subaequalis</i> Planch.	5	0,05	0,14	1,54	2,08	2,71	6,33	0,081
18	Wena	<i>Xylopia malayana</i> Hook.f. & Thoms.	5	0,05	0,13	1,54	2,08	2,42	6,04	0,079
19	Wose	<i>Syzygium sp.1</i>	5	0,05	0,13	1,54	2,08	2,42	6,04	0,079
20	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	5	0,05	0,1	1,54	2,08	1,94	5,56	0,074
21	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.	5	0,05	0,1	1,54	2,08	1,94	5,56	0,074
22	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevicarpa</i> White & Francis	5	0,05	0,1	1,54	2,08	1,94	5,56	0,074
23	Nesa, nubu, ketekisiri	<i>Diospyros buxifolia</i> Hiern.	5	0,05	0,09	1,54	2,08	1,74	5,37	0,072
24	Watartesa, senapa, senapa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	5	0,05	0,09	1,54	2,08	1,74	5,37	0,072
25	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	5	0,05	0,09	1,54	2,08	1,74	5,37	0,072

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
26	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	5	0,05	0,08	1,54	2,08	1,45	5,08	0,069
27	Kibo	<i>Xylopia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	5	0,05	0,07	1,54	2,08	1,26	4,88	0,067
28	Tabiso	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.	5	0,05	0,07	1,54	2,08	1,26	4,88	0,067
29	Fine	<i>Camptosperma montana</i> Laut.	5	0,05	0,06	1,54	2,08	1,07	4,69	0,065
30	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	5	0,05	0,06	1,54	2,08	1,07	4,69	0,065
31	Pohon-3 T3P5	<i>Cupaniopsis macropetala</i> Radlk.	5	0,05	0,06	1,54	2,08	1,07	4,69	0,065
32	Linguah hutan	<i>Galearia celebica</i> Koorders	5	0,05	0,05	1,54	2,08	0,97	4,59	0,064
33	Bera, itiya	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill	5	0,05	0,05	1,54	2,08	0,97	4,59	0,064
34	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	5	0,05	0,05	1,54	2,08	0,97	4,59	0,064
<b>Total</b>			<b>325</b>	<b>2,4</b>	<b>5,16</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>3,348</b>

Keterangan : **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 11. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pohon di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	29	0,3	5,6	15,75	7,32	16,33	39,4	0,267
2	Damar	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	29	0,35	3,83	15,75	8,54	11,16	35,45	0,252
3	Kibo	<i>Xylopi caudata</i> Hook.f. & Thoms.	14	0,25	5,28	7,53	6,1	15,38	29,01	0,226
4	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.	8	0,3	3,6	4,11	7,32	10,5	21,92	0,191
5	Kayu minyak	<i>Goniothalamus cauliflorus</i> K. Sch.	10	0,2	1,95	5,48	4,88	5,67	16,03	0,157
6	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	9	0,2	0,44	4,79	4,88	1,29	10,97	0,121
7	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	6	0,15	1,08	3,42	3,66	3,14	10,22	0,115
8	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	5	0,15	1,1	2,74	3,66	3,2	9,6	0,11
9	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	4	0,15	1,2	2,05	3,66	3,49	9,2	0,107
10	Pohon-1 T4P6	<i>Cratoxylon arborescens</i> Bl.	5	0,1	0,98	2,74	2,44	2,85	8,02	0,097
11	Fine	<i>Camposperma montana</i> Laut.	5	0,1	0,65	2,74	2,44	1,91	7,08	0,088
12	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	5	0,1	0,64	2,74	2,44	1,86	7,04	0,088
13	Teka	<i>Lasianthus oculus-cati</i> Miq.	5	0,05	0,8	2,74	1,22	2,34	6,3	0,081
14	Pohon-3 T3P5	<i>Cupaniopsis macropetala</i> Radlk.	1	0,05	1,41	0,68	1,22	4,12	6,03	0,078
15	Sobi	<i>Gironniera subaequalis</i> Planch.	3	0,1	0,56	1,37	2,44	1,63	5,44	0,073
16	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	4	0,1	0,26	2,05	2,44	0,77	5,26	0,071
17	Pohon-1 T3P4	<i>Glochidion novoguineense</i> K. Sch.	4	0,05	0,46	2,05	1,22	1,33	4,61	0,064
18	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	3	0,1	0,2	1,37	2,44	0,58	4,38	0,062
19	Nate, nesaro	<i>Myristica cf. lancifolia</i> Merrill	3	0,1	0,19	1,37	2,44	0,55	4,36	0,061
20	Pancang-1 T1P9	<i>Prairiea papuana</i> Becc.	3	0,1	0,18	1,37	2,44	0,53	4,34	0,061
21	Tabiso	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.	3	0,1	0,12	1,37	2,44	0,34	4,15	0,059
22	Sira, tapo-tapo, siwi, enehu	<i>Garcinia parvifolia</i> Miq.	3	0,1	0,11	1,37	2,44	0,32	4,13	0,059
23	Nibung	<i>Oncosperma filamentosum</i> Bl.	3	0,1	0,1	1,37	2,44	0,29	4,1	0,059
24	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	3	0,05	0,5	1,37	1,22	1,46	4,05	0,058
25	Pohon-2 T3P1	<i>Erythrospermum candidum</i> (Becc.) Becc.	1	0,05	0,63	0,68	1,22	1,83	3,74	0,055
26	Lingguah hutan	<i>Galearia celebica</i> Koorders	1	0,05	0,55	0,68	1,22	1,61	3,52	0,052

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
27	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevis</i> White & Francis	1	0,05	0,42	0,68	1,22	1,21	3,11	0,047
28	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	3	0,05	0,14	1,37	1,22	0,42	3,01	0,046
29	Sesa	<i>Gynotroches axillaris</i> Blume	1	0,05	0,35	0,68	1,22	1,03	2,94	0,045
30	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	3	0,05	0,12	1,37	1,22	0,35	2,94	0,045
31	Pohon-2 T3P8	<i>Callicarpa longifolia</i> Lam.	1	0,05	0,18	0,68	1,22	0,53	2,43	0,039
32	Sp5-T1P4	<i>Myristica globosa</i> Warb.	1	0,05	0,13	0,68	1,22	0,37	2,28	0,037
33	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	1	0,05	0,12	0,68	1,22	0,35	2,25	0,037
34	Kiriya	<i>Haplolobus floribundus</i> (K. Schum.) H.J. Lam	1	0,05	0,08	0,68	1,22	0,24	2,14	0,035
35	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	1	0,05	0,08	0,68	1,22	0,23	2,13	0,035
36	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	1	0,05	0,08	0,68	1,22	0,23	2,13	0,035
37	Pohon-3 T3P8	<i>Pericopsis mooniana</i>	1	0,05	0,07	0,68	1,22	0,19	2,1	0,035
38	Tiang T2P1	<i>Actinodaphne malaccensis</i> Hook.f	1	0,05	0,07	0,68	1,22	0,19	2,1	0,035
39	Sp-5 T1	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	1	0,05	0,06	0,68	1,22	0,18	2,08	0,035
<b>Jumlah</b>			<b>183</b>	<b>4,1</b>	<b>34,3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>3,219</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

Tabel 12. Indeks nilai penting jenis tumbuhan bawah pada tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Tesa, wantaro, taa, siropa	<i>Taenitis blechnoides</i> (Willd.) Swartz.	3000	0,45	23,76	17,65	41,41	0,326
2	Nede-nede, nida-nida	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	1625	0,35	12,87	13,73	26,6	0,268
3	Safe nate	<i>Licuala brevicalyx</i> Becc.	750	0,3	5,94	11,76	17,71	0,215
4	Palem daun halus	<i>Gulubia costata</i> (Becc.) Becc.	1125	0,2	8,91	7,84	16,75	0,208
5	Pandan kecil	<i>Bromheadia finlaysonianana</i> (Lindl.) Miq.	750	0,2	5,94	7,84	13,78	0,184
6	Batisa, nesanububu	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link.	1000	0,1	7,92	3,92	11,84	0,167
7	Watora	<i>Nephrolepis falcata</i> (Cav.) C. Chr.	875	0,1	6,93	3,92	10,85	0,158
8	Pandan	<i>Pandanus sp. 1</i>	375	0,15	2,97	5,88	8,85	0,138
9	Kerawai	<i>Blumea arfakiana</i> Martelli	500	0,1	3,96	3,92	7,88	0,127
10	Kafefeni	<i>Bolbitis hetroclita</i> (Presl.) Ching	375	0,1	2,97	3,92	6,89	0,116
11	Nufuria	<i>Schizaea dichotoma</i> (L.) Sm.	375	0,1	2,97	3,92	6,89	0,116
12	Wantoro, wantaro	<i>Lindsaea scandens</i> Hook.f.	375	0,1	2,97	3,92	6,89	0,116
13	Alang-alang	<i>Imperata cylindrica</i> Beauv.	375	0,05	2,97	1,96	4,93	0,091
14	Rotan-3 T1P3	<i>Korthalsia zippelii</i> Bl.	375	0,05	2,97	1,96	4,93	0,091
15	Jatesakere, jatesa, wadora suri	<i>Blechnum orientale</i> L.	250	0,05	1,98	1,96	3,94	0,077
16	Kifiri	<i>Costus speciosus</i> (Koenig) Smith	250	0,05	1,98	1,96	3,94	0,077
17	Grintingan	<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	125	0,05	0,99	1,96	2,95	0,062
18	Musuri huruma	<i>Zingiber sp.</i>	125	0,05	0,99	1,96	2,95	0,062
<b>Total</b>			<b>12625</b>	<b>2,55</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>2,602</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 13. Indeks nilai penting jenis tumbuhan epifit dan liana di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Kagetisa daun besar/sedang	<i>Rhaphidophora sylvestris</i> (Bl.) Engl.	74	0,7	16,81	10,29	27,1	0,271
2	Muki	<i>Freycinetia graminea</i> Bl.	44	0,55	9,97	8,09	18,06	0,217
3	Rotan T1P1-1	<i>Calamus aruensis</i> Becc.	34	0,6	7,69	8,82	16,52	0,206
4	Yesirara	<i>Flagellaria indica</i> L.	29	0,5	6,55	7,35	13,91	0,185
5	Kafeta, somasio, takuri	<i>Entada phaseoloides</i> (L.) Merr.	24	0,55	5,41	8,09	13,5	0,182
6	Tantega	<i>Uncaria glabrata</i> (Bl.) DC.	33	0,35	7,41	5,15	12,55	0,174
7	Wantaronisa, paku-paku	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	21	0,4	4,84	5,88	10,73	0,157
8	Akar pulai	<i>Alstonia sp.</i>	20	0,4	4,56	5,88	10,44	0,154
9	Sapo-sapo, sapara	<i>Ficus pumila</i> L.	23	0,35	5,13	5,15	10,28	0,153
10	Wadatene	<i>Lecanopteris carnosa</i> (Reinw.) Bl.	28	0,2	6,27	2,94	9,21	0,142
11	Pandan rambat	<i>Pandanus sp.</i>	15	0,35	3,42	5,15	8,57	0,135
12	Pipi kisiri, deda	<i>Mikania cordata</i> (Burm.f.) B.L. Robinson	24	0,2	5,41	2,94	8,35	0,133
13	Kagetisa daun kecil	<i>Pothos falcifolius</i> Engl. & K. Krause	14	0,25	3,13	3,68	6,81	0,115
14	Yo	<i>Smilax glauca</i> Mart.	11	0,2	2,56	2,94	5,51	0,099
15	Wadatene	<i>Asplenium nidus</i> L.	9	0,2	1,99	2,94	4,94	0,091
16	Tewa	<i>Ficus miquelii</i> King	4	0,15	0,85	2,21	3,06	0,064
17	Rotan daun halus	<i>Calamus sp. 1</i>	6	0,1	1,42	1,47	2,9	0,061
18	Keyabona-1, keyamuh, tanaresa	<i>Merremia peltata</i> Merr.	5	0,1	1,14	1,47	2,61	0,057
19	Sp-T2P7	<i>Psychotria sarmentosa</i> Blume	5	0,1	1,14	1,47	2,61	0,057
20	Kate	<i>Stemona tuberosa</i> Lour.	4	0,1	0,85	1,47	2,33	0,052
21	Anggrek hijau	<i>Vittaria suberosa</i> Christ.	3	0,1	0,57	1,47	2,04	0,047
22	Fato, ketu-ketu	<i>Rhaphidophora sp.</i>	3	0,1	0,57	1,47	2,04	0,047
23	Fotesa kisiri, tofanesa	<i>Piper caninum</i> Bl.	4	0,05	0,85	0,74	1,59	0,038
24	Nesaenage	<i>Tetracera nordtiana</i> F. Muell.	3	0,05	0,57	0,74	1,31	0,033
25	Kihuninea, kisaro	<i>Dischidia sp.</i>	1	0,05	0,28	0,74	1,02	0,027
26	Rere	<i>Dissochaeta sp.</i>	1	0,05	0,28	0,74	1,02	0,027
27	Takuri, fegeta	<i>Caesalpinia crista</i> L.	1	0,05	0,28	0,74	1,02	0,027
<b>Total</b>			<b>439</b>	<b>6,8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>2,949</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 14. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
1	Palem daun halus	<i>Gulubia costata</i> (Becc.) Becc.	2333	0,33	14,43	8,47	22,91	0,248
2	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	1000	0,33	6,19	8,47	14,66	0,192
3	Sp-1 T1P7	<i>Champerea manillana</i> (Bl.) Merrill	1167	0,27	7,22	6,78	14	0,186
4	Watartesa, senapa, senepa, sapatesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	1000	0,2	6,19	5,08	11,27	0,162
5	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	833	0,2	5,15	5,08	10,24	0,152
6	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	667	0,2	4,12	5,08	9,21	0,142
7	Sp-30 T3	<i>Garcinia cf. maluensis</i> Laut.	833	0,13	5,15	3,39	8,54	0,135
8	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	500	0,2	3,09	5,08	8,18	0,131
9	Sp1-T2P9	<i>Brookea tomentosa</i> Benth.	833	0,07	5,15	1,69	6,85	0,116
10	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	500	0,13	3,09	3,39	6,48	0,111
11	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	667	0,07	4,12	1,69	5,82	0,103
12	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	333	0,13	2,06	3,39	5,45	0,098
13	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	333	0,13	2,06	3,39	5,45	0,098
14	Pancang-1 T5P8	<i>Lepisanthes tetraphylla</i> (Vahl) Radlk.	500	0,07	3,09	1,69	4,79	0,089
15	Sira, tapo-tapo, siwi, enehu	<i>Garcinia parvifolia</i> Miq.	500	0,07	3,09	1,69	4,79	0,089
16	Pancang-1 T1P9	<i>Prainea papuana</i> Becc.	333	0,07	2,06	1,69	3,76	0,075
17	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	333	0,07	2,06	1,69	3,76	0,075
18	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	333	0,07	2,06	1,69	3,76	0,075
19	Wafe	<i>Myristica inutilis</i> Rich. ex A. Gray	333	0,07	2,06	1,69	3,76	0,075
20	Fine	<i>Camptosperma montana</i> Laut.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
21	Kenawa, surupa	<i>Macaranga tessellata</i> Gage	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
22	Ketai	<i>Clerodendrum tracyanum</i> (F. Muell.) Benth.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
23	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
24	Nate, nesaro	<i>Myristica cf. lancifolia</i> Merrill	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
25	Pohon-2 T3P1	<i>Erythrospermum candidum</i> (Becc.) Becc.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
26	Pohon-3 T3P5	<i>Cupaniopsis macropetala</i> Radlk.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
27	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
28	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan	Frekuensi	KR	FR	INP	H'
			(ind./ha)		(%)	(%)	(%)	
29	Sp1-T3	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
30	Sp1-T6P1	<i>Syzygium sp. 4</i>	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
31	Sp-33 T3	<i>Alchornea rugosa</i> (Lour.) Muell. Arg.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
32	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevicarpa</i> White & Francis	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
33	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
34	Wakore	<i>Santiria laevigata</i>	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
35	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
36	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	167	0,07	1,03	1,69	2,73	0,059
<b>Total</b>			<b>16167</b>	<b>3,93</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>3,346</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

Tabel 15. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pancang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
1	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	267	0,33	4,81	3,97	8,78	0,137
2	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	187	0,4	3,37	4,76	8,13	0,13
3	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	293	0,2	5,29	2,38	7,67	0,125
4	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	240	0,27	4,33	3,17	7,5	0,123
5	Senau	<i>Palaquium sericeum</i> H.J. Lam	213	0,27	3,85	3,17	7,02	0,118
6	Sp-15 T3	<i>Ficus tinctoria</i> Forst. f. subsp. tinctoria	240	0,2	4,33	2,38	6,71	0,114
7	Witai, weto	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	187	0,27	3,37	3,17	6,54	0,112
8	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	160	0,27	2,88	3,17	6,06	0,106
9	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	213	0,13	3,85	1,59	5,43	0,098
10	Kopi hutan	<i>Tricalysia singularis</i> Korth.	107	0,27	1,92	3,17	5,1	0,094
11	Pohon-2 T3P8	<i>Callicarpa longifolia</i> Lam.	133	0,2	2,4	2,38	4,78	0,089
12	Pancang-9 T6P2	<i>Ficus sp.</i>	160	0,13	2,88	1,59	4,47	0,085
13	Pancang-1 T5P10	<i>Brownlowia argentata</i> Kurz	107	0,2	1,92	2,38	4,3	0,083
14	Sp-30 T3	<i>Garcinia cf. maluensis</i> Laut.	107	0,2	1,92	2,38	4,3	0,083
15	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	107	0,2	1,92	2,38	4,3	0,083
16	Pancang-1 T5P8	<i>Lepisanthes tetraphylla</i> (Vahl) Radlk.	133	0,13	2,4	1,59	3,99	0,078
17	Sp1-T3	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	107	0,13	1,92	1,59	3,51	0,071
18	Tise, tuda, kapao	<i>Aporosa cf. elmeri</i> Merr.	107	0,13	1,92	1,59	3,51	0,071
19	Tiang-1 T3P8	<i>Claoxylon sp.</i>	80	0,13	1,44	1,59	3,03	0,063
20	Firoro, nete-nete	<i>Horsfieldia irya</i> (Gaertn.) Warb.	80	0,13	1,44	1,59	3,03	0,063
21	Kiwibi	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	80	0,13	1,44	1,59	3,03	0,063
22	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.	80	0,13	1,44	1,59	3,03	0,063
23	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	107	0,07	1,92	0,79	2,72	0,058
24	Katoto	<i>Cryptocarya sp. 3</i>	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
25	Kisawe, kisawai, sawi	<i>Pleomele angustifolia</i> (Roxb.) N.E. Br.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
26	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
27	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
28	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
29	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
30	Tawo, weto, vetau	<i>Aglaiia tomentosa</i> Merrill	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
31	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevicarpa</i> White & Francis	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
32	Yebere	<i>Cryptocarya cagayanensis</i> Merr.	53	0,13	0,96	1,59	2,55	0,056
33	Kenawa, surupa	<i>Macaranga tessellata</i> Gage	80	0,07	1,44	0,79	2,24	0,05
34	Kewebenesa	<i>Maniltoa schefferi</i> K. Schum.	80	0,07	1,44	0,79	2,24	0,05
35	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	80	0,07	1,44	0,79	2,24	0,05
36	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	80	0,07	1,44	0,79	2,24	0,05
37	Anu	<i>Galearia celebica</i> Koorders	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
38	Bera, itiya	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
39	Bintangur daun lebar	<i>Calophyllum persemile</i> P.F. Stevens	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
40	Kise, roro, asu, yotoh, kumi	<i>Aporosa</i> sp. 1	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
41	Pancang-1 T1P9	<i>Prairiea papuana</i> Becc.	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
42	Pancang-4 T5P9	<i>Syzygium</i> sp. 2	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
43	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
44	Sp-2 T4P4	<i>Macaranga conifera</i> Muell. Arg.	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
45	Sp-41 T1	<i>Ficus elastica</i> Roxburgh ex Hornem.	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
46	Sp-T1P4	<i>Lasianthus cyanocarpoides</i> Val.	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
47	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	53	0,07	0,96	0,79	1,76	0,042
48	Ewata	<i>Alphonsea</i> sp.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
49	Fete	<i>Medusanthera</i> sp.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
50	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
51	Ipeh	<i>Lasianthus attenuatus</i> Jack, or aff.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
52	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
53	Kobe	<i>Cryptocarya</i> cf. <i>strictifolia</i> Kosterm.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
54	Mapuge, maruge	<i>Archidendron clypearia</i> (Jack) Nielsen	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
55	Masoi	<i>Koordersiodendron pinnatum</i> (Blanco) Merrill	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
56	Nate, nesaro	<i>Myristica</i> cf. <i>lancifolia</i> Merrill	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
57	Pancang-10 T6P4	<i>Undetermined</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
58	Pancang-12 T5P10	<i>Conandrium rhynchocarpum</i> (Scheff.) Mez	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
59	Pancang-13 T6P4	<i>Undetermined</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
60	Pancang-2 T5P10	<i>Syzygium sp. 6</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
61	Pancang-2 T5P5	<i>Syzygium sp. 5</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
62	Pancang-5 T5P8	<i>Camnosperma cf. brevipetiolata</i> Volk.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
63	Pancang-7 T6P2	<i>Undetermined</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
64	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
65	Pohon-3 T3P8	<i>Pericopsis mooniana</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
66	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
67	Tera-tera	<i>Memecylon edule</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
68	Tiang-1 T3P8	<i>Claoxylon sp.</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
69	Wafe	<i>Myristica inutilis</i> Rich. ex A. Gray	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
70	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
71	Wano	<i>Cryptocarya mentek</i> Blume ex Nees	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
72	Wose	<i>Syzygium sp. 1</i>	27	0,07	0,48	0,79	1,27	0,032
<b>Total</b>			<b>5547</b>	<b>8,4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>4,075</b>

Keterangan : **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 16. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan tiang di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	27	0,2	0,38	14,29	11,54	11,59	37,41	0,26
2	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	13	0,13	0,38	7,14	7,69	11,59	26,42	0,214
3	Watartesa, senapa, senepa, sapatesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	13	0,13	0,27	7,14	7,69	8,13	22,97	0,197
4	Senau	<i>Palaquium sericeum</i> H.J. Lam	13	0,13	0,25	7,14	7,69	7,52	22,36	0,194
5	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	13	0,07	0,27	7,14	3,85	8,33	19,32	0,177
6	Sudu, sabeta, nege, sopoi-sopoi, pue-pue, kagonosa, dora, norara	<i>Mallotus penangensis</i> Muell. Arg.	7	0,07	0,19	3,57	3,85	5,69	13,11	0,137
7	Jambu hutan	<i>Syzygium</i> sp. 4	7	0,07	0,17	3,57	3,85	5,08	12,5	0,132
8	Wasora, mora-mora, mura-mura	<i>Dysoxylum arborescens</i> Miq.	7	0,07	0,17	3,57	3,85	5,08	12,5	0,132
9	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	7	0,07	0,17	3,57	3,85	5,08	12,5	0,132
10	Sp-2 T4P4	<i>Macaranga conifera</i> Muell. Arg.	7	0,07	0,13	3,57	3,85	4,07	11,48	0,125
11	Sp-15 T3	<i>Ficus tinctoria</i> Forst. f. subsp. tinctoria	7	0,07	0,12	3,57	3,85	3,66	11,08	0,122
12	Congkok	<i>Livistona</i> sp.	7	0,07	0,1	3,57	3,85	3,05	10,47	0,117
13	Ewata	<i>Alphonsea</i> sp.	7	0,07	0,1	3,57	3,85	3,05	10,47	0,117
14	Nate, nesaro	<i>Myristica</i> cf. <i>lancifolia</i> Merrill	7	0,07	0,1	3,57	3,85	3,05	10,47	0,117
15	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	7	0,07	0,09	3,57	3,85	2,64	10,06	0,114
16	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	7	0,07	0,07	3,57	3,85	2,24	9,65	0,111
17	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	7	0,07	0,07	3,57	3,85	2,24	9,65	0,111
18	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	7	0,07	0,07	3,57	3,85	2,24	9,65	0,111
19	Fine	<i>Campnosperma montana</i> Laut.	7	0,07	0,07	3,57	3,85	2,03	9,45	0,109
20	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	7	0,07	0,07	3,57	3,85	2,03	9,45	0,109
21	Sp1-T3	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	7	0,07	0,05	3,57	3,85	1,63	9,04	0,106
<b>Total</b>			<b>187</b>	<b>1,73</b>	<b>3,28</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>2,941</b>

Keterangan : **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 17. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pohon di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.	15	0,47	7,91	8,11	8,14	18,87	35,12	0,251
2	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	13	0,4	3,72	7,21	6,98	8,86	23,05	0,197
3	Adaura	<i>Artocarpus teysmannii</i> Miq.	7	0,2	4,04	3,6	3,49	9,64	16,73	0,161
4	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	10	0,2	1,77	5,41	3,49	4,23	13,12	0,137
5	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	13	0,13	1,25	7,21	2,33	2,97	12,51	0,132
6	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	7	0,27	1,46	3,6	4,65	3,49	11,75	0,127
7	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	5	0,13	2,18	2,7	2,33	5,2	10,23	0,115
8	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	7	0,2	1,3	3,6	3,49	3,09	10,18	0,115
9	Nate, nesaro	<i>Myristica cf. lancifolia</i> Merrill	5	0,2	1,27	2,7	3,49	3,02	9,21	0,107
10	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	3	0,13	2,02	1,8	2,33	4,82	8,95	0,105
11	Wafe	<i>Myristica inutilis</i> Rich. ex A. Gray	5	0,2	0,89	2,7	3,49	2,12	8,31	0,099
12	Sp-30 T3	<i>Garcinia cf. maluensis</i> Laut.	5	0,2	0,68	2,7	3,49	1,63	7,82	0,095
13	Sp-2 T4P4	<i>Macaranga conifera</i> Muell. Arg.	5	0,2	0,55	2,7	3,49	1,32	7,51	0,092
14	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.	3	0,13	1,21	1,8	2,33	2,89	7,02	0,088
15	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	7	0,13	0,31	3,6	2,33	0,74	6,66	0,085
16	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	3	0,13	1,01	1,8	2,33	2,41	6,54	0,083
17	Kiwibi	<i>Cynometra ramiflora</i> L.	3	0,13	0,92	1,8	2,33	2,19	6,31	0,081
18	Bera, itiya	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill	5	0,13	0,44	2,7	2,33	1,06	6,09	0,079
19	Pancang-1 T1P9	<i>Prainea papuana</i> Becc.	5	0,07	0,86	2,7	1,16	2,04	5,9	0,077
20	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	3	0,13	0,43	1,8	2,33	1,03	5,15	0,07
21	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	3	0,07	0,88	1,8	1,16	2,1	5,06	0,069
22	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	2	0,07	1,21	0,9	1,16	2,88	4,94	0,068
23	Katoto, yaguru, sipe-sipe	<i>Cryptocarya sp. 1</i>	3	0,13	0,29	1,8	2,33	0,68	4,81	0,066
24	Sudu, sabeta, nege, sopoi-sopoi, pue-pue, kagonosa, dora, norara	<i>Mallotus penangensis</i> Muell. Arg.	3	0,13	0,28	1,8	2,33	0,66	4,78	0,066

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
25	Kage	<i>Endospermum moluccanum</i> (T. & B.) Kurz.	3	0,13	0,2	1,8	2,33	0,48	4,6	0,064
26	Masoi	<i>Koordersiodendron pinnatum</i> (Blanco) Merrill	2	0,07	1,06	0,9	1,16	2,53	4,59	0,064
27	Nibung	<i>Oncosperma filamentosum</i> Bl.	3	0,13	0,13	1,8	2,33	0,32	4,45	0,062
28	Eyah	<i>Sloanea aberans</i> (Brandis) A.C. Smith	3	0,13	0,12	1,8	2,33	0,29	4,42	0,062
29	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	2	0,07	0,84	0,9	1,16	2	4,06	0,058
30	Tore, sowara	<i>Cryptocarya weinlandii</i> K. Schum. & Lauterb.	3	0,07	0,28	1,8	1,16	0,66	3,62	0,053
31	Senau	<i>Palaquium sericeum</i> H.J. Lam	2	0,07	0,61	0,9	1,16	1,44	3,51	0,052
32	Ketai	<i>Clerodendrum tracyanum</i> (F. Muell.) Benth.	3	0,07	0,2	1,8	1,16	0,48	3,45	0,051
33	Sp-15 T3	<i>Ficus tinctoria</i> Forst. f. subsp. tinctoria	3	0,07	0,12	1,8	1,16	0,29	3,25	0,049
34	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	2	0,07	0,27	0,9	1,16	0,63	2,7	0,042
35	Sp1-T3	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	2	0,07	0,22	0,9	1,16	0,52	2,59	0,041
36	Aruta, cempedak	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.	2	0,07	0,19	0,9	1,16	0,45	2,51	0,04
37	Urwa	<i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.	2	0,07	0,15	0,9	1,16	0,36	2,43	0,039
38	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	2	0,07	0,14	0,9	1,16	0,34	2,41	0,039
39	Afo, watare, watare, watora	<i>Macaranga mappa</i> Muell. Arg.	2	0,07	0,13	0,9	1,16	0,32	2,38	0,038
40	Sotoro	<i>Teijsmanniodendron</i> sp.	2	0,07	0,13	0,9	1,16	0,3	2,37	0,038
41	Fete, lidai, ware	<i>Gironniera hirta</i> Planch	2	0,07	0,08	0,9	1,16	0,19	2,26	0,037
42	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.	2	0,07	0,08	0,9	1,16	0,18	2,24	0,037
43	Kibo	<i>Xylopi caudata</i> Hook.f. & Thoms.	2	0,07	0,08	0,9	1,16	0,18	2,24	0,037
44	Ewata	<i>Alphonsea</i> sp.	2	0,07	0,05	0,9	1,16	0,12	2,19	0,036
<b>Total</b>			<b>185</b>	<b>5,73</b>	<b>41,93</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>3,506</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 18. Indeks nilai penting jenis tumbuhan bawah pada tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Owe-owe	<i>Selaginella plana</i> (Desv.) Hieron	2333	0,27	58,33	30,77	89,10	0,360
2	Musuri	<i>Alpinia sp.</i>	833	0,27	20,83	30,77	51,60	0,350
3	Musuri huruma	<i>Zingiber sp.</i>	333	0,13	8,33	15,38	23,72	0,253
4	Nede-nede, nida-nida	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	167	0,07	4,17	7,69	11,86	0,168
5	Sopage	<i>Donax cannaeformis</i> (G. Forst.) K. Schum.	167	0,07	4,17	7,69	11,86	0,168
6	Tesa, wantaro, taa, siropa	<i>Taenitis blechnoides</i> (Willd.) Swartz.	167	0,07	4,17	7,69	11,86	0,168
<b>Total</b>			<b>4000</b>	<b>0,87</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>1,465</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 19. Indeks nilai penting jenis tumbuhan epifit dan liana di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Kagetisa daun besar/sedang	<i>Rhaphidophora sylvestris</i> (Bl.) Engl.	142	1,00	32,57	17,44	50,01	0,347
2	Kagetisa daun kecil	<i>Pothos falcifolius</i> Engl. & K. Krause	75	0,80	17,24	13,95	31,19	0,290
3	Sapo-sapo, sapara	<i>Ficus pumila</i> L.	60	0,53	13,79	9,30	23,10	0,249
4	Rotan T1P1-1	<i>Calamus aruensis</i> Becc.	37	0,53	8,43	9,30	17,73	0,215
5	Kafeta, somasio, takuri	<i>Entada phaseoloides</i> (L.) Merr.	15	0,47	3,45	8,14	11,59	0,165
6	Muki	<i>Freycinetia graminea</i> Bl.	18	0,40	4,21	6,98	11,19	0,161
7	Fato, ketu-ketu	<i>Rhaphidophora</i> sp.	17	0,33	3,83	5,81	9,65	0,146
8	Wadatene	<i>Asplenium nidus</i> L.	10	0,27	2,30	4,65	6,95	0,117
9	Pandan duri	<i>Freycinetia</i> cf. <i>negrosensis</i> Merr.	10	0,20	2,30	3,49	5,79	0,103
10	Fotesa kisiri, tofanesa	<i>Piper caninum</i> Bl.	8	0,20	1,92	3,49	5,40	0,098
11	Pakar pohon	<i>Psychotria</i> cf. <i>sarmentosa</i> Blume	5	0,20	1,15	3,49	4,64	0,087
12	Sipu	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	5	0,20	1,15	3,49	4,64	0,087
13	Kate	<i>Stemona tuberosa</i> Lour.	7	0,13	1,53	2,33	3,86	0,076
14	Yesirara	<i>Flagellaria indica</i> L.	7	0,13	1,53	2,33	3,86	0,076
15	Tewa	<i>Ficus miquelii</i> King	10	0,07	2,30	1,16	3,46	0,070
16	Anggrek hijau	<i>Vittaria suberosa</i> Christ.	3	0,07	0,77	1,16	1,93	0,045
17	Paku ahaka	<i>Vittaria scolopendrina</i> (Borrey) Thw.	3	0,07	0,77	1,16	1,93	0,045
18	Akar pulai	<i>Alstonia</i> sp.	2	0,07	0,38	1,16	1,55	0,038
19	Wantaronisa, paku-paku	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	2	0,07	0,38	1,16	1,55	0,038
<b>Total</b>			<b>435</b>	<b>5,73</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>2,452</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 20. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Watura	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	2000	0,40	63,16	50,00	113,16	0,322
2	Kitis, kitisi	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	667	0,20	21,05	25,00	46,05	0,338
3	Kakabora, kakabaura	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	333	0,13	10,53	16,67	27,19	0,271
4	Benabo	<i>Ficus sp.</i>	167	0,07	5,26	8,33	13,60	0,183
<b>Total</b>			<b>3167</b>	<b>0,80</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>1,114</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 21. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pancang di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
1	Kakabora, kakabaura	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	1467	0,80	41,04	23,08	64,12	0,365
2	Kitis, kitisi	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	693	0,53	19,40	15,38	34,79	0,304
3	Wisi, kibisi	<i>Inocarpus fagiferus</i> (Parkinson) Forsb.	427	0,60	11,94	17,31	29,25	0,281
4	Kimura, kiriri, kiropa	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	320	0,47	8,96	13,46	22,42	0,245
5	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	213	0,27	5,97	7,69	13,66	0,183
6	Watura	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	133	0,27	3,73	7,69	11,42	0,164
7	Sukun, sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	53	0,13	1,49	3,85	5,34	0,097
8	Pancang A (T8P13)	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	80	0,07	2,24	1,92	4,16	0,081
9	Idetu, kamo, sika, wino	<i>Helicia</i> sp.	53	0,07	1,49	1,92	3,42	0,070
10	Sapo	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	53	0,07	1,49	1,92	3,42	0,070
11	Benabo	<i>Ficus</i> sp.	27	0,07	0,75	1,92	2,67	0,058
12	Mayatatabo, surimayata	<i>Decaspermum bracteatum</i> (Roxb.) A.J. Schott.	27	0,07	0,75	1,92	2,67	0,058
13	Soma-soma, dungun	<i>Heritiera littoralis</i> Aiton	27	0,07	0,75	1,92	2,67	0,058
<b>Total</b>			<b>3573</b>	<b>3,47</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>2,031</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 22. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan tiang di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Kakabora, kakabaura	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	67	0,53	1,19	40,00	44,44	41,06	125,50	0,365
2	Watura	<i>Bruguirea parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	47	0,20	0,95	28,00	16,67	32,80	77,46	0,350
3	Wisi, kibisi	<i>Inocarpus fagiferus</i> (Parkinson) Forsb.	20	0,20	0,27	12,00	16,67	9,40	38,07	0,262
4	Kimura, kiriri, kiropa	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	20	0,20	0,27	12,00	16,67	9,17	37,84	0,261
5	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	13	0,07	0,22	8,00	5,56	7,57	21,12	0,187
<b>Total</b>			<b>167</b>	<b>1,20</b>	<b>2,91</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>1,424</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 23. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pohon di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Watura	<i>Bruguirea parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	42	0,67	5,76	42,37	38,46	41,18	122,02	0,366
2	Kakabora, kakabaura	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	38	0,60	6,70	38,98	34,62	47,86	121,45	0,366
3	Kimura, kiriri, kiropa	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	12	0,20	1,07	11,86	11,54	7,66	31,06	0,235
4	Wisi, kibisi	<i>Inocarpus fagiferus</i> (Parkinson) Forsb.	2	0,07	0,15	1,69	3,85	1,08	6,63	0,084
5	Kitis, kitisi	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	2	0,07	0,12	1,69	3,85	0,85	6,39	0,082
6	Idetu, kamo, sika, wino	<i>Helicia</i> sp.	2	0,07	0,11	1,69	3,85	0,79	6,33	0,081
7	Sapo	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	2	0,07	0,08	1,69	3,85	0,58	6,12	0,079
<b>Total</b>			<b>98</b>	<b>1,73</b>	<b>13,99</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>1,294</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 24. Indeks nilai penting jenis tumbuhan bawah pada tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Pandan pohon, paku pohon	<i>Pandanus sp.</i>	3333	0,60	37,04	33,33	70,37	0,368
2	Yatesa, catesa, piyai	<i>Acrostichum aureum</i> L.	2500	0,47	27,78	25,93	53,70	0,353
3	Kafenisa	<i>Acanthus ilicifolius</i> L.	1667	0,40	18,52	22,22	40,74	0,324
4	Firiwo	<i>Crinum asiaticum</i> L.	500	0,13	5,56	7,41	12,96	0,177
5	Kafirsa, kafirsa huruma	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	667	0,07	7,41	3,70	11,11	0,161
6	Perupok	<i>Phragmites karka</i> Trin	167	0,07	1,85	3,70	5,56	0,100
7	Teki rawa coklat	<i>Cyperus compressus</i> L.	167	0,07	1,85	3,70	5,56	0,100
<b>Total</b>			<b>9000</b>	<b>1,80</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>1,582</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 25. Indeks nilai penting jenis tumbuhan epifit dan liana di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Yesirara	<i>Flagellaria indica</i> L.	105	0,80	30,43	19,05	49,48	0,346
2	Kagetisa daun kecil	<i>Pothos falcifolius</i> Engl. & K. Krause	103	0,73	29,95	17,46	47,41	0,341
3	Kagetisa daun besar/sedang	<i>Rhaphidophora sylvestris</i> (Bl.) Engl.	37	0,60	10,63	14,29	24,91	0,259
4	Fiso	<i>Derris trifoliata</i> Lour.	28	0,40	8,21	9,52	17,74	0,215
5	Wadatene	<i>Asplenium nidus</i> L.	22	0,33	6,28	7,94	14,22	0,188
6	Anggrek hijau	<i>Vittaria suberosa</i> Christ.	10	0,33	2,90	7,94	10,84	0,158
7	Notoro	<i>Poikilospermum</i> sp.	7	0,27	1,93	6,35	8,28	0,132
8	Kase	<i>Tetrastigma pedunculare</i> (Wall.) Planch.	12	0,20	3,38	4,76	8,14	0,130
9	Tantega huruma	<i>Dalbergia candenatensis</i> (Dennst.) Prain	8	0,13	2,42	3,17	5,59	0,100
10	Wantaronisa, paku-paku	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	5	0,13	1,45	3,17	4,62	0,087
11	Anggrek kancing	<i>Hoya</i> sp.	3	0,07	0,97	1,59	2,55	0,056
12	Akar ara	<i>Ficus binnendykii</i> (Miq.) Miq.	2	0,07	0,48	1,59	2,07	0,047
13	Anggrek putih	<i>Bulbophyllum</i> sp.	2	0,07	0,48	1,59	2,07	0,047
14	Wadatene	<i>Lecanopteris carnosa</i> (Reinw.) Bl.	2	0,07	0,48	1,59	2,07	0,047
<b>Total</b>			<b>345</b>	<b>4,20</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>2,154</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 26. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Weda laut	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	1875	0,45	60,00	64,29	124,29	0,296
2	Sapo	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	875	0,10	28,00	14,29	42,29	0,329
3	Watora, tonate, wabi-wabi	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	375	0,15	12,00	21,43	33,43	0,299
<b>Total</b>			<b>3125</b>	<b>0,70</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>0,923</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 27. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pancang di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP	H'
1	Weda laut	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	780	0,75	70,91	60,00	130,91	0,277
2	Watora, tonate, wabi-wabi	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	220	0,30	20,00	24,00	44,00	0,333
3	Sapo	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	100	0,20	9,09	16,00	25,09	0,260
<b>Total</b>			<b>1100</b>	<b>1,25</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>0,871</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 28. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan tiang di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Sapo	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	60	0,40	1,14	48,00	47,06	55,75	150,80	0,346
2	Weda laut	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	65	0,45	0,91	52,00	52,94	44,25	149,20	0,347
<b>Total</b>			<b>125</b>	<b>0,85</b>	<b>2,05</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,693</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 29. Indeks nilai penting jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan pohon di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	K	KR (%)	F	FR (%)	D	DR (%)	INP (%)	H'
1	Sapo	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	149	1,00	16,45	97,54	90,91	99,06	287,51	0,041
2	Weda laut	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	4	0,10	0,16	2,46	9,09	0,94	12,49	0,132
<b>Total</b>			<b>153</b>	<b>1,10</b>	<b>16,61</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,173</b>

Keterangan: **K** = Kerapatan; **KR** = Kerapatan Relatif; **F** = Frekuensi; **FR** = Frekuensi Relatif; **D** = Dominansi; **DR** = Dominansi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 30. Indeks nilai penting jenis tumbuhan epifit dan liana di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kerapatan (ind./ha)	Frekuensi	KR (%)	FR (%)	INP (%)	H'
1	Wadatene	<i>Asplenium nidus</i> L.	6	0,25	25,00	62,50	87,50	0,362
2	Wadatene	<i>Lecanopteris carnosa</i> (Reinw.) Bl.	15	0,05	60,00	12,50	72,50	0,368
3	Wetara	<i>Drynaria sparsisora</i> (Desv.) Moore	4	0,10	15,00	25,00	40,00	0,322
<b>Total</b>			<b>25</b>	<b>0,40</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>	<b>1,051</b>

Keterangan: **KR** = Kerapatan Relatif; **FR** = Frekuensi Relatif; **INP** = Indeks Nilai Penting; **H'** = Keanekaragaman Jenis

**Tabel 31. Potensi volume kayu jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 1**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
1	Tiang T2P1	<i>Actinodaphne malaccensis</i> Hook.f	0,09					0,09
2	Tawo, weto, vetau	<i>Aglaia tomentosa</i> Merrill	0,58					0,58
3	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm.& Binn. ex Kurz.	1,17	1,79				2,96
4	Tabiso	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.		1,36				1,36
5	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	3,96	3,95	0,81			8,72
6	Pinang	<i>Areca catechu</i> L.	0,57					0,57
7	Aruta, cempedak	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.		0,37				0,37
8	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.	0,29	1,1				1,39
9	Enomo	<i>Cayratia rumphiana</i>	0,42					0,42
10	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	0,28	0,34				0,62
11	Tegabe	<i>Cyathea latebrosa</i> (Wall.) Copel.	0,28					0,28
12	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.			1,21			1,21
13	Idona	<i>Ficus obscura</i> Bl.	0,82					0,82
14	Koma	<i>Ficus variegata</i> Bl.	1,79	0,37				2,16
15	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	1,58	0,97				2,55
16	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.	0,63	0,53	1,03		4,11	6,3
17	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.			0,86			0,86
18	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.		1,18		1,41	2,1	4,69
19	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.		1,53	1,21			2,75
20	Berepa, huru hurumi	<i>Litsea firma</i> Hook.f.	0,12					0,12
21	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	0,88	0,34				1,22
22	Mahang daun besar	<i>Macaranga gigantea</i> (Reichb.f. & Zoll.) Muell. Arg.	0,36					0,36
23	Mahang	<i>Macaranga involucrata</i> (Roxb.) Baillon	0,78	0,34				1,12
24	Tanego, panego, kitira, kifira, ngiwau	<i>Palaquium obtusifolium</i> Burck.	0,38					0,38
25	Neti-netiri, swariga, suwariga	<i>Pisonia longirostris</i> Teijsm. & Binnend.				1,41	2,1	3,51
26	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.		0,78				0,78

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
27	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	0,88					0,88
28	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	0,24	0,34				0,58
29	Nipuri	<i>Stegathera schumanniana</i> Parkinson		0,53				0,53
30	Semuel	<i>Terminalia sp.</i>					6,8	6,8
31	Saparo, teo	<i>Trema cannabina</i> Lour.	0,28					0,28
32	Bese-bese	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	0,44					0,44
33	Kibo	<i>Xylopia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	0,24	2,88	3,24	2,69	15,46	24,5
<b>Total</b>			<b>17,04</b>	<b>18,68</b>	<b>8,35</b>	<b>5,51</b>	<b>30,58</b>	<b>80,16</b>

**Tabel 32. Potensi volume kayu jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 2**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
1	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.	0,31	1,12			5,05	6,48
2	Tiang T2P1	<i>Actinodaphne malaccensis</i> Hook.f		0,36				0,36
3	Damar	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	2,97	4,35	5,66	3,69	13,58	30,25
4	Siwa, tago	<i>Alphitonia incana</i> (Roxb.) Teijsm.& Binn. ex Kurz.	1,04					1,04
5	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	0,32	0,3	0,81			1,43
6	Tabiso	<i>Alstonia spectabilis</i> Kurz.	0,39	0,69				1,08
7	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.	0,92	0,35				1,26
8	Kise, roro, asu, yotoh, kumi	<i>Aporosa</i> sp. 1	0,68					0,68
9	Pohon-2 T3P8	<i>Callicarpa longifolia</i> Lam.		1,39				1,39
10	Isuri	<i>Calophyllum soulattri</i> Burm.f.		0,59				0,59
11	Fine	<i>Camptosperma montana</i> Laut.	0,2	1,15	0,68		2,43	4,46
12	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.		0,59				0,59
13	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>		0,81				0,81
14	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill	0,36	0,72			2,82	3,89
15	Tiang-1 T3P8	<i>Claoxylon</i> sp.	0,86					0,86
16	Pohon-1 T4P6	<i>Cratoxylon arborescens</i> Bl.		1,28			5,09	6,37
17	Pohon-3 T3P5	<i>Cupaniopsis macropetala</i> Radlk.	0,51	10,82				11,33
18	Nesa, nubu, ketekisiri	<i>Diospyros buxifolia</i> Hiern.	0,4					0,4
19	Pohon-2 T3P1	<i>Erythrospermum candidum</i> (Becc.) Becc.		5,66				5,66
20	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.	0,41					0,41
21	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	0,27	0,1		0,78		1,15
22	Tiang-1 T3P6	<i>Flindersia laevis</i> White & Francis	0,63	3,55				4,18
23	Linguah hutan	<i>Galearia celebica</i> Koorders	0,09	3,73				3,82
24	Sira, tapo-tapo, siwi, enehu	<i>Garcinia parvifolia</i> Miq.		0,87				0,87
25	Sobi	<i>Gironniera subaequalis</i> Planch.	1,02	0,41			2,16	3,6
26	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	0,54					0,54
27	Pohon-1 T3P4	<i>Glochidion novoguineense</i> K. Sch.		0,45			1,59	2,04
28	Tanggung, dura, sea, tago, tagoh	<i>Goniothalamus aruensis</i> Scheff.		0,81			2,39	3,19

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
29	Kayu minyak	<i>Goniothalamus cauliflorus</i> K. Sch.		0,87	1,27	1,31	12,17	15,62
30	Yebi-yebi	<i>Gonystylus macrophyllus</i> (Miq.) Airy Shaw	0,83					0,83
31	Sesa	<i>Gynotroches axillaris</i> Blume		2,7				2,7
32	Kiriya	<i>Haplolobus floribundus</i> (K. Schum.) H.J. Lam		0,59				0,59
33	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.	0,38					0,38
34	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.		0,82			30	30,82
35	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	0,55	0,23			9,78	10,57
36	Teka	<i>Lasianthus oculus-cati</i> Miq.		0,42	1,92		2,16	4,5
37	Sinatibi	<i>Macaranga aleuritoides</i> F. Muell.	0,12					0,12
38	Mahang	<i>Macaranga involuocrata</i> (Roxb.) Baillon	0,39					0,39
39	Kiwibi	<i>Memecylon</i> cf. <i>oleaefolium</i> Baker	1,31					1,31
40	Nate, nesaro	<i>Myristica</i> cf. <i>lancifolia</i> Merrill		0,44	0,69			1,13
41	Sp5-T1P4	<i>Myristica globosa</i> Warb.		0,8				0,8
42	Sp-5 T1	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.	0,36	0,31				0,67
43	Sp-5 T1	<i>Neuburgia corynocarpa</i> (A. Gray) Leenh.						0
44	Nibung	<i>Oncosperma filamentosum</i> Bl.		0,54				0,54
45	Pohon-3 T3P8	<i>Pericopsis mooniana</i>		0,27				0,27
46	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	0,15					0,15
47	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.		0,69	0,76		3,19	4,64
48	Pancang-1 T1P9	<i>Prainea papuana</i> Becc.		0,33	1,14			1,47
49	Watartesa, senapa, senepa, sapatessa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	0,28	1,01				1,29
50	Wakore	<i>Santiria griffithii</i> Engl.	0,8	2,21	0,59			3,6
51	Wose	<i>Syzygium</i> sp.1	0,74					0,74
52	Bera, itiya	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill	0,26					0,26
53	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.	2,28	4,52	6,24	1,91	33,48	48,43
54	Kiwikebe	<i>Vitex trifolia</i> L.	0,43					0,43
55	Kibo	<i>Xylopiia caudata</i> Hook.f. & Thoms.	0,21	0,63	2,89		37,51	41,24
56	Wena	<i>Xylopiia malayana</i> Hook.f. & Thoms.	0,97					0,97
<b>Total</b>			<b>21,98</b>	<b>57,48</b>	<b>22,65</b>	<b>7,69</b>	<b>163,4</b>	<b>273,19</b>

Keterangan

**Tabel 33. Potensi volume kayu jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan dataran rendah transek 3**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
1	Pohon-1 T3P5	<i>Aceratium ledermannii</i> Schltr.		0,58				0,58
2	Ewata	<i>Alphonsea</i> sp.	0,55	0,28				0,84
3	Yatofa	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.					5,98	5,98
4	Jabon	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk.) Rich. Ex Walp.			7,47			7,47
5	Sukun hutan	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg.	0,1			2,39		2,49
6	Aruta, cempedak	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.			1,36			1,36
7	Adaura	<i>Artocarpus teysmannii</i> Miq.					33,41	33,41
8	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	1,21					1,21
9	Fine	<i>Camposperma montana</i> Laut.	0,2					0,2
10	Pare, para	<i>Canarium hirsutum</i> Willd.	0,41				16,11	16,52
11	Pohon-2 T3P3	<i>Casearia erythrocarpa</i>	0,17				4,53	4,7
12	Sp-1 T1P7	<i>Champereia manillana</i> (Bl.) Merrill		0,26			7,24	7,49
13	Ketai	<i>Clerodendrum tracyanum</i> (F. Muell.) Benth.		0,51	0,51			1,02
14	Katoto, yaguru, sipe-sipe	<i>Cryptocarya</i> sp. 1			1,8			1,8
15	Tore, sowara	<i>Cryptocarya weinlandii</i> K. Schum. & Lauterb.			1,71			1,71
16	Kiwibi	<i>Cynometra ramiflora</i> L.			1,29		5,97	7,26
17	Wasora, mora-mora, mura-mura	<i>Dysoxylum arborescens</i> Miq.	0,61					0,61
18	Kage	<i>Endospermum moluccanum</i> (T. & B.) Kurz.		0,31	0,77			1,08
19	Tanage, ikimuri	<i>Ficus benjamina</i> L.			1,02		4,77	5,8
20	Sp-15 T3	<i>Ficus tinctoria</i> Forst. f. subsp. tinctoria	0,27	0,38				0,65
21	Tororo, koma	<i>Ficus virens</i> W. Ait.	1,09	1,25				2,34
22	Pohon-1 T2P7	<i>Ficus wassa</i> Roxb.		0,6			4,89	5,49
23	Sp-30 T3	<i>Garcinia</i> cf. <i>maluensis</i> Laut.		0,4		1,79	1,47	3,66
24	Fete, lidai, ware	<i>Gironniera hirta</i> Planch		0,48				0,48
25	Seri	<i>Glochidion lutescens</i> Bl.	1,28	1			8,63	10,91
26	Ganemo, kawanisa	<i>Gnetum gnemon</i> L.		0,34				0,34
27	Kiwibi, kiwi	<i>Hymenaea courbaril</i> Linn.		1,92		1,13	8,32	11,36
28	Sp1-T3	<i>Ilex arnhemensis</i> (F. Muell.) Loes.	0,17			1,88		2,05

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
29	Merbau	<i>Intsia bijuga</i> A. Gray.		0,43	2,31		63,78	66,52
30	Tanaso	<i>Jagera serrata</i> (Roxb.) Radlk.	0,36				13,38	13,74
31	Masoi	<i>Koordersiodendron pinnatum</i> (Blanco) Merrill					9,54	9,54
32	Congkok	<i>Livistona</i> sp.	0,28					0,28
33	Sp-2 T4P4	<i>Macaranga conifera</i> Muell. Arg.	0,6		0,67	2,45		3,72
34	Afo, watare, watera, watora	<i>Macaranga mappa</i> Muell. Arg.			0,72			0,72
35	Sudu, sabeta, nege, sopoi-sopoi, pue-pue, kagonosa, dora, norara	<i>Mallotus penangensis</i> Muell. Arg.	0,51	0,41	1,53			2,44
36	Nate, nesaro	<i>Myristica</i> cf. <i>lancifolia</i> Merrill	0,51	0,34	1,09		8,11	10,05
37	Wafe	<i>Myristica inutilis</i> Rich. ex A. Gray		0,28			6,84	7,13
38	Nibung	<i>Oncosperma filamentosum</i> Bl.		1,19				1,19
39	Urwa	<i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.			1,16			1,16
40	Senau	<i>Palaquium sericeum</i> H.J. Lam	1,15				4,36	5,51
41	Wadora, nota	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	0,23					0,23
42	Wata, matoa	<i>Pometia pinnata</i> J.R. & G. Forst.	0,77	0,37		3,72	19,78	24,63
43	Pancang-1 T1P9	<i>Prairiea papuana</i> Becc.			0,53	1,91	4,03	6,47
44	Watartesa, senapa, senepa, sapartesa	<i>Rhodamnia latifolia</i> (Benth.) Miq.	1,12	0,32			2,65	4,1
45	Eyah	<i>Sloanea aberans</i> (Brandis) A.C. Smith		0,41				0,41
46	Jambu hutan	<i>Syzygium</i> sp. 4	0,92					0,92
47	Sotoro	<i>Teijsmanniodendron</i> sp.			0,96			0,96
48	Bera, itiya	<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merrill		0,37	0,82	1,51		2,7
49	Damar, arowe, kibi, parada, marada	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Bl.		0,4	2,3		5,66	8,36
50	Kibo	<i>Xylophia caudata</i> Hook.f. & Thoms.		0,27				0,27
<b>Total</b>			<b>11,58</b>	<b>11,64</b>	<b>23,95</b>	<b>15,26</b>	<b>233,8</b>	<b>296,24</b>

Keterangan

**Tabel 34. Potensi volume kayu jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan rawa**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
1	Idetu, kamo, sika, wino	<i>Helicia sp.</i>		0,74				0,74
2	Kakabora, kakabaura	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Sch.	5,31	4,68	1,76	6,27	4,24	22,27
3	Kimura, kiriri, kiropa	<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	0,96	1,37	3,10			5,43
4	Kitis, kitisi	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.			1,06			1,06
5	Sapo	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.		0,41				0,41
6	Soma-soma, kofa	<i>Barringtonia racemosa</i> Hort. ex Miq.	1,30					1,30
7	Watura	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) Wight. & Arn.	5,90	1,91	6,83	10,35	27,00	51,99
8	Wisi, kibisi	<i>Inocarpus fagiferus</i> (Parkinson) Forsb.	1,12		1,02			2,14
<b>Total</b>			<b>14,58</b>	<b>9,11</b>	<b>13,77</b>	<b>16,62</b>	<b>31,25</b>	<b>85,33</b>

**Tabel 35. Potensi volume kayu jenis tumbuhan habitus pohon pada tingkat pertumbuhan semai di tipe ekosistem hutan mangrove**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Volume (m <sup>3</sup> /ha)					Jumlah
			10-19	20-29	30-39	40-49	>50	
1	Weda laut	<i>Avicennia marina</i> (Forst.f.) Bakh.	1,15	0,19				1,33
2	Sapo	<i>Sonneratia alba</i> J. Smith.	1,35	4,56	7,73	3,51	5,82	22,97
<b>Total</b>			<b>2,50</b>	<b>4,75</b>	<b>7,73</b>	<b>3,51</b>	<b>5,82</b>	<b>24,31</b>

Tabel 36. Daftar jenis, sebaran dan status konservasi burung di areal BP LNG Tangguh, Teluk Bintuni – Papua Barat

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
	<b>ANSERIFORMES</b>										
	<b>Anatidae</b>										
1	<i>Tadorna radjah</i> Lesson, 1828	Umukia raja	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
2	<i>Collocalia esculenta</i> Linnaeus, 1758	Walet sapi	np	LC	na	7	0	0	1	2	1
3	<i>Mearnsia novaeguineae</i> D'Alberty & Salvadori, 1879	Kapinisjarum papua	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
	<b>Hemiprocnidae</b>										
4	<i>Hemiprocne mystacea</i> Lesson, 1827	Tepekong jambul	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
	<b>CAPRIMULGIFORMES</b>										
	<b>Podargidae</b>										
5	<i>Podargus ocellatus</i> Quoy & Gaimard, 1830	Paruhkodok pualam	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
6	<i>Podargus papuensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Paruhkodok papua	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
	<b>CHARADRIIFORMES</b>										
	<b>Charadriidae</b>										
7	<i>Charadrius leschenaultii</i> Lesson, 1826	Cerekpasir besar	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
8	<i>Charadrius mongolus</i> Pallas, 1776	Cerekpasir mongolia	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
9	<i>Pluvialis squatarola</i> Linnaeus, 1758	Cerek besar	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
	<b>Laridae</b>										
10	<i>Chlidonias leucopterus</i> Temminck, 1815	Dara-laut sayap-putih	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
11	<i>Sterna bergii</i> Lichtenstein, 1823	Dara-laut jambul	P	LC	na	0	0	0	0	1	0
12	<i>Sterna fuscata</i> Linnaeus, 1766	Dara-laut sayap-hitam	P	LC	na	0	0	0	0	1	0
13	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	Dara-laut biasa	P	LC	na	0	0	0	0	1	0
	<b>Scolopacidae</b>										
14	<i>Actitis hypoleucos</i> Linnaeus, 1758	Trinil pantai	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
15	<i>Calidris tenuirostris</i> Horsfield, 1821	Kedidi besar	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
16	<i>Numenius phaeopus</i> Linnaeus, 1758	Gajahan penggala	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
	<b>CICONIIFORMES</b>										
	<b>Ardeidae</b>										

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
17	<i>Butorides striatus</i> Linnaeus, 1758	Kokokan laut	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
18	<i>Egretta garzetta</i> Linnaeus, 1766	Kuntul kecil	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
19	<i>Ixobrychus flavicollis</i> Latham, 1790	Bambangan hitam	np	LC	na	0	0	0	0	1	0
20	<i>Nycticorax caledonicus</i> Gmelin, 1789	Kowakmalam merah	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
<b>COLUMBIFORMES</b>											
<b>Columbidae</b>											
21	<i>Chalcophaps indica</i> Linnaeus, 1758	Delimukan zamrud	np	LC	na	0	1	1	0	0	0
22	<i>Chalcophaps stephani</i> Pucheran, 1853	Delimukan timur	np	LC	na	2	2	2	0	0	0
23	<i>Columba vitiensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Merpatihutan metalik	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
24	<i>Ducula mullerii</i> Temminck, 1835	Pergam kalung	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
25	<i>Ducula pinon</i> Quoy & Gaimard, 1824	Pergam pinon	np	LC	na	3	8	6	0	0	0
26	<i>Ducula rufigaster</i> Quoy & Gaimard, 1830	Pergam ekor-ungu	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
27	<i>Ducula zoeae</i> Lesson, 1826	Pergam zoe	np	LC	na	0	2	1	0	0	0
28	<i>Macropygia amboinensis</i> Linnaeus, 1766	Uncal amban	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
29	<i>Macropygia nigrirostris</i> Salvadori, 1875	Uncal paruh-hitam	np	LC	na	1	1	3	0	0	0
30	<i>Ptilinopus aurantiifrons</i> Gray, 1858	Walik dahi-jingga	np	LC	na	1	1	1	0	1	0
31	<i>Ptilinopus coronulatus</i> Gray, 1858	Walik lunggung	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
32	<i>Ptilinopus iozonus</i> Gray, 1858	Walik perut-jingga	np	LC	na	1	1	1	0	0	0
33	<i>Ptilinopus magnificus</i> Temminck, 1821	Walik wompu	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
<b>CORACIIFORMES</b>											
<b>Alcedinidae</b>											
34	<i>Alcedo azurea</i> Latham, 1801	Rajaudang biru-langit	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
35	<i>Alcedo pusilla</i> Temminck, 1836	Rajaudang kecil	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
36	<i>Ceyx lepidus</i> Temminck, 1836	Udangmerah kerdil	P	LC	na	1	1	2	0	0	0
37	<i>Clytoceyx rex</i> Sharpe, 1880	Rajaudang paruh-sekop	P	LC	na	2	4	2	0	1	1
38	<i>Dacelo gaudichaud</i> Quoy & Gaimard, 1824	Kukabura perut-merah	P	LC	na	2	1	3	0	1	1
39	<i>Dacelo leachii</i> Vigors & Horsfield, 1826	Kukabura sayap-biru	P	LC	na	0	0	1	0	0	0
40	<i>Melidora macrorrhina</i> Lesson, 1827	Rajaudang paruh-kait	P	LC	na	0	4	1	0	0	0
41	<i>Syma torotoro</i> Lesson, 1827	Cekakak torotoro	P	LC	na	1	1	1	0	0	0

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
42	<i>Tanyiptera galatea</i> Gray, 1859	Cekakakpita biasa	P	LC	na	1	4	4	0	0	0
43	<i>Tanyiptera nympha</i> Gray, 1840	Cekakakpita bidadari	P	LC	na	0	1	3	0	1	0
44	<i>Todiramphus chloris</i> Boddaert, 1783	Cekakak sungai	P	LC	na	0	0	0	1	0	0
45	<i>Todiramphus macleayii</i> Jardine & Selby, 1830	Cekakak rimba	P	LC	na	1	1	0	0	0	0
46	<i>Todiramphus nigrocyaneus</i> Wallace, 1862	Cekakak biru-hitam	P	DD	na	0	1	0	0	0	0
47	<i>Todiramphus sanctus</i> Vigors & Horsfeld, 1827	Cekakak australia	P	LC	na	0	1	0	1	2	0
<b>Bucerotidae</b>											
48	<i>Rhyticeros plicatus</i> Forster, 1781	Julang papua	P	LC	II	9	13	7	0	0	2
<b>Coraciidae</b>											
49	<i>Eurystomus orientalis</i> Linnaeus, 1766	Tionglampu biasa	np	LC	na	0	0	2	0	0	0
<b>Meropidae</b>											
50	<i>Merops ornatus</i> Latham, 1801	Kirikirik australia	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
<b>CUCULIFORMES</b>											
<b>Cuculidae</b>											
51	<i>Cacomantis variolosus</i> Vigors & Horsfield, 1826	Wiwik rimba	np	LC	na	1	1	1	0	0	0
52	<i>Caliechthrus leucolophus</i> Müller, 1840	Kedasi topi-putih	np	LC	na	0	2	0	0	0	0
53	<i>Centropus bernsteini</i> Schlegel, 1866	Bubut hitam	np	LC	na	0	2	0	0	0	0
54	<i>Centropus menbeki</i> Lesson & Garnot, 1828	Bubut pini	np	LC	na	0	1	0	0	0	0
55	<i>Centropus phasianinus</i> Latham, 1801	Bubut ayam	np	LC	na	0	0	0	0	0	1
56	<i>Eudynamys scolopaceus</i> Linnaeus, 1758	Tuwur asia	np	LC	na	1	1	2	0	0	0
57	<i>Microdynamis parva</i> Salvadori, 1875	Tuwur kerdil	np	LC	na	1	1	1	0	0	0
58	<i>Scythrops novaehollandiae</i> Latham, 1790	Karakalo australia	np	LC	na	1	2	1	0	0	0
<b>FALCONIFORMES</b>											
<b>Accipitridae</b>											
59	<i>Accipiter fasciatus</i> Vigors & Horsfield, 1827	Elangalap coklat	P	LC	II	0	0	0	0	1	0
60	<i>Accipiter novaehollandiae</i> Gmelin, 1788	Elangalap kelabu	P	LC	II	0	1	0	0	0	2
61	<i>Accipiter poliocephalus</i> Gray, 1858	Elangalap pucat-sosonokan	P	LC	II	0	0	0	0	1	0
62	<i>Haliaeetus leucogaster</i> Gmelin, 1788	Elanglaut perut-putih	P	LC	II	0	0	0	1	1	0

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
63	<i>Haliastur indus</i> Boddaert, 1783	Elang bondol	P	LC	II	2	1	0	1	2	1
64	<i>Pandion haliaetus</i> Linnaeus, 1758	Elang tiram	P	LC	II	0	0	0	0	1	0
<b>GALLIFORMES</b>											
<b>Megapodiidae</b>											
65	<i>Megapodius freycinet</i> Gaimard, 1823	Gosong kelam	P	LC	na	0	2	1	0	0	1
66	<i>Talegalla fuscirostris</i> Salvadori, 1877	Maleo paruh-hitam	P	LC	na	2	4	3	0	0	0
<b>Phasianidae</b>											
67	<i>Coturnix ypsilophora</i> Bosc, 1792	Puyuh coklat	np	LC	na	1	1	2	0	0	0
<b>GRUIFORMES</b>											
<b>Rallidae</b>											
68	<i>Eulabeornis castaneoventris</i> Gould, 1844	Mandar bakau	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
69	<i>Gallirallus philippensis</i> Linnaeus, 1766	Mandarpadi kalung-kuning	np	LC	na	0	0	1	0	0	1
70	<i>Porphyrio porphyrio</i> Linnaeus, 1758	Mandar besar	np	LC	na	0	0	0	0	0	1
71	<i>Rallina tricolor</i> Gray, 1858	Tikusan tukar	np	LC	na	0	0	2	0	0	0
<b>PASSERIFORMES</b>											
<b>Acanthizidae</b>											
72	<i>Gerygone chloronota</i> Gould, 1843	Remetuk tunggir-hijau	np	LC	na	0	3	0	0	0	0
73	<i>Gerygone chrysogaster</i> Gray, 1858	Remetuk perut-emas	np	LC	na	0	10	1	0	0	0
74	<i>Gerygone levigaster</i> Gould, 1843	Remetuk bakau	np	LC	na	0	2	0	0	0	0
75	<i>Sericornis beccarii</i> Salvadori, 1874	Sericornis kecil	np	LC	na	4	7	0	0	0	0
76	<i>Sericornis rufescens</i> Salvadori, 1876	Sericornis vogelkop	np	LC	na	1	0	0	0	0	0
<b>Campephagidae</b>											
77	<i>Coracina boyeri</i> Gray, 1846	Kepudangsungu kelek-coklat	np	LC	na	4	4	2	0	0	0
78	<i>Coracina melas</i> Lesson, 1828	Kepudangsungu hitam	np	LC	na	0	2	1	0	0	0
79	<i>Coracina tenuirostris</i> Jardine, 1831	Kepudangsungu miniak	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
80	<i>Lalage atrovirens</i> Gray, 1862	Kapasan alis-hitam	np	LC	na	1	5	3	0	0	0
81	<i>Lalage leucomela</i> Vigors & Horsfield, 1827	Kapasan alis-putih	np	LC	na	0	4	1	0	0	0
82	<i>Lalage sueurii</i> Vieillot, 1818	Kapasan sayap-putih	np	LC	na	0	0	1	0	0	0

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi						
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN	
	<b>Corvidae</b>											
83	<i>Corvus orru</i> Bonaparte, 1851	Gagak orru	np	LC	na	35	6	0	1	1	0	
	<b>Cracticidae</b>											
84	<i>Cracticus cassicus</i> Boddaert, 1783	Jagal papua	np	LC	na	0	0	2	0	0	0	
	<b>Dicaeidae</b>											
85	<i>Dicaeum pectorale</i> Müller, 1843	Cabai papua	np	LC	na	11	11	5	0	0	0	
	<b>Dicruridae</b>											
86	<i>Dicrurus hottentottus</i> Linnaeus, 1766	Srigunting jambul-rambut	np	LC	na	3	3	3	0	0	0	
	<b>Hirundinidae</b>											
87	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	Layang-layang asia	np	LC	na	0	0	0	0	1	1	
	<b>Maluridae</b>											
88	<i>Malurus alboscapulatus</i> Meyer, 1874	Cikrak-peri bahu-putih	np	LC	na	1	0	1	0	0	1	
89	<i>Malurus cyanocephalus</i> Quoy & Gaimard, 1830	Cikrak-peri kaisar	np	LC	na	5	11	2	0	0	0	
	<b>Meliphagidae</b>											
90	<i>Conopophila albogularis</i> Gould, 1843	Isapmadu kalung-coklat	P	LC	na	6	6	2	0	0	0	
91	<i>Lichenostomus versicolor</i> Gould, 1843	Isapmadu kepodang	P	LC	na	0	0	0	0	0	1	
92	<i>Melilestes megarhynchus</i> (Gray, 1858)	Isapmadu paruhpanjang	P	LC	na	0	0	1	0	0	0	
93	<i>Meliphaga aruensis</i> (Sharpe, 1884)	Meliphaga aru	P	LC	na	0	0	3	0	0	0	
94	<i>Meliphaga gracilis</i> (Gould, 1866)	Meliphaga anggun	P	LC	na	3	4	3	0	1	0	
95	<i>Meliphaga montana</i> (Salvadori, 1880)	Meliphaga rimba	P	LC	na	2	2	1	0	0	0	
96	<i>Myzomela obscura</i> Gould, 1843	Myzomela remang	P	LC	na	2	2	1	0	0	0	
97	<i>Philemon buceroides</i> (Swainson, 1838)	Cikukua tanduk	P	LC	na	7	18	5	0	3	1	
98	<i>Timeliopsis griseigula</i> (Schlegel, 1871)	Cucuklurus coklat	P	LC	na	0	0	1	0	0	0	
99	<i>Toxorhamphus novaeguineae</i> (Lesson, 1827)	Cucukpanjang perut-kuning	P	LC	na	3	3	3	0	0	1	
100	<i>Xanthotis flaviventer</i> (Lesson, 1828)	Isapmadu dada-coklat	P	LC	na	1	6	1	0	0	0	
	<b>Monarchidae</b>											
101	<i>Monarcha chrysomela</i> (Garnot, 1827)	Kehicap emas	np	LC	na	0	2	0	0	0	0	
102	<i>Monarcha guttulus</i> (Garnot, 1829)	Kehicap tutul	np	LC	na	2	2	4	0	0	0	

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
103	<i>Monarcha manadensis</i> (Quoy & Gaimard, 1830)	Kehicap bertopi	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
	<b>Motacillidae</b>										
104	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	Kicuit kerbau	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
	<b>Nectariniidae</b>										
105	<i>Cinnyris jugularis</i> (Linnaeus, 1766)	Burungmadu sriganti	P	LC	na	6	6	4	0	0	0
106	<i>Nectarinia aspasia</i> (Lesson & Garnot, 1828)	Burung-madu hitam	P	LC	na	11	11	5	1	0	0
	<b>Oriolidae</b>										
107	<i>Oriolus szalayi</i> (Madarász, 1900)	Kepudang coklat	np	LC	na	1	1	4	0	0	0
	<b>Orthonychidae</b>										
108	<i>Ptilorrhoa caerulescens</i> (Temminck, 1835)	Tepuspermata biru	np	LC	na	6	6	2	0	0	0
	<b>Pachycephalidae</b>										
109	<i>Pachycephala simplex</i> Gould, 1843	Kancilan kelabu	np	LC	na	0	3	2	0	0	0
110	<i>Pitohui ferrugineus</i> (Bonaparte, 1850)	Pitohui karat	np	LC	na	18	27	7	0	2	1
111	<i>Pitohui kirhocephalus</i> (Lesson & Garnot, 1827)	Pitohui belang	np	LC	na	10	15	6	0	0	0
	<b>Paradisaeidae</b>										
112	<i>Paradisaea minor</i> Shaw, 1809	Cenderawasih kecil	P	LC	II	11	13	6	0	0	0
	<b>Petroicidae</b>										
113	<i>Microeca flavigaster</i> Gould, 1843	Sikatan perut-kuning	np	LC	na	2	2	1	0	0	0
114	<i>Microeca flavovirescens</i> Gray, 1858	Sikatan zaitun	np	LC	na	0	3	2	0	0	0
115	<i>Peneoanthe pulverulenta</i> (Bonaparte, 1850)	Robin bakau	np	LC	na	0	0	0	1	0	0
	<b>Pittidae</b>										
116	<i>Pitta erythrogaster</i> Temminck, 1823	Paok mopo	P	LC	na	0	2	2	0	0	0
117	<i>Pitta sordida</i> (Müller, 1776)	Paok hijau	P	LC	na	0	0	1	0	0	0
	<b>Ploceidae</b>										
118	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Burung-gereja rumah	np	LC	na	0	0	0	0	0	2
	<b>Pomatostomidae</b>										
119	<i>Pomatostomus isidorei</i> Lesson, 1827	Cicapapua merah	np	LC	na	6	6	2	0	0	0
	<b>Rhipiduridae</b>										
120	<i>Rhipidura hyperythra</i> Gray, 1858	Kipasan perut-coklat	np	LC	na	6	6	2	0	0	0

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
121	<i>Rhipidura leucophrys</i> (Latham, 1801)	Kipasan kebun	np	LC	na	7	2	0	1	2	3
122	<i>Rhipidura maculipectus</i> Gray, 1858	Kipasan-semak hitam	np	LC	na	1	1	2	0	0	0
123	<i>Rhipidura rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	Kipasan dada-lurik	np	LC	na	3	3	1	0	0	0
124	<i>Rhipidura threnothorax</i> Müller, 1843	Kipasan-semak bayan	np	LC	na	0	0	1	0	0	0
<b>Sturnidae</b>											
125	<i>Aplonis cantoroides</i> (Gray, 1862)	Perling kicau	np	LC	na	0	0	0	1	1	1
<b>PSITTACIFORMES</b>											
<b>Psittacidae</b>											
126	<i>Cacatua galerita</i> (Latham, 1790)	Kakatur koki	P	LC	II	7	9	7	0	0	1
127	<i>Chalcopsitta atra</i> (Scopoli, 1786)	Nuri hitam	np	LC	II	10	6	4	0	1	0
128	<i>Chalcopsitta sintillata</i> (Temminck, 1835)	Nuri aru	np	LC	II	1	1	0	0	0	0
129	<i>Charmosyna josefinae</i> (Finsch, 1873)	Perkici josephina	np	LC	II	5	2	1	0	0	0
130	<i>Charmosyna placentis</i> (Temminck, 1834)	Perkici dagu-merah	np	LC	II	0	2	1	0	0	0
131	<i>Charmosyna rubronotata</i> (Wallace, 1862)	Perkici kepala-merah	np	LC	II	3	4	2	0	0	0
132	<i>Eclectus roratus</i> (Müller, 1776)	Nuri bayan	np	LC	II	11	15	6	0	0	2
133	<i>Geoffroyus geoffroyi</i> (Bechstein, 1811)	Nuri pipi-merah	np	LC	II	4	3	3	0	0	1
134	<i>Loriculus aurantiifrons</i> Schlegel, 1873	Serindit papua	np	LC	II	5	5	2	0	0	0
135	<i>Lorius lory</i> (Linnaeus, 1758)	Kasturi kepala-hitam	np	LC	II	6	13	5	0	0	1
136	<i>Micropsitta keiensis</i> (Salvadori, 1875)	Nurikate topi-kuning	np	LC	II	2	7	1	0	0	0
137	<i>Probosciger aterrimus</i> (Gmelin, 1788)	Kakatur raja	P	LC	I	1	4	6	0	0	0
138	<i>Pseudeos fuscata</i> (Blyth, 1858)	Nuri kelam	np	LC	II	7	14	2	0	0	0
139	<i>Psittaculirostris desmarestii</i> (Desmarest, 1826)	Nuriara besar	np	LC	II	0	13	1	0	0	0
140	<i>Trichoglossus haematodus</i> (Linnaeus, 1771)	Perkici pelangi	np	LC	II	6	16	3	0	0	1
<b>STRIGIFORMES</b>											
<b>Strigidae</b>											
141	<i>Uroglaux dimorpha</i> (Salvadori, 1874)	Beluk papua	np	DD	II	0	1	1	0	0	0
<b>STRUTHIONIFORMES</b>											
<b>Casuariidae</b>											
142	<i>Casuarius casuarius</i> (Linnaeus, 1758)	Kasuari gelambir-ganda	P	VU	na	0	0	1	0	0	0

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Status Perlindungan			Situs Observasi					
			PP	IUCN	CITES	HDR1	HDR2	HDR3	HMR	HPT	SVN
<b>Total individu (N)</b>						<b>288</b>	<b>408</b>	<b>203</b>	<b>22</b>	<b>35</b>	<b>30</b>
<b>Total Species (S)</b>						<b>63</b>	<b>89</b>	<b>86</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>24</b>

Keterangan

- PP= Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999; IUCN=CITES: np=spesies tidak dilindungi, P=spesies dilindungi, I=Appendix I CITES, II=Appendix II CITES, na=tidak terdaftar dalam spesies appendix CITES atau CITES non-appendix
- HDR1=Hutan dataran rendah transek 1; HDR2= Hutan dataran rendah transek 2; HDR3= Hutan dataran rendah transek 3; HMR=Hutan Mangrove; HPT=Hutan pesisir; SVN= Savanna dan Site proyek LNG

**Tabel 37. Perbandingan spesies burung yang ditemukan di buffer zone Proyek Tangguh LNG Periode 2001 – 2011**

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
	<b>ANSERIFORMES</b>											
	<b>Anatidae</b>											
1	<i>Nettapus coromandelianus</i> Gmelin, 1789	Trutu hijau							√			
2	<i>Tadorna radjah</i> Lesson, 1828	Umukia raja					√		√	√		√
	<b>APODIFORMES</b>											
	<b>Apodidae</b>											
3	<i>Aerodramus vanikorensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Walet polos							√	√		
4	<i>Collocalia esculenta</i> Linnaeus, 1758	Walet sapi	√			√	√	√	√		√	√
5	<i>Hirundapus caudacutus</i> Latham, 1802	Kapinis-jarum asia								√		
6	<i>Mearnsia novaeguineae</i> D'Albertis & Salvadori, 1879	Kapinisjarum papua					√		√			√
	<b>Hemiprocnidae</b>											
7	<i>Hemiprocne mystacea</i> Lesson, 1827	Tepekong jambul					√		√	√		√
	<b>CAPRIMULGIFORMES</b>											
	<b>Caprimulgidae</b>											
8	<i>Caprimulgus indicus</i> Latham, 1790	Cabak kelabu							√			
9	<i>Caprimulgus macrurus</i> Horsfield, 1821	Cabak maling								√		
	<b>Podargidae</b>											
10	<i>Aegotheles bennettii</i> Salvadori & D'Albertis, 1875	Atoku maluku							√			
11	<i>Podargus ocellatus</i> Quoy & Gaimard, 1830	Paruhkodok pualam			√					√	√	√
12	<i>Podargus papuensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Paruhkodok papua			√				√		√	√
	<b>CHARADRIIFORMES</b>											
	<b>Charadriidae</b>											
13	<i>Charadrius leschenaultii</i> Lesson, 1826	Cerekpasir besar				√					√	√
14	<i>Charadrius mongolus</i> Pallas, 1776	Cerekpasir mongolia				√						√
15	<i>Pluvialis squatarola</i> Linnaeus, 1758	Cerek besar				√					√	√
	<b>Haematopodidae</b>											
16	<i>Haematopus longirostris</i> Vieillot, 1817	Kedidir belang							√			

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun				
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011	
	<b>Laridae</b>												
17	<i>Anous minutus</i> Boie, 1844	Camar-angguk hitam								√		√	
18	<i>Chlidonias leucopterus</i> Temminck, 1815	Dara-laut sayap-putih					√			√			√
19	<i>Gelochelidon nilotica</i> Gmelin, 1789	Camar tiram									√		
20	<i>Gygis alba</i> Sparrman, 1786	Camar-putih mata-cincin								√			
21	<i>Sterna albifrons</i> Pallas, 1764	Dara-laut kecil								√			
22	<i>Sterna bergii</i> Lichtenstein, 1823	Dara-laut jambul					√						√
23	<i>Sterna fuscata</i> Linnaeus, 1766	Dara-laut sayap-hitam					√					√	√
24	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	Dara-laut biasa					√			√			√
25	<i>Sterna sumatrana</i> Raffles, 1822	Dara-laut tengkuk-hitam								√			
	<b>Scolopacidae</b>												
26	<i>Actitis hypoleucos</i> Linnaeus, 1758	Trinil pantai				√				√	√		√
27	<i>Calidris tenuirostris</i> Horsfield, 1821	Kedidi besar					√						√
28	<i>Heteroscelus brevipes</i> Vieillot, 1816	Trinil ekor-kelabu								√			
29	<i>Heteroscelus incanus</i> Gmelin, 1789	Trinil penjelajah								√			
30	<i>Numenius phaeopus</i> Linnaeus, 1758	Gajahan penggala				√				√			√
31	<i>Tringa nebularia</i> Gunnerus, 1767	Trinil betis hijau									√		
	<b>CICONIIFORMES</b>												
	<b>Ardeidae</b>												
32	<i>Ardea pacifica</i> Latham, 1801	Cangak pasifik								√			
33	<i>Ardea picata</i> Gould, 1845	Kuntul belang								√			
34	<i>Ardea sumatrana</i> Raffles, 1822	Cangkak laut								√		√	
35	<i>Bubulcus ibis</i> Linnaeus, 1758	Kuntul kerbau										√	
36	<i>Butorides striatus</i> Linnaeus, 1758	Kokokan laut				√				√	√	√	√
37	<i>Casmerodius albus</i> Linnaeus, 1758	Cangak-besar erasia								√			
38	<i>Egretta garzetta</i> Linnaeus, 1766	Kuntul kecil				√				√		√	√
39	<i>Egretta novaehollandiae</i> Latham, 1790	Cangak australia								√			
40	<i>Egretta sacra</i> Gmelin, 1789	Kuntul karang								√	√	√	
41	<i>Ixobrychus flavicollis</i> Latham, 1790	Bambangan hitam					√			√	√	√	√

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011					Spesies yang ada Pada Tahun					
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011	
42	<i>Ixobrychus sinensis</i> Gmelin, 1789	Bambangan kuning									√		
43	<i>Mesophoyx intermedia</i> Wagler, 1827	Kuntul perak									√		
44	<i>Nycticorax caledonicus</i> Gmelin, 1789	Kowakmalam merah				√				√	√	√	
45	<i>Zonerodius heliosylus</i> Lesson & Garnot, 1828	Bambangan rimba									√		
<b>Threskiornithidae</b>													
46	<i>Platalea regia</i> Gould, 1838	Ibis-sendok raja									√		
47	<i>Threskiornis molucca</i> Cuvier, 1829	Ibis australia							√	√			
48	<i>Threskiornis spinicollis</i> Jameson, 1835	Ibis papua									√		
<b>COLUMBIFORMES</b>													
<b>Columbidae</b>													
49	<i>Chalcophaps indica</i> Linnaeus, 1758	Delimukan zamrud		√	√							√	√
50	<i>Chalcophaps stephani</i> Pucheran, 1853	Delimukan timur	√	√	√						√	√	√
51	<i>Columba vitiensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Merpatihutan metalik		√									√
52	<i>Ducula bicolor</i> Scopoli, 1786	Pergam laut										√	
53	<i>Ducula mullerii</i> Temminck, 1835	Pergam kalung		√					√				√
54	<i>Ducula pinon</i> Quoy & Gaimard, 1824	Pergam pinon	√	√	√				√	√	√	√	√
55	<i>Ducula rufigaster</i> Quoy & Gaimard, 1830	Pergam ekor-ungu		√					√	√			√
56	<i>Ducula zoeae</i> Lesson, 1826	Pergam zoe		√	√					√	√	√	√
57	<i>Gallucolumba rufigula</i> Pucheran, 1853	Delimukan pomo							√				
58	<i>Geopelia humeralis</i> Temminck., 1821	Perkutut australia							√				
59	<i>Goura cristata</i> Pallas, 1764	Mambruk biasa							√		√		
60	<i>Gymnophaps albertisii</i> Salvadori, 1874	Merpati-gunung irian							√				
61	<i>Macropygia amboinensis</i> Linnaeus, 1766	Uncal amban		√					√	√			√
62	<i>Macropygia nigrirostris</i> Salvadori, 1875	Uncal paruh-hitam	√	√	√						√	√	√
63	<i>Ptilinopus aurantifrons</i> Gray, 1858	Walik dahi-jingga	√	√	√			√	√	√	√	√	√
64	<i>Ptilinopus coronulatus</i> Gray, 1858	Walik lunggung		√					√	√			√
65	<i>Ptilinopus iozonus</i> Gray, 1858	Walik perut-jingga	√	√	√					√	√	√	√
66	<i>Ptilinopus magnificus</i> Temminck, 1821	Walik wompu		√						√			√
67	<i>Ptilinopus naina</i> Temminck, 1835	Walik kerdil							√	√			

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011					Spesies yang ada Pada Tahun				
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
68	<i>Ptilinopus ornatus</i> Schlegel, 1871	Walik buma								√		
69	<i>Ptilinopus perlatus</i> Temminck, 1835	Walik mutiara								√		
70	<i>Ptilinopus pulchellus</i> Temminck, 1835	Walik elok									√	
71	<i>Ptilinopus superbis</i> Temminck, 1809	Walik raja								√	√	
72	<i>Reinwardtoena reinwardtii</i> Temminck, 1824	Uncal besar								√	√	
	<b>CORACIIFORMES</b>											
	<b>Alcedinidae</b>											
73	<i>Alcedo azurea</i> Latham, 1801	Rajaudang biru-langit				√			√			√
74	<i>Alcedo pusilla</i> Temminck, 1836	Rajaudang kecil				√				√		√
75	<i>Ceyx lepidus</i> Temminck, 1836	Udangmerah kerdil	√	√	√					√	√	√
76	<i>Clytoceyx rex</i> Sharpe, 1880	Rajaudang paruh-sekop	√	√	√		√	√	√			√
77	<i>Dacelo gaudichaud</i> Quoy & Gaimard, 1824	Kukabura perut-merah	√	√	√		√	√	√	√	√	√
78	<i>Dacelo leachii</i> Vigors & Horsfield, 1826	Kukabura sayap-biru			√							√
79	<i>Melidora macorrhina</i> Lesson, 1827	Rajaudang paruh-kait									√	
80	<i>Melidora macorrhina</i> Lesson, 1827	Rajaudang paruh-kait		√	√					√		√
81	<i>Syma torotoro</i> Lesson, 1827	Cekakak torotoro	√	√	√					√	√	√
82	<i>Tanysiptera galatea</i> Gray, 1859	Cekakakpita biasa	√	√	√				√	√	√	√
83	<i>Tanysiptera nympha</i> Gray, 1840	Cekakakpita bidadari		√	√		√					√
84	<i>Todiramphus chloris</i> Boddaert, 1783	Cekakak sungai				√			√	√	√	√
85	<i>Todiramphus macleayii</i> Jardine & Selby, 1830	Cekakak rimba	√	√							√	√
86	<i>Todiramphus nigrocyaneus</i> Wallace, 1862	Cekakak biru-hitam		√						√		√
87	<i>Todiramphus sanctus</i> Vigors & Horsfeld, 1827	Cekakak australia		√		√	√		√	√	√	√
88	<i>Rhyticeros plicatus</i> Forster, 1781	Julang papua	√	√	√			√	√	√	√	√
	<b>Coraciidae</b>											
89	<i>Eurystomus orientalis</i> Linnaeus, 1766	Tionglampu biasa			√				√	√	√	√
	<b>Meropidae</b>											
90	<i>Merops ornatus</i> Latham, 1801	Kirikkirik australia			√					√	√	√
	<b>CUCULIFORMES</b>											
	<b>Cuculidae</b>											

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
91	<i>Cacomantis variolosus</i> Vigors & Horsfield, 1826	Wiwik rimba	√	√	√					√		√
92	<i>Caliechthrus leucolophus</i> Müller, 1840	Kedasi topi-putih		√						√		√
93	<i>Centropus bernsteini</i> Schlegel, 1866	Bubut hitam		√							√	√
94	<i>Centropus menbeki</i> Lesson & Garnot, 1828	Bubut pini		√						√		√
95	<i>Centropus phasianinus</i> Latham, 1801	Bubut ayam						√				√
96	<i>Chrysococcyx lucidus</i> Gmelin, 1788	Kedasi emas									√	
97	<i>Cuculus saturatus</i> Blyth, 1843	Kangkok ranting								√		
98	<i>Eudynamys cyanocephala</i> Latham, 1802	Tuwur australia								√		
99	<i>Eudynamys scolopaceus</i> Linnaeus, 1758	Tuwur asia	√	√	√						√	√
100	<i>Microdynamis parva</i> Salvadori, 1875	Tuwur kerdil	√	√	√					√		√
101	<i>Scythrops novaehollandiae</i> Latham, 1790	Karakalo australia	√	√	√				√			√
	<b>FALCONIFORMES</b>											
	<b>Accipitridae</b>											
102	<i>Accipiter cirrocephalus</i> Vieillot, 1817	Elangalap kalung								√	√	
103	<i>Accipiter fasciatus</i> Vigors & Horsfield, 1827	Elangalap coklat					√					√
104	<i>Accipiter novaehollandiae</i> Gmelin, 1788	Elangalap kelabu		√				√	√			√
105	<i>Accipiter poliocephalus</i> Gray, 1858	Elangalap pucat-sosonokan					√		√		√	√
106	<i>Aquila gurneyi</i> Gray, 1860	Rajawali kuskus							√			
107	<i>Aviceda subcristata</i> Gould, 1838	Alap-alap kukuk							√	√	√	
108	<i>Haliaeetus leucogaster</i> Gmelin, 1788	Elanglaut perut-putih				√	√		√	√		√
109	<i>Haliastur indus</i> Boddaert, 1783	Elang bondol	√	√		√	√	√	√	√	√	√
110	<i>Haliastur sphenurus</i> Vieillot, 1818	Elang siul							√			
111	<i>Henicopernis longicauda</i> Garnot, 1828	Elang ekor-panjang							√			
112	<i>Hieraaetus morphnoides</i> Gould, 1841	Elang kecil								√		
113	<i>Pandion haliaetus</i> Linnaeus, 1758	Elang tiram					√		√	√		√
	<b>GALLIFORMES</b>											
	<b>Megapodiidae</b>											
114	<i>Megapodius freycinet</i> Gaimard, 1823	Gosong kelam		√	√			√			√	√
115	<i>Talegalla fuscirostris</i> Salvadori, 1877	Maleo paruh-hitam	√	√	√					√	√	√

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
116	<i>Talegalla jobiensis</i> Meyer, 1874	Maleo kerah-coklat									√	
	<b>Phasianidae</b>											
117	<i>Coturnix ypsilophora</i> Bosc, 1792	Puyuh coklat	√	√	√						√	√
	<b>GRUIFORMES</b>											
	<b>Rallidae</b>											
118	<i>Eulabeornis castaneiventris</i> Gould, 1844	Mandar bakau				√					√	√
119	<i>Gallinula tenebrosa</i> Gould, 1846	Mandar kelam							√		√	
120	<i>Gallirallus philippensis</i> Linnaeus, 1766	Mandarpadi kalung-kuning			√				√		√	√
121	<i>Porphyrio porphyrio</i> Linnaeus, 1758	Mandar besar							√			√
122	<i>Rallina tricolor</i> Gray, 1858	Tikusan tukar			√						√	√
	<b>PASSERIFORMES</b>											
	<b>Acanthizidae</b>											
123	<i>Crateroscelis murina</i> Sclater, 1858	Tepus-tikus merah									√	
124	<i>Gerygone chloronota</i> Gould, 1843	Remetuk tunggir-hijau		√							√	√
125	<i>Gerygone chrysogaster</i> Gray, 1858	Remetuk perut-emas		√	√						√	√
126	<i>Gerygone levigaster</i> Gould, 1843	Remetuk bakau		√					√			√
127	<i>Gerygone magnirostris</i> Gould, 1843	Remetuk rawa									√	
128	<i>Sericornis beccarii</i> Salvadori, 1874	Sericornis kecil	√	√								√
129	<i>Sericornis rufescens</i> Salvadori, 1876	Sericornis vogelkop	√									√
	<b>Campephagidae</b>											
130	<i>Campochaera sloetii</i> Schlegel, 1866	Kepudang-sungu emas									√	
131	<i>Coracina boyeri</i> Gray, 1846	Kepudangsungu kelek-coklat	√	√	√				√	√		√
132	<i>Coracina caeruleo-grisea</i> Gray, 1858	Kepudang-sungu paruh-tebal							√			
133	<i>Coracina melas</i> Lesson, 1828	Kepudangsungu hitam		√	√						√	√
134	<i>Coracina papuensis</i> Gmelin, 1788	Kepudang-sungu kartula							√	√		
135	<i>Coracina schisticeps</i> Gray, 1846	Kepudang-sungu desin									√	
136	<i>Coracina tenuirostris</i> Jardine, 1831	Kepudangsungu miniak				√					√	√
137	<i>Lalage atrovirens</i> Gray, 1862	Kapasan alis-hitam	√	√	√						√	√
138	<i>Lalage leucomela</i> Vigors & Horsfield, 1827	Kapasan alis-putih		√	√				√		√	√

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
139	<i>Lalage sueurii</i> Vieillot, 1818	Kapasan sayap-putih			√							√
	<b>Colluricinclidae</b>											
140	<i>Colluricincla megarhyncha</i> Quoy & Gaimard, 1830	Anis-bentet kecil								√		
	<b>Corvidae</b>											
141	<i>Corvus orru</i> Bonaparte, 1851	Gagak orru	√	√		√	√		√	√	√	√
142	<i>Corvus tristis</i> Lesson & Garnot, 1827	Gagak kelabu								√		
	<b>PASSERIFORMES</b>											
	<b>Cracticidae</b>											
143	<i>Cracticus cassicus</i> Boddaert, 1783	Jagal papua			√					√		√
144	<i>Cracticus quoyi</i> Lesson, 1827	Jagal hitam								√	√	
	<b>Dicaeidae</b>											
145	<i>Dicaeum pectorale</i> Müller, 1843	Cabai papua	√	√	√				√	√	√	√
	<b>Dicruridae</b>											
146	<i>Dicrurus bracteatus</i> Gould, 1842	Srigunting jambul-rambut							√	√		
147	<i>Dicrurus hottentottus</i> Linnaeus, 1766	Srigunting jambul-rambut	√	√	√						√	√
	<b>Estrildidae</b>											
148	<i>Lonchura castaneothorax</i> Gould, 1837	Bondol dada-coklat							√			
	<b>Hirundinidae</b>											
149	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	Layang-layang asia					√	√		√		√
	<b>Laniidae</b>											
150	<i>Lanius cristatus</i> Linnaeus, 1758	Bentet coklat							√			
	<b>Maluridae</b>											
151	<i>Malurus alboscapulatus</i> Meyer, 1874	Cikrak-peri bahu-putih	√		√			√	√	√		√
152	<i>Malurus cyanocephalus</i> Quoy & Gaimard, 1830	Cikrak-peri kaisar	√	√	√					√	√	√
	<b>Melanocharitidae</b>											
153	<i>Melanocharis nigra</i> Lesson, 1830	Burung-buah hitam							√	√		
154	<i>Oedistoma iliolophum</i> Salvadori, 1876	Cucuk-panjang kate							√			
155	<i>Oedistoma pygmaeum</i> Salvadori, 1876	Cucuk-panjang kerdil								√		
	<b>Meliphagidae</b>											

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
156	<i>Conopophila albogularis</i> Gould, 1843	Isapmadu kalung-coklat	√	√	√							√
157	<i>Lichenostomus versicolor</i> Gould, 1843	Isapmadu kepodang						√		√		√
158	<i>Melilestes megarhynchus</i> Gray, 1858	Isapmadu paruhpanjang			√					√	√	√
159	<i>Meliphaga albonotata</i> Salvadori, 1876	Meliphaga semak							√			
160	<i>Meliphaga aruensis</i> Sharpe, 1884	Meliphaga aru			√						√	√
161	<i>Meliphaga gracilis</i> Gould, 1866	Meliphaga anggun	√	√	√		√				√	√
162	<i>Meliphaga mimikae</i> Ogilvie-Grant, 1911	Meliphaga mimika							√			
163	<i>Meliphaga montana</i> Salvadori, 1880	Meliphaga rimba	√	√	√							√
164	<i>Meliphaga orientalis</i> Meyer, 1894	Meliphaga gunung							√			
165	<i>Myzomela eques</i> Lesson & Garnot, 1827	Burung-madu myzomela eques	0							√		
166	<i>Myzomela obscura</i> Gould, 1843	Myzomela remang	√		√					√	√	√
167	<i>Philemon buceroides</i> Swainson, 1838	Cikukua tanduk	√	√	√		√	√			√	√
168	<i>Philemon meyeri</i> Salvadori, 1875	Cikukua kerdil							√	√		
169	<i>Philemon novaeguineae</i> Müller, 1843	Burung-madu besar irian							√	√		
170	<i>Pycnopygius ixoides</i> Salvadori, 1878	Isap-madu polos							√			
171	<i>Pycnopygius stictocephalus</i> Salvadori, 1876	Isap-madu kepala-coreng							√			
172	<i>Timeliopsis griseigula</i> Schlegel, 1871	Cucuklurus coklat			√							√
173	<i>Toxorhamphus novaeguineae</i> Lesson, 1827	Cucukpanjang perut-kuning	√	√	√			√		√		√
174	<i>Xanthotis chrysotis</i> Lesson & Garnot, 1828	Isap-madu dada-coklat								√		
175	<i>Xanthotis flaviventer</i> Lesson, 1828	Isapmadu dada-coklat	√	√	√						√	√
<b>Monarchidae</b>												
176	<i>Arses telescopthalmus</i> Garnot, 1827	Kehicap biku-biku							√	√		
177	<i>Monarcha chrysomela</i> Garnot, 1827	Kehicap emas		√						√		√
178	<i>Monarcha guttulus</i> Garnot, 1829	Kehicap tutul	√	√	√							√
179	<i>Monarcha manadensis</i> Quoy & Gaimard, 1830	Kehicap bertopi			√							√
180	<i>Myiagra alecto</i> Temminck, 1827	Sikatan kilap							√	√		
<b>Motacillidae</b>												
181	<i>Anthus novaeseelandiae</i> Gmelin, 1789	Apung tanah							√			
182	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	Kicuit kerbau			√							√

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun				
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011	
	<b>Nectariniidae</b>												
183	<i>Cinnyris jugularis</i> Linnaeus, 1766	Burungmadu sriganti	√	√	√								√
184	<i>Nectarinia aspasia</i> Lesson & Garnot, 1828	Burung-madu hitam	√	√	√	√				√	√	√	√
185	<i>Nectarinia jugularis</i> Linnaeus, 1766	Burung-madu sriganti								√	√	√	
	<b>Oriolidae</b>												
186	<i>Oriolus szalayi</i> Madarász, 1900	Kepudang coklat	√	√	√					√	√	√	√
	<b>Orthonychidae</b>												
187	<i>Ptilorrhoa caerulescens</i> Temminck, 1835	Tepuspermata biru	√	√	√					√			√
	<b>Pachycephalidae</b>												
188	<i>Pachycephala simplex</i> Gould, 1843	Kancilan kelabu		√	√						√		√
189	<i>Pitohui ferrugineus</i> Bonaparte, 1850	Pitohui karat	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
190	<i>Pitohui kirhocephalus</i> Lesson & Garnot, 1827	Pitohui belang	√	√	√				√	√	√	√	√
191	<i>Pitohui sp.</i>	Pitohui										√	
	<b>Paradisaeidae</b>												
192	<i>Cicinnurus regius</i> Linnaeus, 1758	Cenderawasih raja									√		
193	<i>Manucodia ater</i> Lesson, 1830	Manucodia kilap									√	√	
194	<i>Manucodia keraudrenii</i> Lesson & Garnot, 1826	Manukodia terompet										√	
195	<i>Paradisaea minor</i> Shaw, 1809	Cenderawasih kecil	√	√	√				√	√	√	√	√
196	<i>Ptiloris magnificus</i> Vieillot, 1819	Toowa cemerlang									√		
197	<i>Seleucidis melanoleucus</i> Daudin, 1800	Cendrawasih duabelas kawat									√		
	<b>Petroicidae</b>												
198	<i>Microeca flavigaster</i> Gould, 1843	Sikatan perut-kuning	√	√	√								√
199	<i>Microeca flavovirescens</i> Gray, 1858	Sikatan zaitun		√	√						√		√
200	<i>Monachella muelleriana</i> Schlegel, 1871	Sikatan sungai							√				
201	<i>Peneoenanthe pulverulenta</i> Bonaparte, 1850	Robin bakau				√							√
202	<i>Poecilodryas hypoleuca</i> Gray, 1859	Robin belang									√		
	<b>Pittidae</b>												
203	<i>Pitta erythrogaster</i> Temminck, 1823	Paok mopo		√	√						√		√
204	<i>Pitta sordida</i> Müller, 1776	Paok hijau			√						√	√	√

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun				
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011	
	<b>Ploceidae</b>												
205	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	Burung-gereja rumah							√				√
	<b>Pomatostomidae</b>												
206	<i>Pomatostomus isidorei</i> Lesson, 1827	Cicapapua merah	√	√	√						√	√	√
	<b>Ptilonorhynchidae</b>												
207	<i>Ailuroedus buccoides</i> Temminck, 1835	Burung-kucing telinga putih									√		√
208	<i>Chlamydera cerviniventris</i> Gould, 1850	Namdur coklat									√		
	<b>Rhipiduridae</b>												
209	<i>Rhipidura albolimbata</i> Salvadori, 1874	Kipasan dagu-putih										√	
210	<i>Rhipidura hyperythra</i> Gray, 1858	Kipasan perut-coklat	√	√	√							√	√
211	<i>Rhipidura leucophrys</i> Latham, 1801	Kipasan kebun	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√
212	<i>Rhipidura leucothorax</i> Salvadori, 1874	Kipasan-semak perut-putih							√	√			
213	<i>Rhipidura maculipectus</i> Gray, 1858	Kipasan-semak hitam	√	√	√						√	√	√
214	<i>Rhipidura rufidorsa</i> Meyer, 1874	Kipasan tunggir-merah									√		
215	<i>Rhipidura rufifrons</i> Latham, 1801	Kipasan dada-hitam								√			
216	<i>Rhipidura rufiventris</i> Vieillot, 1818	Kipasan dada-lurik	√	√	√						√	√	√
217	<i>Rhipidura threnothorax</i> Müller, 1843	Kipasan-semak bayan			√						√		√
	<b>Sturnidae</b>												
218	<i>Aplonis cantoroides</i> Gray, 1862	Perling kicau				√	√	√	√				√
219	<i>Aplonis metallica</i> Temminck, 1824	Perling ungu							√			√	
220	<i>Mino anais</i> Lesson, 1839	Mino emas							√	√	√		
221	<i>Mino dumontii</i> Lesson, 1827	Mino muka-kuning							√	√	√		
	<b>Sylviidae</b>												
222	<i>Acrocephalus orientalis</i> Temminck & Schlegel, 1847	Kerakbasi besar							√				
223	<i>Acrocephalus stentoreus</i> Ehrenberg, 1833	Kerakbasi ramai							√				
224	<i>Cisticola exilis</i> Vigors & Horsfield, 1827	Cici merah							√				
	<b>PELECANIFORMES</b>												
	<b>Fregatidae</b>												

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011					Spesies yang ada Pada Tahun				
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
225	<i>Fregata ariel</i> Gray, 1845	Cikalang kecil							√		√	
226	<i>Fregata minor</i> Gmelin, 1789	Cikalang besar							√			
227	<i>Phalacrocorax melanoleucos</i> Vieillot, 1817	Pecuk padi belang							√			
	<b>PSITTACIFORMES</b>											
	<b>Psittacidae</b>											
228	<i>Alisterus amboinensis</i> Linnaeus, 1766	Nuri-raja ambon							√	√		
229	<i>Cacatua galerita</i> Latham, 1790	Kakaturia koki	√	√	√			√	√	√	√	√
230	<i>Chalcopsitta atra</i> Scopoli, 1786	Nuri hitam	√	√	√		√		√	√	√	√
231	<i>Chalcopsitta sintillata</i> Temminck, 1835	Nuri aru	√	√							√	√
232	<i>Charmosyna josefinae</i> Finsch, 1873	Perkici josephina	√	√	√						√	√
233	<i>Charmosyna placentis</i> Temminck, 1834	Perkici dagu-merah		√	√				√	√		√
234	<i>Charmosyna rubronotata</i> Wallace, 1862	Perkici kepala-merah	√	√	√				√		√	√
235	<i>Eclectus roratus</i> Müller, 1776	Nuri bayan	√	√	√			√	√	√	√	√
236	<i>Geoffroyus geoffroyi</i> Bechstein, 1811	Nuri pipi-merah	√	√	√			√	√	√	√	√
237	<i>Geoffroyus simplex</i> Meyer, 1874	Nuri kalung-biru							√	√		
238	<i>Loriculus aurantiifrons</i> Schlegel, 1873	Serindit papua	√	√	√						√	√
239	<i>Lorius lory</i> Linnaeus, 1758	Kasturi kepala-hitam	√	√	√			√	√	√	√	√
240	<i>Micropsitta keiensis</i> Salvadori, 1875	Nurikate topi-kuning	√	√	√							√
241	<i>Oreopsittacus arfaki</i> Meyer, 1874	Perkici arfak									√	
242	<i>Probosciger aterrimus</i> Gmelin, 1788	Kakaturia raja	√	√	√				√	√	√	√
243	<i>Pseudeos fuscata</i> Blyth, 1858	Nuri kelam	√	√	√					√		√
244	<i>Psittaculirostris desmarestii</i> Desmarest, 1826	Nuriara besar		√	√							√
245	<i>Psittirichas fulgidus</i> Lesson, 1830	Kasturi raja								√		
246	<i>Tanygnathus megalorhynchus</i> Boddaert, 1783	Betetkelapa paruh-besar									√	
247	<i>Trichoglossus haematodus</i> Linnaeus, 1771	Perkici pelangi	√	√	√			√	√	√	√	√
	<b>STRIGIFORMES</b>											
	<b>Strigidae</b>											
248	<i>Uroglaux dimorpha</i> Salvadori, 1874	Beluk papua		√	√				√		√	√
	<b>STRUTHIONIFORMES</b>											

No.	Ordo/Famili/Spesies	Nama Indonesia	Survei Tahun 2011						Spesies yang ada Pada Tahun			
			Tr1	Tr2	Tr3	HMR	HPT	SVN	2001	2002	2007	2011
	<b>Casuariidae</b>											
249	<i>Casuarius casuarius</i> Linnaeus, 1758	Kasuari gelambir-ganda			√				√		√	√
250	<i>Casuarius unappendiculatus</i> Blyth, 1860	Kasuari gelambir-tunggal							√			
<b>Jumlah Spesies</b>			<b>63</b>	<b>88</b>	<b>86</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>120</b>	<b>122</b>	<b>108</b>	<b>142</b>

**Keterangan :** (√) spesies ditemukan; **Tr1**=Ekosistem hutan dataran rendah transek 1; **Tr2**= Ekosistem hutan dataran rendah transek 2, **Tr3**= Ekosistem hutan dataran rendah transek 3, **HMR**= Ekosistem mangrove, **HPT**=Ekosistem hutan pesisir, **SVN**= Savanna dan Site proyek LNG.



## Lampiran III

# Foto Dokumentasi

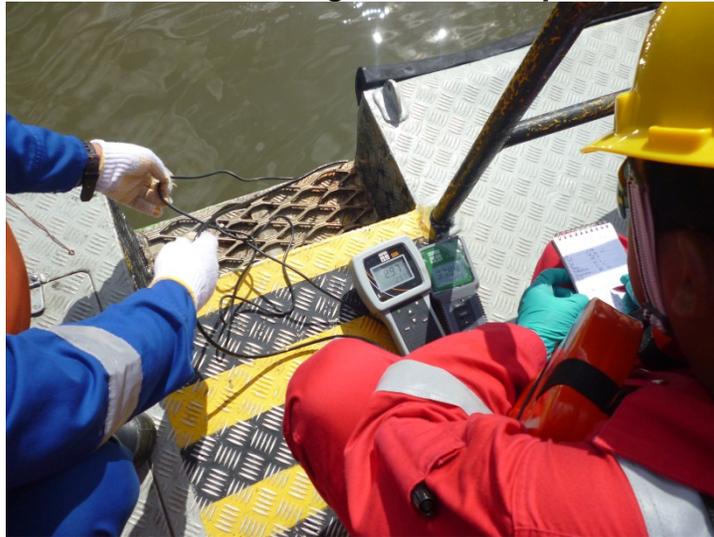
## LAMPIRAN III FOTO DOKUMENTASI

---

### Pengambilan Sampel Air Laut

**Foto 1**

**Pengukuran pH dan DO  
(SW03)**



**Foto 2**

**Pengambilan sampel air laut  
(OS-14)**



**Foto 3**  
**Penurunan Sechi Disk**  
**(NS-07)**



**Foto 4**  
**Penurunan Sechi Disk**  
**(NS-08)**



**Foto 5**  
**Pengukuran pH dan DO**  
**(NS-09)**



**Foto 6**

**Pengukuran pH dan DO  
(OS-02)**



**Foto 7**

**Penurunan Sechi Disk  
(OS-02)**



**Foto 8**

**Persiapan pengambilan  
sampel air laut  
(OS-02)**



**Foto 9**

**Pengambilan sampel  
air laut (OS-02)**



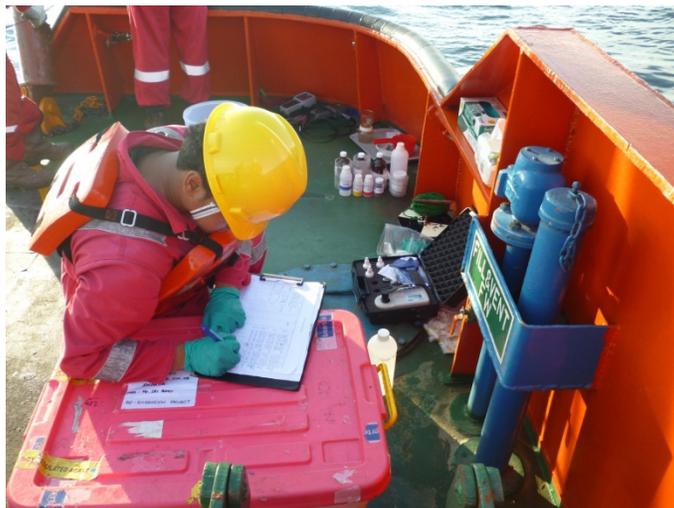
**Foto 10**

**Pembotolan  
sampel air  
laut (OS-02)**



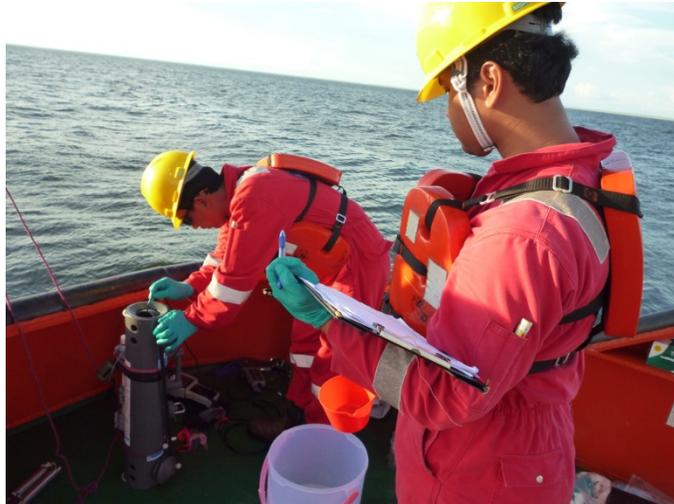
**Foto 11**

**Penyataan Data  
Lapangan  
(OS-05)**



**Foto 12**

**Pengukuran Data lapangan  
(OS-05)**



**Foto 13**

**Penyaringan sampel Air  
Laut (OS-01)**



**Foto 14**

**Proses Penarikan sampel  
Air laut (OS-11)**



**Foto 15**

**Pengukuran pH dan DO  
(OS-02)**



**Pengambilan Sampel Air Sumur**

**Foto 16**

**Air Sumur Desa  
Saengga (SGW01)**



**Foto 17**

**Air Sumur Desas  
Saengga  
(DGW01)**



**Foto 18**

**Air Sumur Desa  
Saengga (DGW02)**



**Pengukuran Arus**

**Foto 19**

**Pembacaan Arus  
(OS-03)**



**Foto 20**

**Pengukuran Arus  
(NS-09)**



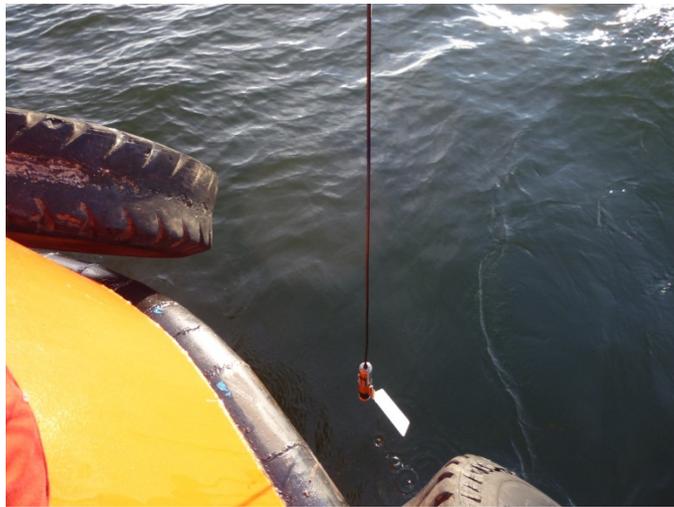
**Foto 21**

**Pengukuran Arus (OS-05)**



**Foto 22**

**Penurunan Current Meter (OS-05)**



**Foto 23**

**Penurunan Current Meter (OS-01)**



Foto 24

Pengukuran pH dan DO  
(OS-02)



Benthos

Foto 25

Hasil ayakan sedimen  
(NS-04)



Foto 26

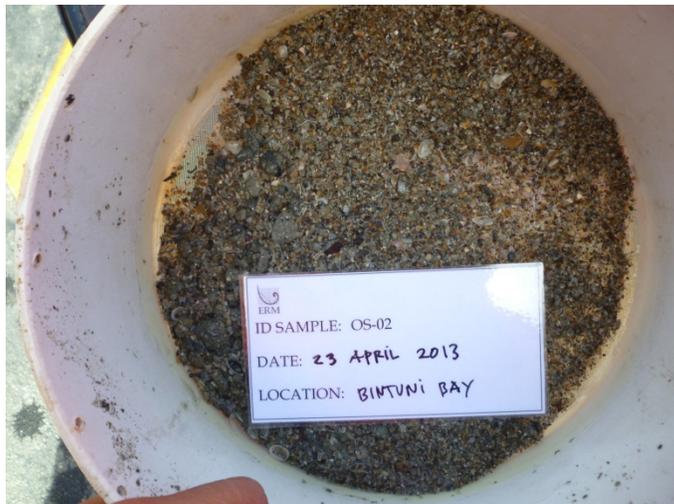
Hasil ayakan Sedimen  
(NS-07)



**Foto 27**  
**Proses pengayakan**  
**(OS-02)**



**Foto 28**  
**Hasil ayakan**  
**Sedimen (OS-02)**



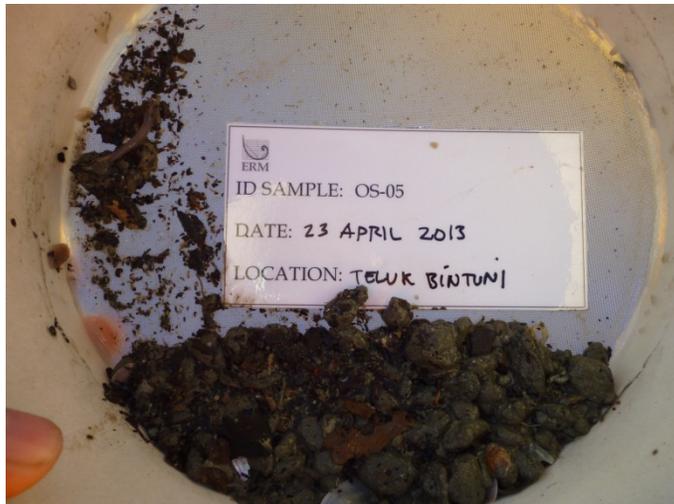
**Foto 29**  
**Proses Pengayakan**  
**Sedimen**  
**(OS-04)**



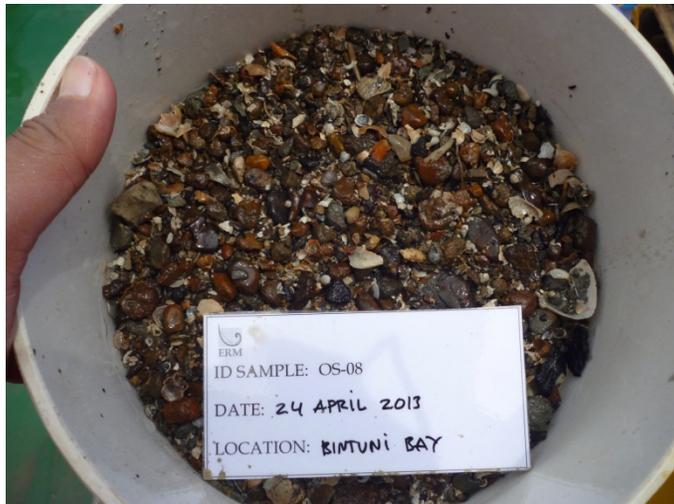
**Foto 30**  
**Hasil ayakan Sedimen**  
**(OS-04)**



**Foto 31**  
**Hasil ayakan Sedimen**  
**(OS-05)**



**Foto 32**  
**Hasil ayakan sedimen**  
**(OS-08)**



**Penurunan CTD**

**Foto 33**

**Penurunan CTD (OS-03)**



**Foto 34**

**Penurunan CTD  
(OS-14)**



**Foto 35**

**Persiapan penurunan  
CTD (NS-05)**



**Foto 36**

**Penurunan CTD  
(NS-07)**



**Foto 37**

**Penurunan CTD  
(NS-08)**



**Foto 38**

**Penurunan CTD  
(OS-02)**



## Pengambilan Sampel Plankton

**Foto 39**

**Sampling Plankton  
(OS-03)**



**Foto 40**

**Samplin Plankton  
(NS-05)**



**Foto 41**

**Sampling Plankton  
(SW-03)**



**Foto 42**  
**Pengambilan Plankton**  
**(NS-08)**



**Foto 43**  
**Sampling Plankton**  
**(OS-02)**



**Pengambilan Sampel Sedimen**

**Foto 44**  
**Sampel Sedimen**  
**(OS-03)**



**Foto 45**

**Sampel Sedimen  
(OS-06)**



**Foto 46**

**Sampel Sedimen  
(SW-03)**



**Foto 47**

**Pengambilan Sampel  
Sedimen  
(NS-06)**



**Foto 48**  
**Sampel Sedimen (OS-14)**



**Foto 49**  
**Pengambilan sampel sedimen (NS-07)**



**Foto 50**  
**Sampel Sedimen (NS-07)**



**Foto 51**  
**Pengambilan sampel sedimen (NS-08)**



**Foto 52**  
**Pengambilan Sampel Sedimen (NS-08)**



**Foto 53**  
**Pengambilan Sampel Sedimen (NS-09)**



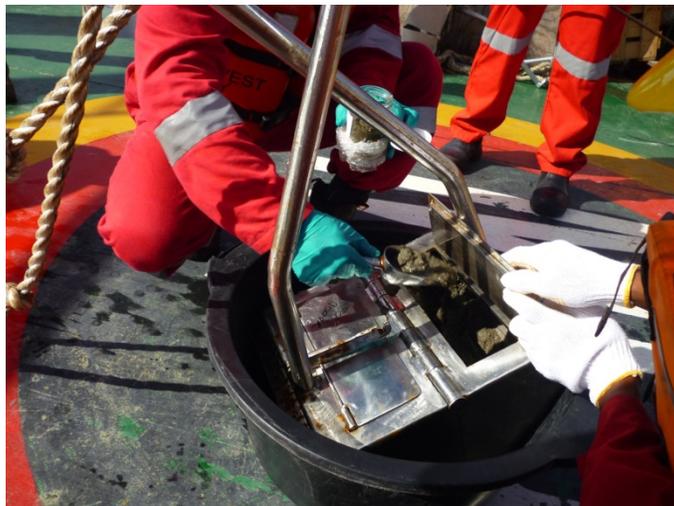
**Foto 54**

**Penurunan Grap  
Sampler (OS-02)**



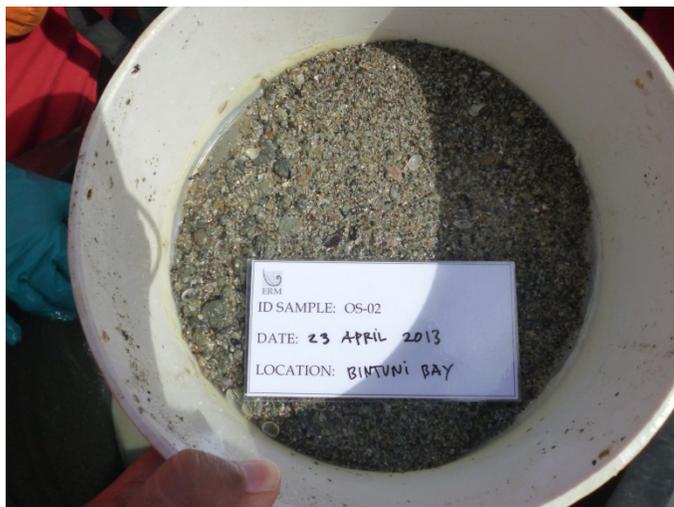
**Foto 55**

**Pengambilan  
sampel sedimen  
(OS-02)**



**Foto 56**

**Sampel Sedimen  
(OS-02)**



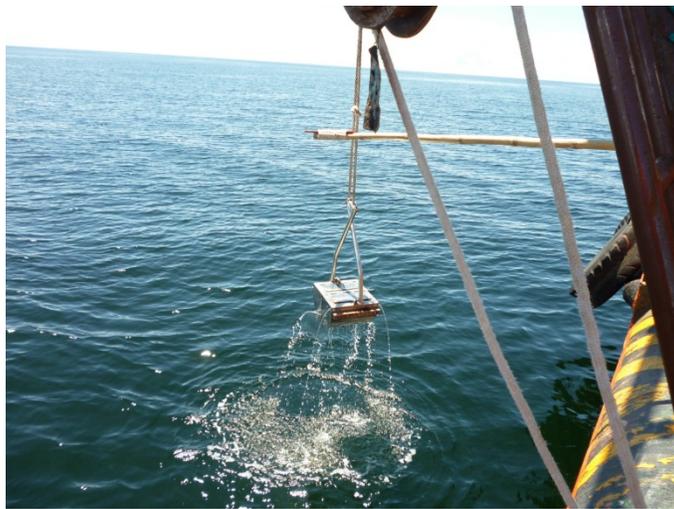
**Foto 57**

**Penurunan Grap Sampler  
(OS-04)**



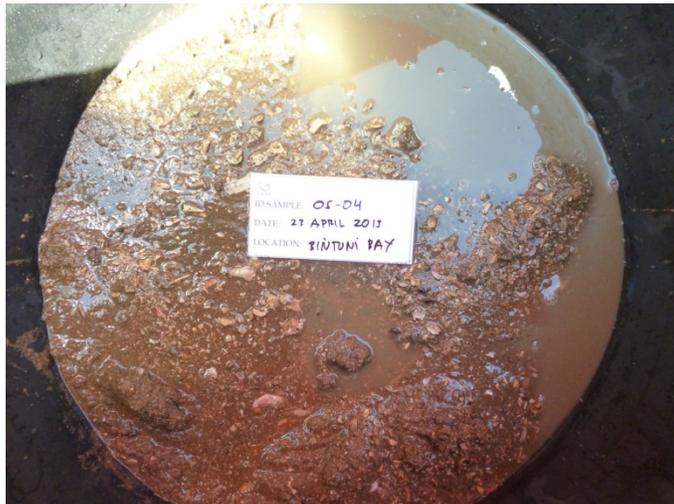
**Foto 58**

**Penarikan Grap Sampler  
(OS-04)**



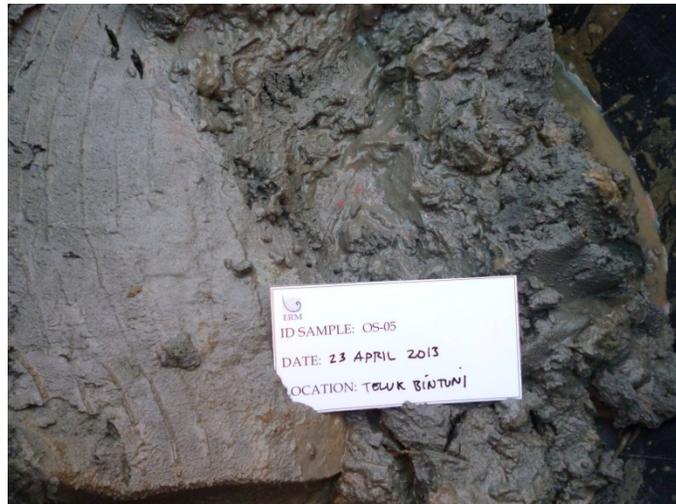
**Foto 59**

**Sampel Sedimen (OS-04)**



**Foto 60**

**Sampel Sedimen  
(OS-05)**



**Foto 61**

**Persiapan Penurunan  
Grap Sampler  
(OS-01)**



**Foto 62**

**Proses Penurunan  
Grap Sampler  
(OS-01)**

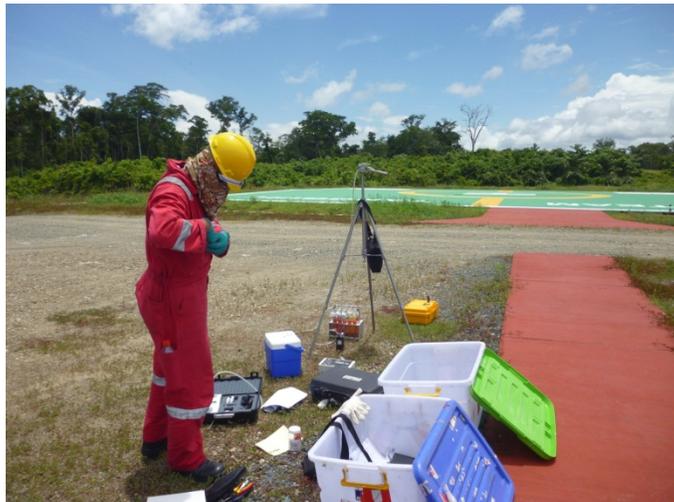


**Foto 63**  
**Proses Penarikan Grab**  
**(OS-08)**



**Pengambilan Sampel Udara Ambien**

**Foto 64**  
**Udara ambien di**  
**Helipad (AQ-01)**



**Foto 65**  
**Udara ambien di**  
**belakang Mess**  
**(AQ-06)**



**Foto 66**

**Udara ambien di Arguni  
(AQ-08)**



**Foto 67**

**Udara ambien di Kapal  
(AQ-10)**





## Lampiran IV

# Hasil Permodelan

## Lampiran IV. 1

### *Drilling Cutting and Mud Dispersion Simulation*



# Drilling Cutting and Mud Dispersion Simulation



## Final Report



January 2012

# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

## **TABLE OF CONTENTS**

---

---

---

# Contents

---

Contents.....	i
Chapter 1 Introduction.....	1-1
1.1 Background.....	1-1
1.2 Objectives.....	1-1
1.3 Scope of Work.....	1-1
1.4 This Report.....	1-2
Chapter 2 Description of Study Area.....	2-1
Chapter 3 Model Description.....	3-1
3.1 Background.....	3-1
3.2 Governing Equations.....	3-2
Chapter 4 Model Setup and Validation.....	4-1
4.1 Boundary Fitted Grid System of Large Scale Domain.....	4-1
4.2 Bathymetric of Large Scale Domain.....	4-1
4.3 Open Boundary of Large Scale Domain.....	4-1
4.4 Small Scale Domain.....	4-2
4.5 Simulation Scenario.....	4-2
4.6 Validation.....	4-4
Chapter 5 Model Results.....	5-1
5.1 Ofweri-2 Well.....	5-2
5.2 Roabiba-2 Well.....	5-8
5.3 Vorwata-12 Well.....	5-15
5.4 Teteruga-2 Well.....	5-21
Chapter 6 Conclusions.....	6-1

---

# Contents

---

## References

- Appendix A Simulation Result of Cutting at Ofaweri-2 Well
- Appendix B Simulation Result of Cutting at Roabiba-2 Well
- Appendix C Simulation Result of Cutting at Vorwata-12 Well
- Appendix D Simulation Result of Cutting at Teteruga-2 Well
- Appendix E Simulation Result of Arsenic in Cutting at Ofaweri-2 Well
- Appendix F Simulation Result of Arsenic in Cutting at Roabiba-2 Well
- Appendix G Simulation Result of Arsenic in Cutting at Vorwata-12 Well
- Appendix H Simulation Result of Arsenic in Cutting at Teteruga-2 Well
- Appendix I Simulation Result of Mud at Dumping Location 1 (East)
- Appendix J Simulation Result of Mud at Dumping Location 2 (West)

# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Chapter **1**

**INTRODUCTION**

---

---

---

## Introduction

---

### 1.1 Background

BP and Tangguh-LNG plans to initiate Tangguh Exploration and Appraisal Project at Bintuni Bay, Babo district, Bintuni Bay Regency, Papua Barat. As part of the Project activities, it intends to discharge the drilling cutting and mud into the sea. LAPI-ITB was commissioned to conduct dispersion modeling using MuQual3D software to assess the potential impacts from the discharge into the environmental and to obtain the necessary discharge permit from Ministry of Environment.

### 1.2 Objectives

The basic objectives of the study are to conduct long term simulation dispersion of physical and chemical properties of Drilling Cuttings and Mud using three dimensional hydrodynamics and water quality model (MuQual3D).

### 1.3 Scope of Work

The scope of the work includes:

- ¾ To report summarizing the modeling methodology used.
- ¾ To run Model.
- ¾ To present and socialize the results of modeling to Tangguh LNG, the Ministry of Environment, and BP Migas.
- ¾ To submit the results of study in Final Report.

### 1.4 This Report

This report provides a detail description of the modeling work. **Chapter 2** presents the description of study area. **Chapter 3** describes the state of the art of the boundary fitted

three-dimensional model. **Chapter 4** describes model setup. **Chapter 5** shows the modeling results. **Chapter 6** presents the conclusions of the study.

# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Chapter **2**

## **DESCRIPTION OF STUDY AREA**

---

---

### Description of Study Area

---

The study area is in Berau/Bituni Bay, Papua Province, Indonesia (**Figure 2.1**). Bituni Bay is approximately 160km long, and about 50km wide at the opening. The Environmental Sensitivity Index Mapping of the study area can be seen in Figure 2.2.

As reported in Berau Bay Seabed Morphology Study (Document 9000-SDY-PL-0010), there is little wave action in the bay. A significant wave height of 1m has a non-exceedance probability of 99.7%, and the 100 year return period condition is estimated as a wave height of 3.4m and a peak period of 7s. In 30m water depth this gives an orbital velocity of 0.2m/s. Tidal current measurements indicate peak tidal current magnitudes of 1.5 to 2m/s. Therefore the bottom orbital velocities due to waves and the induced bed shear stresses will have a negligible effect on the seabed dynamics compared with those from the usual tidal currents.

Berau and Bintuni bays comprise a large expanse of shallow water, exhibiting some estuarine characteristics, including substantial variation in salinity and high concentrations of suspended particulates, particularly during the wet season. Water temperature ranges from 24°C to 30°C throughout the bays, and salinity generally ranges from 26 to 32 psu. Suspended particulate concentrations commonly reach 200–300 milligram per liter (mg/L) close to the shore, with even higher concentrations near the seabed. Suspended sediment levels decline rapidly away from the shore as a result of flocculation and deposition. Tides are semidiurnal with an astronomical range of approximately 4 m. Currents are tidally driven, with a maximum speed of 1.9 meter per second (m/sec) measured in the study area.

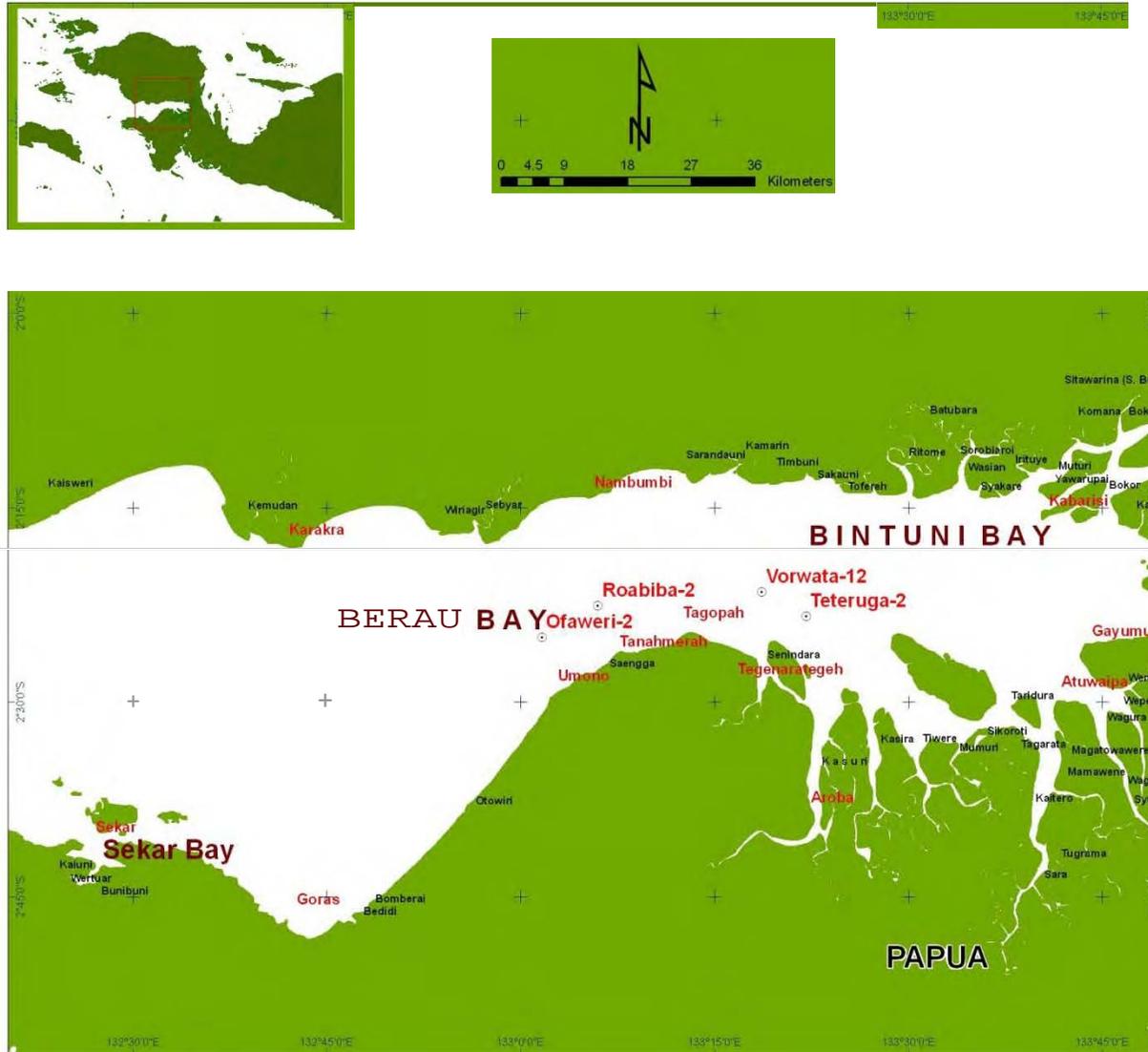


Figure 2.1 Area of Study Berau/Bintuni Bay, Papua Province, Indonesia

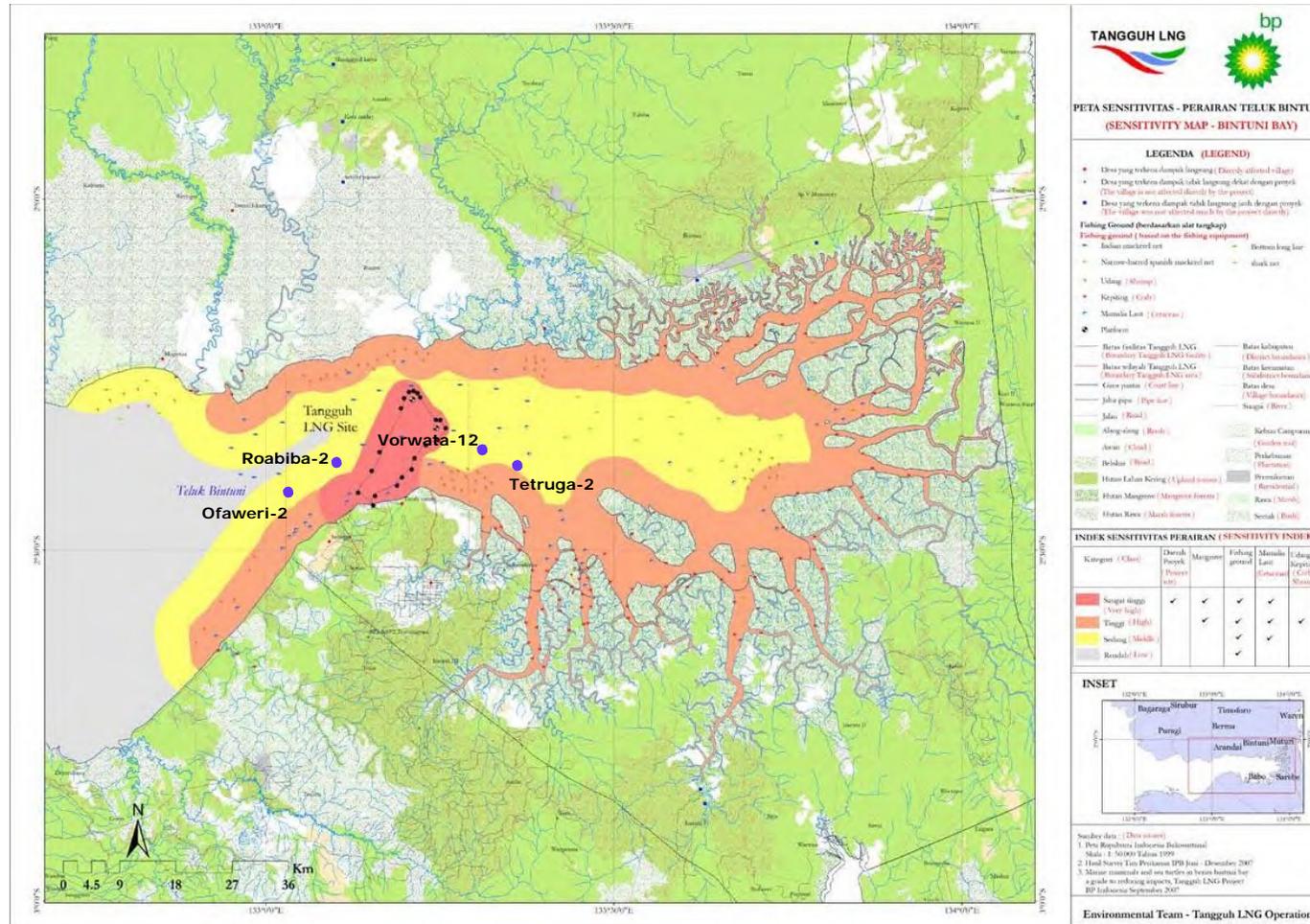


Figure 2.2 Environmental Sensitivity Index of Berau/Bintuni Bay

# Drilling Cutting and Mud Dispersion Study

Chapter **3**

**MODEL DESCRIPTION**

---

---

---

# Model Description

---

### 3.1 Background

Development and application of hydrodynamic models to predict circulation in estuarine, coastal and shelf water has been extremely active over the past two decades (**Spaulding *et al.*** 1990) with the majority of studies employing finite difference techniques on a rectangular grid. While this has proven useful in various applications, it becomes expensive and impractical when the study area is geometrically and bathymetrically complex. Excessive numerical truncation error may arise from too few grids representing too complex a geometry, while computational cost prevents the use of more refined grid resolution. Such difficulties have motivated the introduction of curvilinear coordinate.

Anticipating the use of hydrodynamic model with substantial variation in latitude, **Spaulding** (1984) developed a boundary fitted spherical coordinate model and solved vertically averaged equations of motion using **Leendertsee's** (1967) multi-operational method in curvilinear coordinates. **Muin** (1993) further improved the model by transforming both the dependent variables (the velocity components) as well as the independent variables (coordinate geometry) into curvilinear coordinates and introducing a three dimensional solution using a split technique in which the governing equations are divided into an exterior (vertically averaged) and interior modes (vertical structure).

The study will utilize MuDrillCutting3D as module of software MuQual3D, the state-of-the-art Non-Orthogonal Boundary Fitted Hydrodynamics and Water Quality Model for this application. The Boundary Fitted Hydrodynamics Model uses a variable grid which enables great flexibility in model grid design. The variable grid design has the flexibility to allow area of interest in the model domain to be gridded at higher resolution as required with coarser grid elsewhere. Further, the non-orthogonal boundary fitted hydrodynamics model provides accurate hydrodynamic prediction than orthogonal techniques. MuQual3D predicts the dynamic of conservative and non-conservative pollutant transport and dispersion of the discharged material.

MuQual3D is integrated model, in which consists of following model:

- ¾ 3D Water Quality Model,
- ¾ 3D Drilling Cutting and Mud Model (MuDrillCutting3D)
- ¾ 3D Ocean Hydrodynamics Model (MuHydro3D),
- ¾ Embedded Arc View Geographic Information System (GIS).

### 3.2 Governing Equations

The mathematical basis for the model begins with continuity and momentum equations. Both equations were developed with the underlying assumption that the flow is incompressible, variation of water mass density negligible except when multiplied with the earth's gravity (Boussinesq approximation), vertical acceleration negligible as compared to gravitational acceleration (hydrostatic approximation).

As boundary condition along shoreline, the beach is assumed as impermeable surface where there is no fluid particle velocity normal to it. Time varying water surface elevation commands the boundary condition at the ocean side. Influxes from rivers may be included by specifying their discharge. Two options are available to specify shear stresses at the bottom: (1) quadratic stress law or (2) Manning coefficient. At the free surface, the wind stress is calculated using quadratic approximation.

In order to perform computation in curvilinear system, where the mesh is made up of square grids, both dependent and independent variables in the above three equations are transformed into a curvilinear coordinate system. The vertically averaged equations of mass conservation (continuity) and motion in the  $(\xi, \eta)$  curvilinear system written in terms of contra variant velocity components are as follows.

#### Continuity

$$Jr \cos \theta \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial \zeta} (\cos \theta J u^c D) + \frac{\partial}{\partial \eta} (\cos \theta J v^c D) + Jr \cos \theta \frac{\partial (\omega D)}{\partial \sigma} = \frac{Q_R}{r} \quad (1)$$

## Momentum Equation

### • $\xi$ -direction

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial u^c D}{\partial t} &= -\frac{\theta_\eta \theta_\eta + \cos^2 \theta \varphi_\eta \varphi_\eta}{J^2 \rho_0 r \cos^2 \theta} \frac{Dg}{2} \left[ \{\lambda + (\rho_s - 2\rho)(1 - \sigma)\} \frac{\partial D}{\partial \zeta} + (4\rho - 2\rho_s) \frac{\partial \zeta}{\partial \zeta} + D \frac{\partial \lambda}{\partial \zeta} \right] \\
 &+ \frac{\theta_\zeta \theta_\eta + \cos^2 \theta \varphi_\zeta \varphi_\eta}{J^2 \rho_0 r \cos^2 \theta} \frac{Dg}{2} \left[ \{\lambda + (\rho_s - 2\rho)(1 - \sigma)\} \frac{\partial D}{\partial \eta} + (4\rho - 2\rho_s) \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} + D \frac{\partial \lambda}{\partial \eta} \right] \\
 &- \frac{\theta_\eta}{J^2 r \cos^2 \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \zeta} (\varphi_\zeta \cos^2 \theta Ju^c u^c D + \varphi_\eta \cos^2 \theta Ju^c v^c D) + \frac{\partial}{\partial \eta} (\varphi_\zeta \cos^2 \theta Ju^c v^c D + \varphi_\eta \cos^2 \theta Jv^c v^c D) \right] \\
 &+ \frac{\varphi_\eta}{J^2 r \cos^2 \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \zeta} (\theta_\zeta \cos^2 \theta Ju^c u^c D + \theta_\eta \cos^2 \theta Ju^c v^c D) + \frac{\partial}{\partial \eta} (\theta_\zeta \cos^2 \theta Ju^c v^c D + \theta_\eta \cos^2 \theta Jv^c v^c D) \right] \\
 &- \frac{\partial}{\partial \sigma} (\omega u^c D) + \frac{fD}{J \cos \theta} \left[ (\theta_\zeta \theta_\eta + \cos^2 \theta \varphi_\zeta \varphi_\eta) u_c + (\theta_\eta \theta_\eta + \cos^2 \theta \varphi_\eta \varphi_\eta) v^c \right] + \frac{4}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( A_v \frac{\partial u^c}{\partial \sigma} \right)
 \end{aligned} \tag{2}$$

### • $\eta$ -direction

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial v^c D}{\partial t} &= \frac{\theta_\eta \theta_\xi + \cos^2 \theta \varphi_\eta \varphi_\xi}{J^2 \rho_0 r \cos^2 \theta} \frac{Dg}{2} \left[ \{\lambda + (\rho_s - 2\rho)(1 - \sigma)\} \frac{\partial D}{\partial \xi} + (4\rho - 2\rho_s) \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} + D \frac{\partial \lambda}{\partial \xi} \right] \\
 &- \frac{\theta_\xi \theta_\xi + \cos^2 \theta \varphi_\xi \varphi_\xi}{J^2 \rho_0 r \cos^2 \theta} \frac{Dg}{2} \left[ \{\lambda + (\rho_s - 2\rho)(1 - \sigma)\} \frac{\partial D}{\partial \eta} + (4\rho - 2\rho_s) \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} + D \frac{\partial \lambda}{\partial \eta} \right] \\
 &+ \frac{\theta_\xi}{J^2 r \cos^2 \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \xi} (\varphi_\xi \cos^2 \theta Ju^c u^c D + \varphi_\eta \cos^2 \theta Ju^c v^c D) + \frac{\partial}{\partial \eta} (\varphi_\xi \cos^2 \theta Ju^c v^c D + \varphi_\eta \cos^2 \theta Jv^c v^c D) \right] \\
 &- \frac{\varphi_\xi}{J^2 r \cos^2 \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \xi} (\theta_\xi \cos^2 \theta Ju^c u^c D + \theta_\eta \cos^2 \theta Ju^c v^c D) + \frac{\partial}{\partial \eta} (\theta_\xi \cos^2 \theta Ju^c v^c D + \theta_\eta \cos^2 \theta Jv^c v^c D) \right] \\
 &- \frac{\partial}{\partial \sigma} (\omega v^c D) - \frac{fD}{J \cos \theta} \left[ (\theta_\xi \theta_\xi + \cos^2 \theta \varphi_\xi \varphi_\xi) u_c + (\theta_\xi \theta_\eta + \cos^2 \theta \varphi_\xi \varphi_\eta) v^c \right] + \frac{4}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( A_v \frac{\partial v^c}{\partial \sigma} \right)
 \end{aligned} \tag{3}$$

In addition, the equation for conservation of substance and the equation of state are also required to take into account sediment, salinity, and temperature. These equations are as follows:

### Conservation of Substance

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{u^c}{r} \frac{\partial q}{\partial \xi} + \frac{v^c}{r} \frac{\partial q}{\partial \eta} + \omega \frac{\partial q}{\partial \sigma} = \frac{4}{D^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( D_v \frac{\partial q}{\partial \sigma} \right) \\ + \frac{D_h}{r^2 J^2} \left[ \left( \frac{\theta_\eta \theta_\eta}{\cos^2 \theta} + \varphi_\eta \varphi_\eta \right) \frac{\partial^2 q}{\partial \xi^2} - 2 \left( \frac{\theta_\xi \theta_\eta}{\cos^2 \theta} + \varphi_\xi \varphi_\eta \right) \frac{\partial^2 q}{\partial \xi \partial \eta} + \left( \frac{\theta_\xi \theta_\xi}{\cos^2 \theta} + \varphi_\xi \varphi_\xi \right) \frac{\partial^2 q}{\partial \eta^2} \right] - Kq \end{aligned} \quad (4)$$

### Equation of State

$$\rho = \text{function of } (S, \Theta) \quad (5)$$

Where:

- $\xi, \eta$  = curvilinear coordinates
- $\varphi, \theta$  = longitude, latitude
- $t$  = time
- $f$  = Coriolis parameter
- $g$  = gravitational acceleration
- $\rho'$  = vertical density difference ( $\rho = \bar{\rho} + \rho'$ )
- $\bar{\rho}$  = vertically-averaged mass density of water
- $\rho_o$  = basin-averaged mass density of water
- $\rho_s$  = water density at the surface
- $\omega$  = vertical velocity in  $\sigma$ -coordinate
- $\sigma$  = sigma stretching coordinate
- $\zeta$  = water surface deviation from mean level
- $h$  = water depth
- $D$  =  $h + \zeta$
- $A_v$  = vertical eddy viscosity
- $D_v$  = vertical eddy diffusivity
- $D_h$  = horizontal eddy diffusivity
- $r$  = radius

- R = earth's radius  
 S = salinity (ppt)  
 $\theta$  = temperature in centigrade  
 q = concentration of substance  
 $\Omega^n$  = concentration of n-th class of suspended sediment material  
 $u^c, v^c$  = contravariant velocities in the  $(\xi, \eta)$  directions, respectively  
 $Q_r$  = River flow or water exchange discharge from or into mangrove  
 J = Jacobian =  $\varphi_\xi \theta_\eta - \varphi_\eta \theta_\xi$

The relationship between the contravariant velocities  $(u^c, v^c)$  and velocities in spherical coordinates  $(u, v)$  is given by

$$u = \cos\theta \varphi_\xi u^c + \sin\theta \varphi_\eta v^c \quad (7)$$

$$v = \theta_\xi u^c + \theta_\eta v^c \quad (8)$$

The above governing equations were solved numerically using a semi-implicit technique where water surface elevation in the long wave equation was solved implicitly and the other variables explicitly. By adopting this combination, the time- step size in the numerical solution was not constrained by the shallow water wave celerity, hence rapid computer execution. Detailed description of the hydrodynamics model can be found in **Muin (1993)**.

# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Chapter **4**

**MODEL SETUP AND VALIDATION**

---

---

---

# Model Setup and Validation

---

The simulations are performed in large-scale and small-scale nested computational domain. The large-scale model covers from Bintuni Bay and Berau Bay. Along open boundary of large scale domain, sea surface elevation was specified with time series of water elevation that is generated from tidal components. The amplitude and phase of each tidal component are obtained from Global Tidal Model. The salinity in open boundary is assumed constant.

### 4.1 Boundary Fitted Grid System of Large Scale Domain

For modeling purposes, the Bintuni and Berau Bay need to be discretised into computational grids. The main water body was represented by non-orthogonal boundary fitted grid system. The model employed 20 levels sigma-stretching coordinate to resolve vertical structure of current and salinity concentration in water column.

The computational grid is shown in **Figure 4.1**. The main water bodies are represented by 2530 boundary fitted water grid. The grid sizes range from 20 meters to 300 meters.

### 4.2 Bathymetry of Large Scale Domain

The bathymetric data in study area was obtained from the Hidral Map and measurement by Tangguh Project. **Figure 4.2** shows the grid bathymetry adopted by the model. The water depths along the coast are typically 2 to 13 meter. The middle of Bay ranges from 15 meters to 50 meters.

### 4.3 Open Boundary of Large Scale Domain

The Open Boundary is located at the mouth of Bintuni Bay (Arafura Sea). Open boundaries should ideally be placed further away from the area of interest to minimize the effect of boundary conditions on the model.

Nine major tidal components (M2, S2, N2, O1, K1, M4, M6, P1, and Q1) were used to generate tidal elevation along open boundary. The water elevation for each grid was further analyzed to obtain tidal component and presented in **Tables 4.1**.

**Table 4.1** Tidal Amplitude and Phase

Open Boundary

Tidal Component	Amplitude (meter)	Phase (degree)
M2	0.4717	185.9
N2	0.1119	179.4
S2	0.1926	240.7
K1	0.2249	201.9
O1	0.1666	183.0
M4	0.0015	158.5
M6	0.0009	58.4
P1	0.0744	200.6
Q1	0.0323	173.6

**4.4 Small Scale Domain**

The small-scale nested model is performed using 200x200, 50 meters square-grid system in the near region of outlet. The dynamics of water currents are obtained from output of large-scale simulation.

**4.5 Simulation Scenario**

Location of Drilling Activity and Dumping of Mud is shown in **Figure 4.5**. Data of wells for drilling activities presented in **Table4.2**. The dispersion simulation in was conducted under 4 Stages Drilling Cutting Scenario as follows:

**Table 4.2** Data of Well

Well Section	Drilling Time (days)	Discharge Volume (MT)	Discharge Rate (MT/hour)	Rock Type	Remarks
24"	1.3	686	21.9	80-90% shale, 10% sandstone	Seawater
17 ½"	7	1166	6.9	80-90% shale, 10% sandstone	Water base mud (bentonite base)
12 ¼"	1.5	207	5.3	Limestone	Drilling with sea water, total losses, no return, no cuttings
8 ½"	15.8	463	1.2	50% shale, 50% sandstone	Water base mud
Well Cleanup	1	420	17.5	Water based mud	This is end well clean up for each well before rig move

The data of discharge are provided by BP Tangguh LNG which is based on the drilling data for one complete well in Vorwata field. Estimated mud is presented in **Table 4.3**. The related heavy metal properties for cutting sediment data are based on sampling bed sediment near area (**Table 4.4**).

**Table 4.3** Estimated Mud Discharge

Discharge	Mud Volume (bbl)	Mud Weight (lb/gal)	Mud Solids Fraction	Volume of Solids in Mud (bbl)	Weight of Dry Solids in Mud (mt)
Batch Completion	2500	9.0	0.03393	84.8	35.1
Cementing 13 5/8 inch casing (per well)	500	9.0	0.03393	17.0	7.0

**Table 4.4** Arsenic properties on Sediment

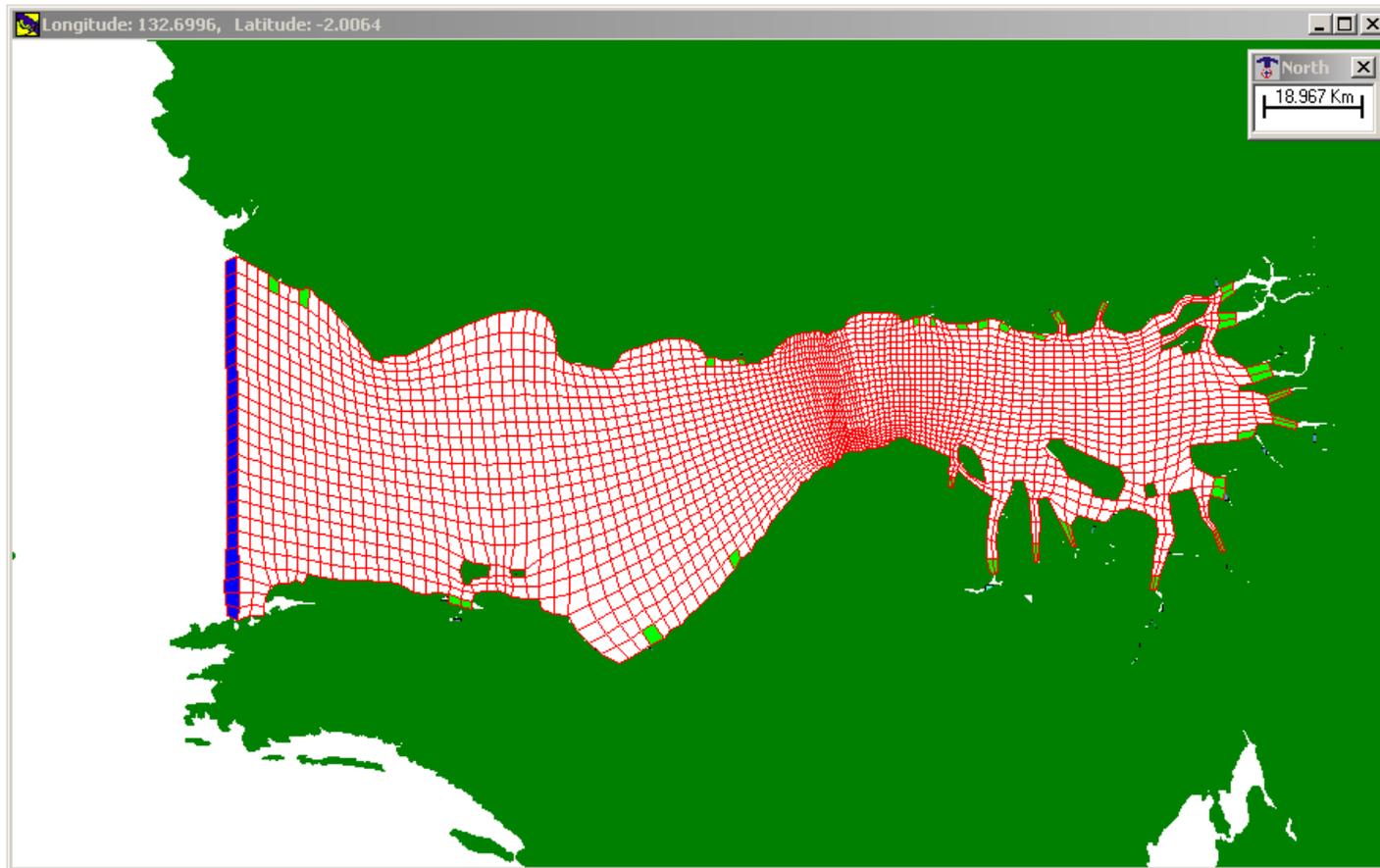
	Unit	Detection Limit	Sediment Standard (CCME, 1999)		AVERAGE SAMPLE RESULT			
			ISQGs	PEL	V-12	Roa-2	Ofa-2	Te-2
Arsenic	mg/dry Kg	0.2	7.24	41.6	60.6	161.3	28.3	7.9

## 4.6 Validation

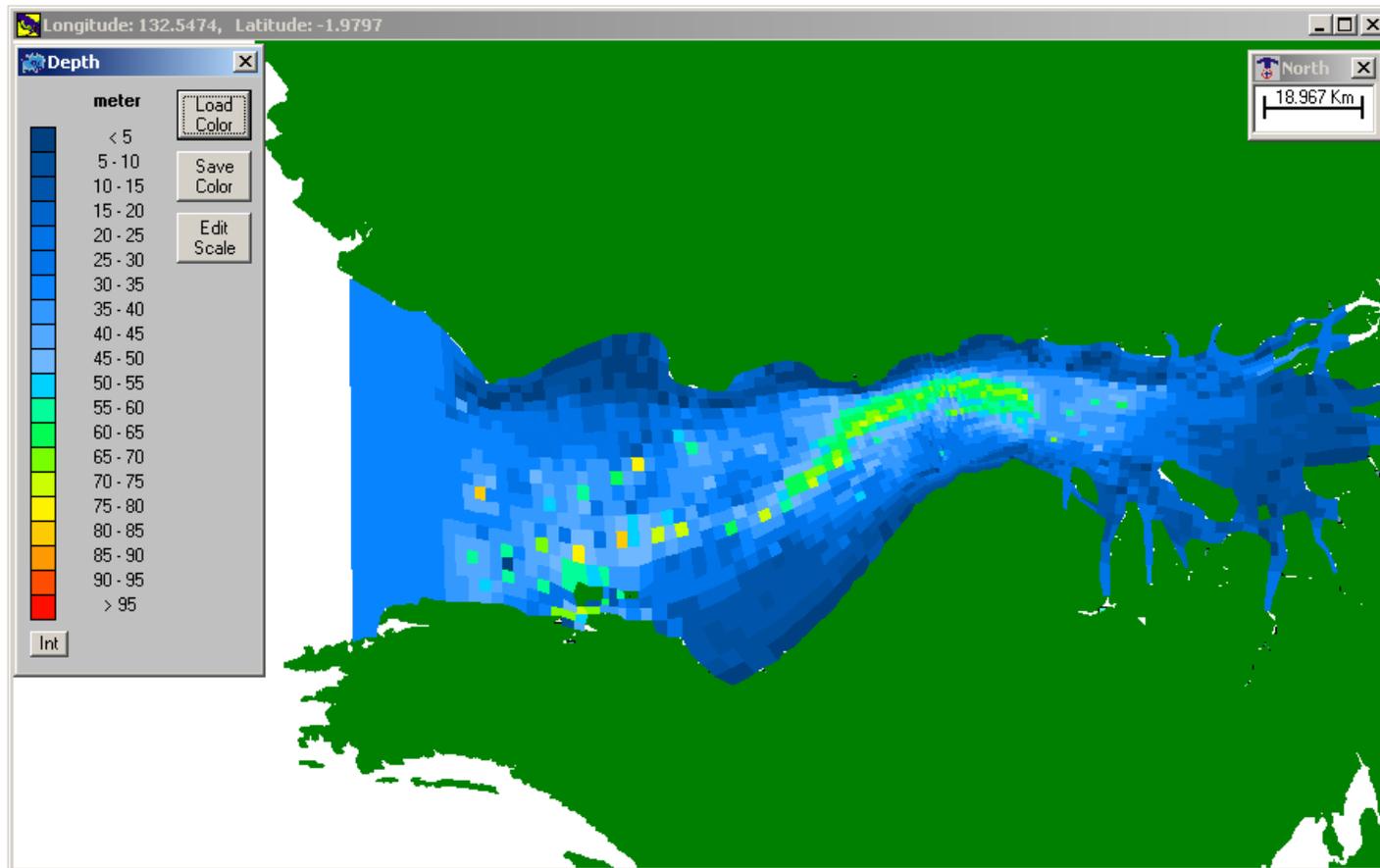
The success of any model application depends on the credibility of the model predictions. This credibility is gained by careful comparison of model predictions with observations.

The purpose of calibration is to select model coefficient to best match observation data. The primary calibrations data for this software are the observed water elevation and current from oceanographic survey by Calmarine (1999). The agreements between model and field data are excellent.

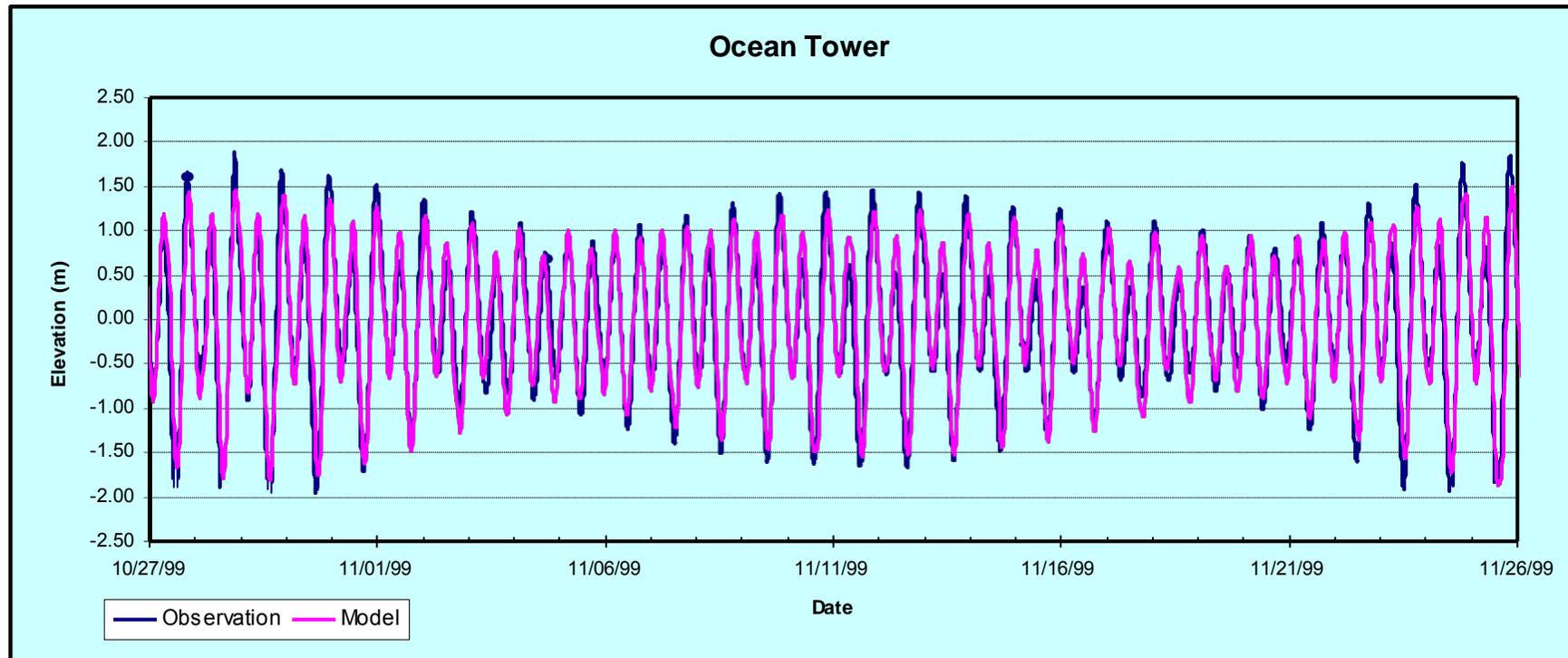
The bottom frictions in the main water body, turbulence model parameter were tuned to match the water elevation and current measurement data. The comparison between the predicted and observed water elevation and Current are presented in **Figure 4.3** and **Figure 4.4**.



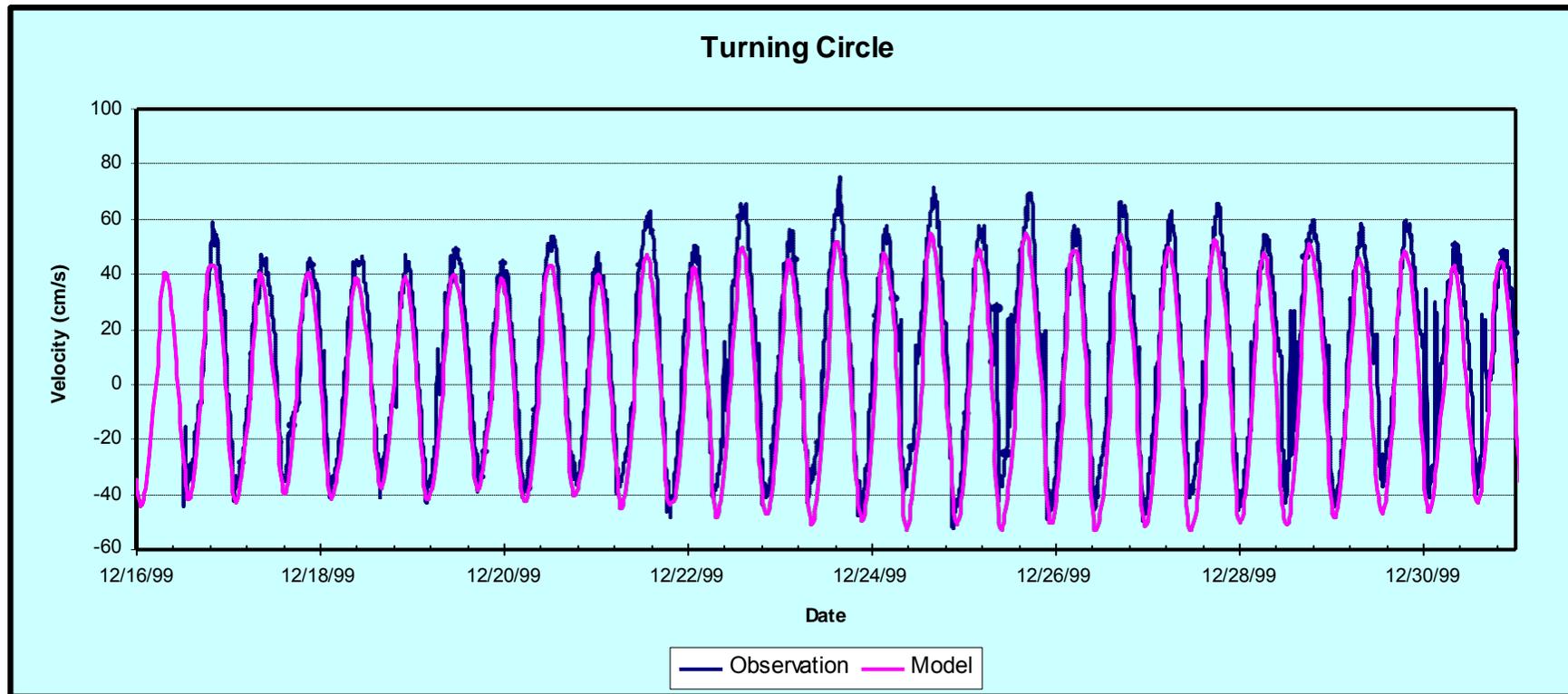
**Figure 4.1** Non-Orthogonal Boundary Fitted Grid in Large-Scale Model



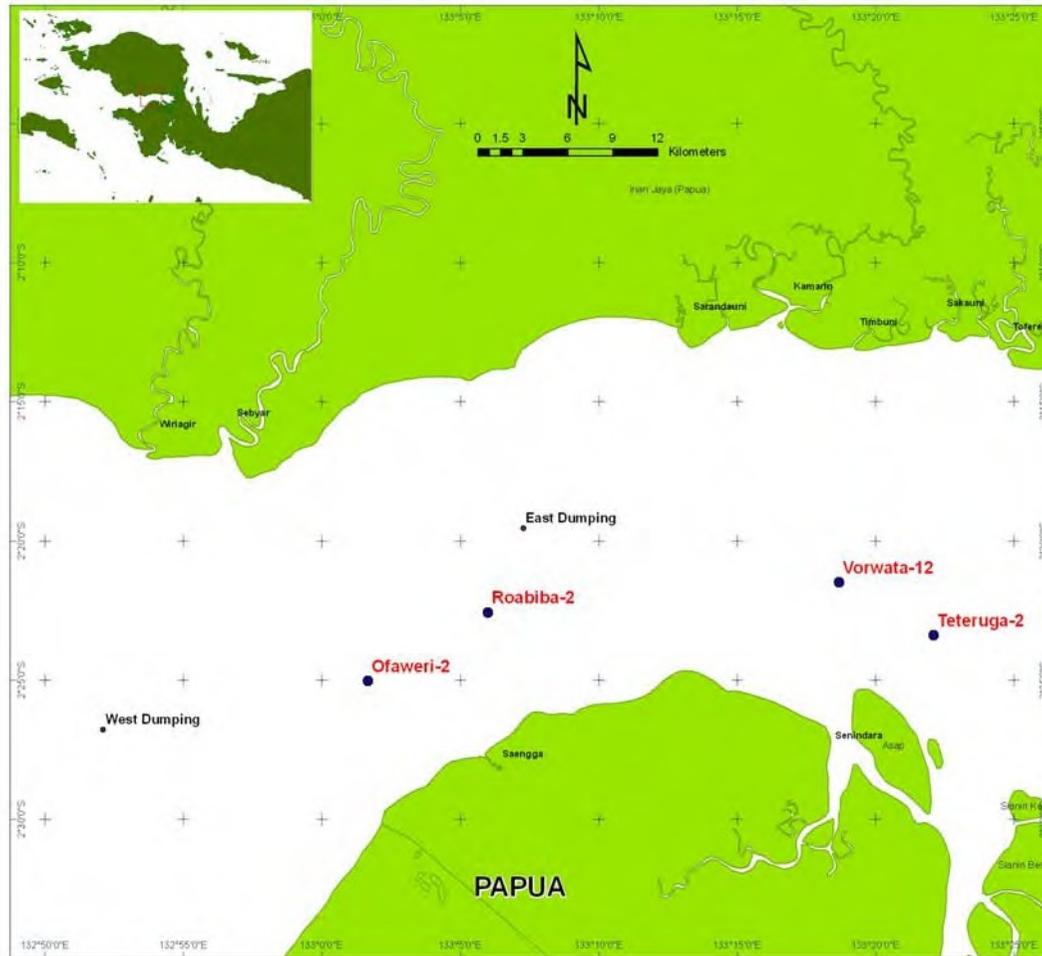
**Figure 4.2** Bathymetric in Large-Scale Model



**Figure 4.3** The Comparison between Model and Observed Water Elevation at Ocean Tower



**Figure 4.4** The Comparison between Model and Observed Water Current at Turning Circle



**Figure 4.5** The Location of Drilling Activity and Dumping of Mud.

# Drilling Cutting and Mud Dispersion Study

Chapter **5**

**MODELS RESULT**

---

---

---

## Modeling Results

---

**LAPI ITB** has conducted four stages drilling simulation for four wells (Ofaweri-2, Roabiba-2, Vorwata-12, and Teteruga-2) and two location (East and West) for mud disposal to examine the dispersion of Drilling Cutting and Mud.

### 5.1 Ofaweri-2 Well

The results of simulation of **Ofaweri-2 Well Drilling Activity** are presented as contour plot in **Appendix A**. The plots present the spatial extent of maximum Total Suspended Solid (TSS) concentration of Drilling Cutting for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations for each stage of sediment discharge are presented in **Figure A.1 to A.16**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling Cutting, for **Stages 1, 2, and 4**, in water depth 5 meter below surface, most of sediment will be dispersed in small region less than 100 meter because the grain size are coarse with high settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 100 m to 900 m of Ofaweri-2 Well Drilling Activity is summarized in **Tables 5.1**. During **Stage 3** Drilling Activity, the grain sizes of sediment are finer. Therefore it will disperse in larger area. Drilling **Stage 1** will produce the highest sediment concentration because the discharge rate is high.

**Table 5.2 to 5.4** presents the maximum TSS concentration for water depth 10, 20, and 30 meters respectively. It can be seen that for **Stages 1, 2, and 4**, along radius 300 meter the TSS concentration in water depth 10 meter are higher than that of in water depth 5 meter. It is because of high settling velocity. In contrary, The TSS concentration for **Stage 3** will decrease in deeper water depth layer because of finer grain size.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 100 meter. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 100 meter.

The deposited Drill Cutting is presented in **Figure A.17**. The sediment will be deposited in the area of 18 km from the well. The maximum deposited sediment is less than 2 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.1** Maximum Concentration at 5 m below surface for Ofaweri-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	26	11	13	1.1
300	6	2	9	0.5
500	<1	<1	6	<0.1
700	<1	<1	5	<0.1
900	<1	<1	4	<0.1

**Table 5.2** Maximum Concentration at 10 m below surface for Ofaweri-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	19	7.0	4.4	0.80
300	17	6.5	3.7	0.50
500	13	6.0	3.5	0.50
700	10	5.5	3.5	0.50
900	10	3.5	3.4	0.40

**Table 5.3** Maximum Concentration at 20 m below surface for Ofaweri-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	9	3.5	2.2	0.55
300	8	3.5	1.8	0.40
500	8	3.0	1.4	0.35
700	7	2.5	1.4	0.30
900	6	2.5	1.4	0.25

**Table 5.4** Maximum Concentration at 30 m below surface for Ofaweri-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	3	1.4	0.4	0.14
300	4	1.6	0.4	0.24
500	5	2.0	0.6	0.28
700	6	2.0	0.8	0.32
900	6	2.0	1.0	0.32

## 5.2 Roabiba-2 Well

The results of simulation of Roabiba-2 Well Drilling Activity are presented as contour plot in **Appendix B**. The plots present the spatial extent of maximum concentration of Drill Cutting for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations for each stage of sediment discharge are presented in **Figure B.1** to **B.16**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling Cutting, for **Stages 1, 2, and 4**, in water depth 5 meter below surface, most of sediment will be dispersed in small region less than 100 meter because the grain size are coarse with high settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 100 m to 900 m of Roabiba-2 Well Drilling Activity is summarized in **Tables 5.5**. During **Stage 3** Drilling Activity, the grain sizes of sediment are finer. Therefore it will disperse in larger area. Drilling **Stage 1** will produce the highest sediment concentration because the discharge rate is high.

**Table 5.6** to **5.8** presents the maximum TSS concentration for water depth 10, 20, and 30 meters respectively. It can be seen that for **Stages 1, 2, and 4**, along radius 300 meter the TSS concentration in water depth 10 meter are higher than that of in water depth 5 meter. It is because of high settling velocity. In contrary, The TSS concentration for **Stage 3** will decrease in deeper water depth layer because of finer grain size.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 100 meter. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 100 meter.

The deposited Drill Cutting is presented in **Figure B.17**. The sediment will be deposited in the area of 20 km from the well. The maximum deposited of sediment is less than 2 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.5** Maximum Concentration at 5 m below surface for Roabiba-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	28	9	12	0.8
300	12	5	9	0.4
500	<4	<2	7	<0.2
700	<4	<2	5	<0.2
900	<4	<2	3	<0.2

**Table 5.6** Maximum Concentration at 10 m below surface for Roabiba-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	16	6.0	4.0	0.65
300	14	6.0	4.0	0.55
500	14	5.5	4.0	0.50
700	12	5.0	3.5	0.45
900	11	3.5	3.0	0.30

**Table 5.7** Maximum Concentration at 20 m below surface for Roabiba-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	2	1.5	1.2	0.20
300	9	3.5	1.2	0.35
500	8	3.0	1.2	0.30
700	9	2.5	1.0	0.30
900	6	2.0	1.0	0.30

**Table 5.8** Maximum Concentration at 30 m below surface for Roabiba-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	<1	<0.6	<0.4	<0.06
300	<1	<0.6	<0.4	<0.06
500	<1	<0.6	<0.4	<0.06
700	1	<0.6	<0.4	<0.06
900	1	0.8	<0.4	<0.06

### 5.3 Vorwata-12 Well

The results of simulation of Vorwata-12 Well Drilling Activity are presented as contour plot in **Appendix C**. The plots present the spatial extent of maximum concentration of Drill Cutting for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations for each stage of sediment discharge are presented in **Figure C.1 to C.16**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling Cutting, for **Stages 1, 2, and 4**, in water depth 5 meter below surface, most of sediment will be dispersed in small region less than 100 meter because the grain size are coarse with high settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 100 m to 900 m of Vorwata-12 Well Drilling Activity is summarized in **Tables 5.9**. During **Stage 3** Drilling Activity, the grain sizes of sediment are finer. Therefore it will disperse in larger area. Drilling **Stage 1** will produce the highest sediment concentration because the discharge rate is high.

**Table 5.10 to 5.12** presents the maximum TSS concentration for water depth 10, 20, and 30 meters respectively. It can be seen that for **Stages 1, 2, and 4**, along radius 300 meter the TSS concentration in water depth 10 meter are higher than that of in water depth 5 meter. It is because of high settling velocity. In contrary, The TSS concentration for **Stage 3** will decrease in deeper water depth layer because of finer grain size.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 100 meter. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 100 meter.

The deposited Drill Cutting is presented in **Figure C.17**. The sediment will be deposited in the area of 16 km from the well. The maximum deposited of sediment is less than 1.5 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.9** Maximum Concentration at 5 m below surface for Vorwata-12 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	28	10	12	0.9
300	10	2	7	0.4
500	<2	<1	5	<0.2
700	<2	<1	4	<0.2
900	<2	<1	3	<0.2

**Table 5.10** Maximum Concentration at 10 m below surface for Vorwata-12 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	16	5.5	3.5	6.5
300	15	6.0	3.5	6.5
500	15	6.0	4.0	6.0
700	13	5.0	3.5	5.0
900	11	3.5	4.0	4.0

**Table 5.11** Maximum Concentration at 20 m below surface for Vorwata-12 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	9	3.5	1.6	0.45
300	6	3.0	1.6	0.30
500	9	3.0	1.6	0.40
700	7	3.0	1.6	0.30
900	9	3.5	1.6	0.30

**Table 5.12** Maximum Concentration at 30 m below surface for Vorwata-12 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	7.5	2.5	1.6	0.40
300	5.5	2.5	1.2	0.30
500	6.5	2.9	1.0	0.20
700	6.0	2.1	1.0	0.25
900	5.0	2.1	1.0	0.25

## 5.4 Teteruga-2 Well

The results of simulation of Vorwata-12 Well Drilling Activity are presented as contour plot in **Appendix D**. The plots present the spatial extent of maximum concentration of Drill Cutting for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations for each stage of sediment discharge are presented in **Figure D.1** to **D.16**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling

Cutting, for **Stages 1, 2, and 4**, in water depth 5 meter below surface, most of sediment will be dispersed in small region less than 100 meter because the grain size are coarse with high settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 100 m to 900 m of Teteruga-2 Well Drilling Activity is summarized in **Tables 5.13**. During **Stage 3** Drilling Activity, the grain sizes of sediment are finer. Therefore it will disperse in larger area. Drilling **Stage 1** will produce the highest sediment concentration because the discharge rate is high.

**Table 5.14** to **5.16** presents the maximum TSS concentration for water depth 10, 20, and 30 meters respectively. It can be seen that for **Stages 1, 2, and 4**, along radius 300 meter the TSS concentration in water depth 10 meter are higher than that of in water depth 5 meter. It is because of high settling velocity. In contrary, The TSS concentration for **Stage 3** will decrease in deeper water depth layer because of finer grain size.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 100 meter. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 100 meter.

The deposited Drill Cutting is presented in **Figure D.17**. The sediment will be deposited in the area of 15 km from the well. The maximum deposited of sediment is less than 1.5 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.13** Maximum Concentration at 5 m below surface for Teteruga-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	30	10	14	1.0
300	8	3	9	0.3
500	<3	<2	6	<0.2
700	<3	<2	4	<0.2
900	<3	<2	3	<0.2

**Table 5.14** Maximum Concentration at 10 m below surface for Teteruga-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	16	5.5	4.0	0.65
300	15	6.0	3.5	0.55
500	12	5.0	3.5	0.50
700	9	2.5	3.5	0.30
900	3	1.0	3.5	0.15

**Table 5.15** Maximum Concentration at 20 m below surface for Teteruga-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	9	3.4	2.0	0.40
300	7	3.4	2.4	0.30
500	8	3.4	1.8	0.25
700	7	3.4	2.0	0.30
900	7	2.8	2.0	0.25

**Table 5.16** Maximum Concentration at 30 m below surface for Teteruga-2 Well

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
100	7.0	3.4	1.2	0.32
300	5.5	2.2	0.8	0.26
500	5.0	2.8	1.0	0.22
700	5.0	2.0	1.2	0.20
900	7.0	2.6	1.2	0.20

## 5.5 Mud Dumping at East Location

The results of simulation of **Mud Dispersion at East Dumping Location** are presented as contour plot in **Appendix I**. The plots present the spatial extent of maximum Total Suspended Solid (TSS) concentration of Drilling Mud for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations of sediment discharge are presented in **Figure I.1** to **I.4**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling Mud in water depth 5 meter below surface (release layer) will be exceed the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm), most of sediment will be dispersed in large area because the grain size are fine with low settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 0.5 Km to 6 Km of East Dumping location Activity is summarized in **Tables 5.17**.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 6 Km in release water depth layer. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 6 Km.

The deposited Drilling Mud is presented in **Figure I.15**. The sediment will be deposited in the area of 1.8 km from the dumping location. The maximum deposited sediment is less than 0.05 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.17** Maximum Concentration for East Dumping Location

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	5 m under surface	10 m under surface	20 m under surface	30 m under surface
500	45	9	3.5	3.5
1,000	70	9	3.5	3.5
2,000	40	11	3.5	3.5
3,000	40	15	4.0	4.5
4,000	40	12	3.5	4.0
5,000	35	14	5.0	5.5
6,000	30	12	3.5	5.0

## 5.6 Mud Dumping at West Location

The results of simulation of **Mud Dispersion at West Dumping Location** are presented as contour plot in **Appendix J**. The plots present the spatial extent of maximum Total Suspended Solid (TSS) concentration of Drilling Mud for water depth 5, 10, 20, and 30 meter below surface water.

The results of small scale simulations of sediment discharge are presented in **Figure J.1** to **J.4**. The model indicates that the maximum concentration of Drilling Mud in water depth 5 meter below surface (release layer) will be exceed the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm), most of sediment will be dispersed in large area because the grain size are fine with low settling velocity. The maximum TSS concentration in radius from 0.5 Km to 6 Km of West Dumping location Activity is summarized in **Tables 5.18**.

The maximum TSS concentration is in compliance with the Indonesia Water Quality Criteria (20 ppm) except in radius 6 Km in release water depth layer. Therefore the Mixing Zone during drilling activity is 6 Km.

The deposited Drilling Mud is presented in **Figure I.15**. The sediment will be deposited in the area of 9 km from the dumping location. The maximum deposited sediment is less than 0.14 Kg/m<sup>2</sup>.

**Table 5.18** Maximum Concentration for West Dumping Location

Distance from Discharge (m)	Concentration (ppm)			
	5 m under surface	10 m under surface	20 m under surface	30 m under surface
500	75	14	6.5	6.5
1,000	45	13	6.0	5.0
2,000	45	16	5.5	4.0
3,000	35	17	5.0	3.5
4,000	35	13	5.5	4.5
5,000	30	11	5.5	5.5
6,000	25	10	5.0	4.0

# Drilling Cutting and Mud Dispersion Study

Chapter **6**

**CONCLUSION**

---

---

## Conclusion

The key findings from this study are summarized in the following tables:

### Drilling Cutting

**Table 6.1** Maximum concentration at radius 500 m at Ofaweri-2 Well

Layer Depth (below surface)	Concentration			
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
5 m	<1	<1	6	<0.1
10 m	13	6.0	3.5	0.50
20 m	8	3.0	1.4	0.35
30 m	5	2.0	0.6	0.28

**Table 6.2** Maximum concentration at radius 500 m at Roabiba-2 Well

Layer Depth (below surface)	Concentration			
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
5 m	<4	<2	7	<0.2
10 m	14	5.5	4.0	0.50
20 m	8	3.0	1.2	0.30
30 m	<1	<0.6	<0.4	<0.06

**Table 6.3** Maximum concentration at radius 500 m at Vorwata-12 Well

Layer Depth (below surface)	Concentration			
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
5 m	<2	<1	5	<0.2
10 m	15	6.0	4.0	6.0
20 m	9	3.0	1.6	0.40
30 m	6.5	2.9	1.0	0.20

**Table 6.4** Maximum concentration at radius 500 m at Teteruga-2 Well

Layer Depth (below surface)	Concentration			
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
5 m	<3	<2	6	<0.2
10 m	15	6.0	3.5	0.55
20 m	8	3.4	1.8	0.25
30 m	5.0	2.8	1.0	0.22

**Drilling Mud**

**Table 6.5** Maximum concentration at radius 500 m

Layer Depth (below surface)	Concentration	
	East Dumping	West Dumping
5 m	45.0	75.0
10 m	9.0	14.0
20 m	3.5	6.5
30 m	3.5	6.5

# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

**REFERENCE**

---

---

---

## Reference

---

**Leendertse, J.J.**, 1967. "Aspects of Computational Model for Long Period Water-Wave Propagation". Report RM-5294-PR, Rand Corp., Santa Monica, CA, USA.

**Muin, Muslim, and Spaulding, Malcolm L.**, 1997. "Application of Three-Dimensional Boundary-Fitted Circulation Model in Providence River". *J. Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 123, No.1

**Muin, Muslim, and Spaulding, Malcolm L.**, 1997. "Three-Dimensional Boundary-fitted Circulation Model". *J. Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 123, No. 1

**Muin, Muslim, and Spaulding, Malcolm L.**, 1996. "Two-dimensional boundary-fitted circulation model in spherical coordinates". *J. Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 122, No. 9

**Muin, Muslim**, 1993. "A Three-Dimensional Boundary-Fitted Circulation Model in Spherical Coordinates". *Ph.D. Dissertation*, University of Rhode Island, Narragansett, Rhode Island, USA.

**PT. ALS Indonesia**, 2011. "Bintuni Area Environmental Monitoring Analysis". BP Berau Ltd.

**Spaulding, M.L, Swanson, J.C., and Turner, C.**, 1990. "The New Tide and Tidal Current of Narragansett Bay". Marine Tech. Report, University of Rhode Island. Kingston, Rhode Island, USA.

**Spaulding, Malcolm L.**, 1984. "A vertically-averaged circulation model using boundary fitted coordinates". *J. Physical Oceanography*, 14, 973-982.

**Thomann R. and Mueller J**, 1987. "Principles of Water Quality Modeling and Control". Harper, New York.

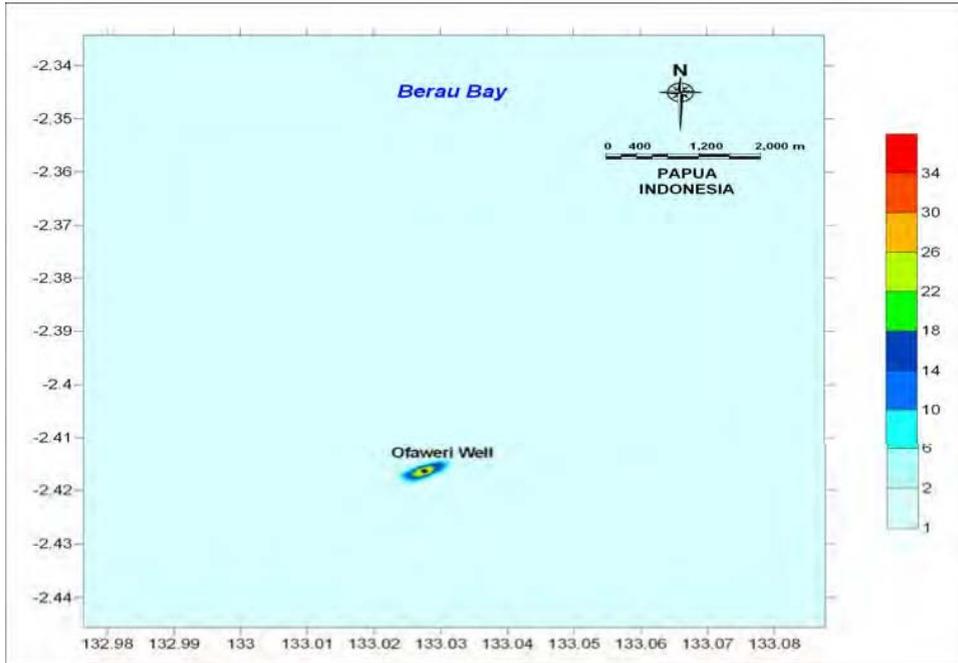
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **A**

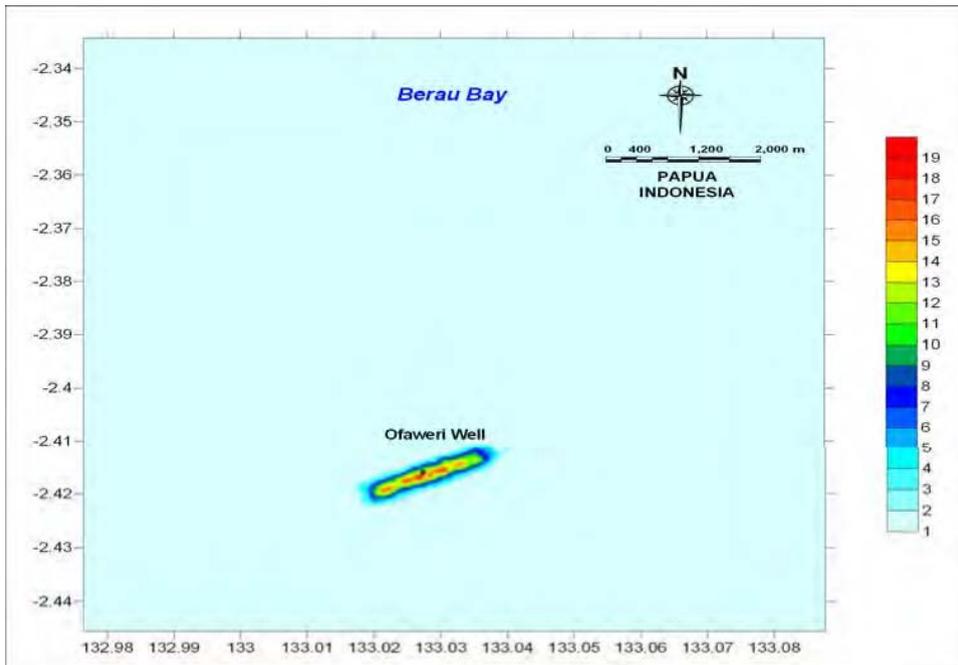
**Simulation Result of Cutting at  
Ofaweri-2 Well**

---

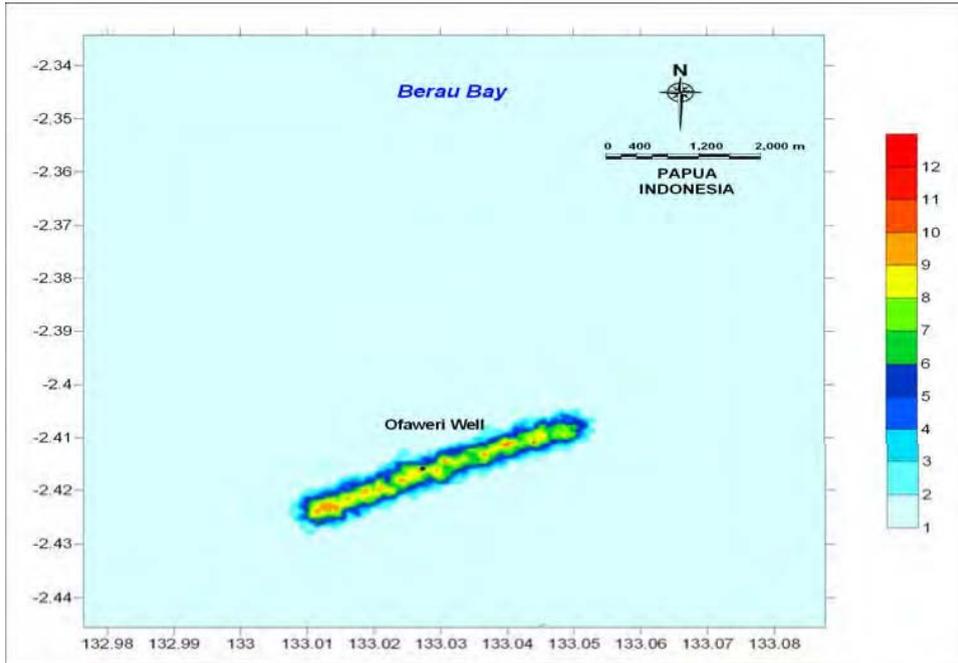
---



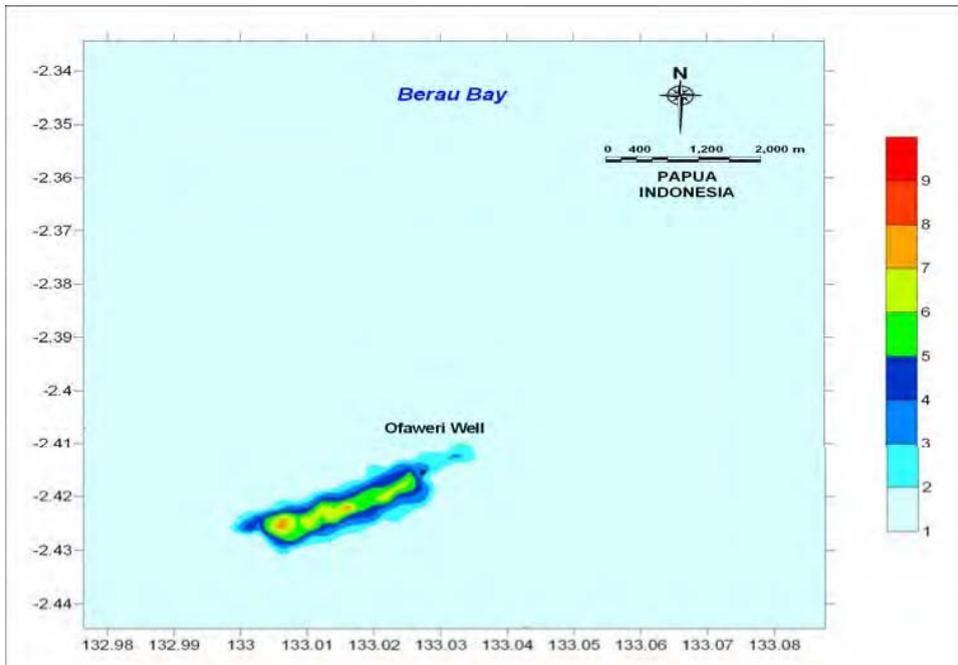
**Figure A.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



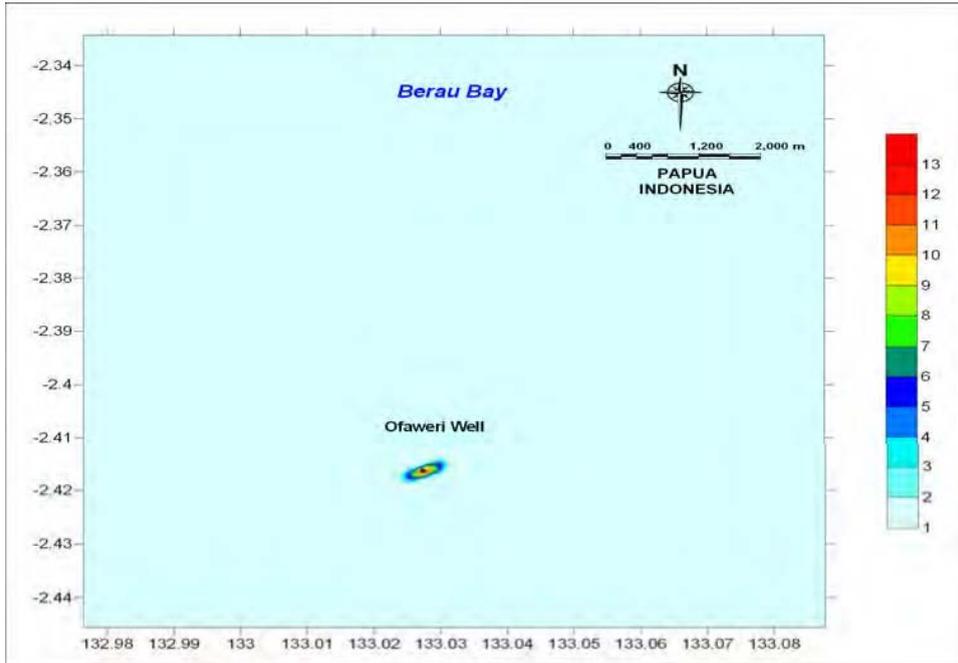
**Figure A.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



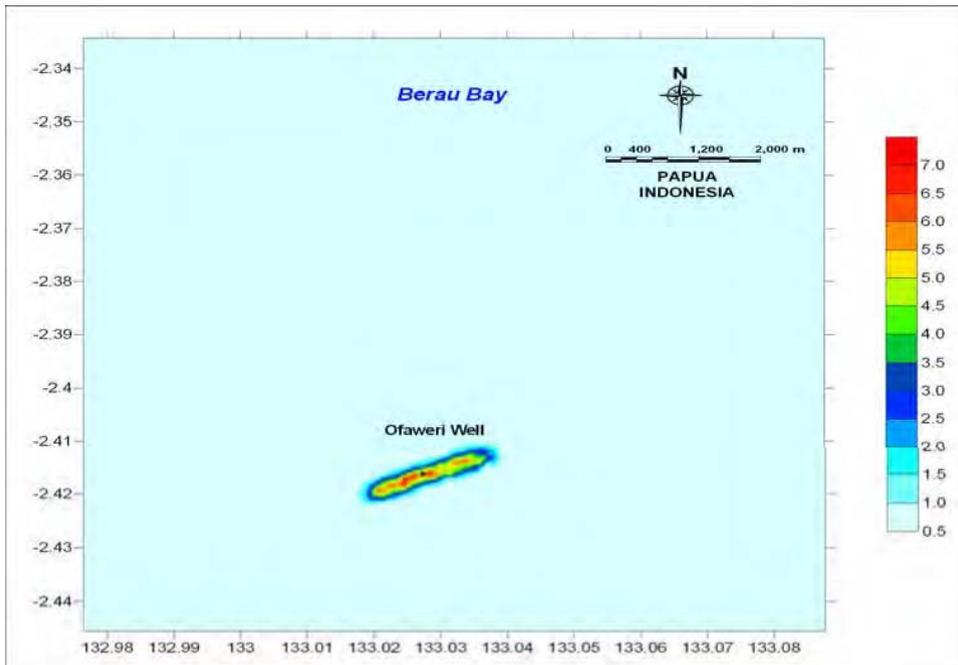
**Figure A.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



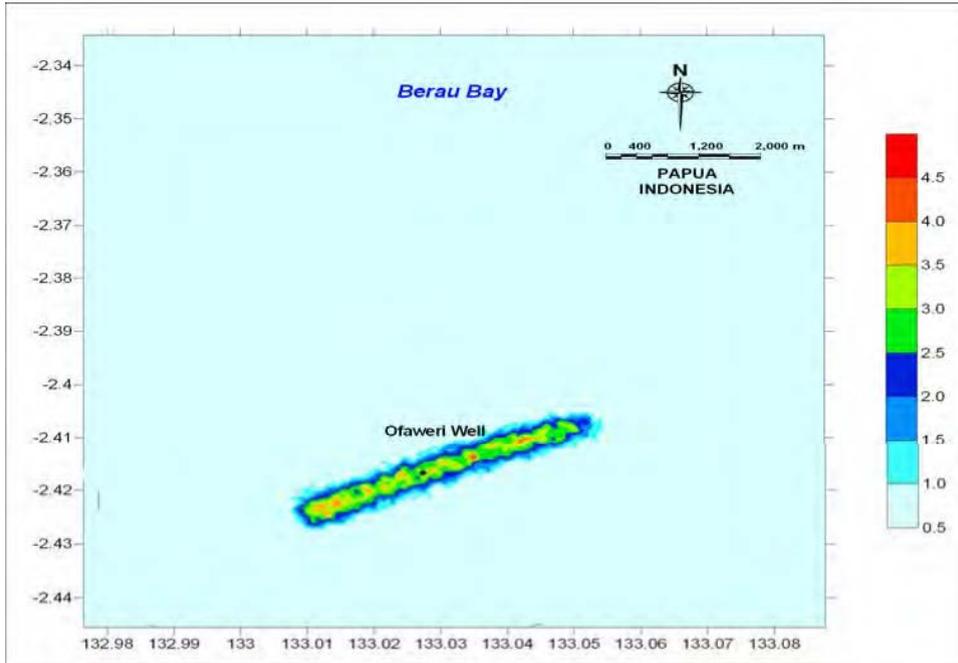
**Figure A.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



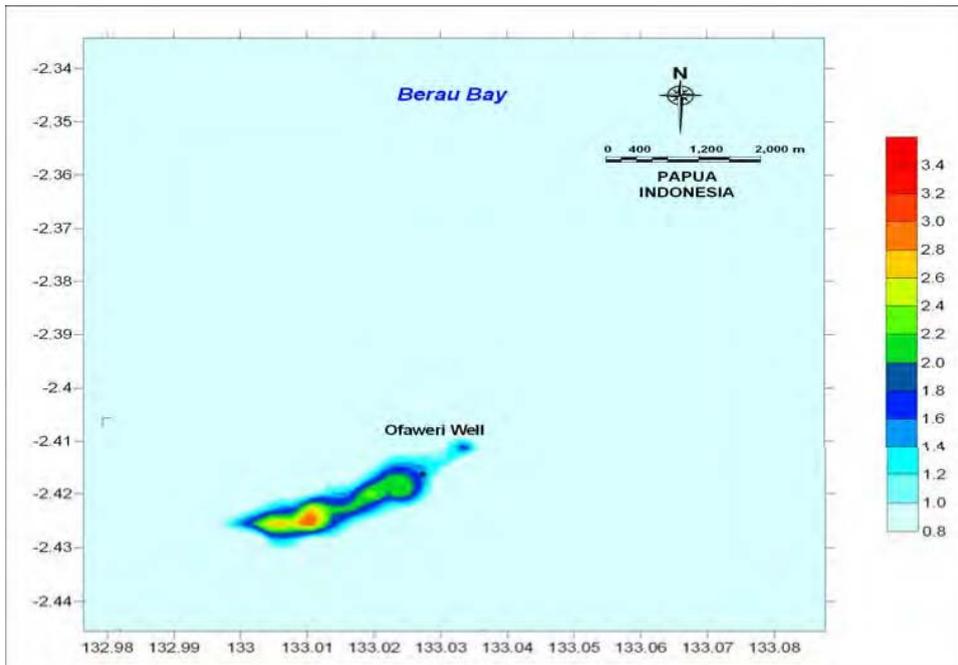
**Figure A.5** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



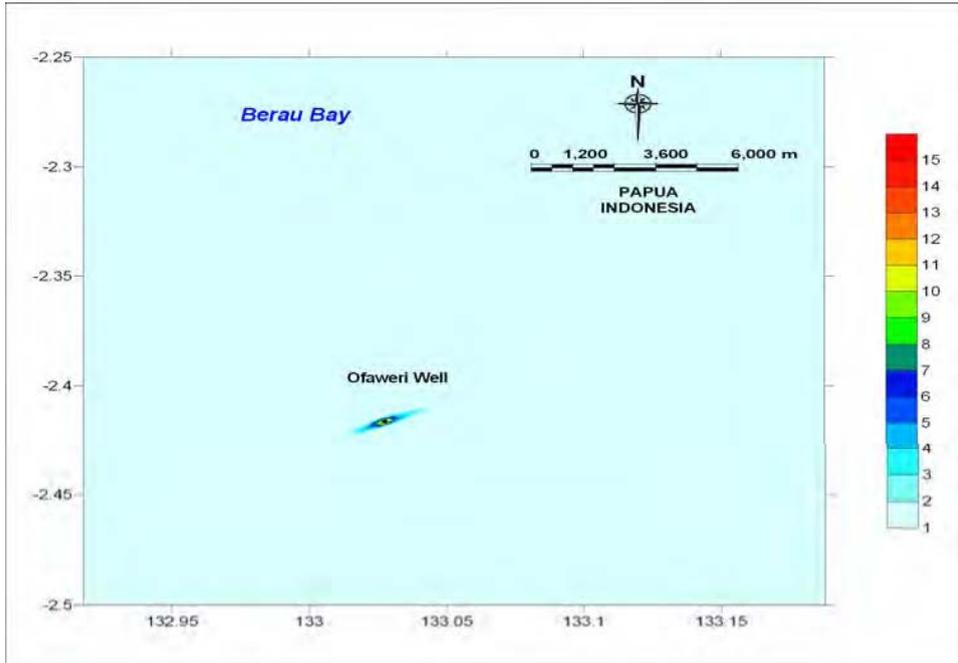
**Figure A.6** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



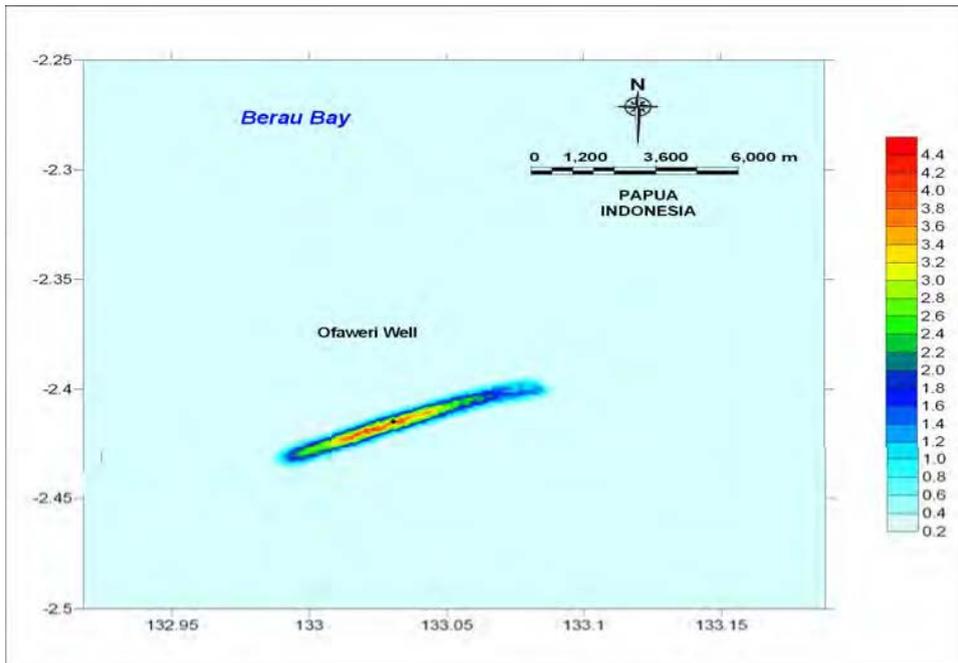
**Figure A.7** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



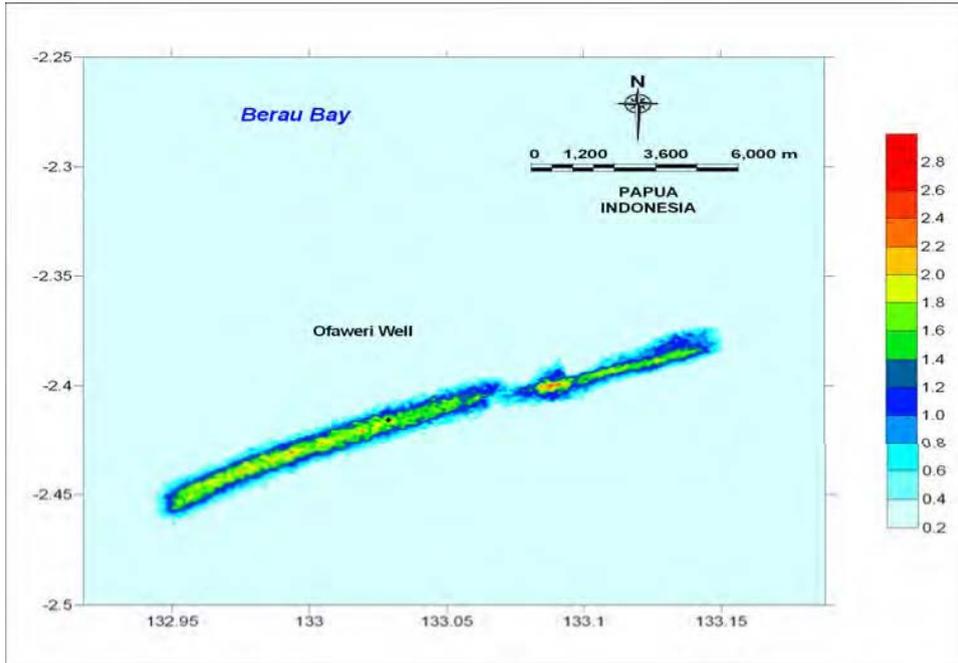
**Figure A.8** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



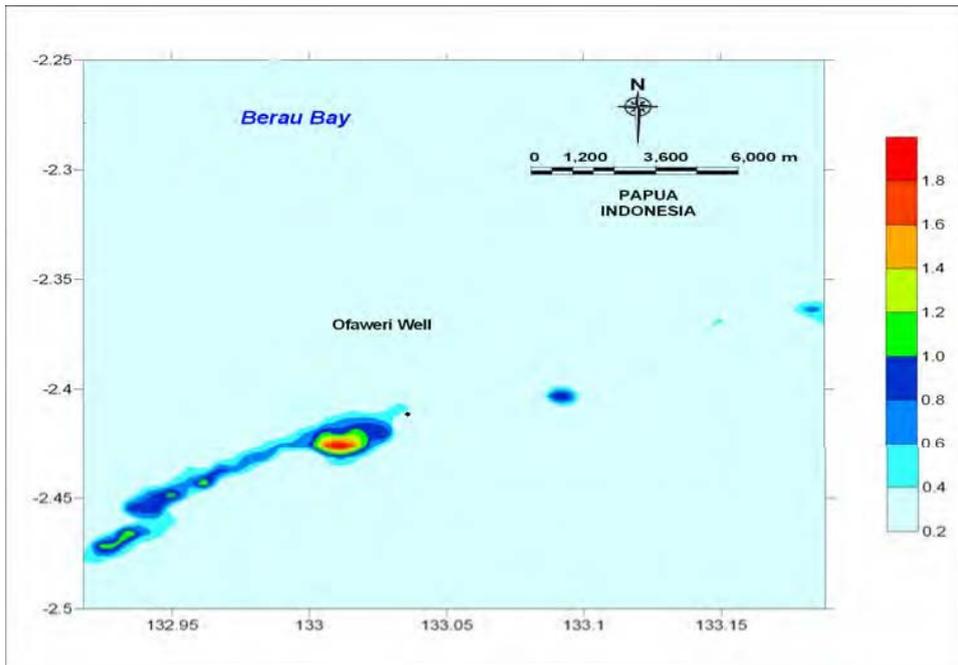
**Figure A.9** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



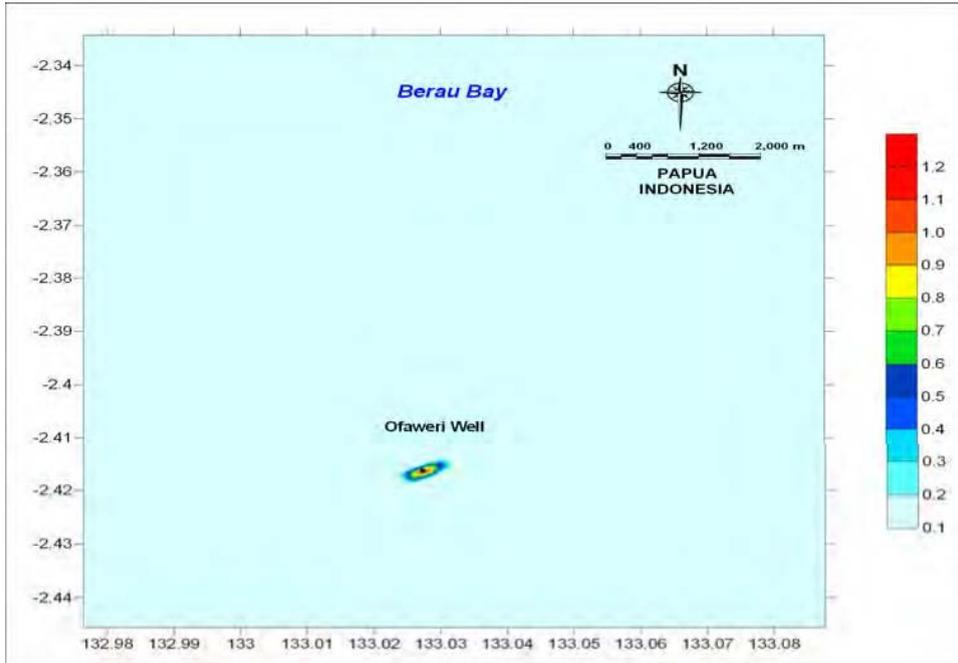
**Figure A.10** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



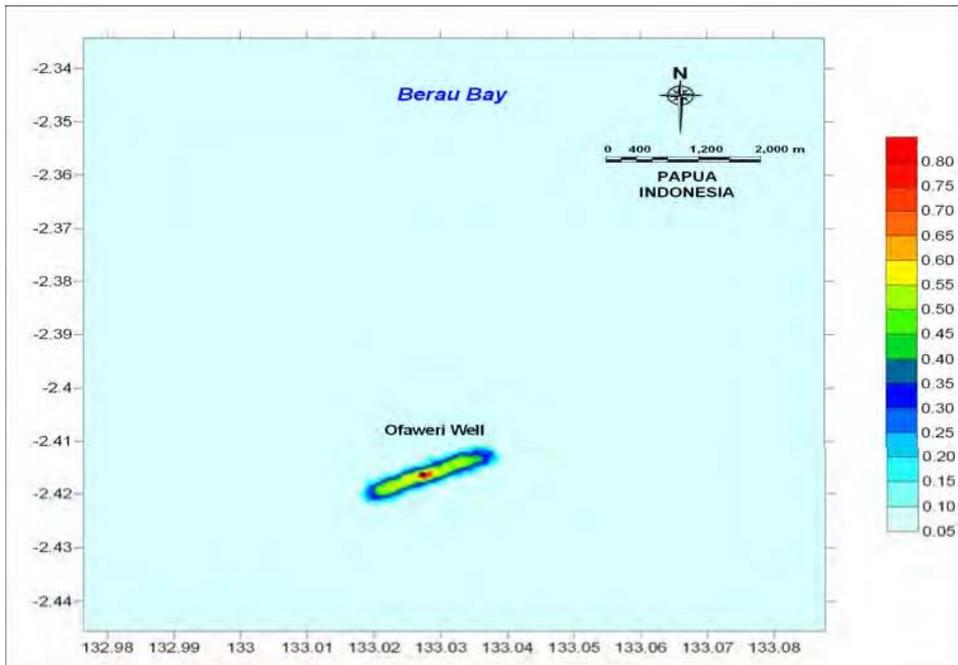
**Figure A.11** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



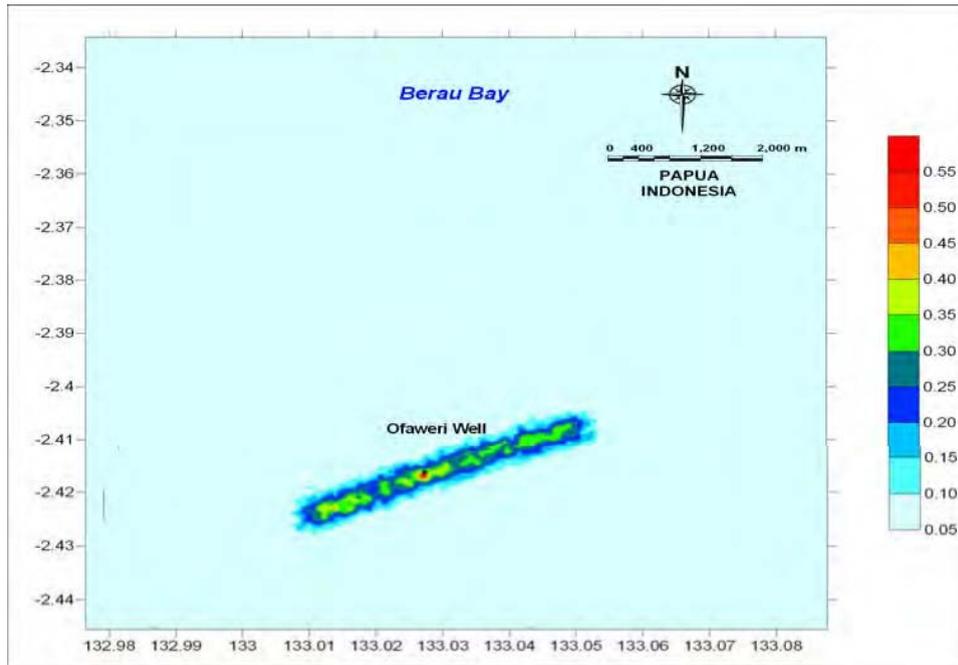
**Figure A.12** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



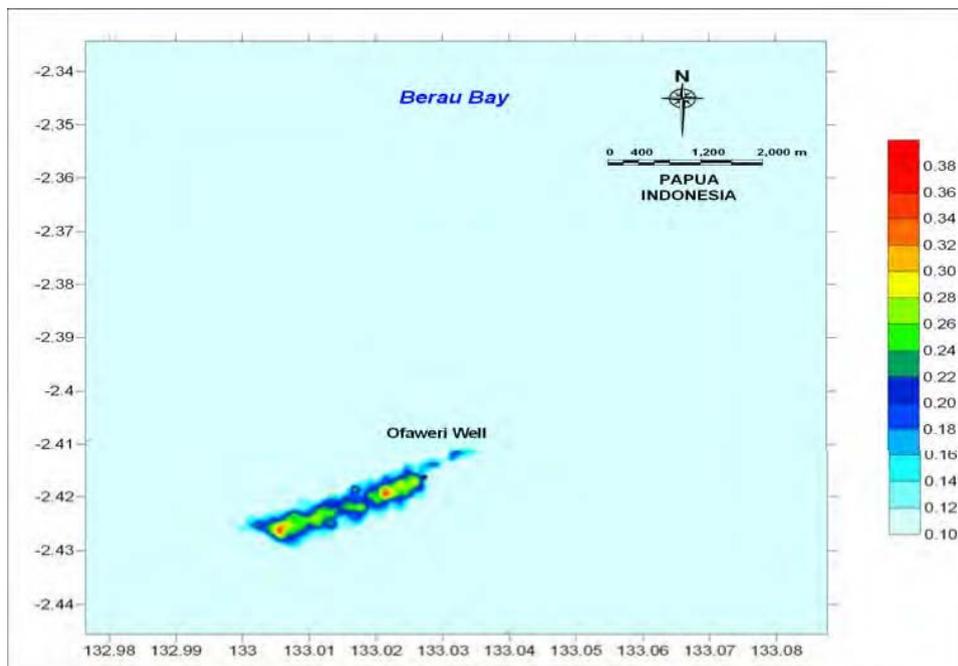
**Figure A.13** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



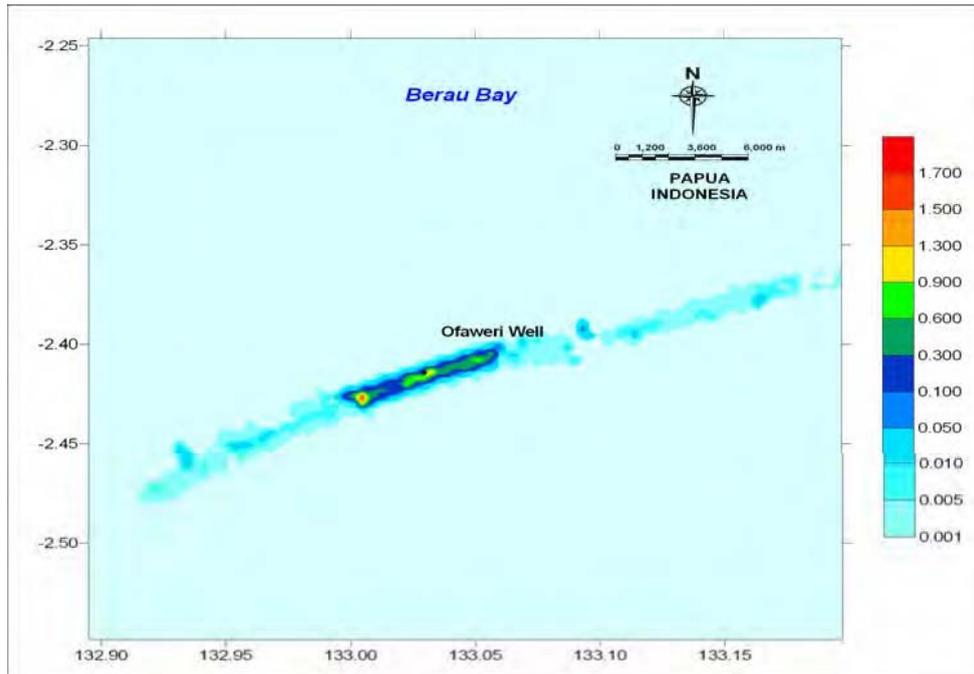
**Figure A.14** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure A.15** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure A.16** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure A.17** Spatial extent of **Cutting Sediment Deposition (Kg/m<sup>2</sup>)** at Ofaweri-2 Well.

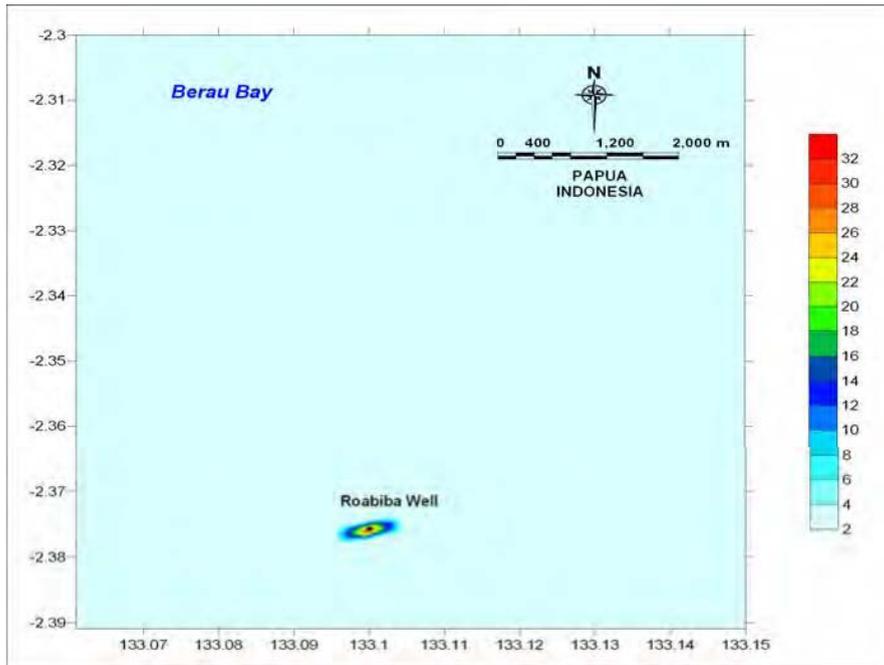
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **B**

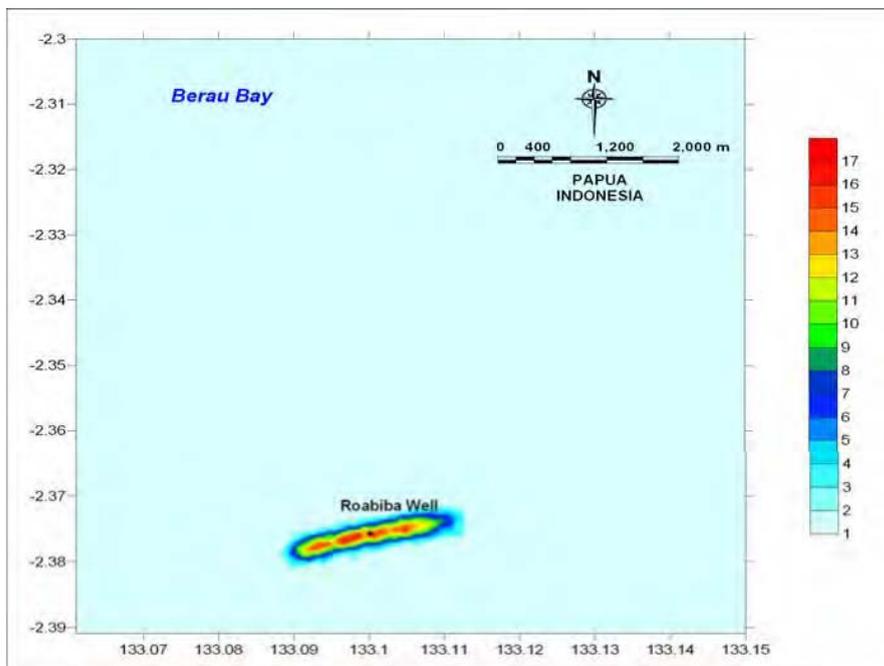
**Simulation Result of Cutting at  
Roabiba-2 Well**

---

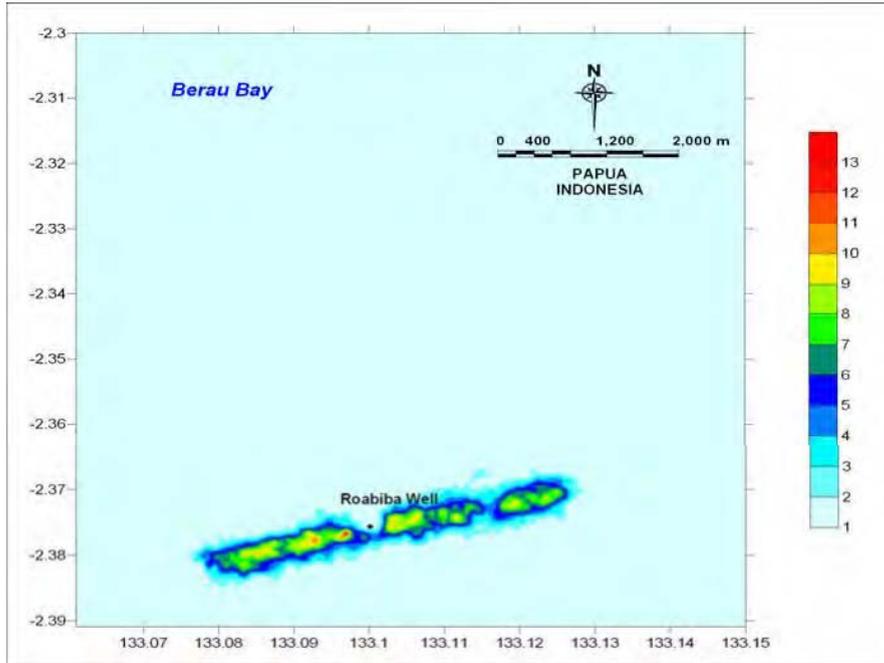
---



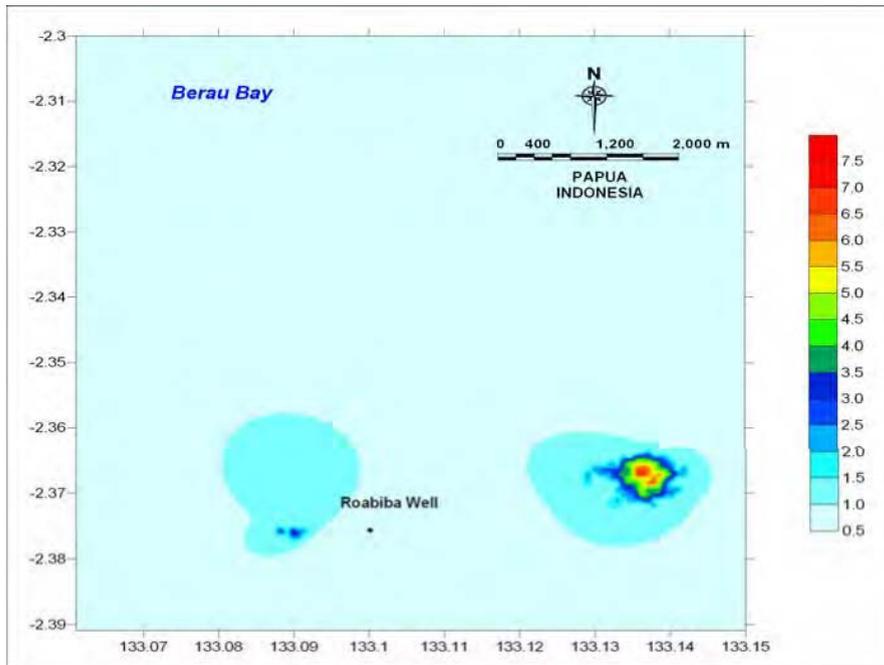
**Figure B.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



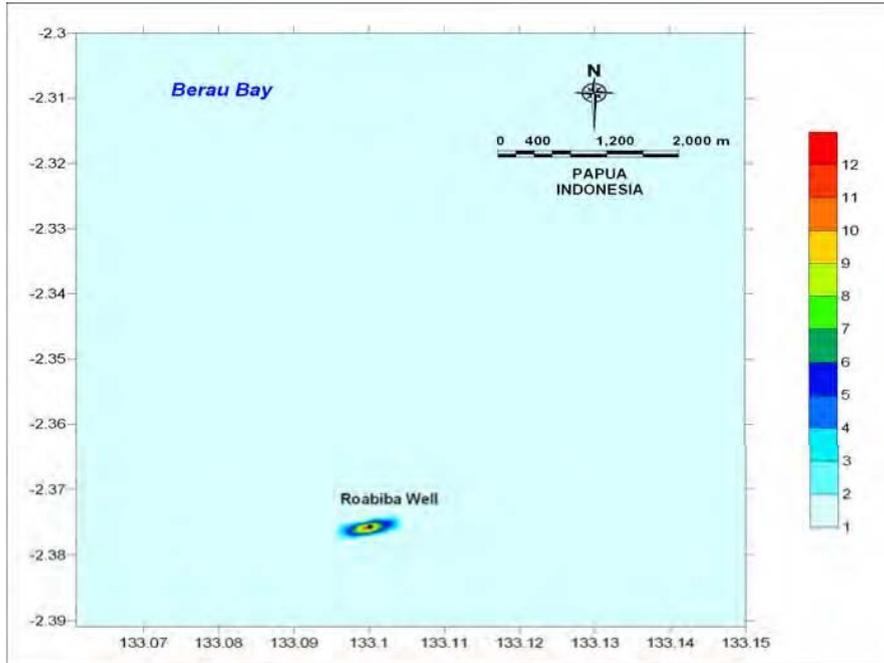
**Figure B.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



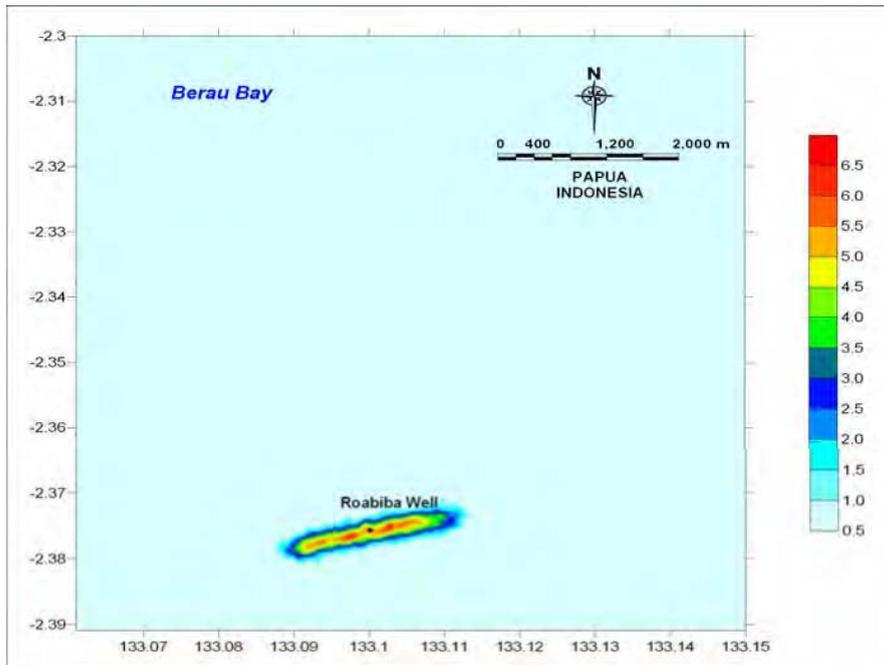
**Figure B.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



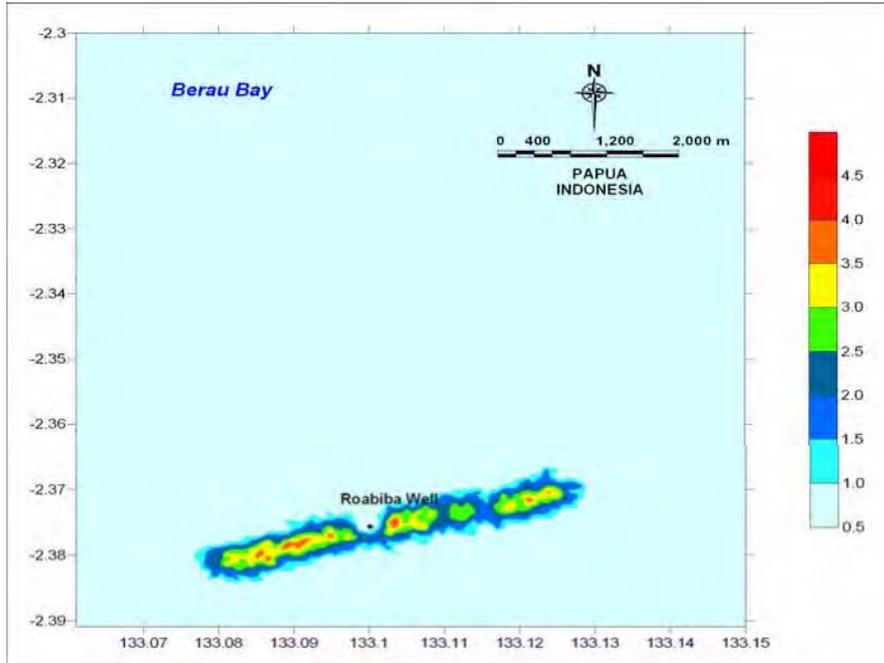
**Figure B.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



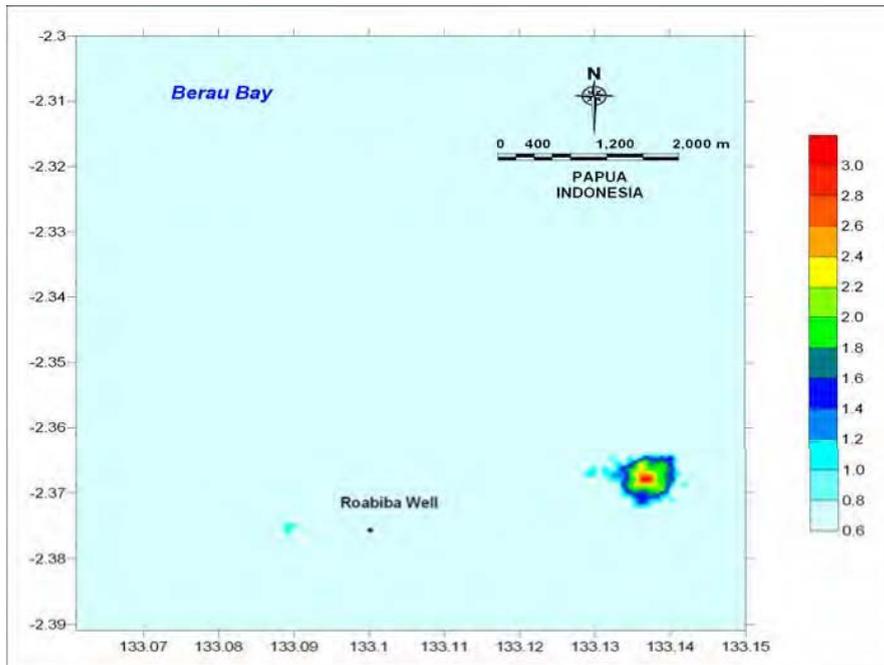
**Figure B.5** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



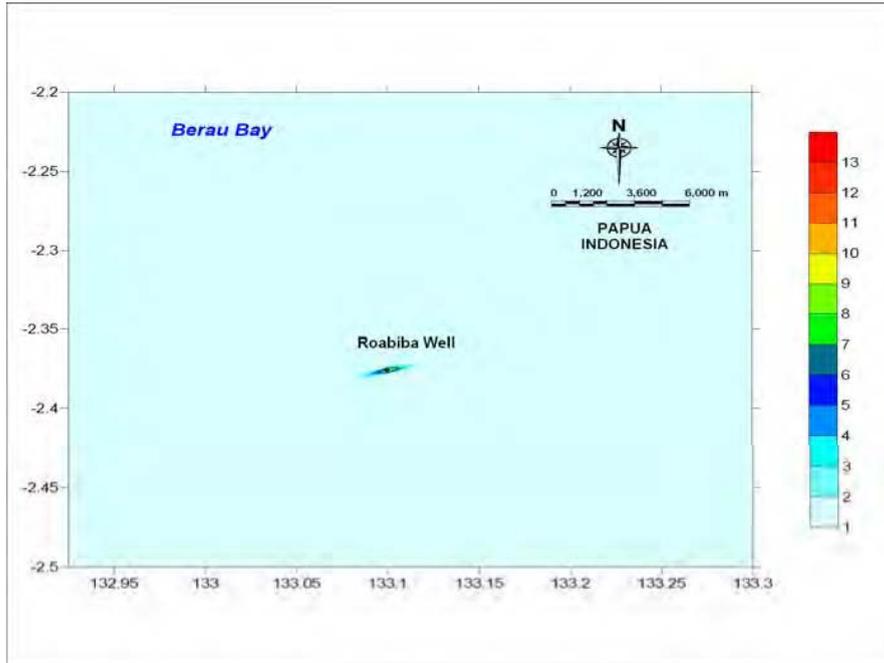
**Figure B.6** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



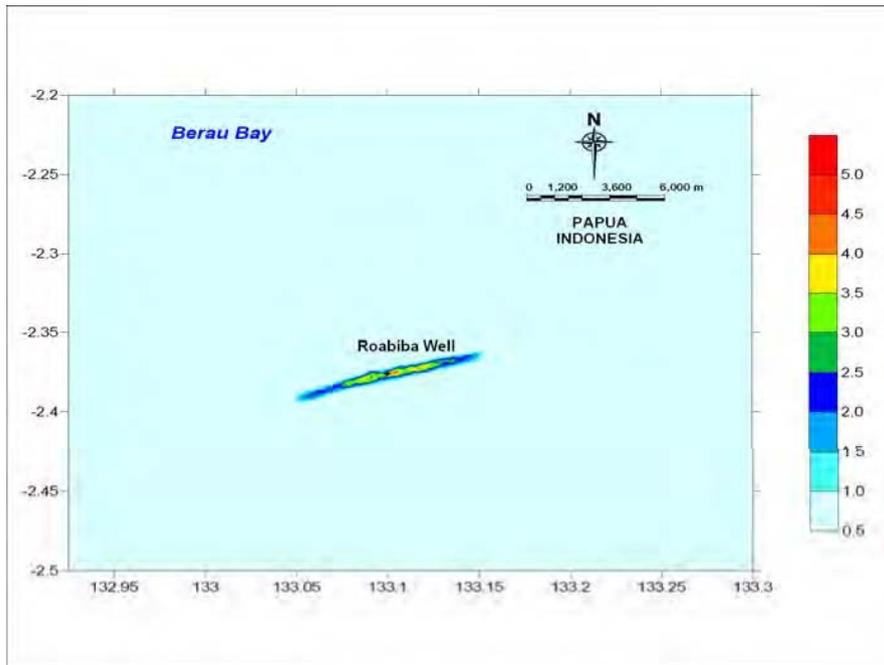
**Figure B.7** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



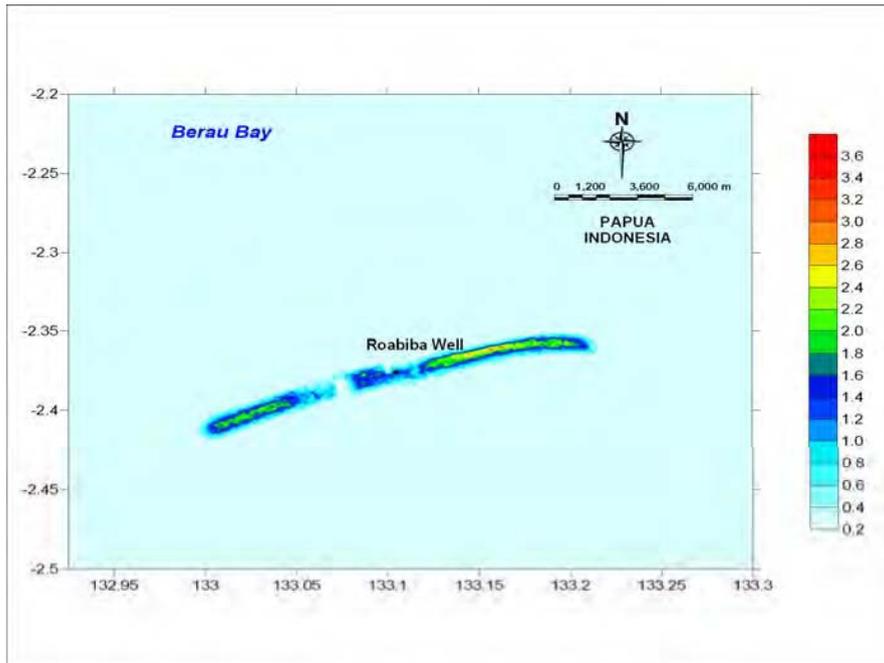
**Figure B.8** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



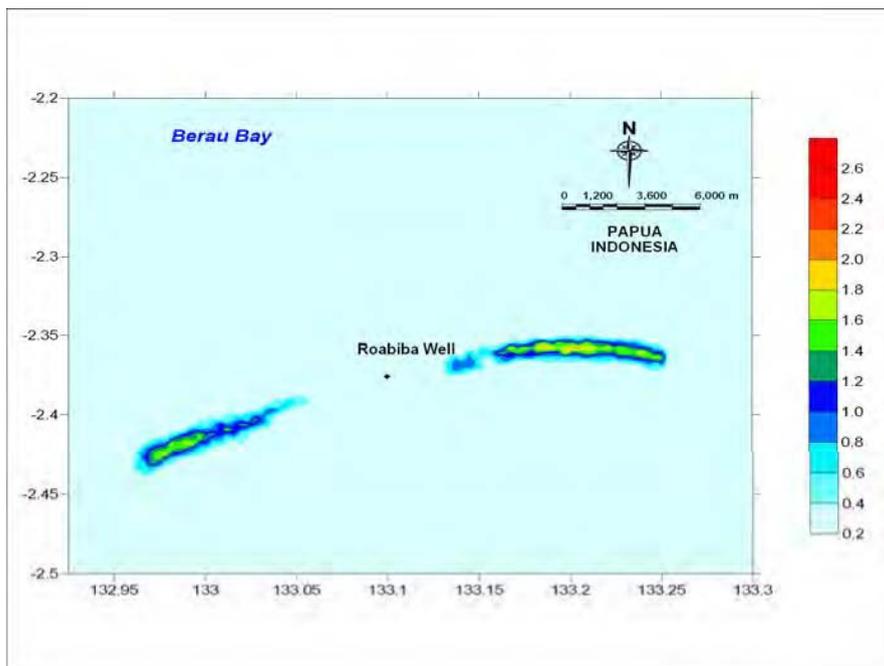
**Figure B.9** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



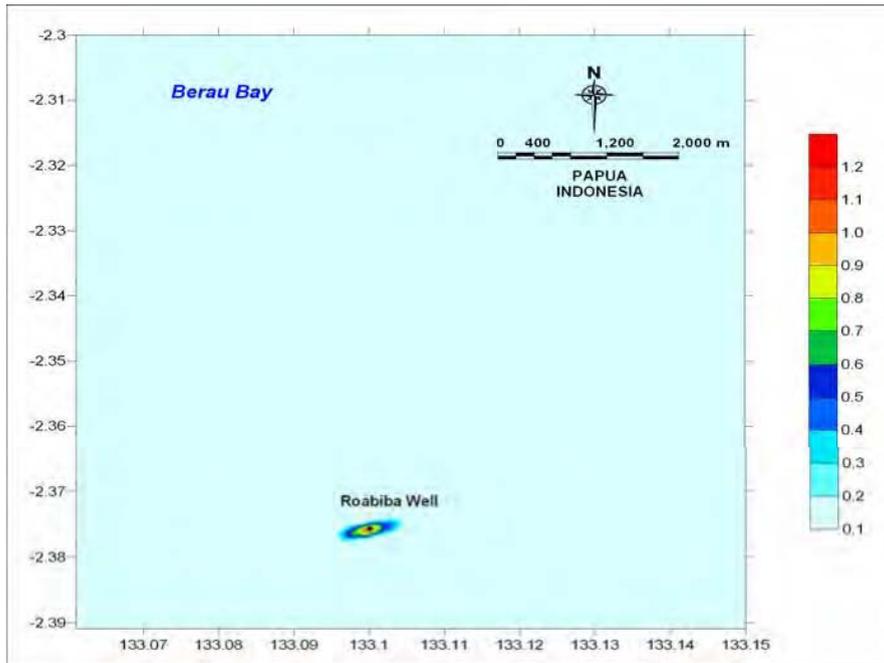
**Figure B.10** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



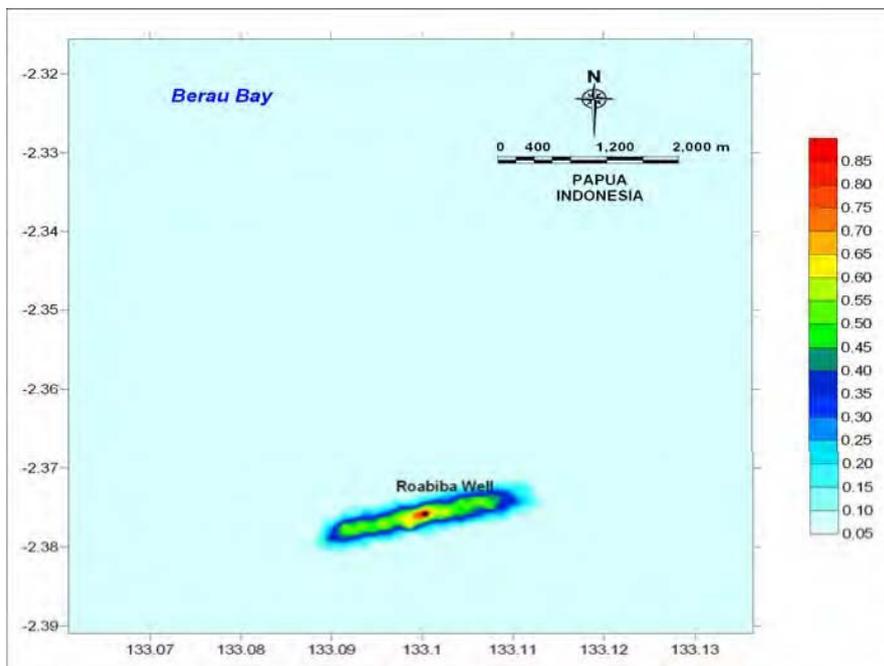
**Figure B.11** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



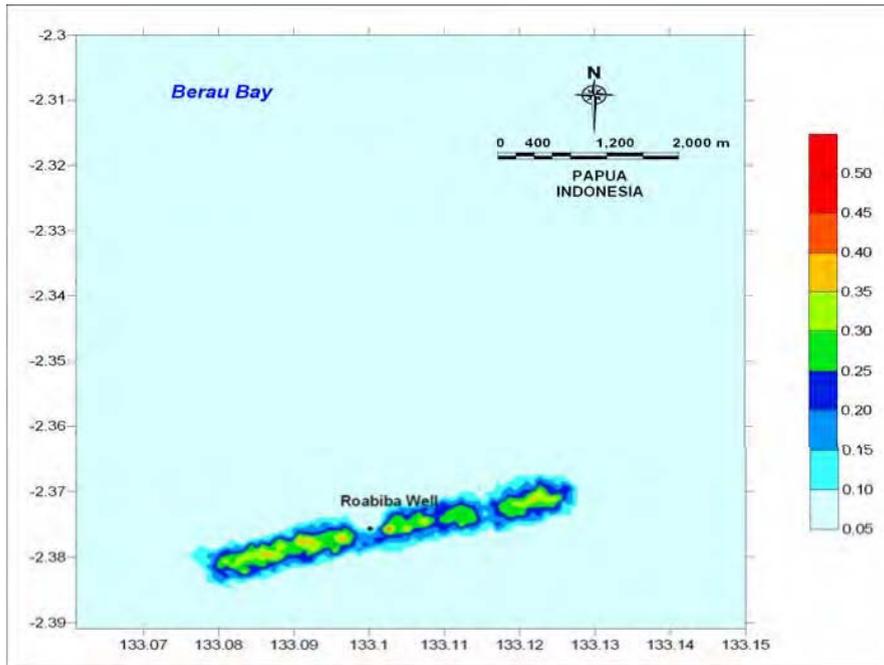
**Figure B.12** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



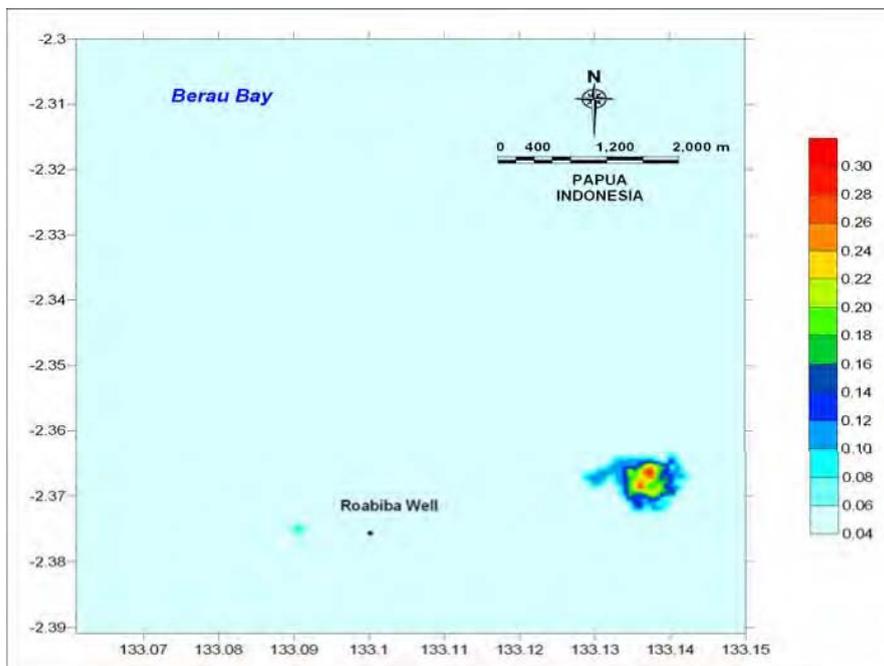
**Figure B.13** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



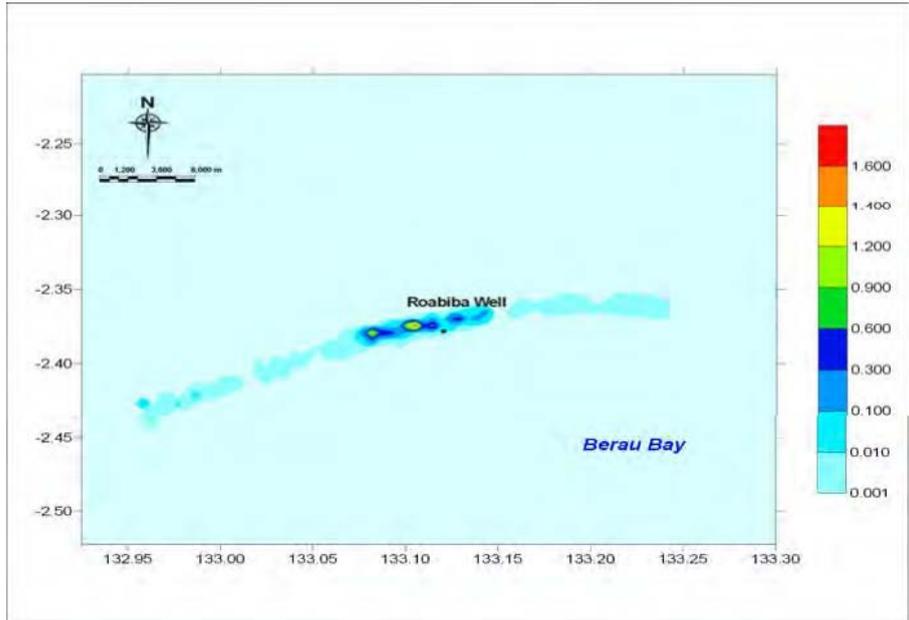
**Figure B.14** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure B.15** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure B.16** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure B.17** Spatial extent of **Cutting Sediment Deposition (Kg/m<sup>2</sup>)** at Roabiba-2 Well.

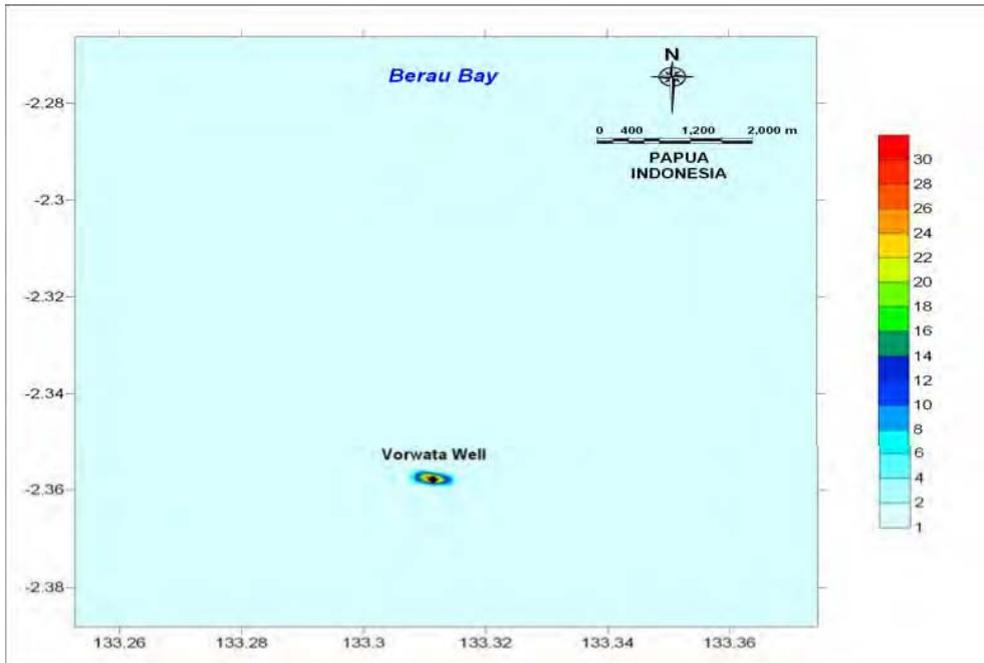
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **C**

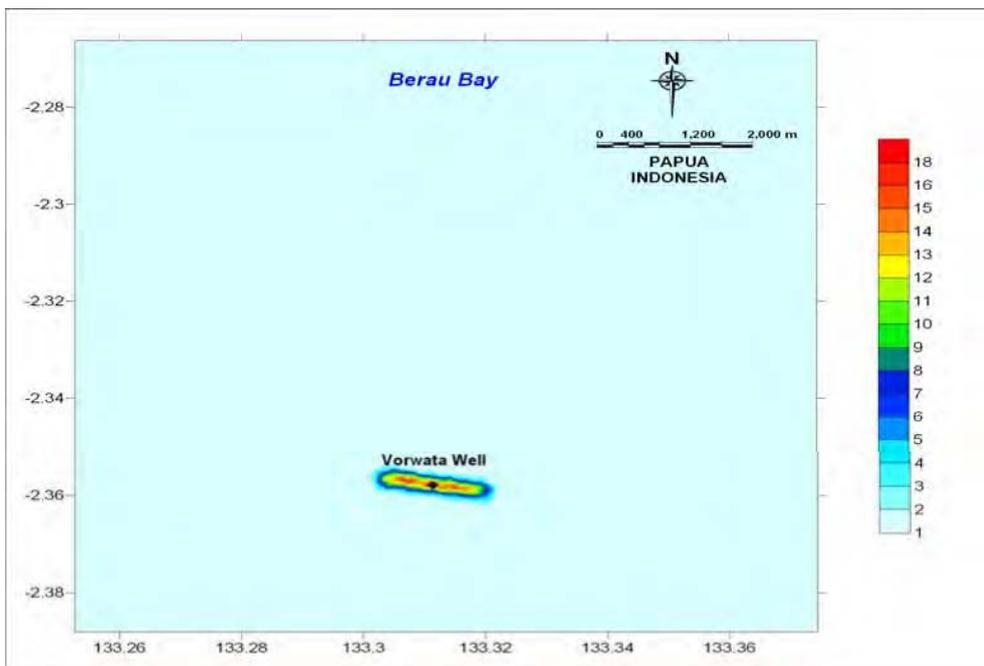
**Simulation Result of Cutting at  
Vorwata-12 Well**

---

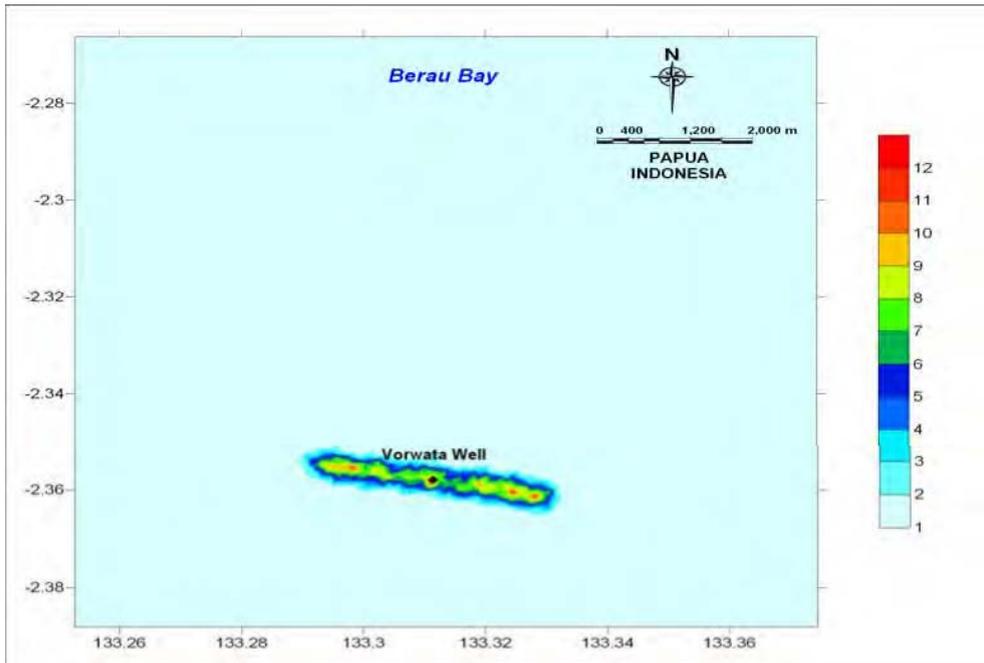
---



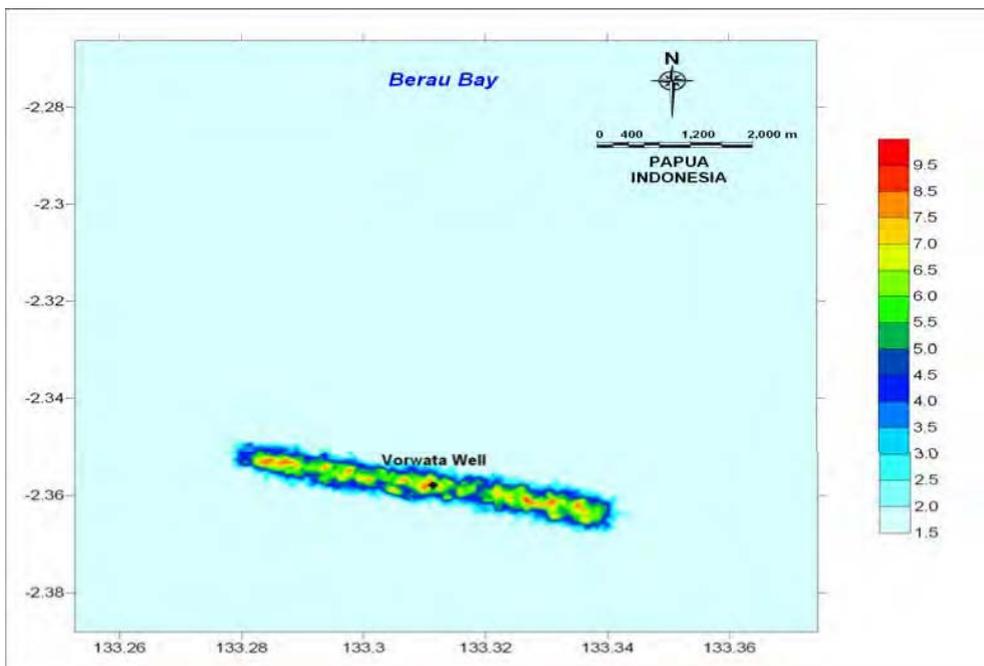
**Figure C.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



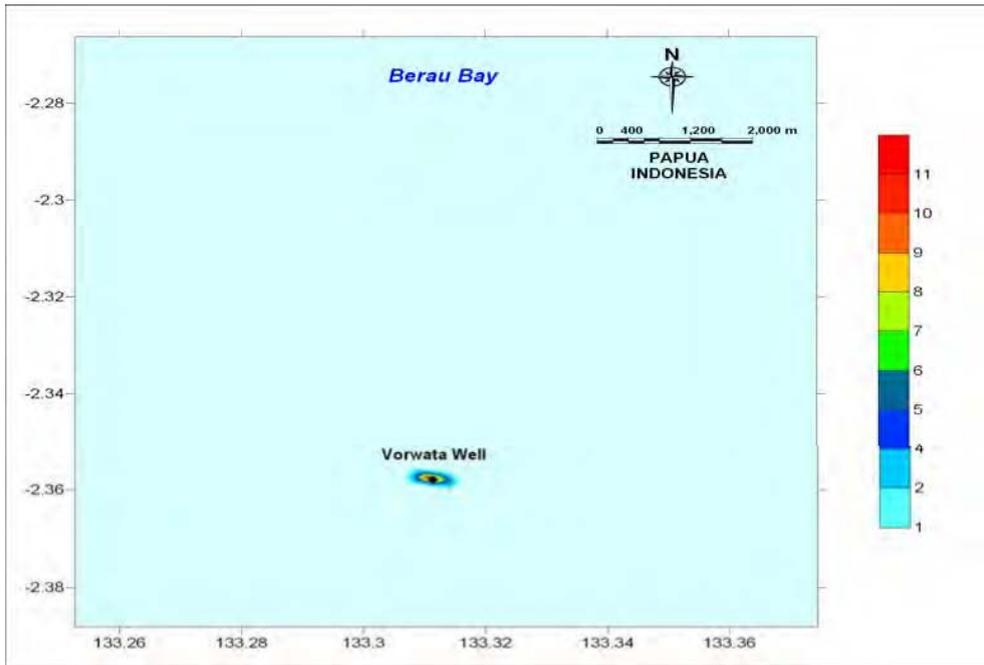
**Figure C.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



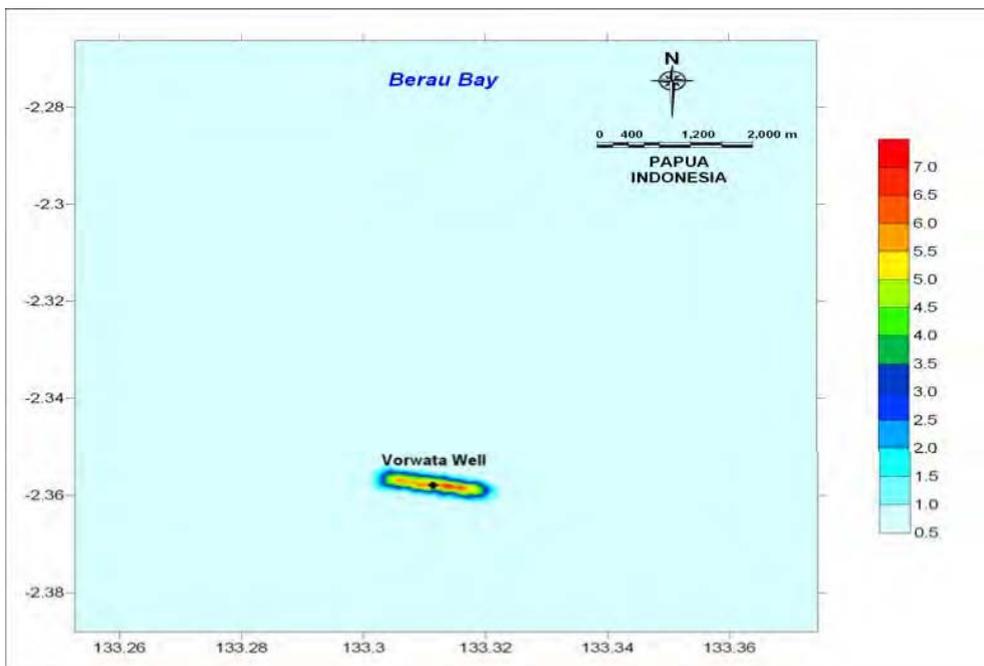
**Figure C.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



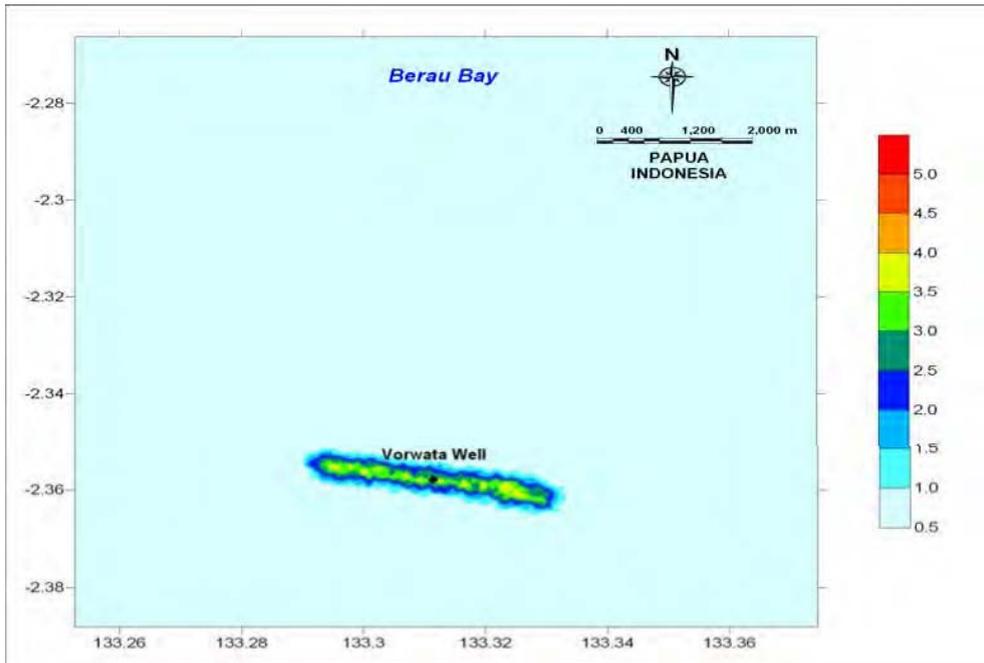
**Figure C.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



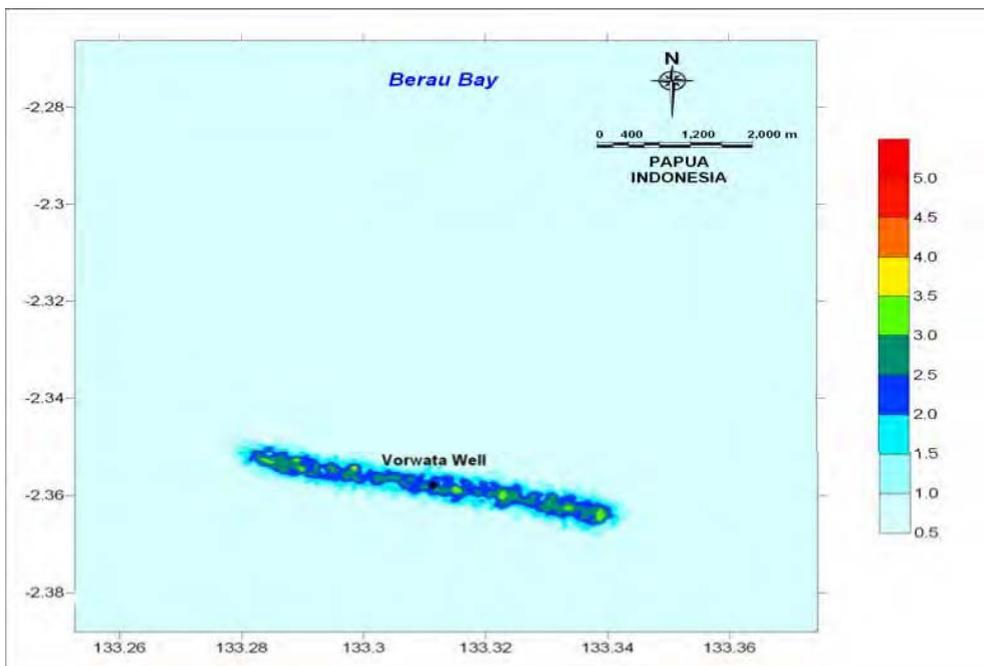
**Figure C.5** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



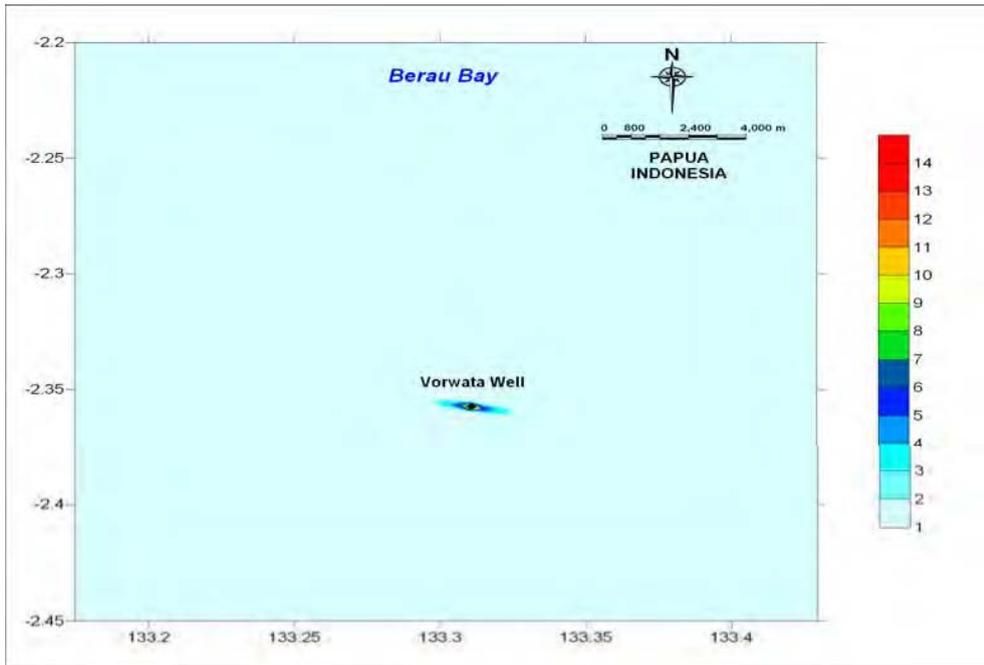
**Figure C.6** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



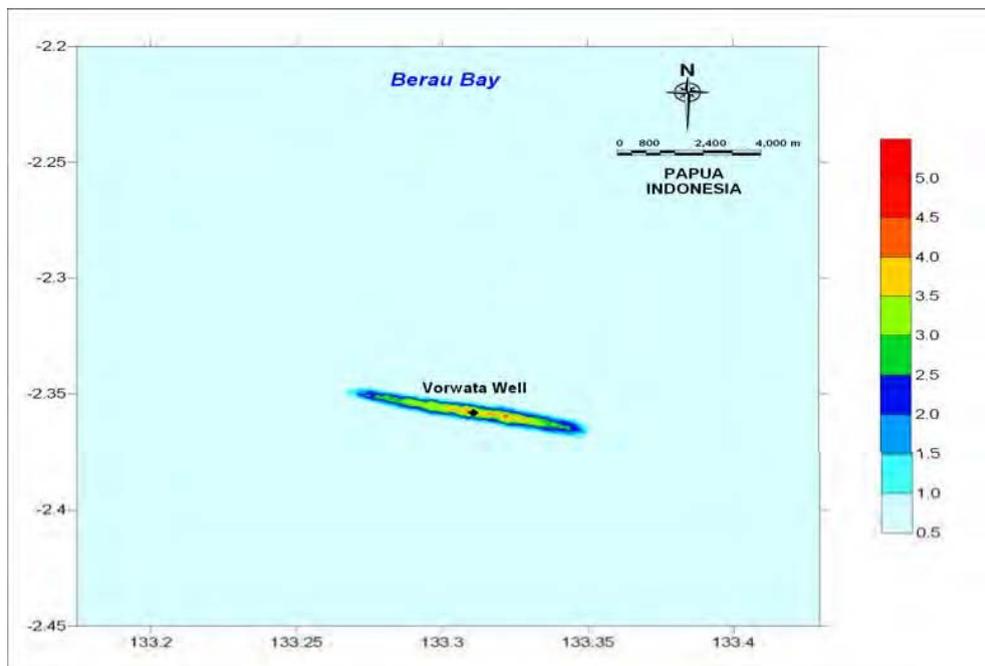
**Figure C.7** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



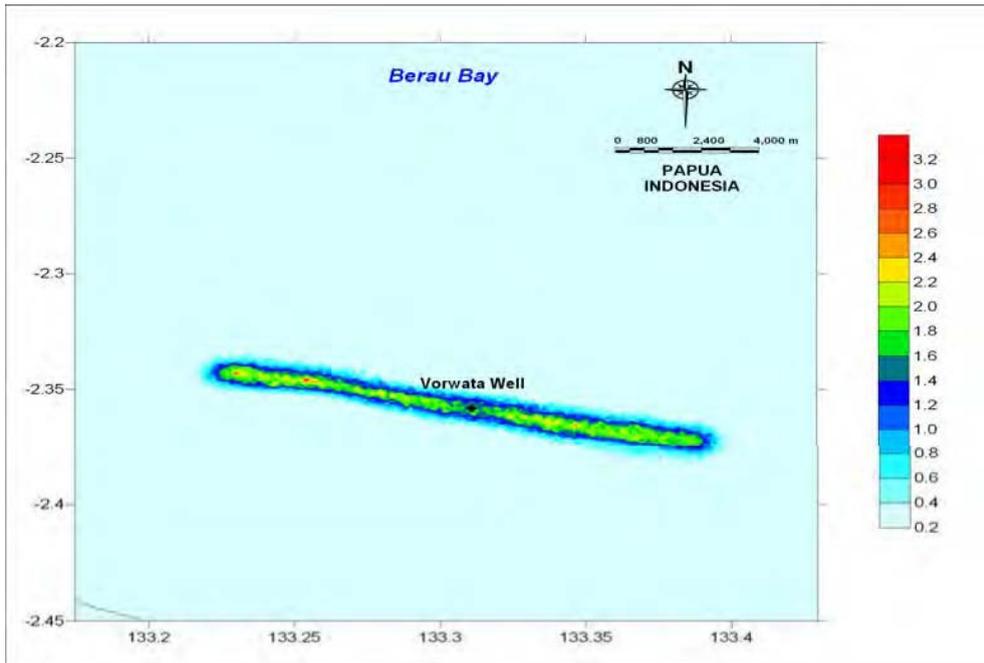
**Figure C.8** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



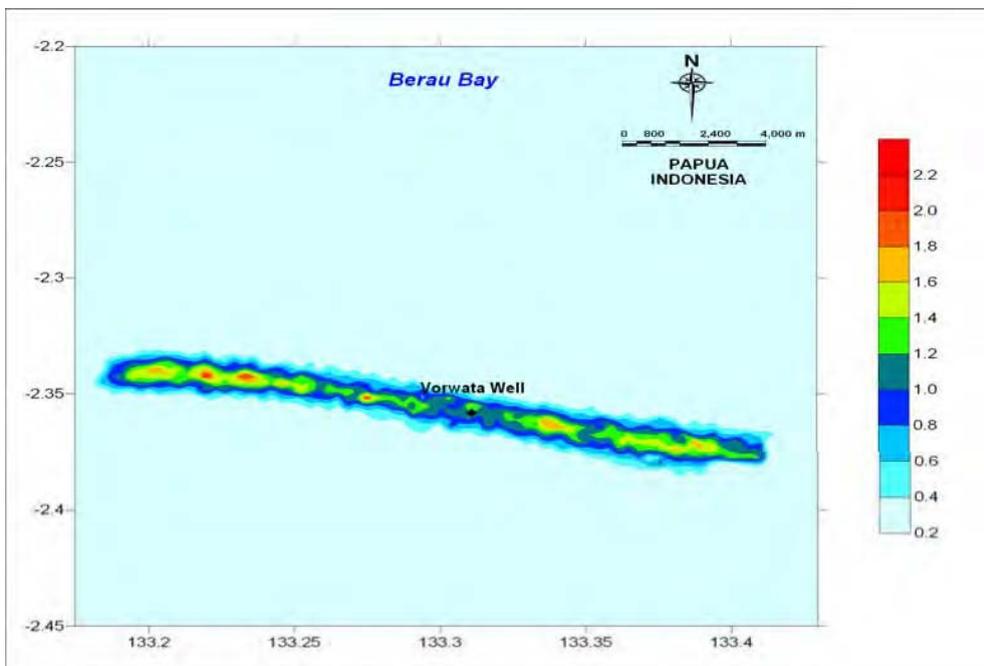
**Figure C.9** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



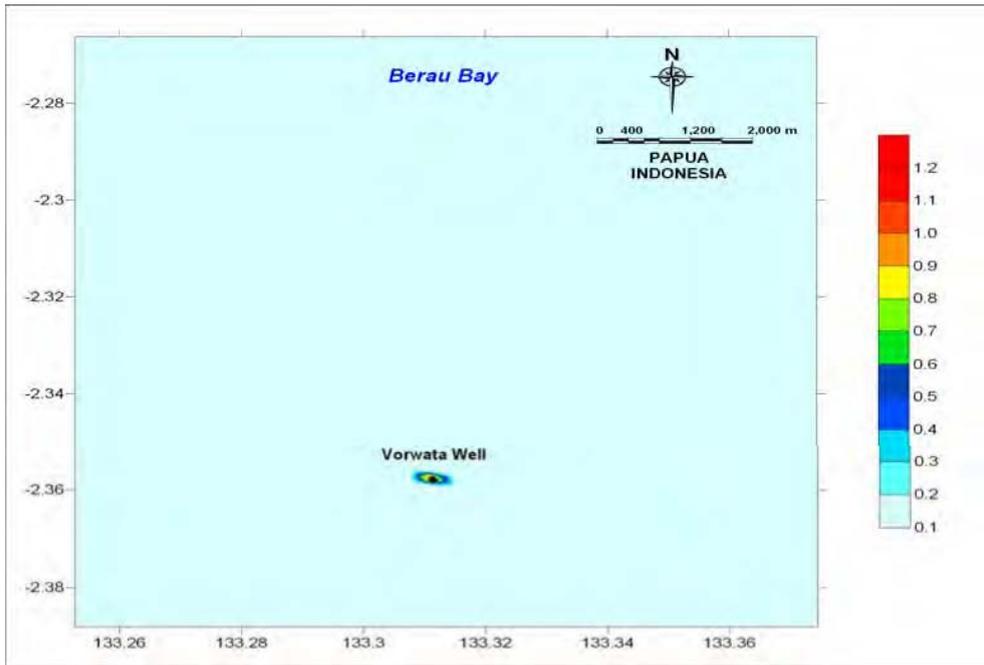
**Figure C.10** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



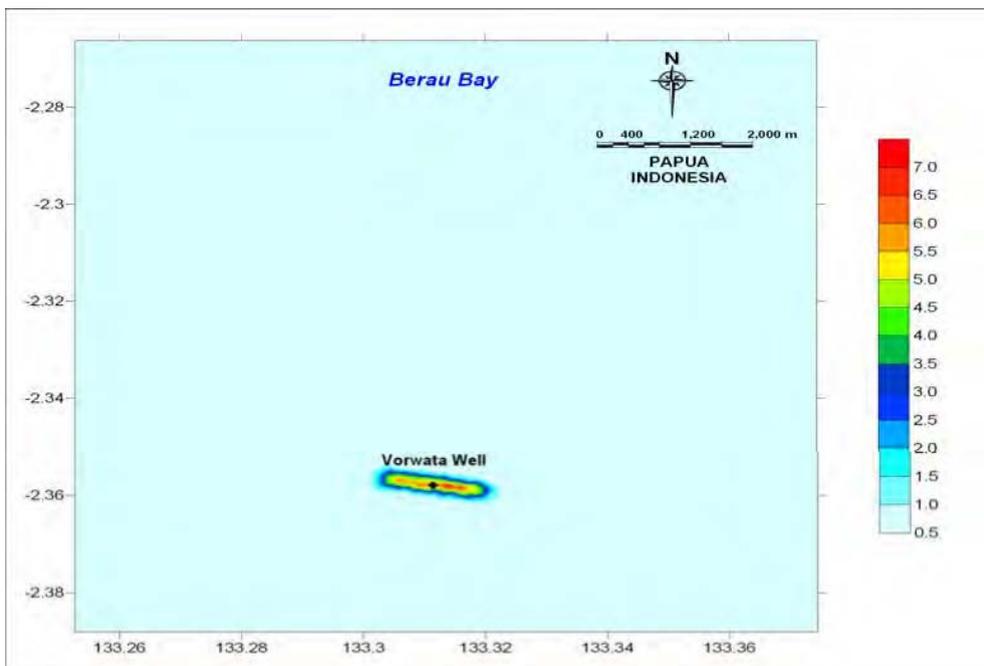
**Figure C.11** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



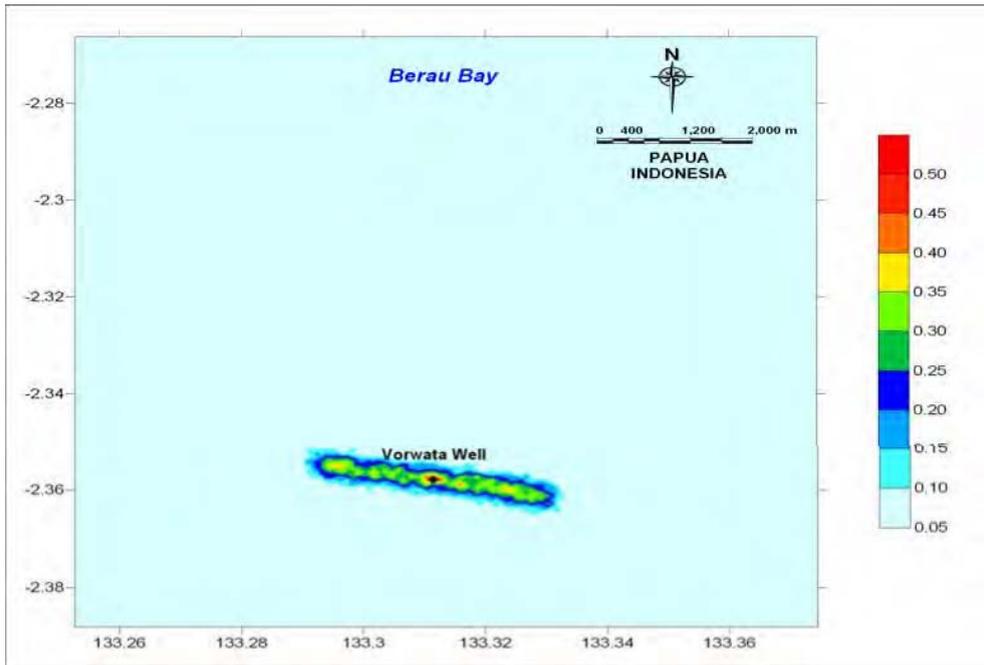
**Figure C.12** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



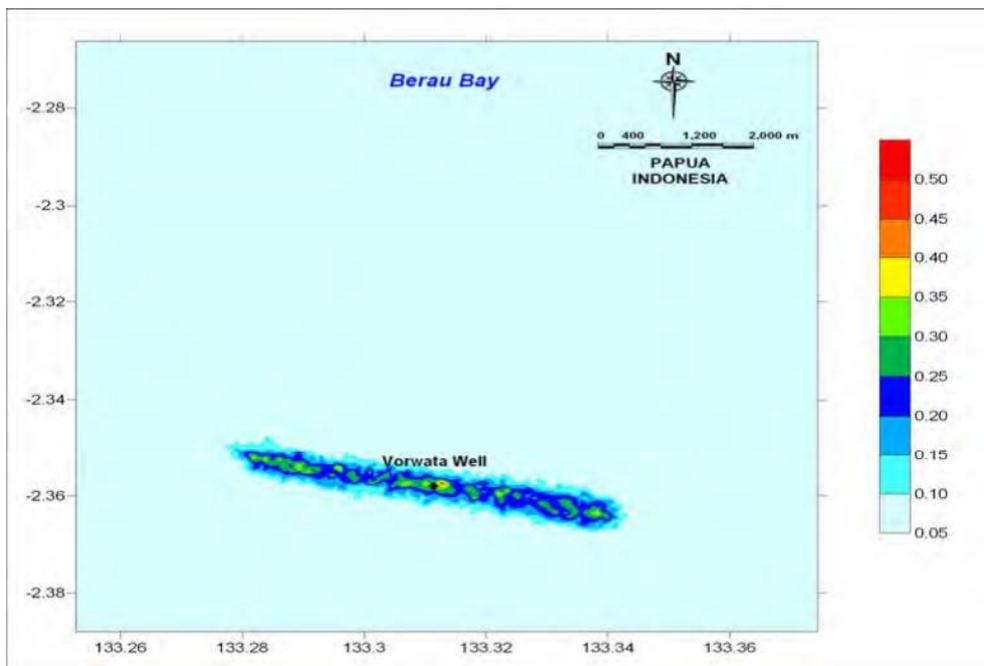
**Figure C.13** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



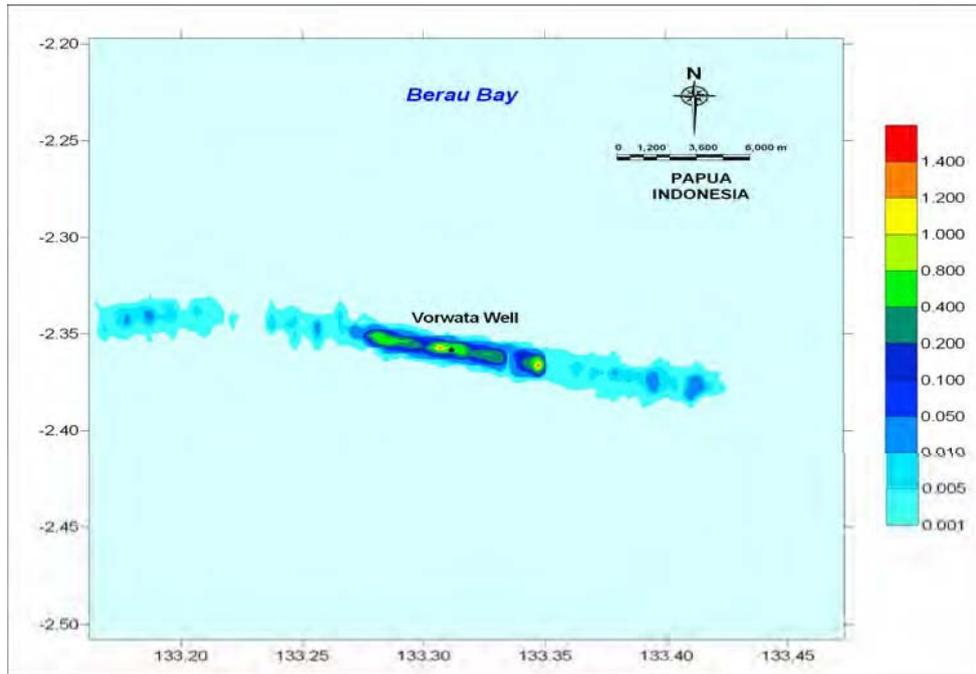
**Figure C.14** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure C.15** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure C.16** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure C.17** Spatial extent of **Cutting Sediment Deposition (Kg/m<sup>2</sup>)** at Vorwata-12 Well.

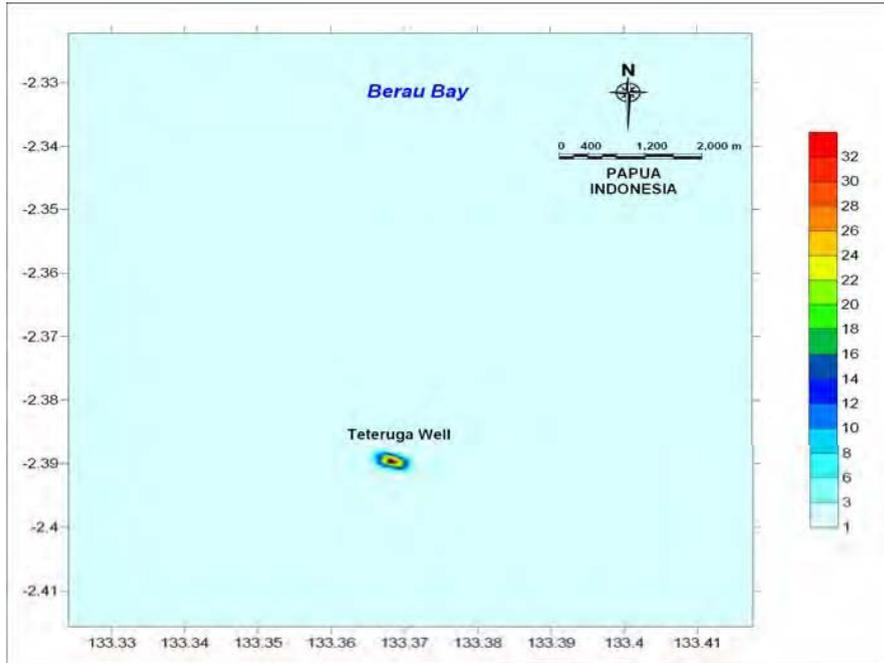
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **D**

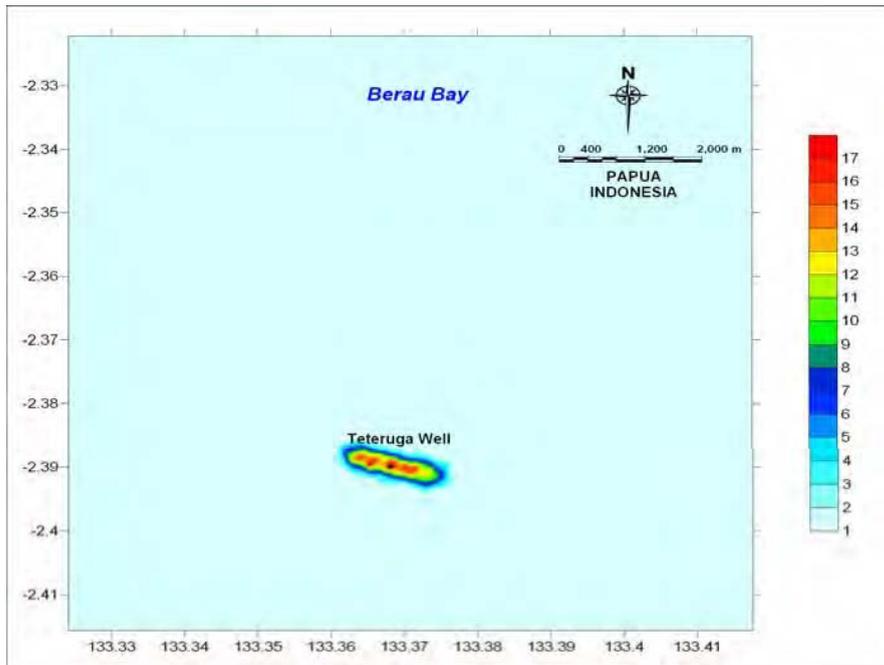
**Simulation Result of Cutting at  
Teteruga-2 Well**

---

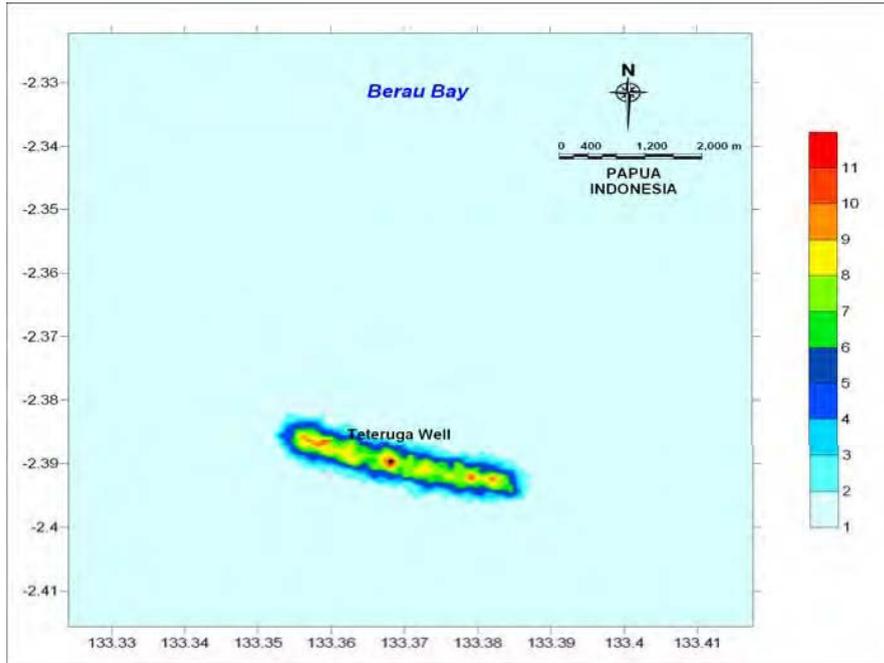
---



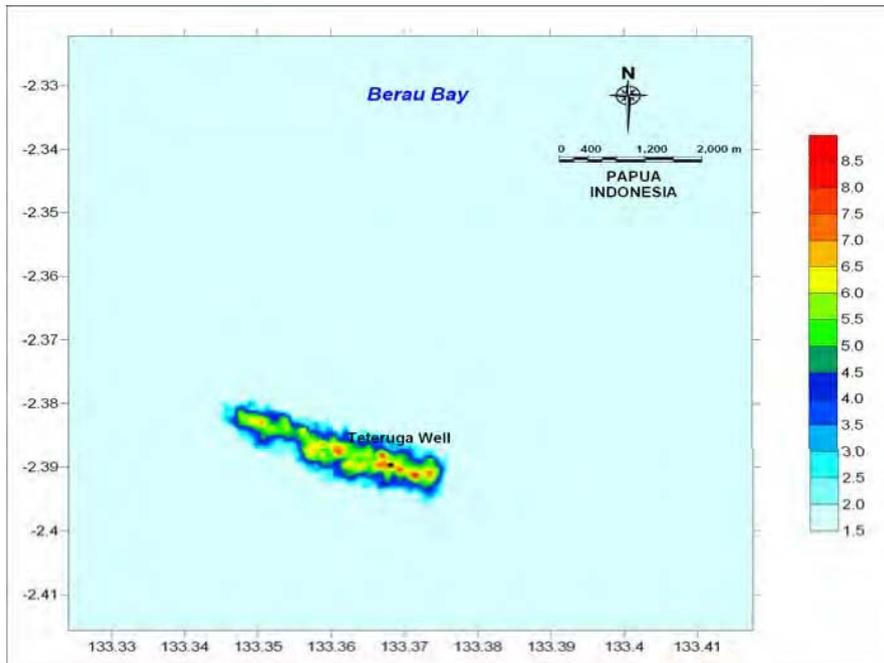
**Figure D.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



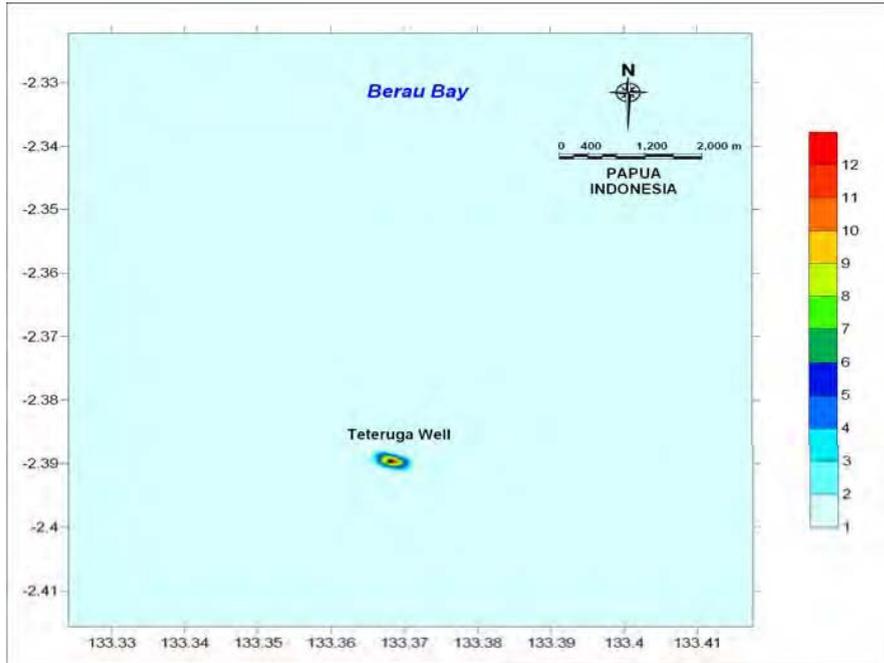
**Figure D.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



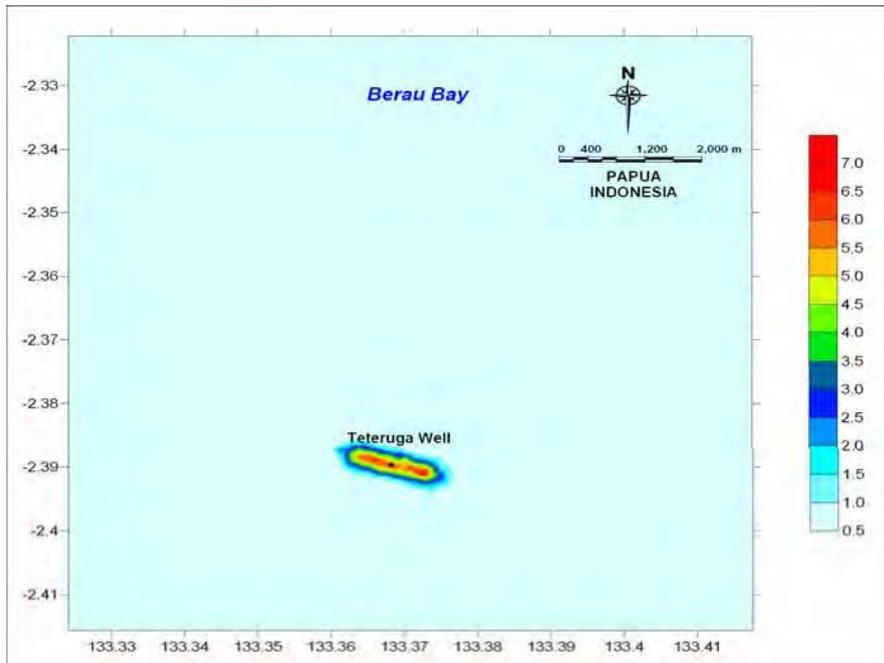
**Figure D.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



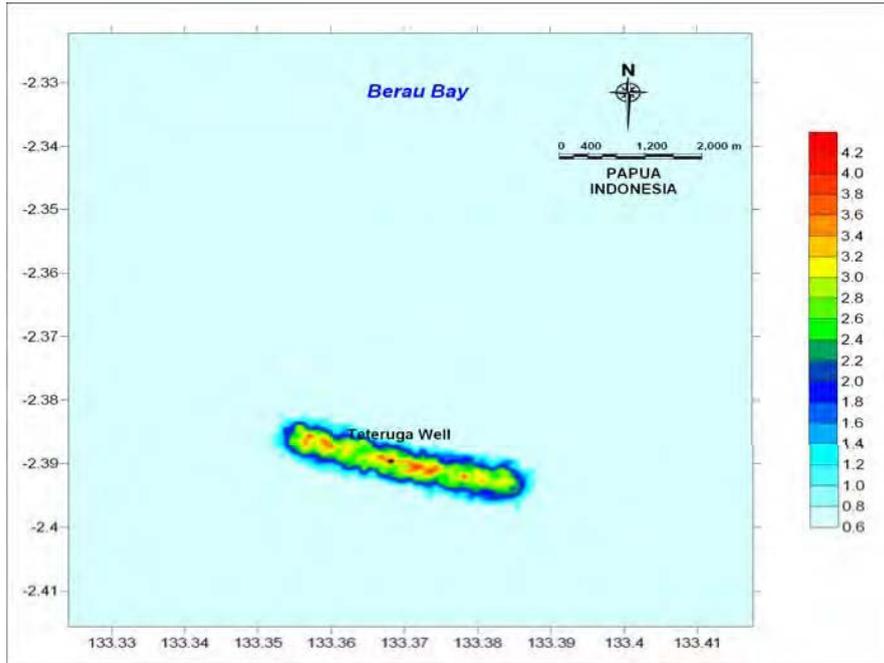
**Figure D.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



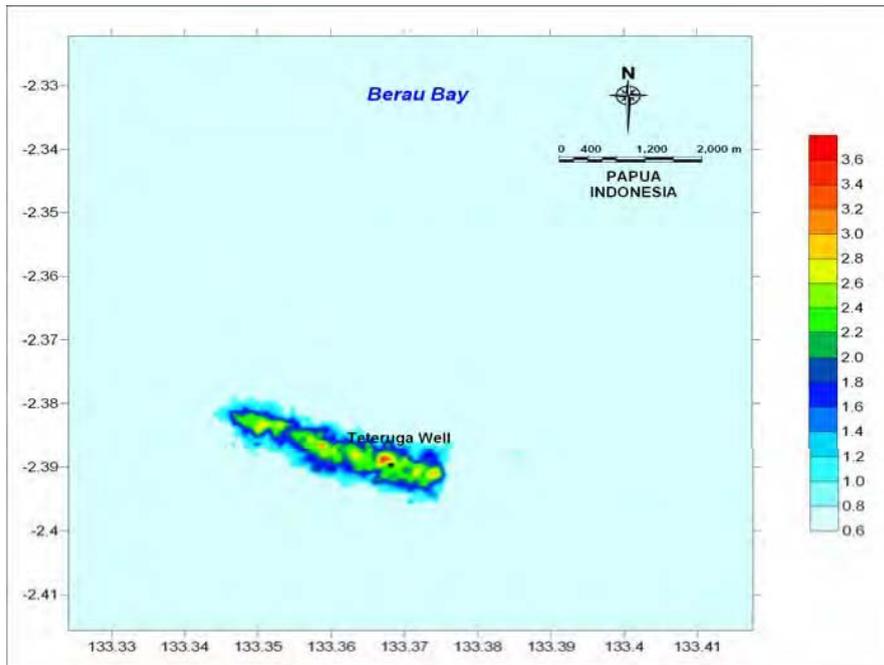
**Figure D.5** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



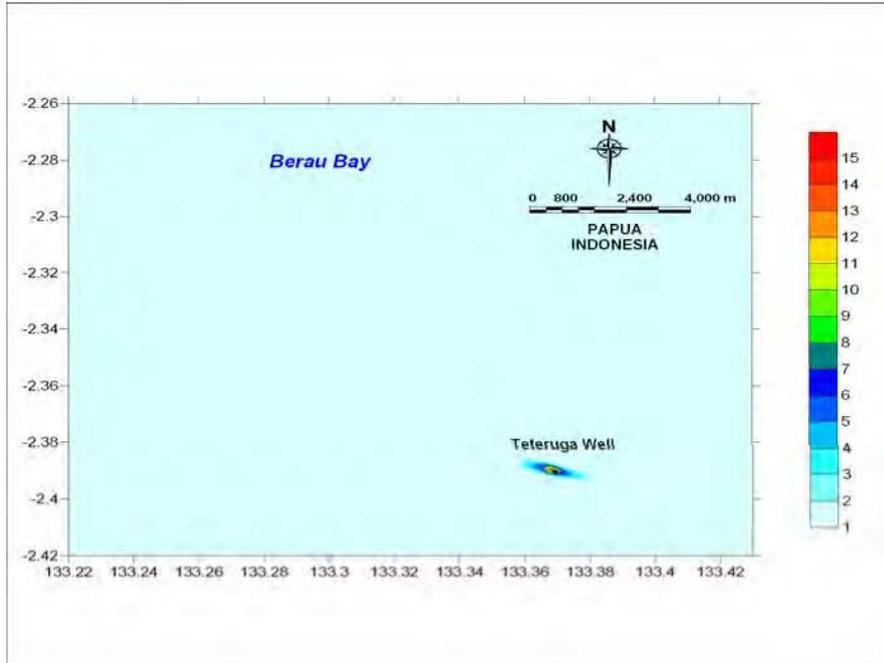
**Figure D.6** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



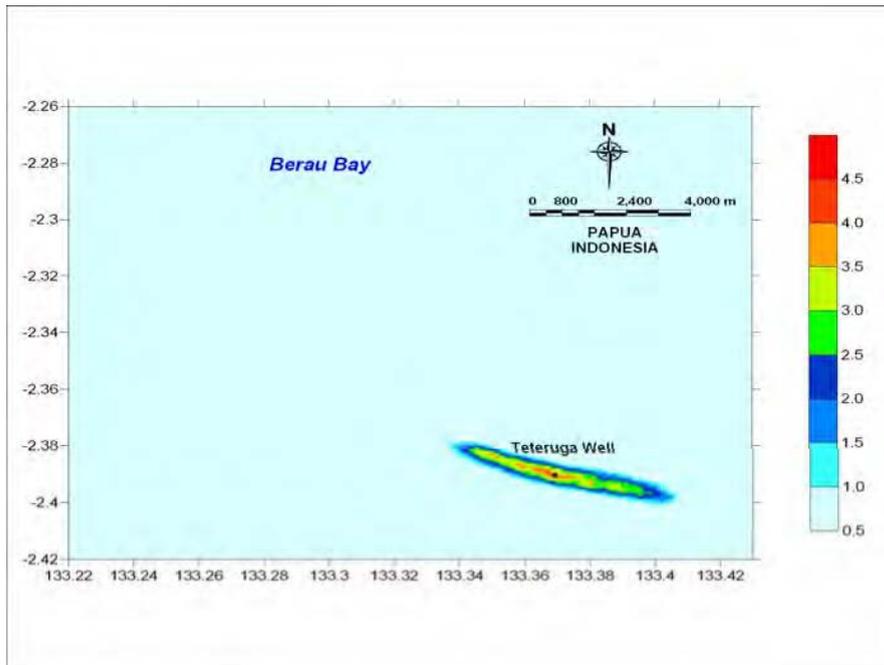
**Figure D.7** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



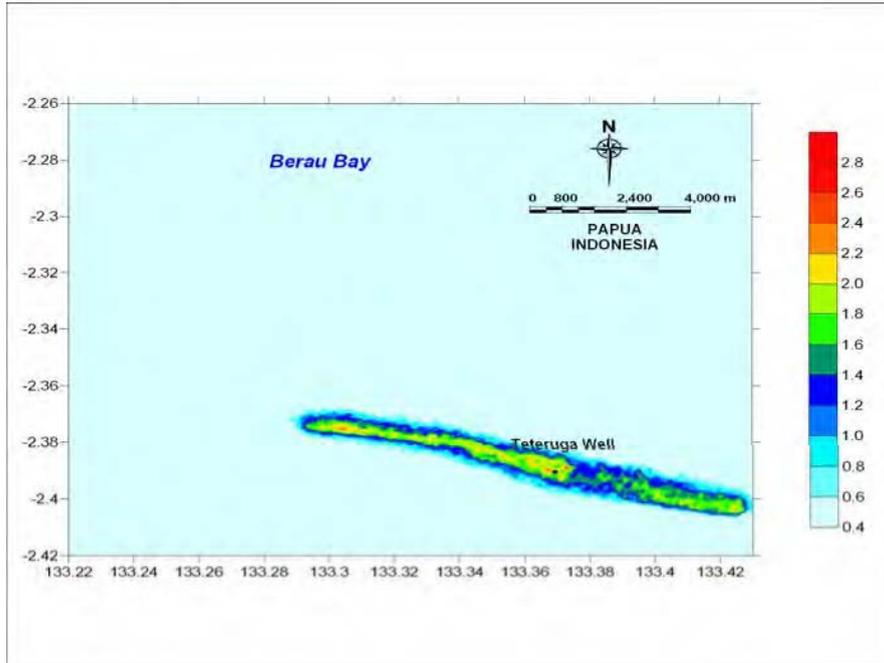
**Figure D.8** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



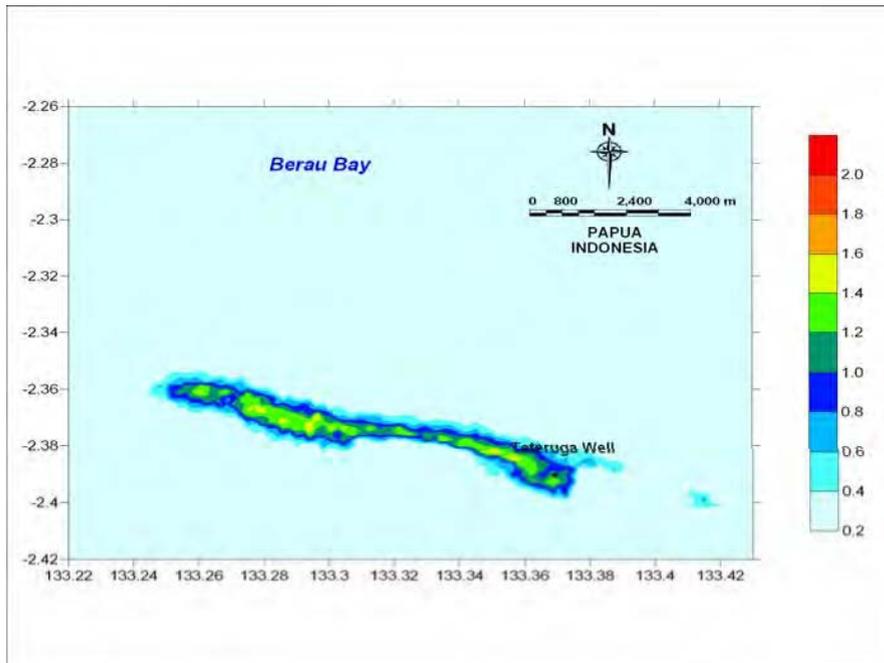
**Figure D.9** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



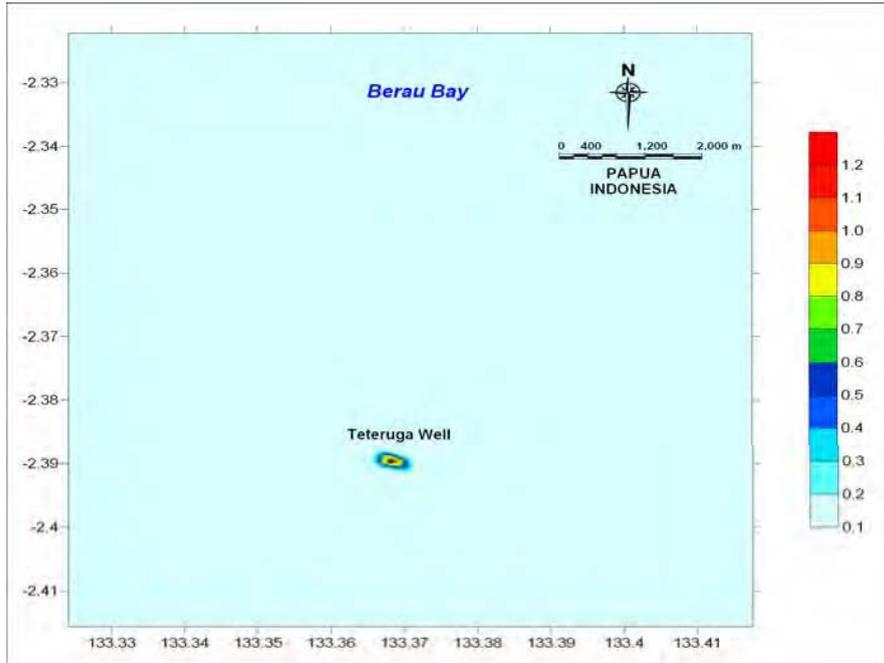
**Figure D.10** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



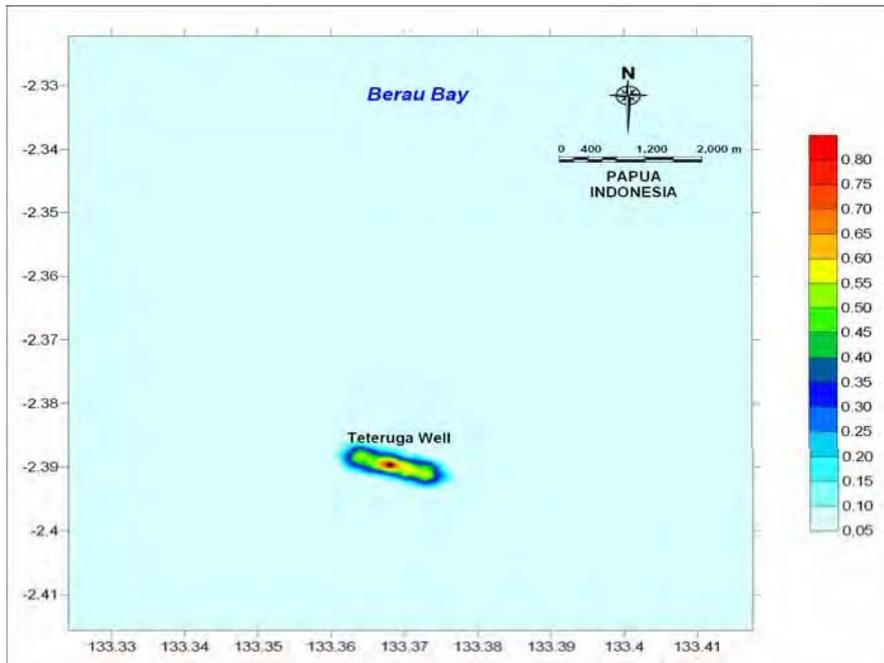
**Figure D.11** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



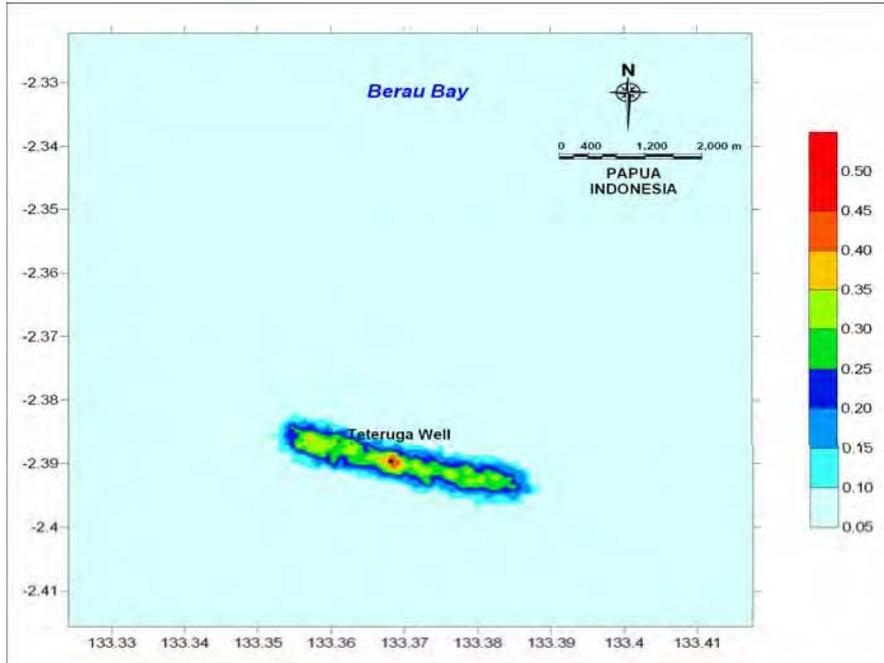
**Figure D.12** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



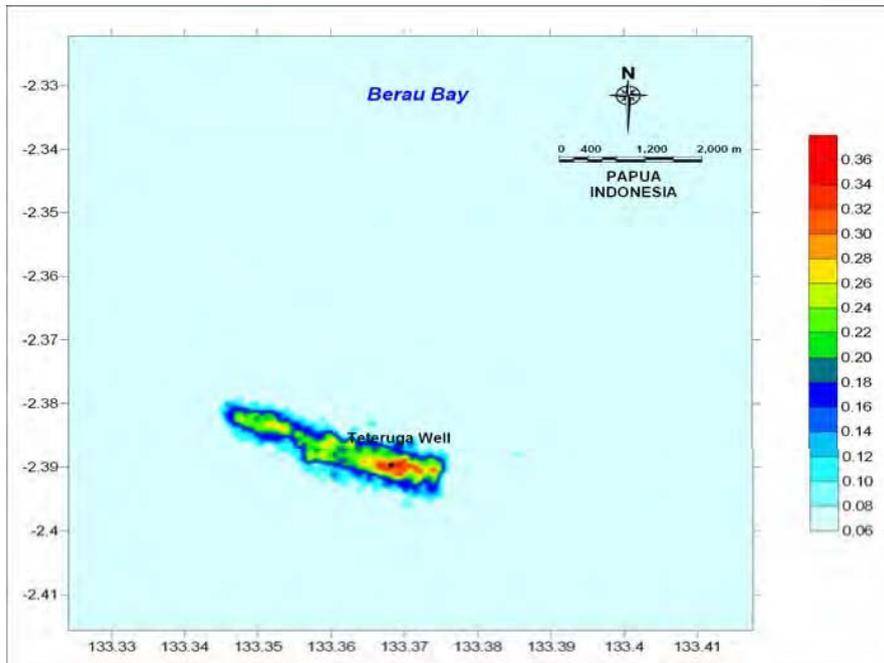
**Figure D.13** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



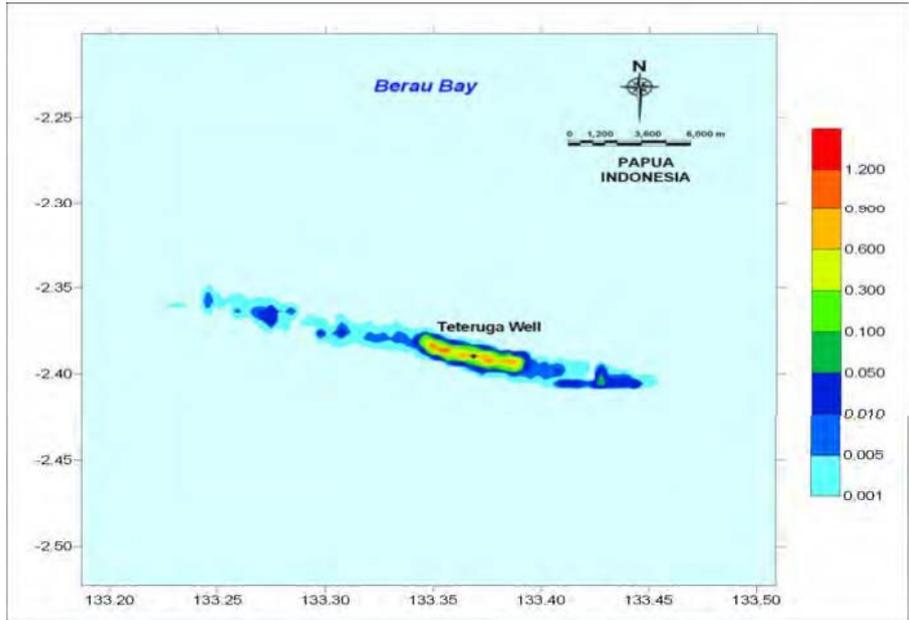
**Figure D.14** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 10m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure D.15** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 20m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure D.16** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm) of Cutting Sediment** at 30m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure D.17** Spatial extent of **Cutting Sediment Deposition (Kg/m<sup>2</sup>)** at Teteruga-2 Well.

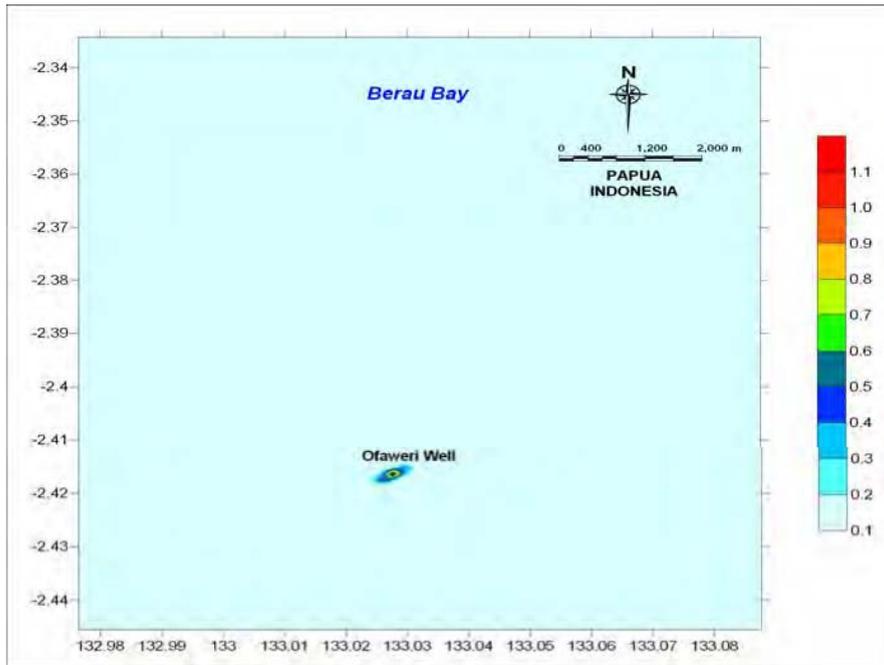
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **E**

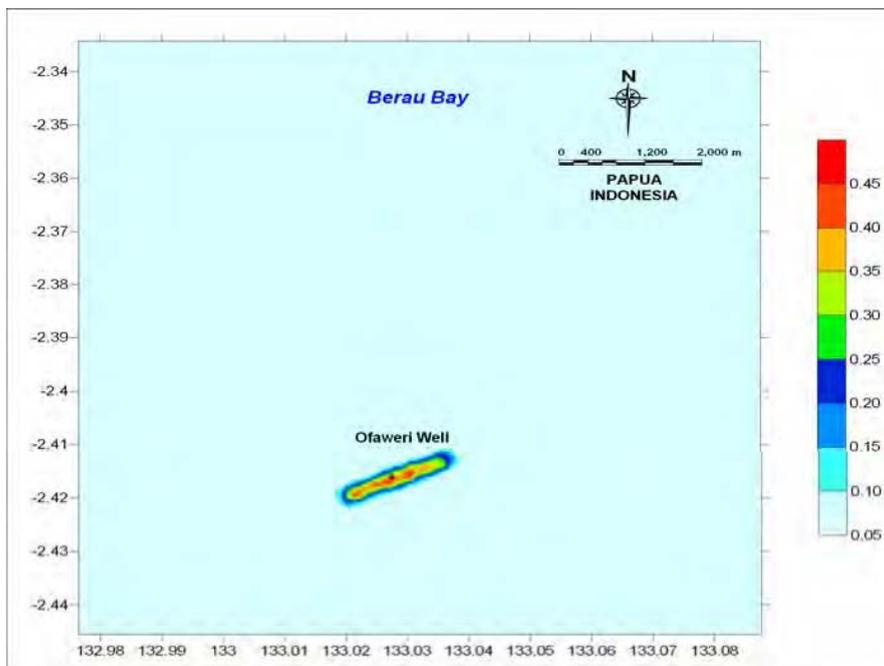
**Simulation Result of Arsenic in  
Cutting at Ofaweri-2 Well**

---

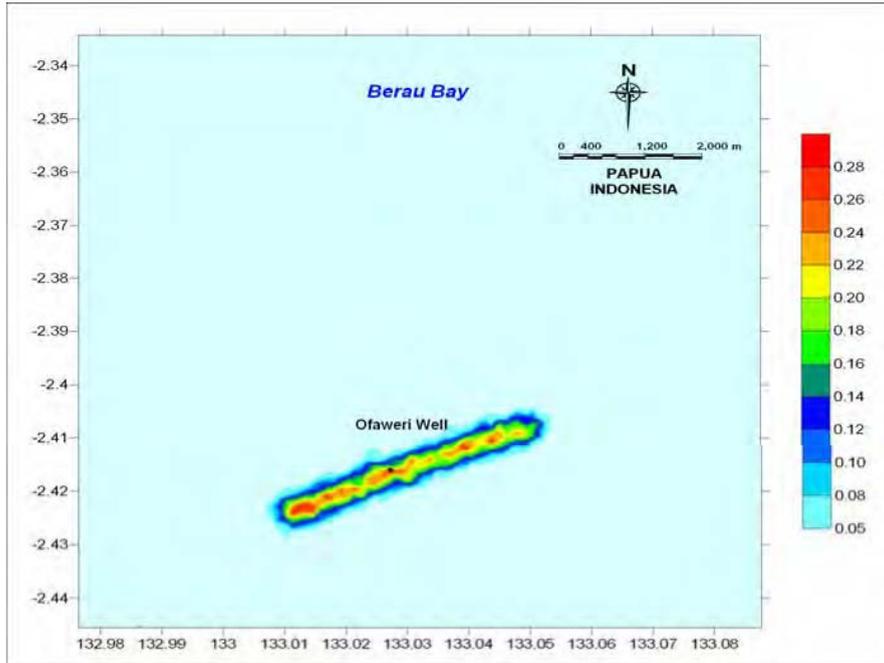
---



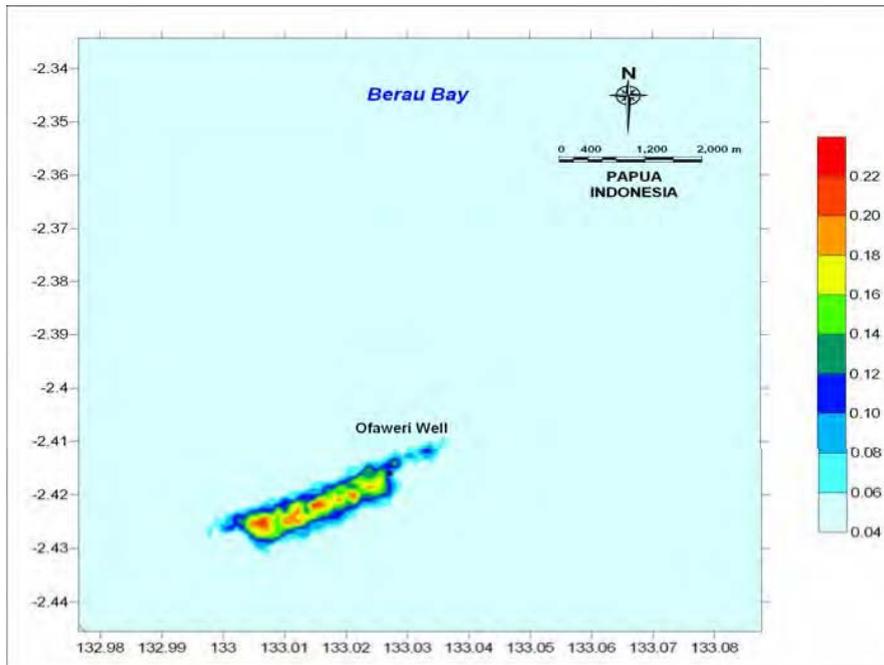
**Figure E.1** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



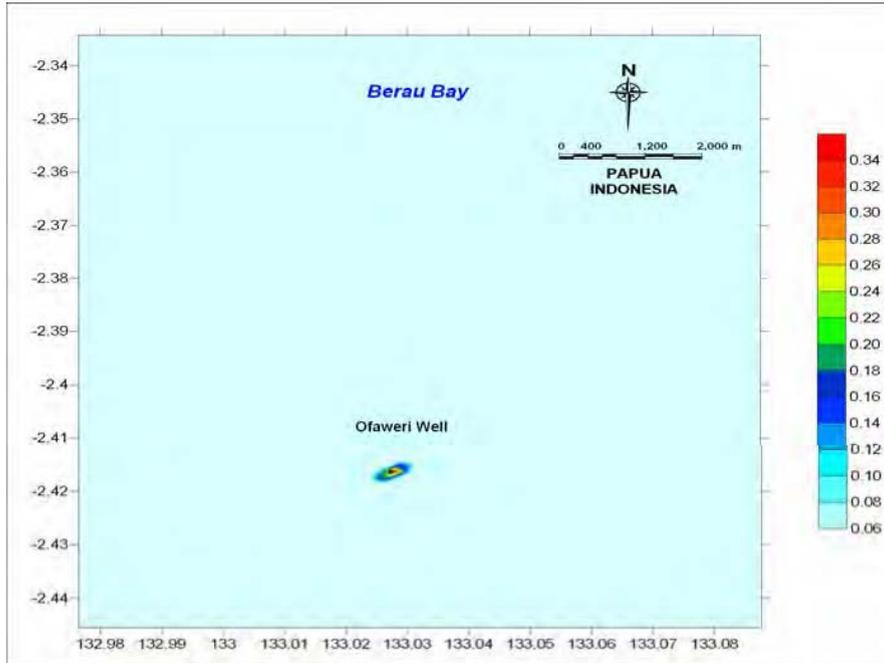
**Figure E.2** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



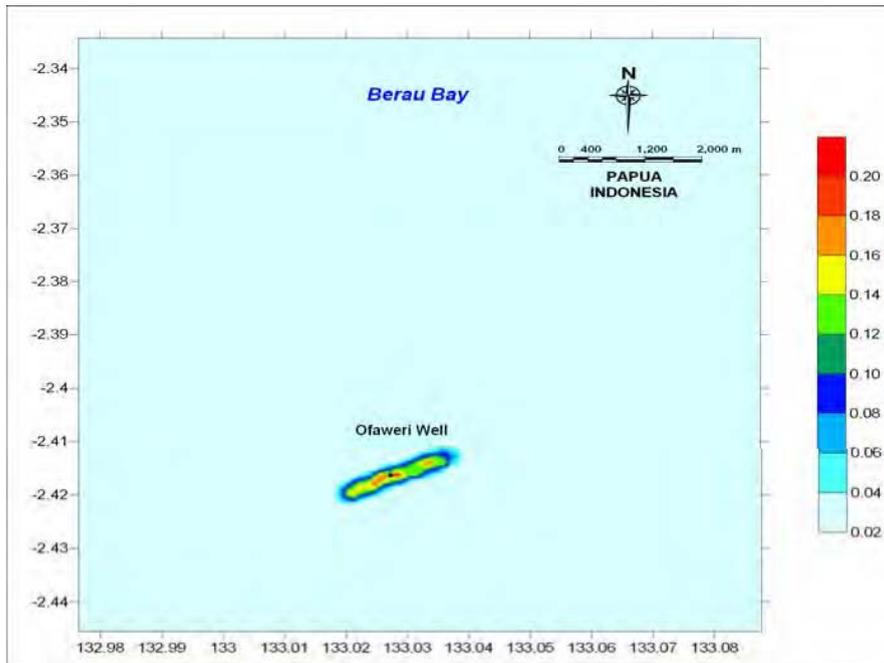
**Figure E.3** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



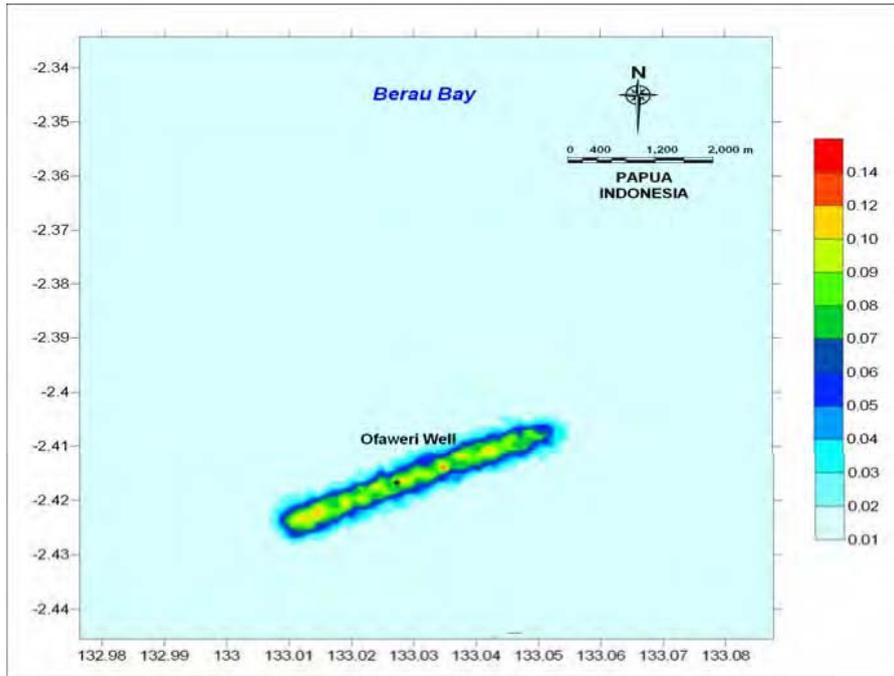
**Figure E.4** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 1).



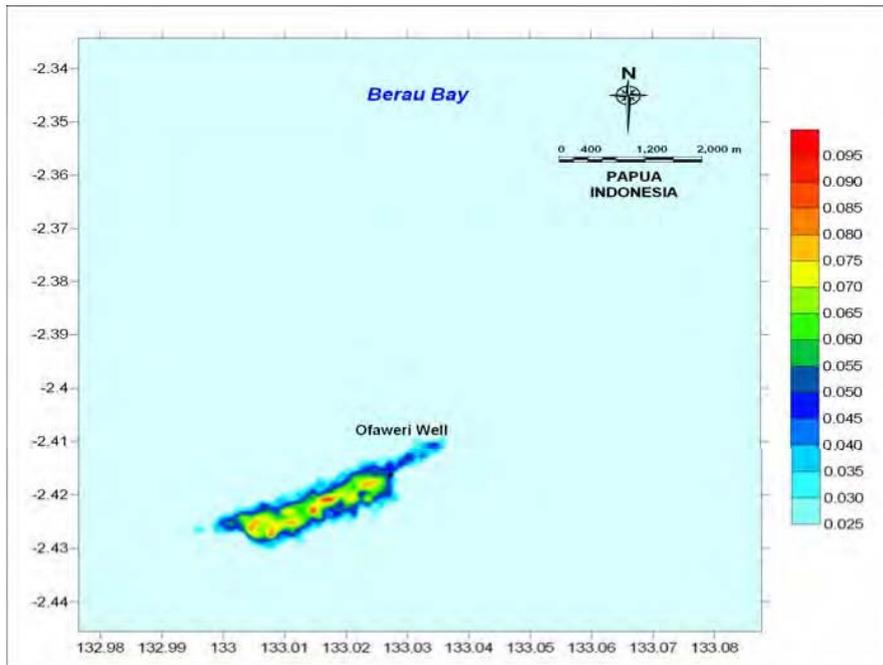
**Figure E.5** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



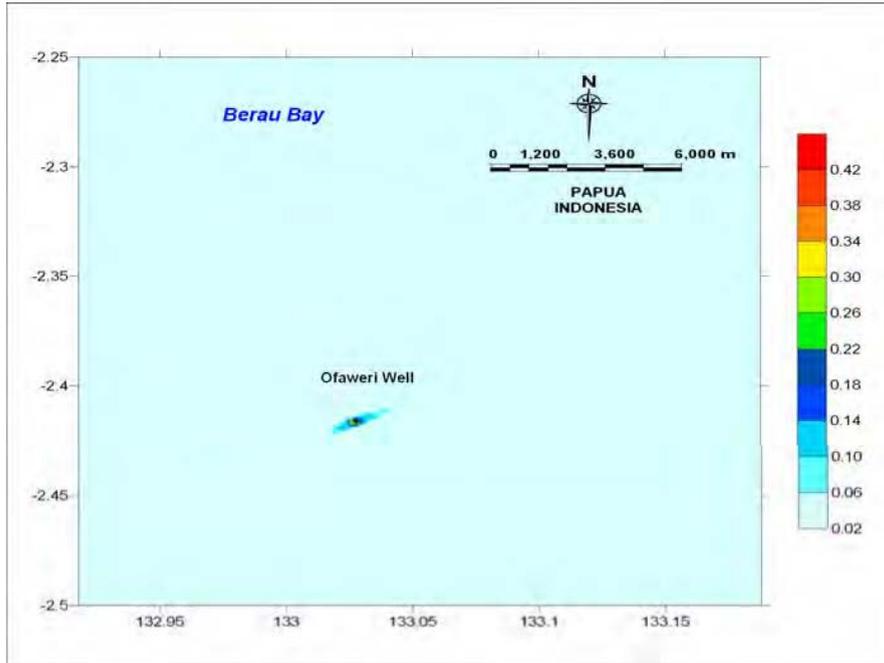
**Figure E.6** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



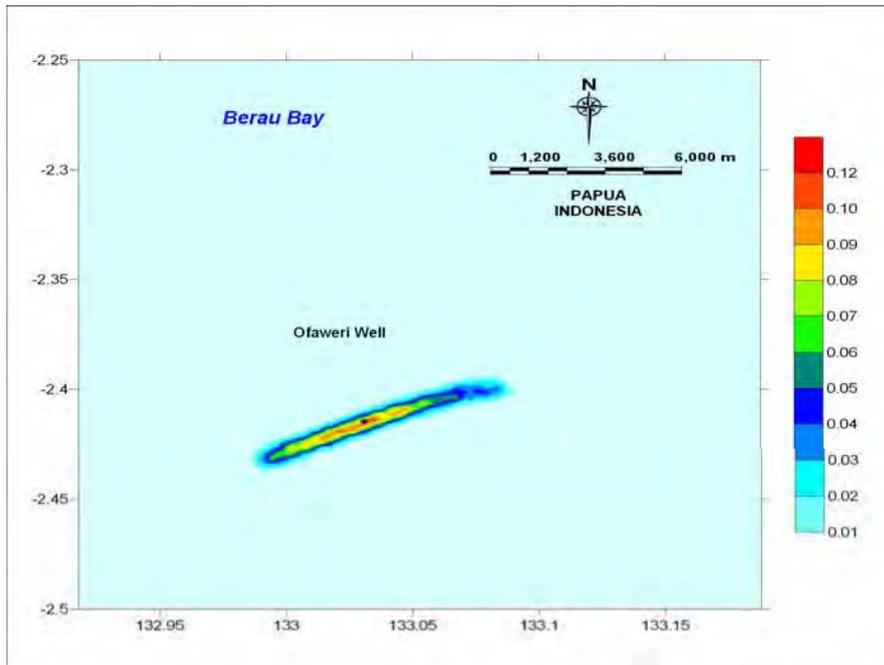
**Figure E.7** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



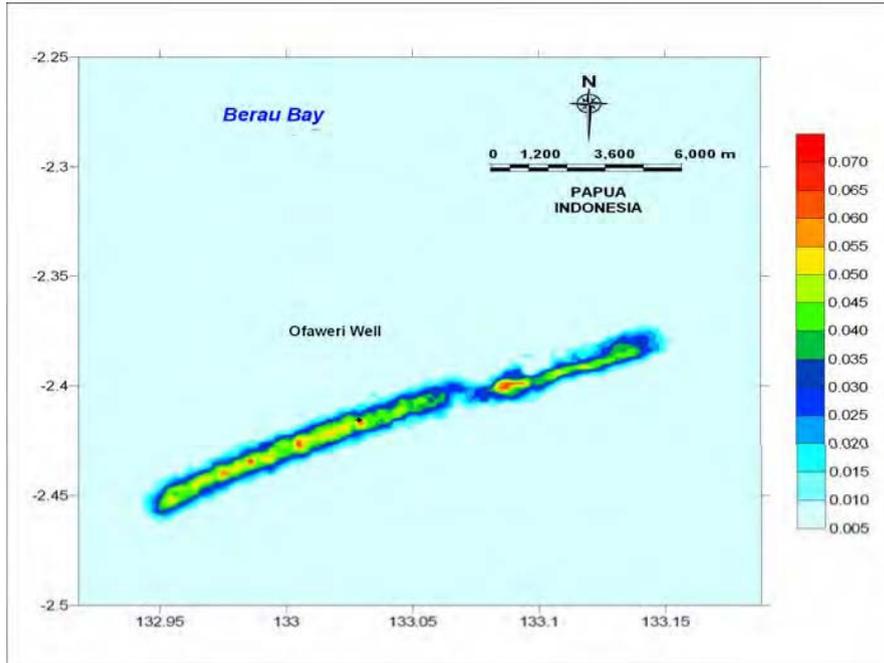
**Figure E.8** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 2).



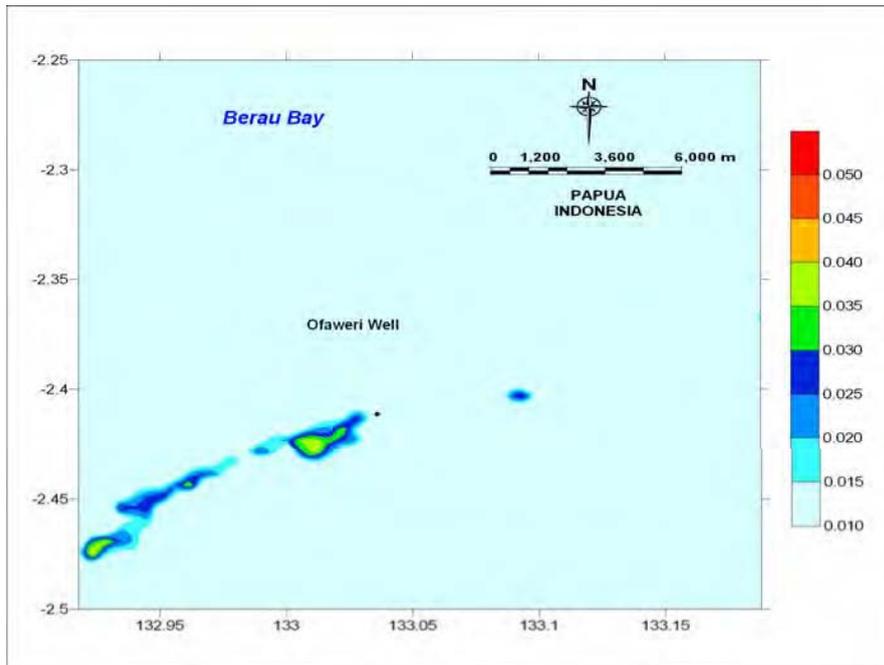
**Figure E.9** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



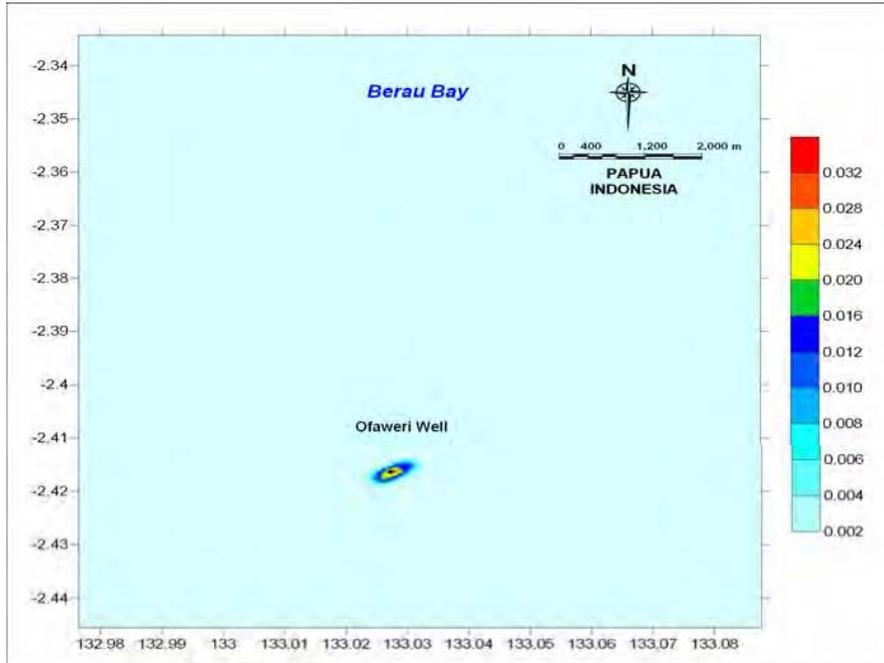
**Figure E.10** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



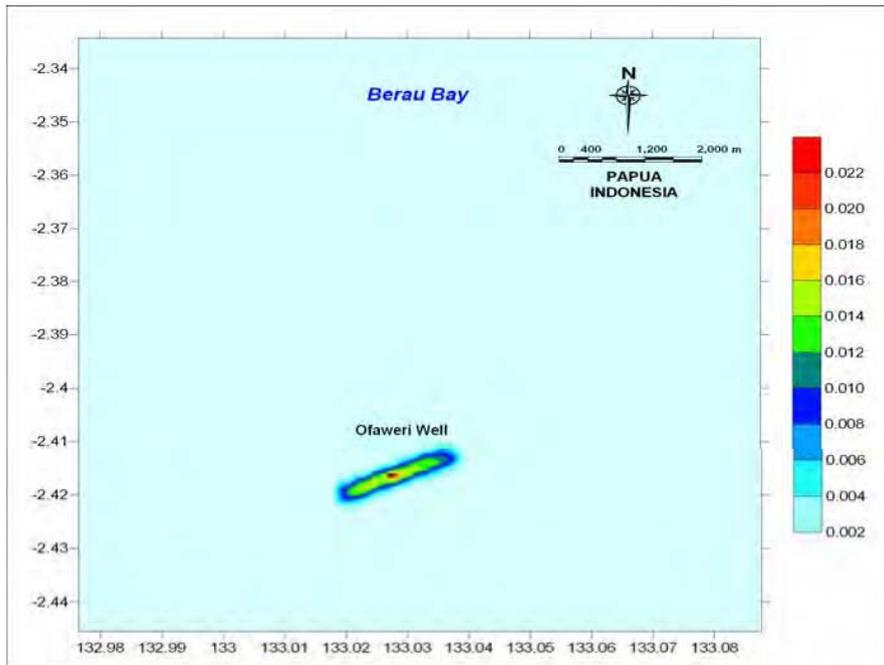
**Figure E.11** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



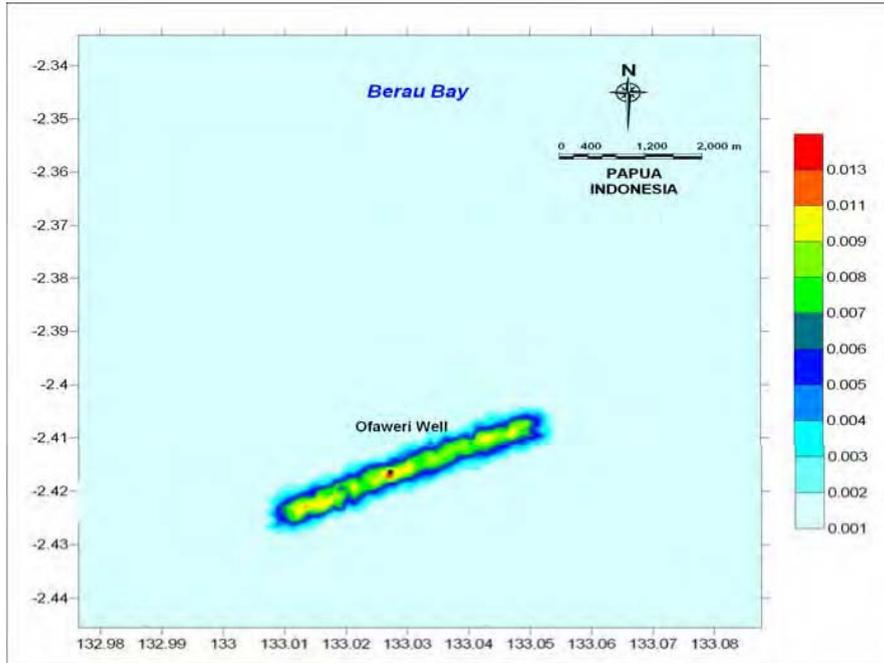
**Figure E.12** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 3).



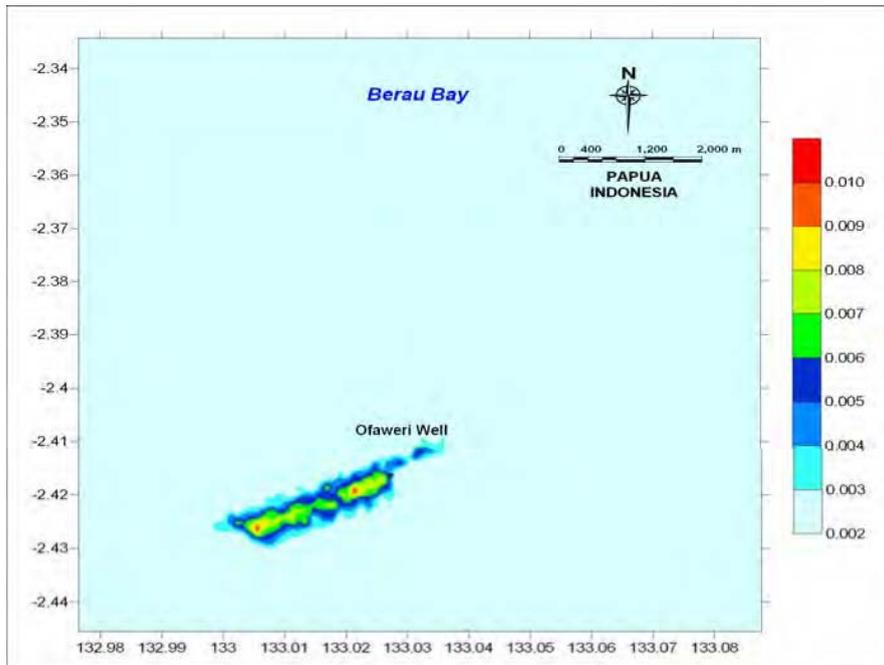
**Figure E.13** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at release water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



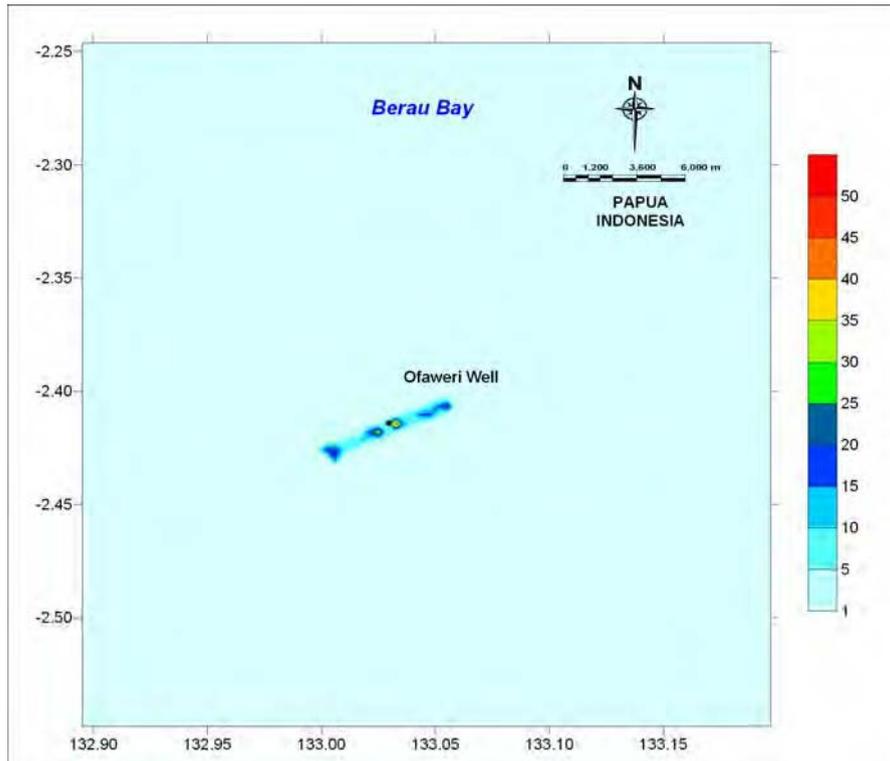
**Figure E.14** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure E.15** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure E.16** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Ofaweri-2 Well (Stage 4).



**Figure E.17** Spatial extent of **Arsenic** in **Cutting Sediment Deposition** ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) at Ofaweri-2 Well.

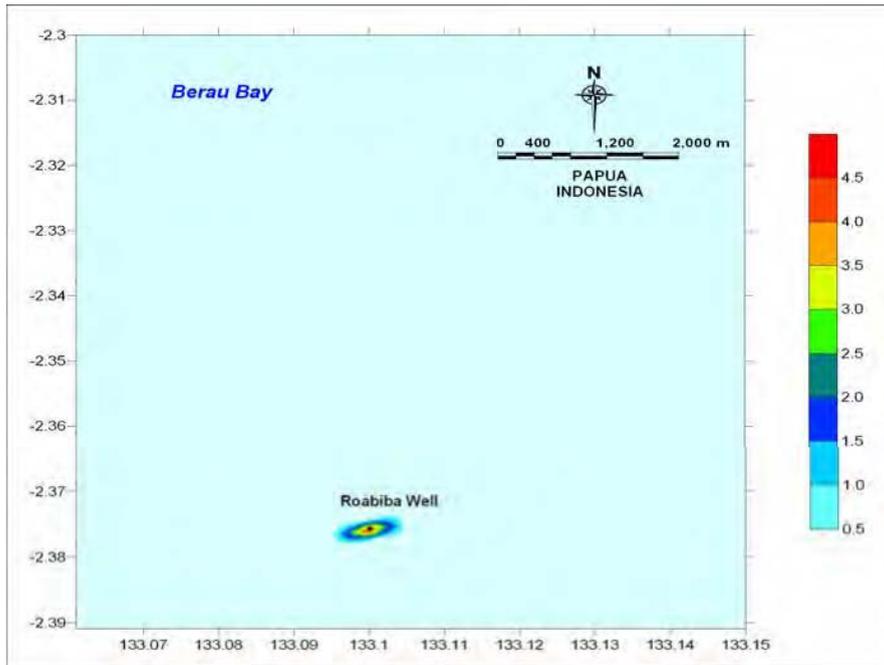
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **F**

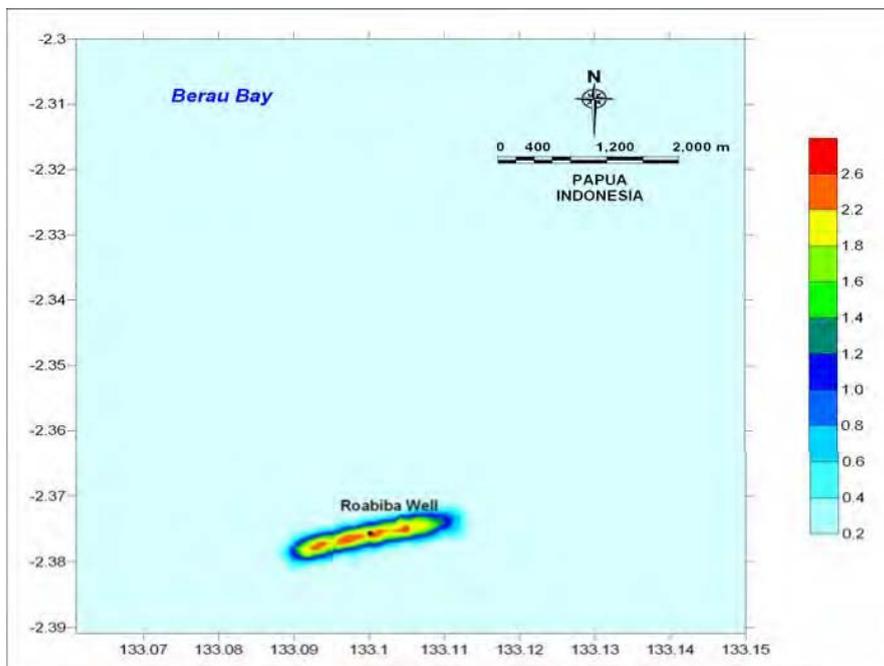
**Simulation Result of Arsenic in  
Cutting at Roabiba-2 Well**

---

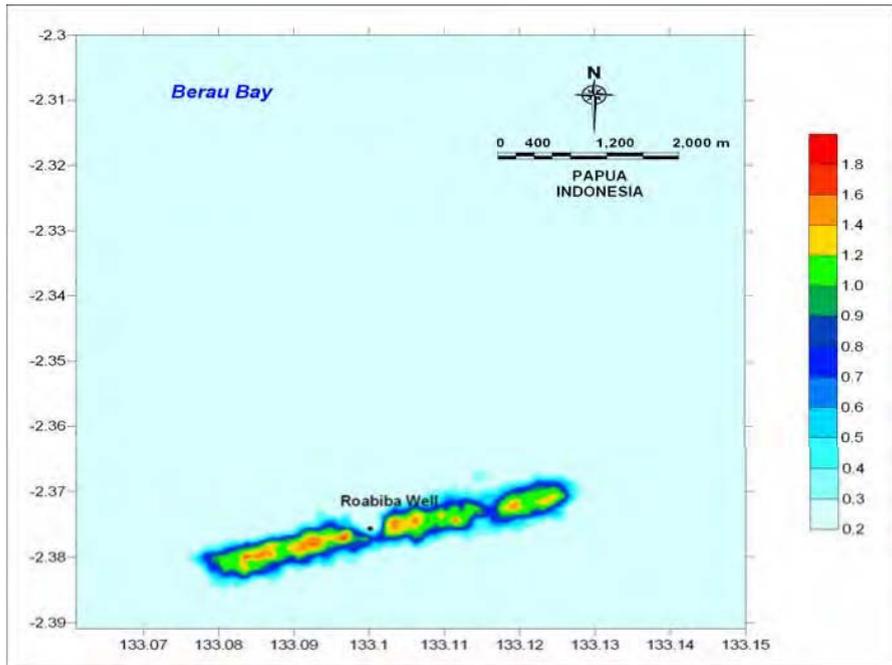
---



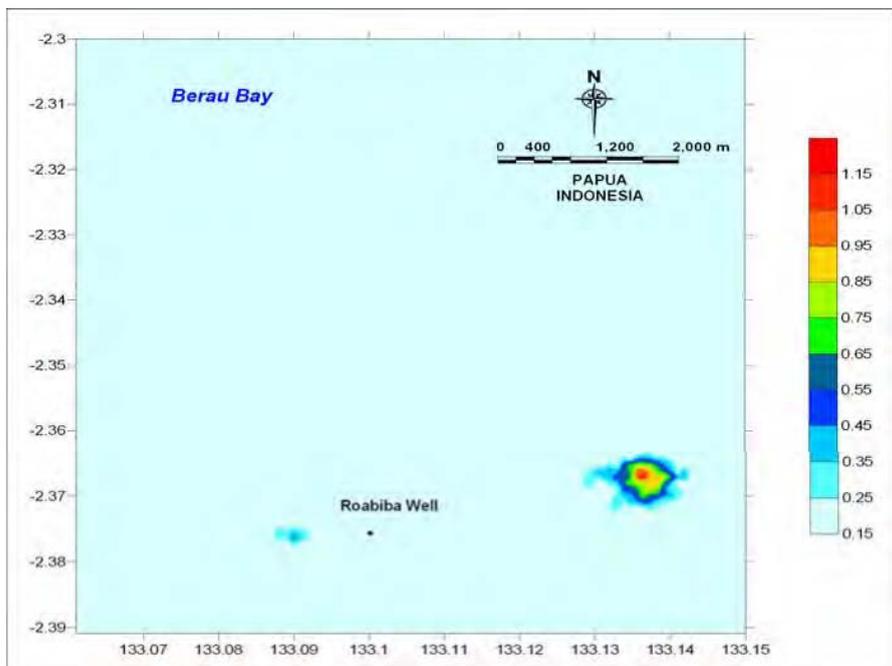
**Figure F.1** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



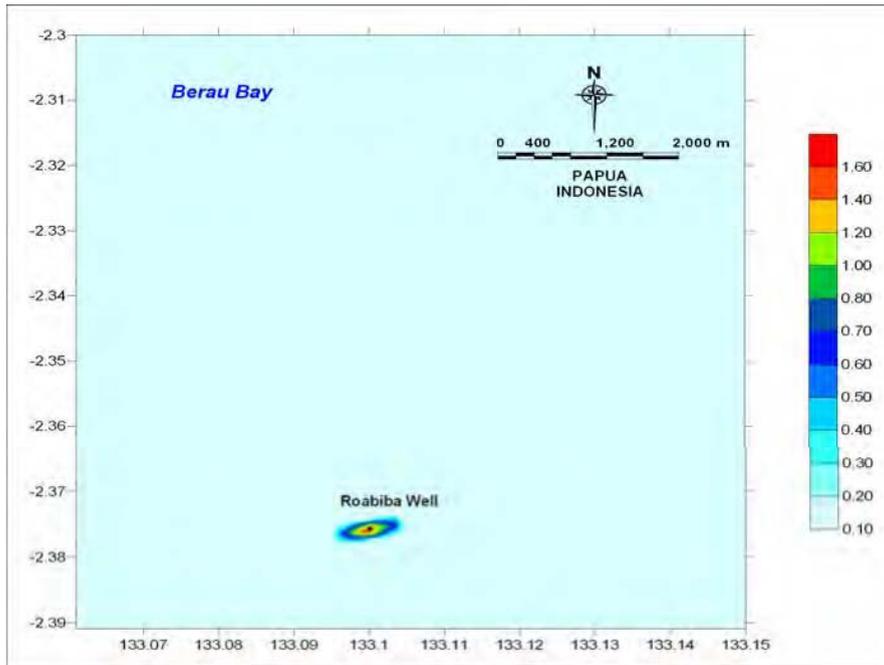
**Figure F.2** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



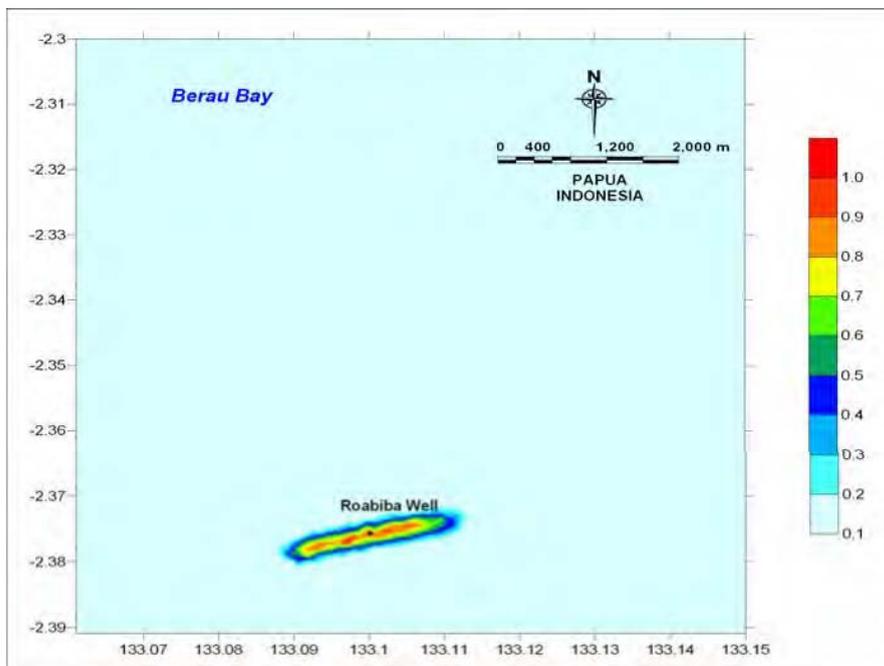
**Figure F.3** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



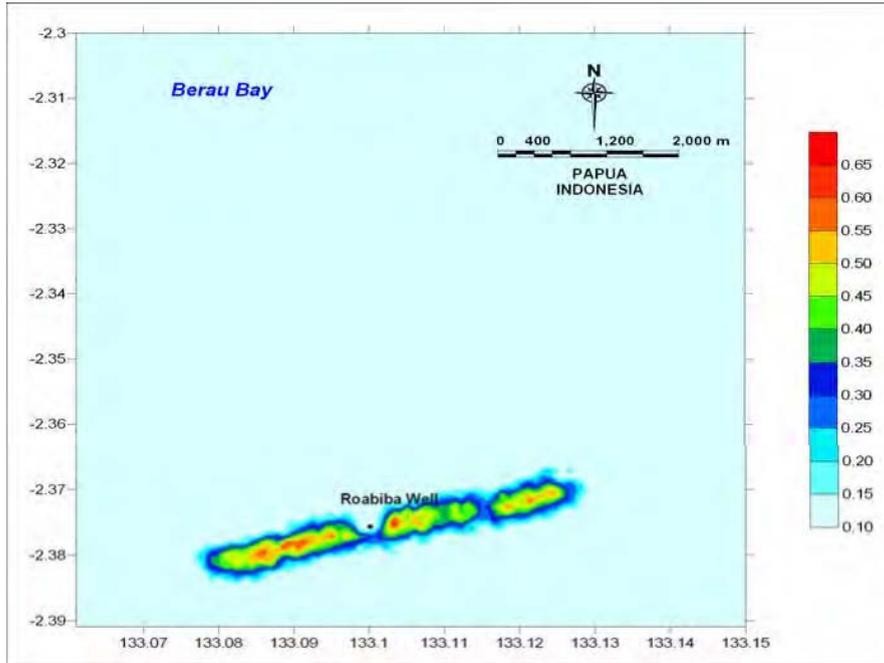
**Figure F.4** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 1).



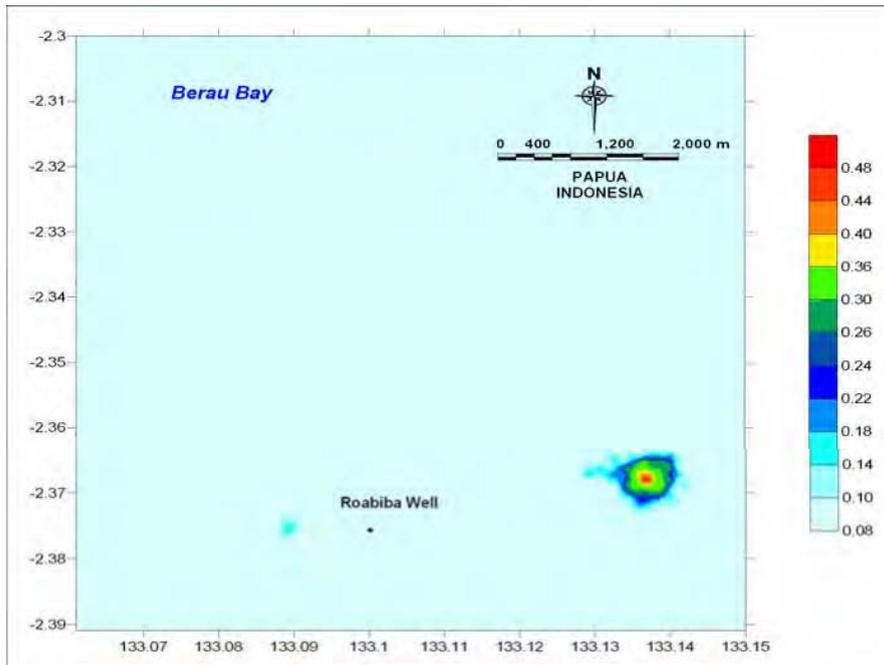
**Figure F.5** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



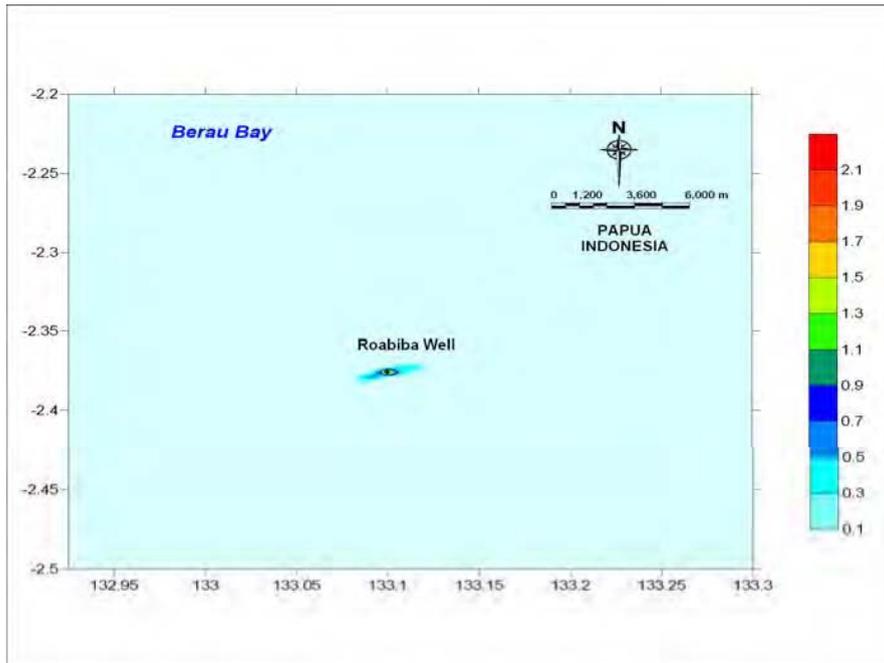
**Figure F.6** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



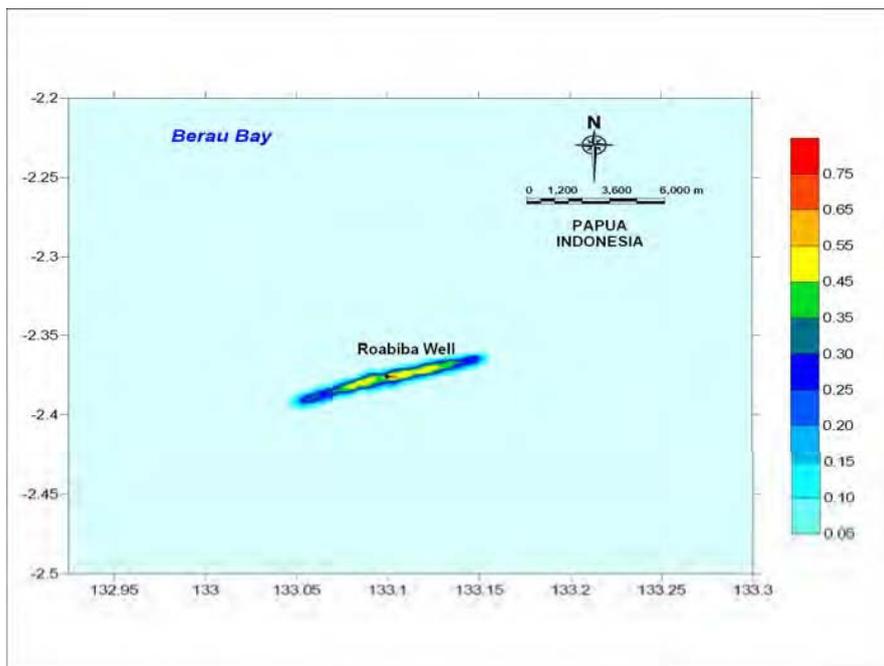
**Figure F.7** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



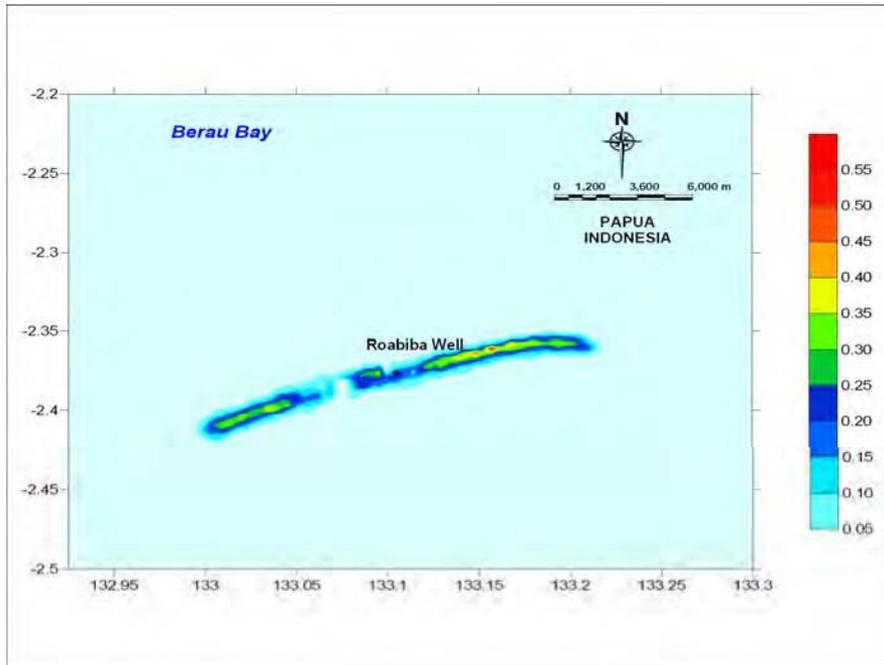
**Figure F.8** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 2).



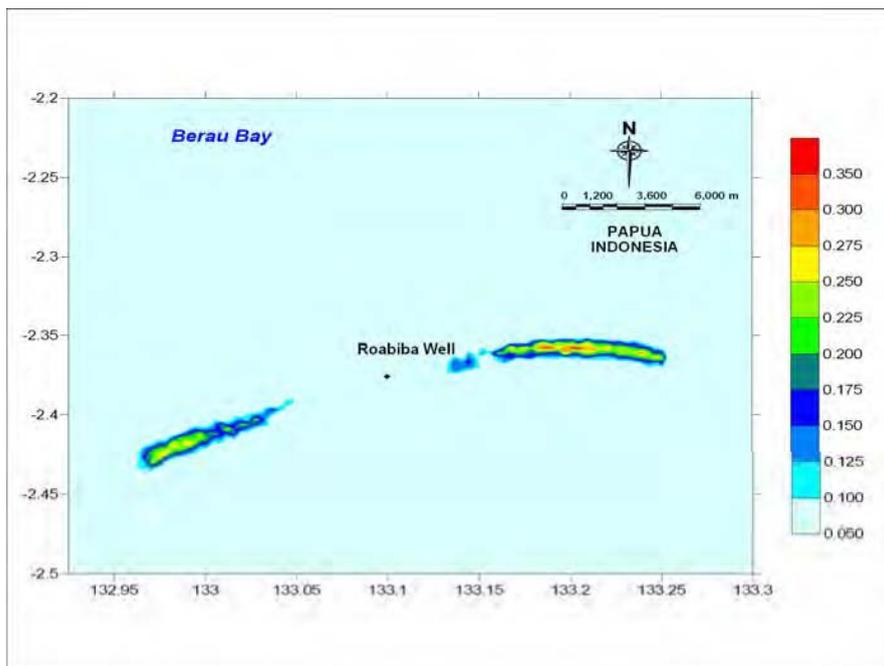
**Figure F.9** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



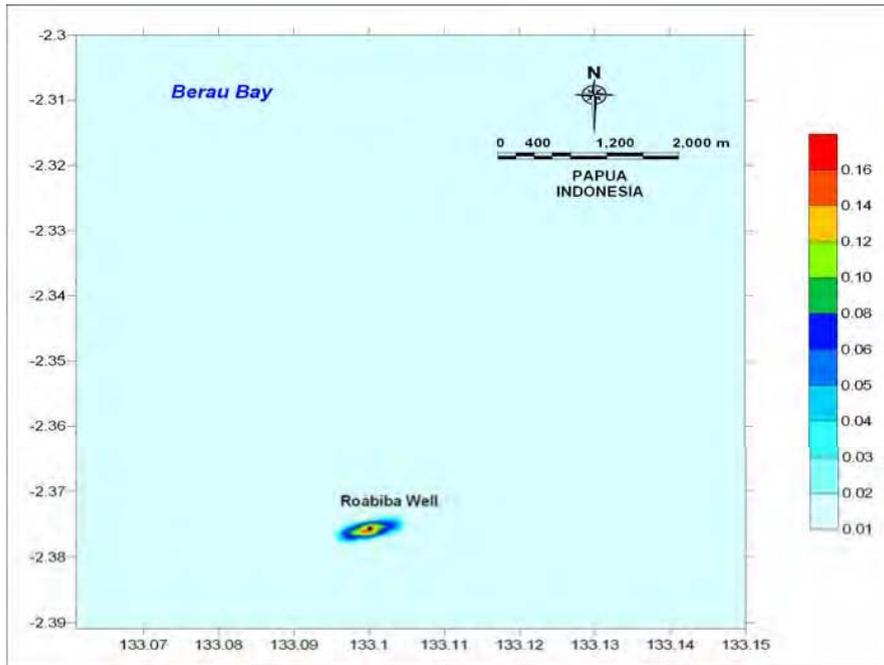
**Figure F.10** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



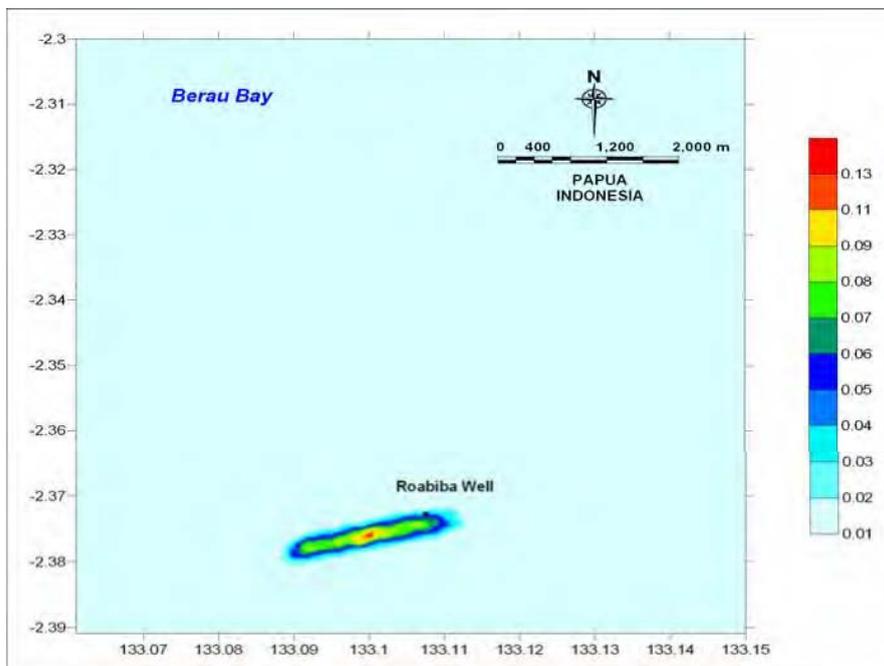
**Figure F.11** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



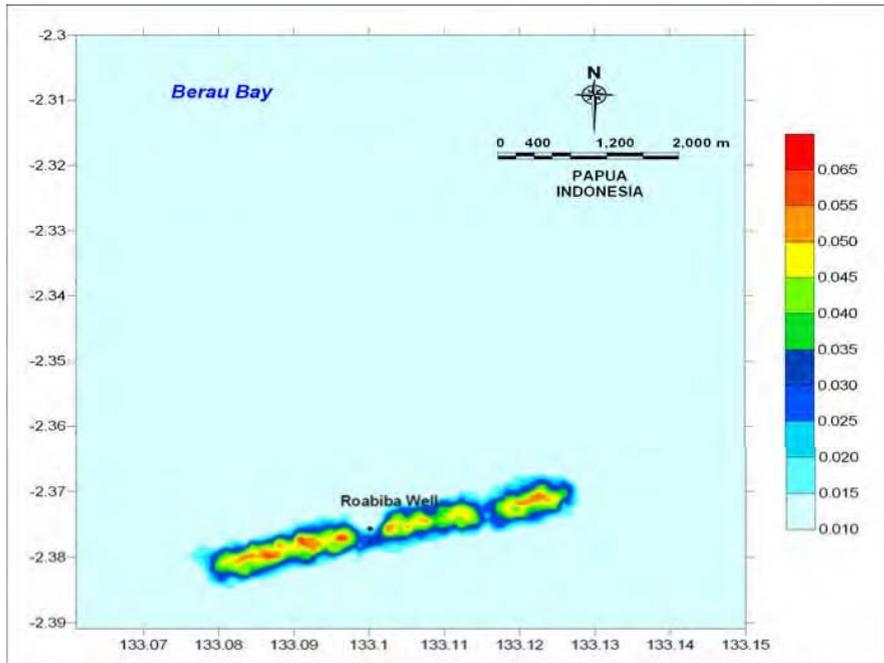
**Figure F.12** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 3).



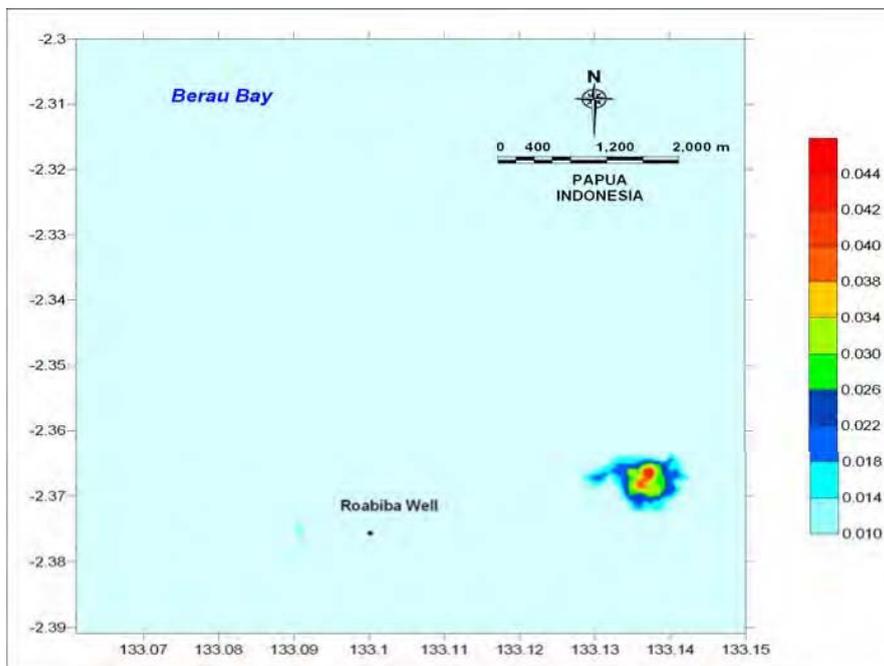
**Figure F.13** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at release water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



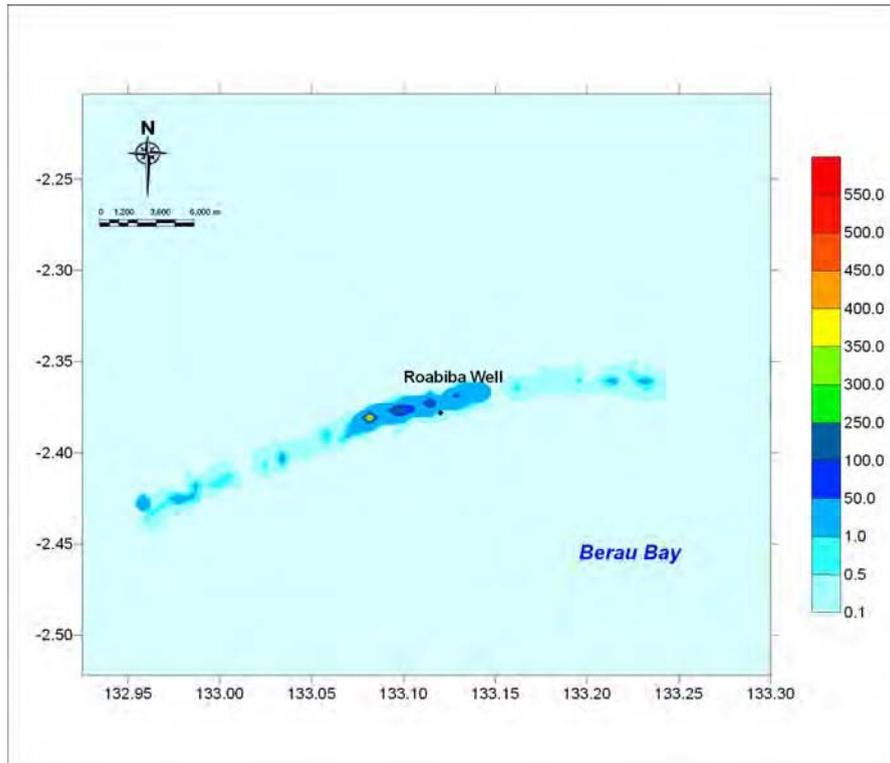
**Figure F.14** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure F.15** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure F.16** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Roabiba-2 Well (Stage 4).



**Figure F.17** Spatial extent of **Arsenic** in **Cutting Sediment Deposition** (mg/m<sup>2</sup>) at Roabiba-2 Well.

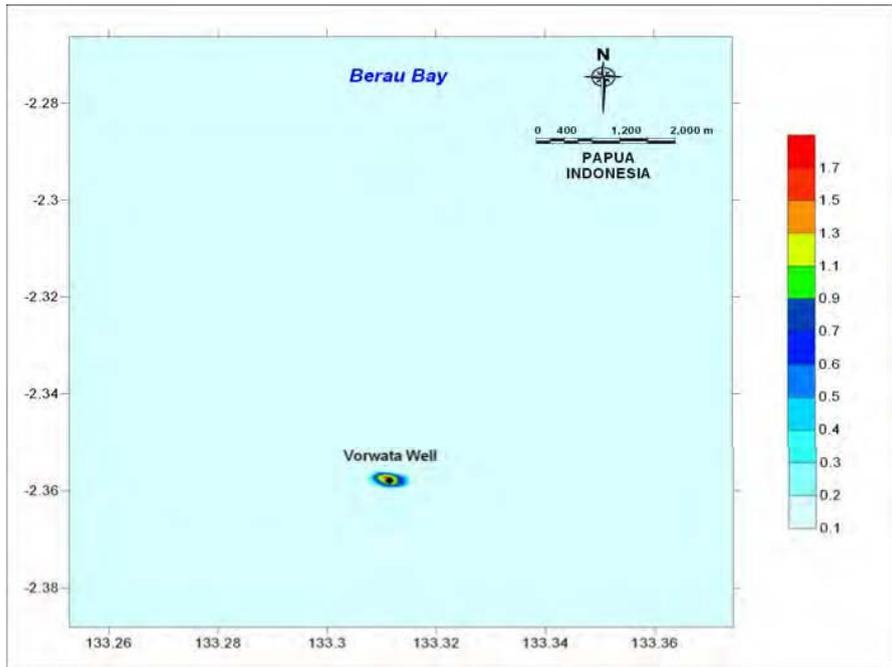
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **G**

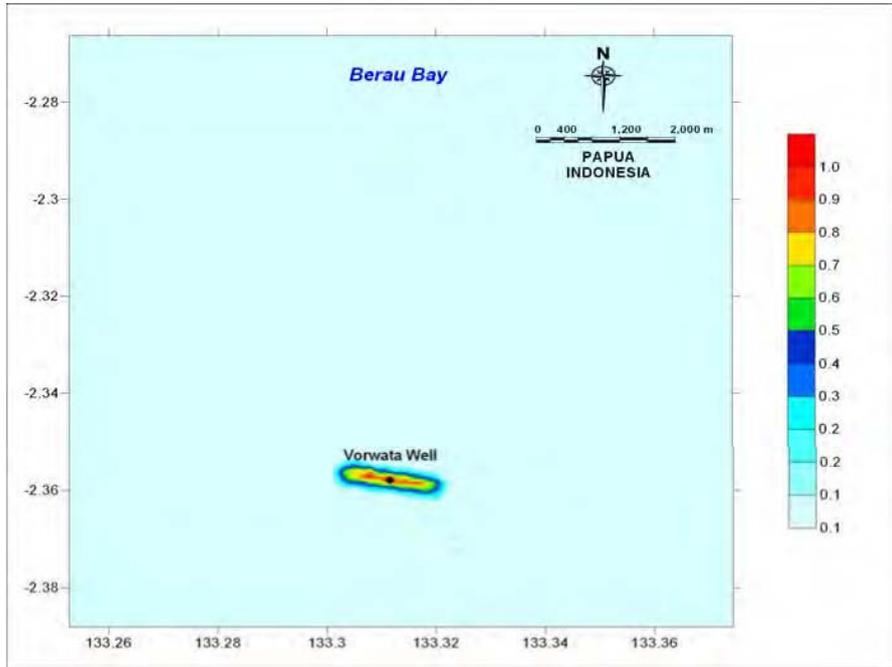
**Simulation Result of Arsenic in  
Cutting at Vorwata-12 Well**

---

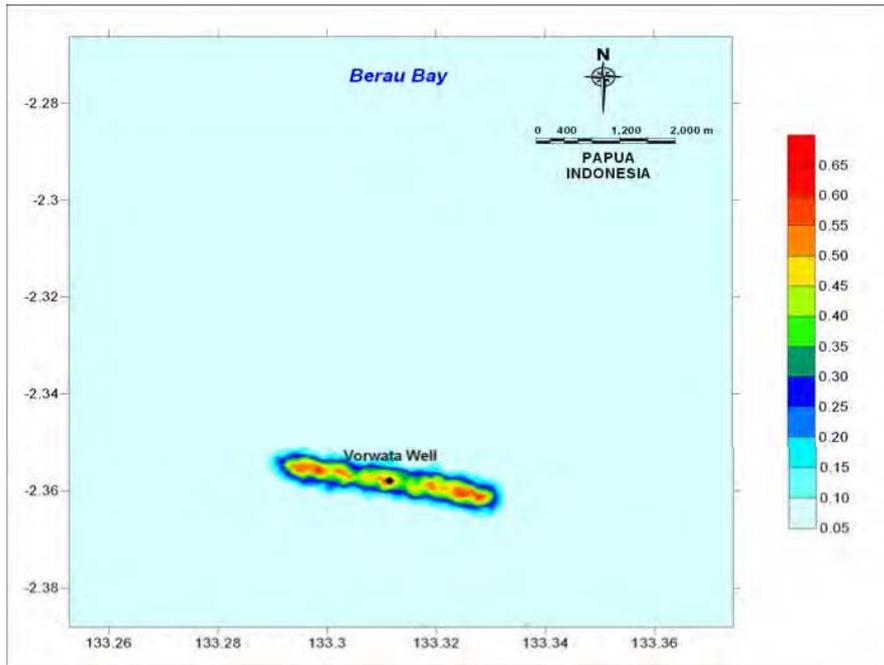
---



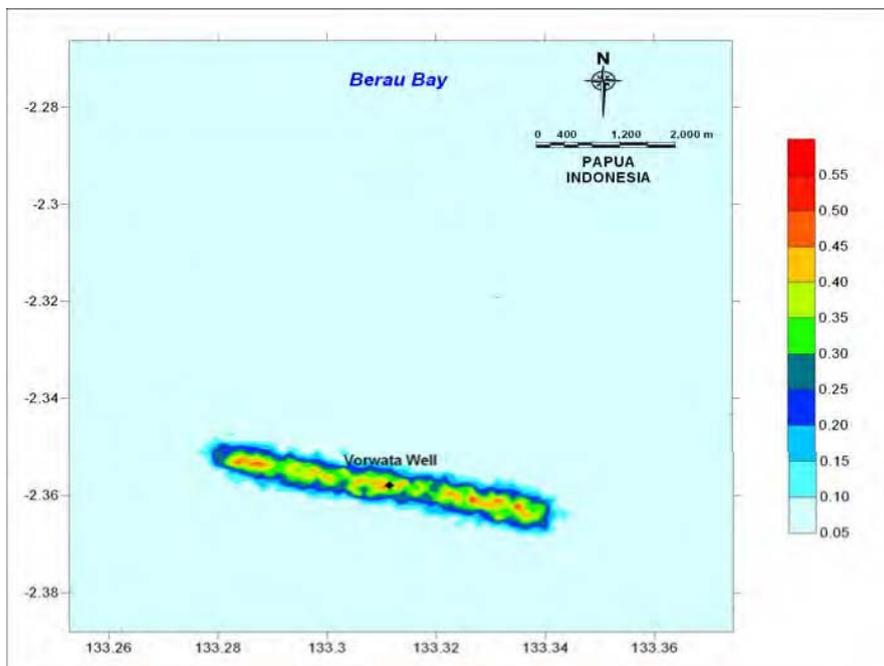
**Figure G.1** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



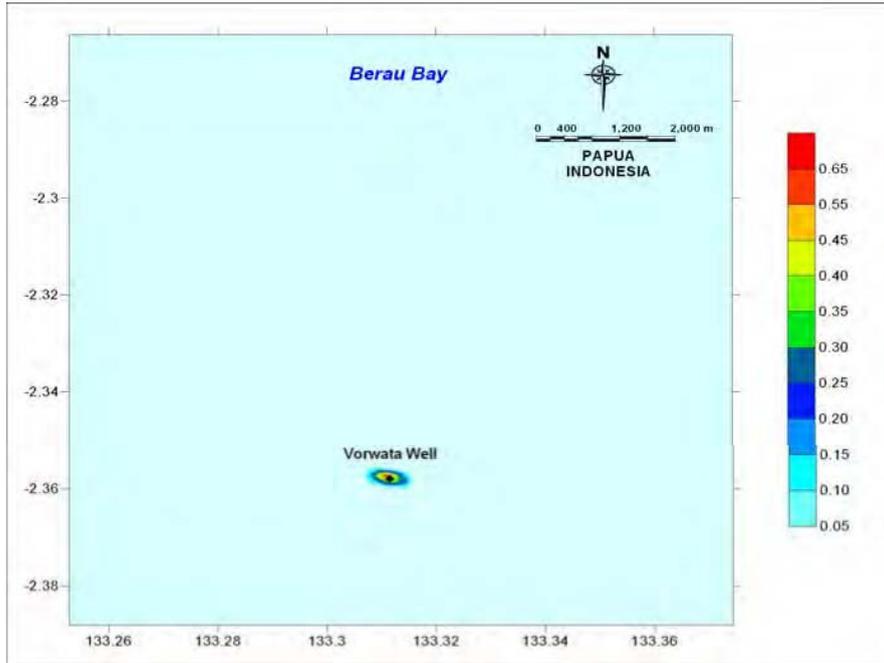
**Figure G.2** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



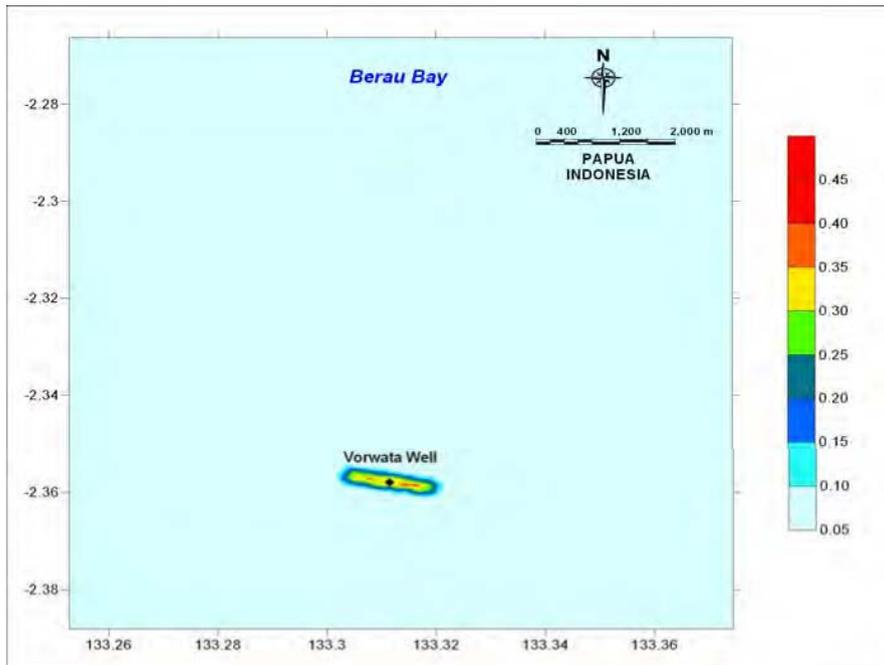
**Figure G.3** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



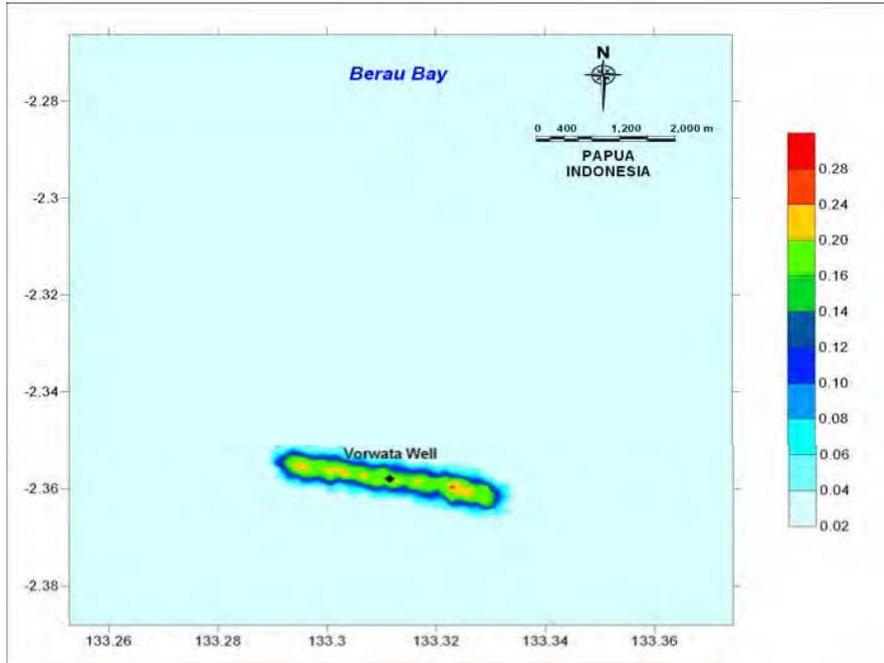
**Figure G.4** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 1).



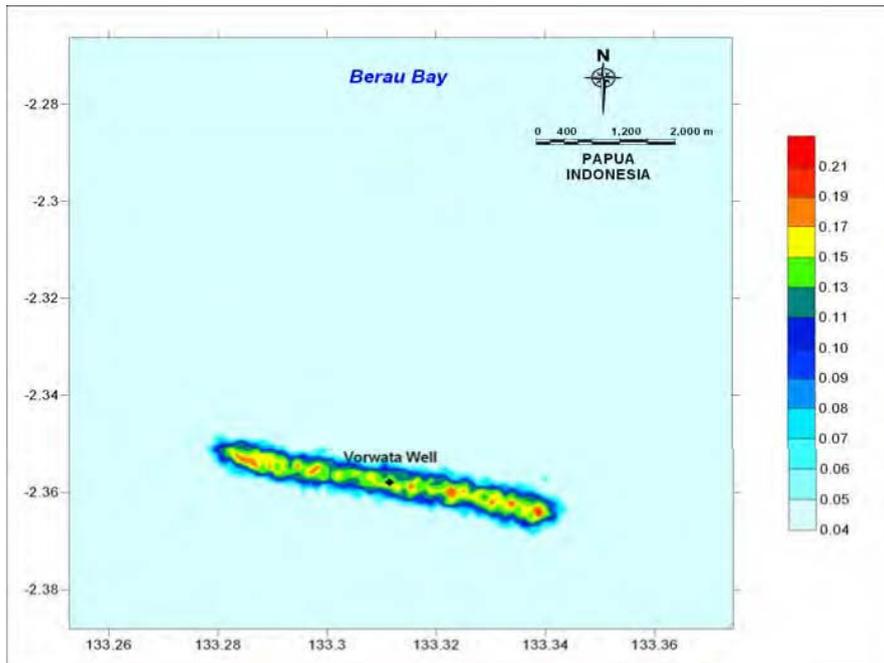
**Figure G.5** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



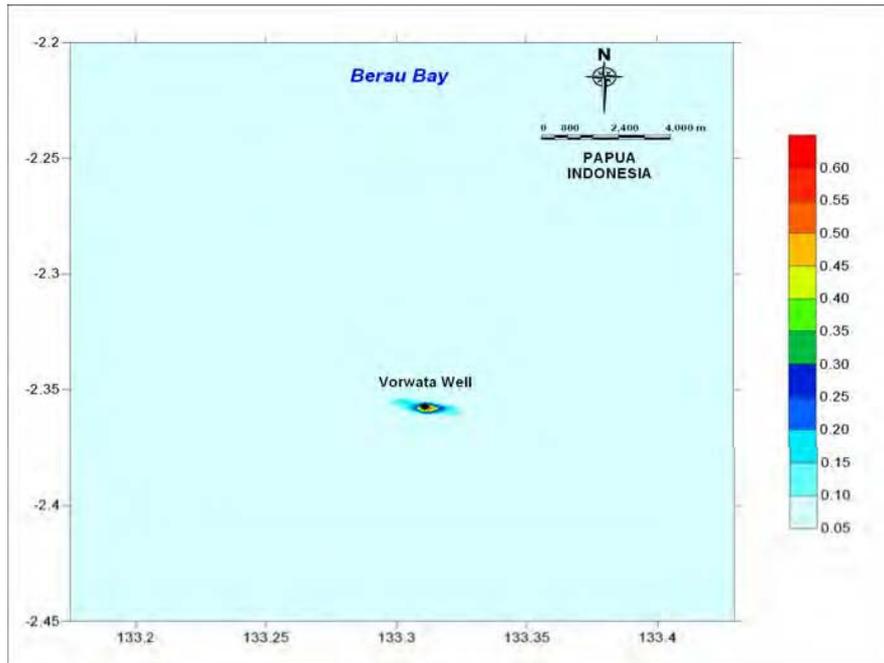
**Figure G.6** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



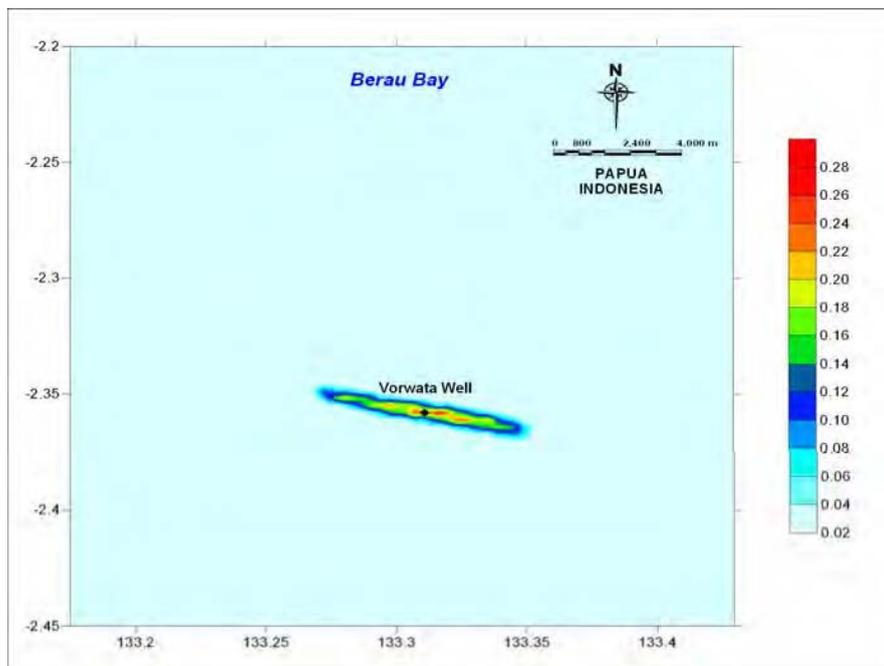
**Figure G.7** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



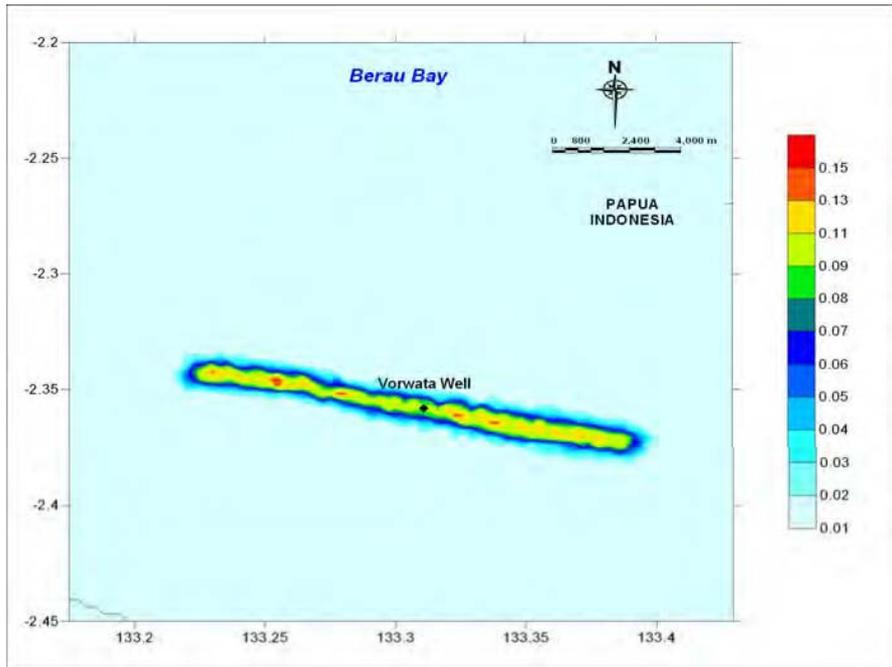
**Figure G.8** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 2).



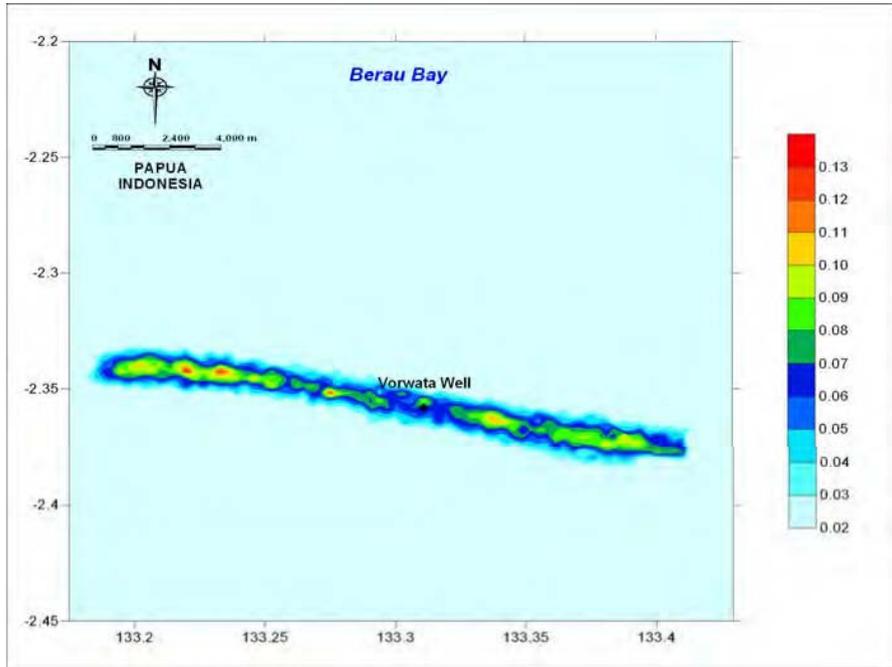
**Figure G.9** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



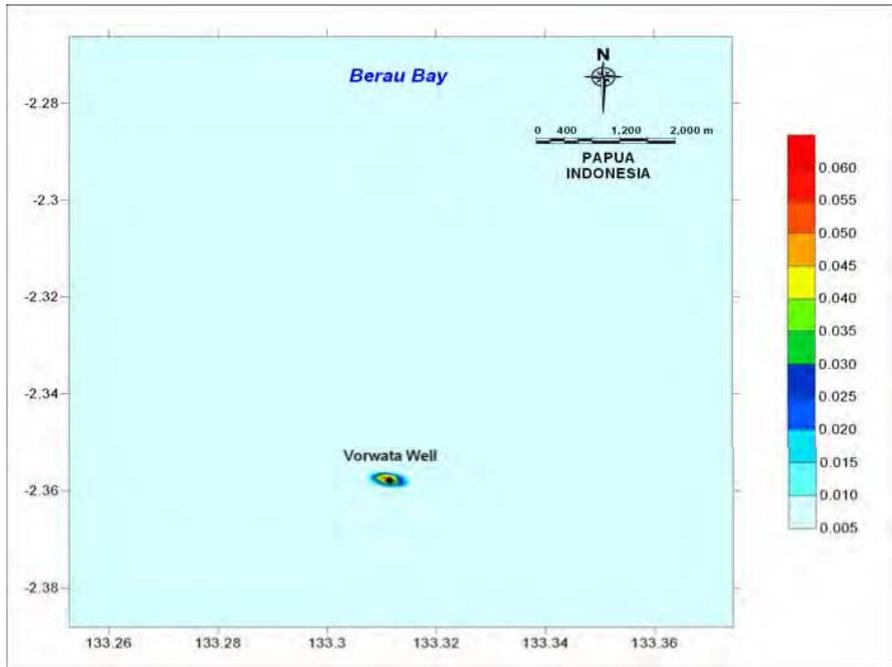
**Figure G.10** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



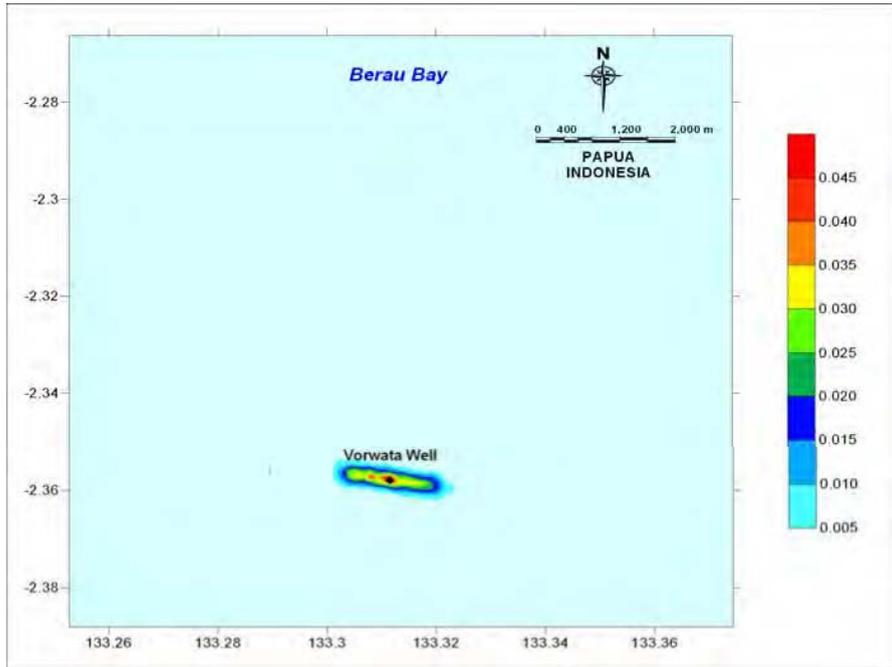
**Figure G.11** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



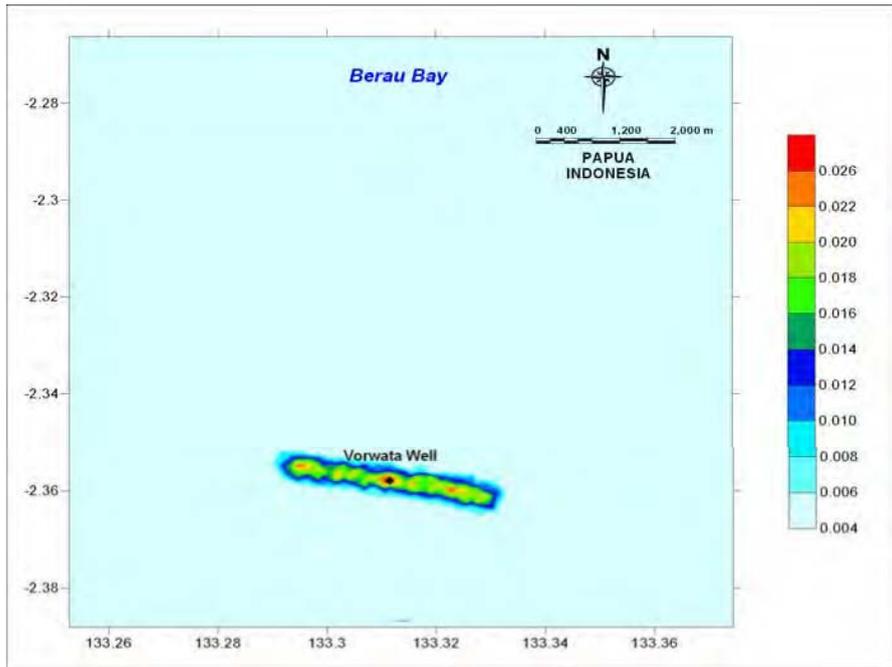
**Figure G.12** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 3).



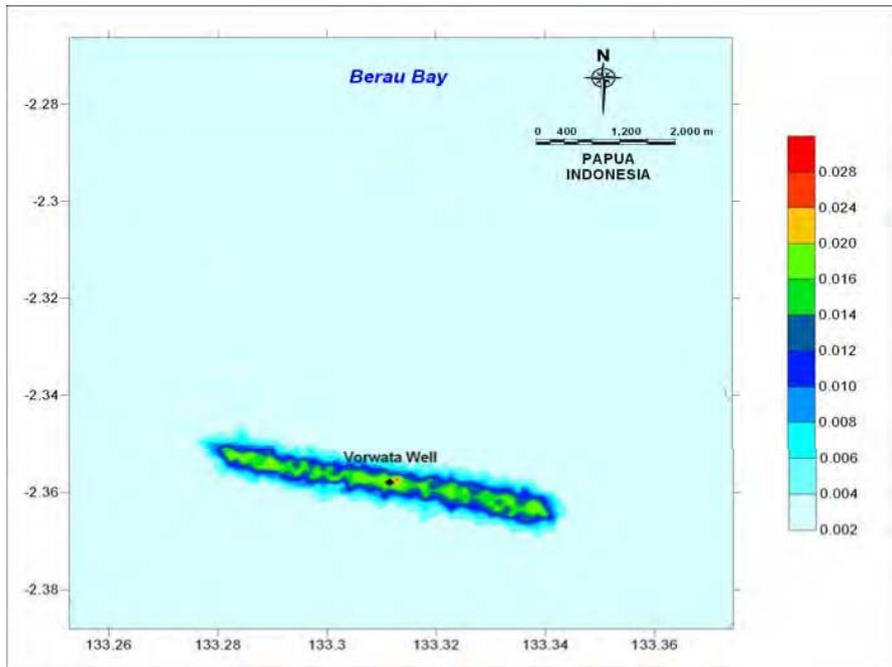
**Figure G.13** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at release water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



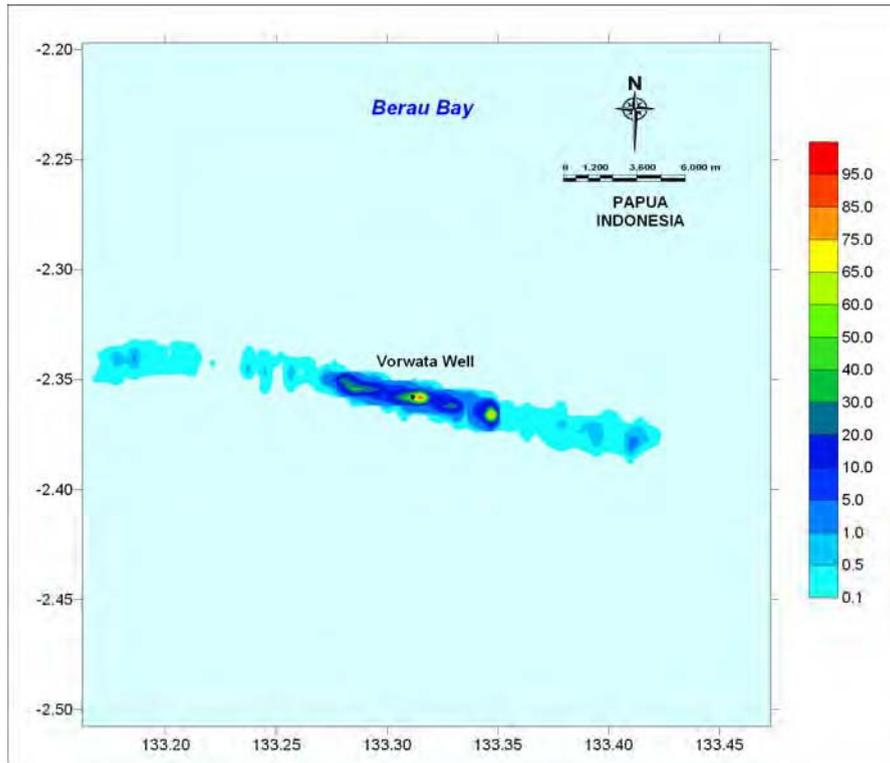
**Figure G.14** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure G.15** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure G.16** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Vorwata-12 Well (Stage 4).



**Figure G.17** Spatial extent of **Arsenic** in **Cutting Sediment Deposition** ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) at Vorwata-12 Well.

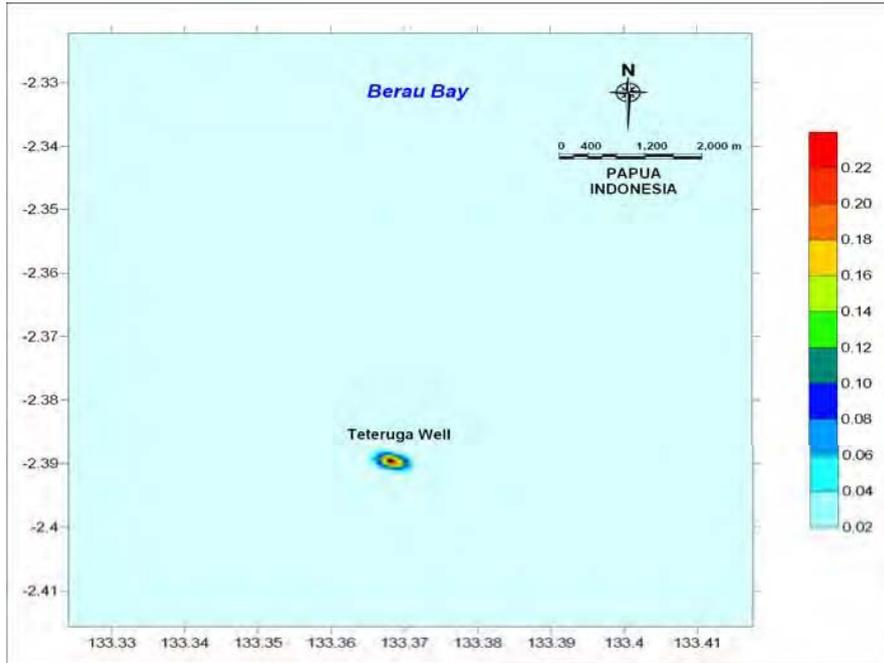
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **H**

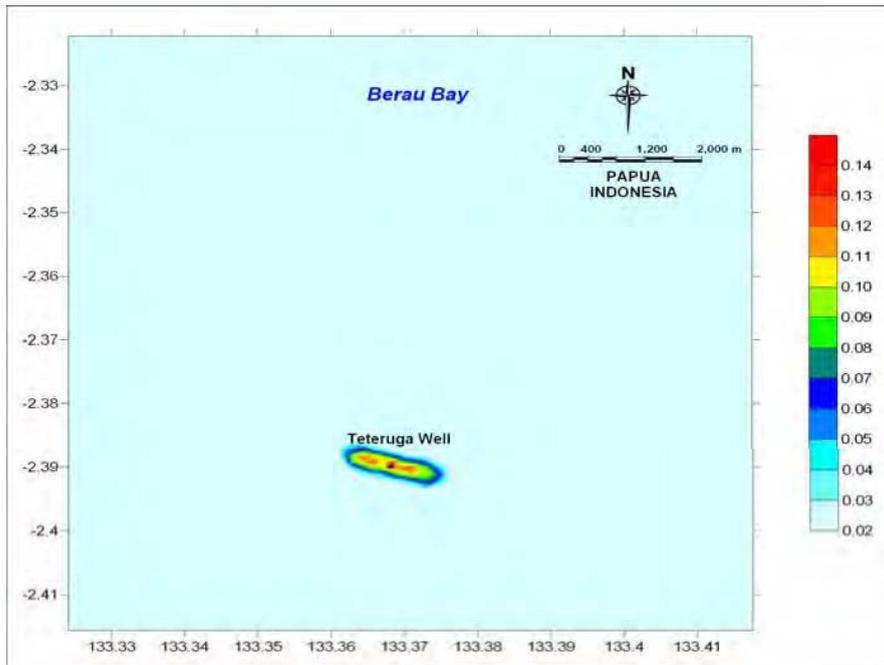
**Simulation Result of Arsenic in  
Cutting at Teteruga-2 Well**

---

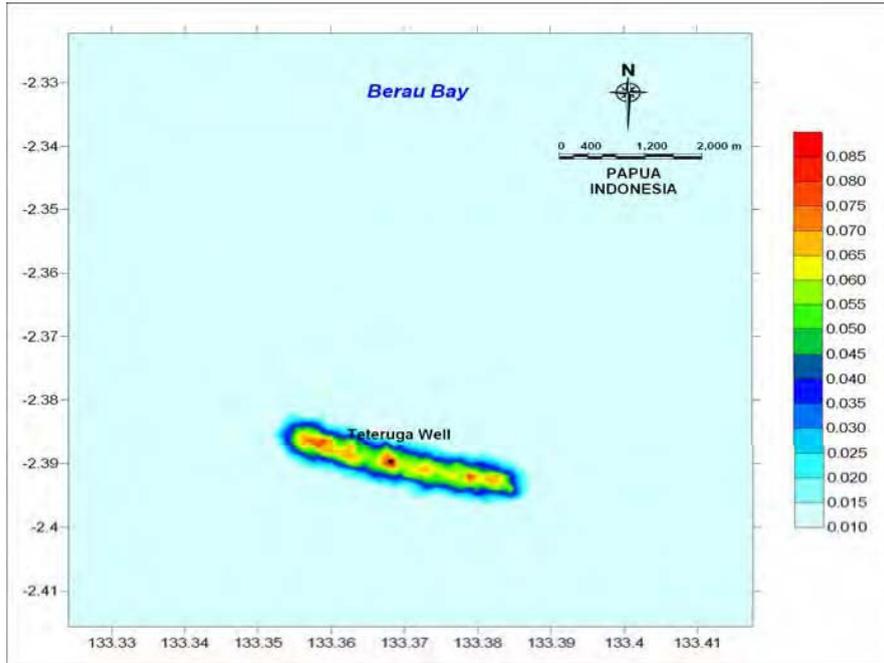
---



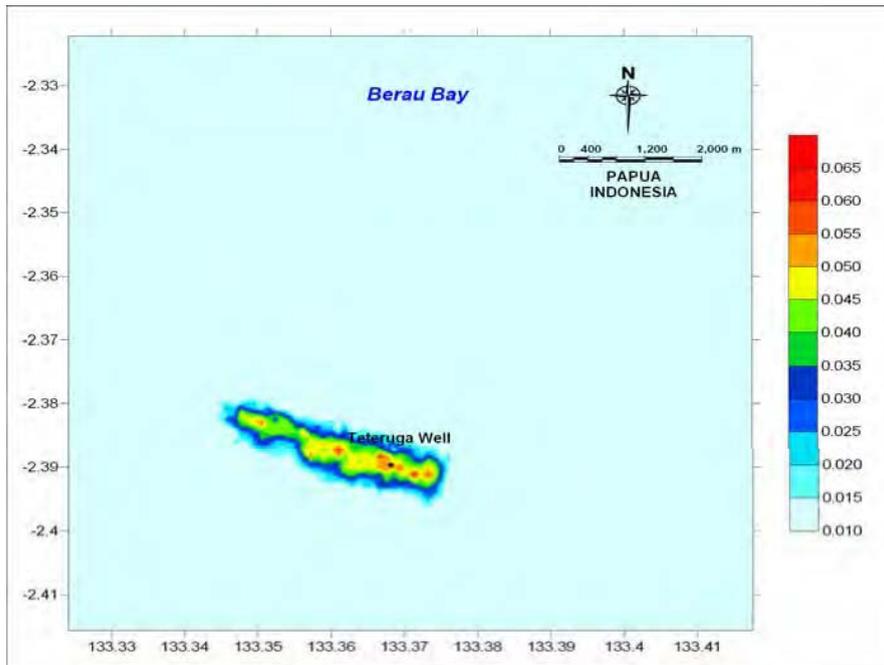
**Figure H.1** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



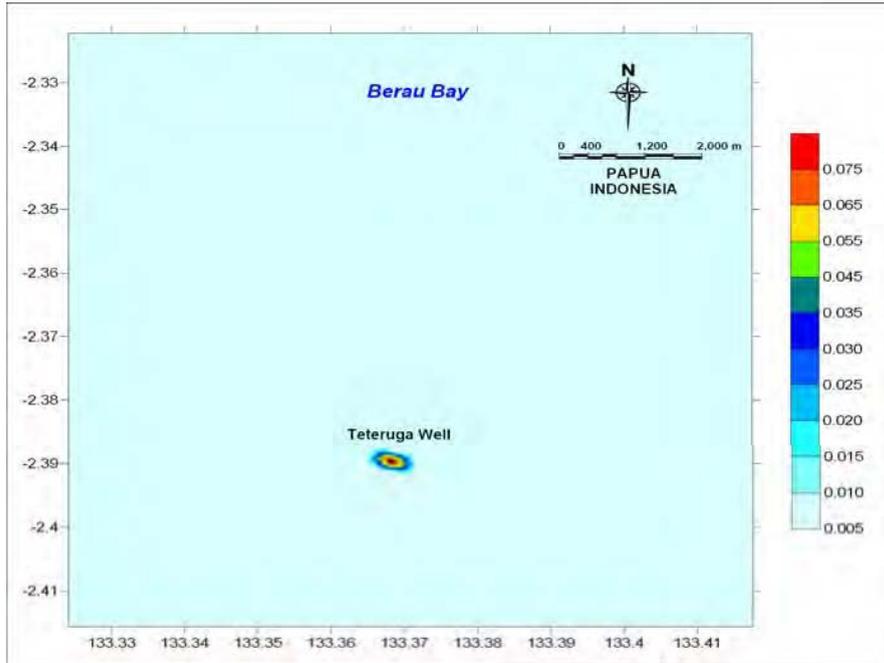
**Figure H.2** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



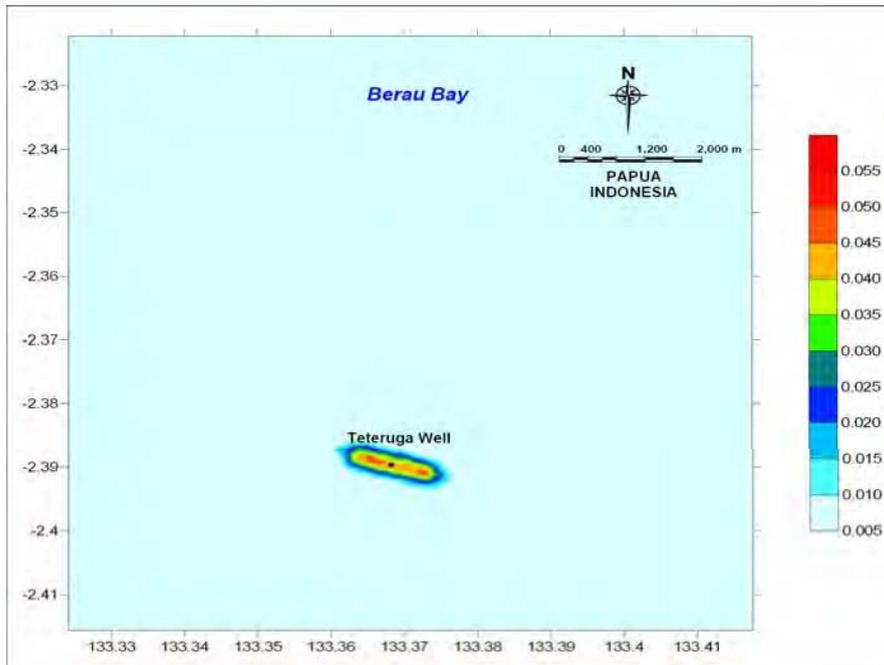
**Figure H.3** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



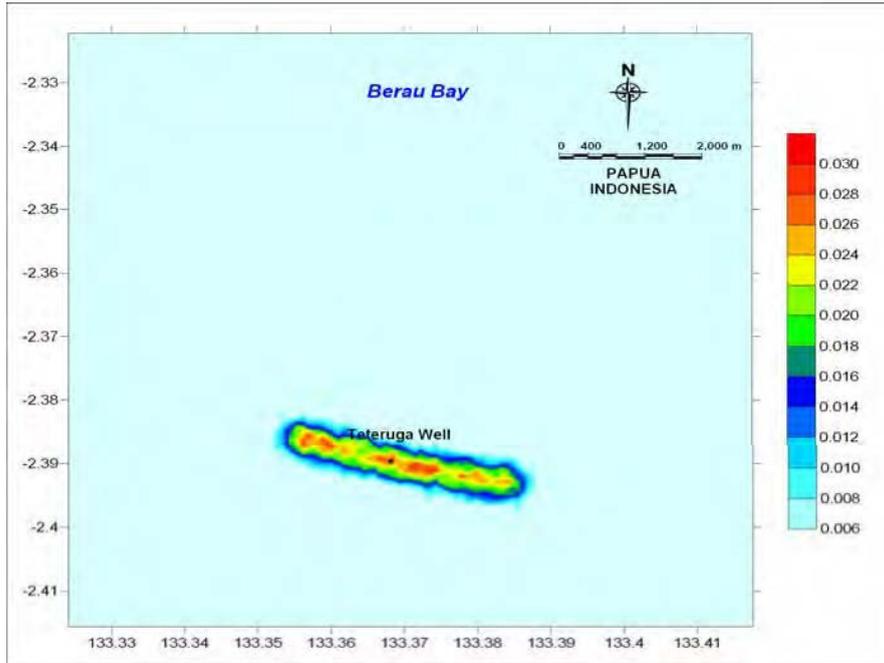
**Figure H.4** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 1).



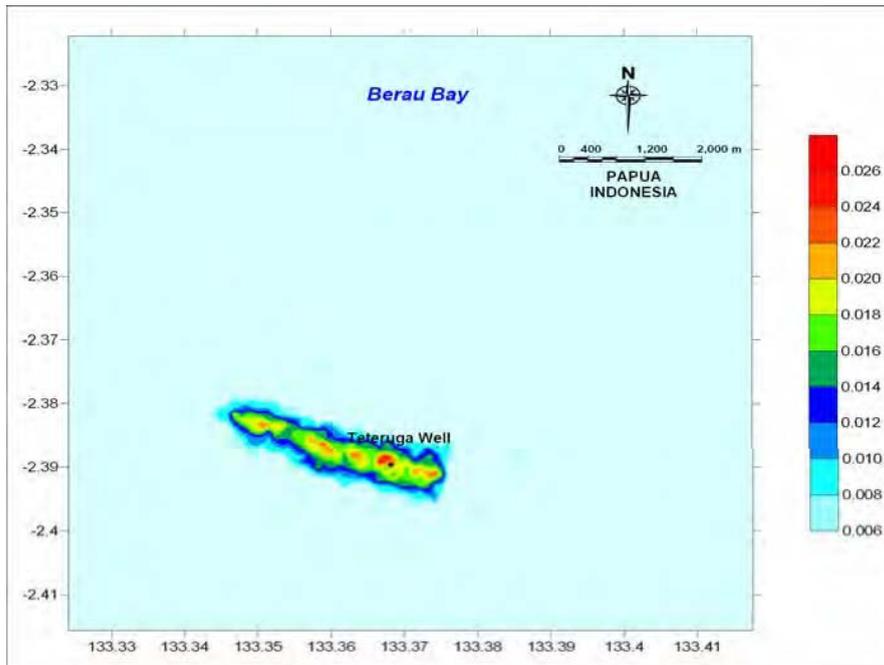
**Figure H.5** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



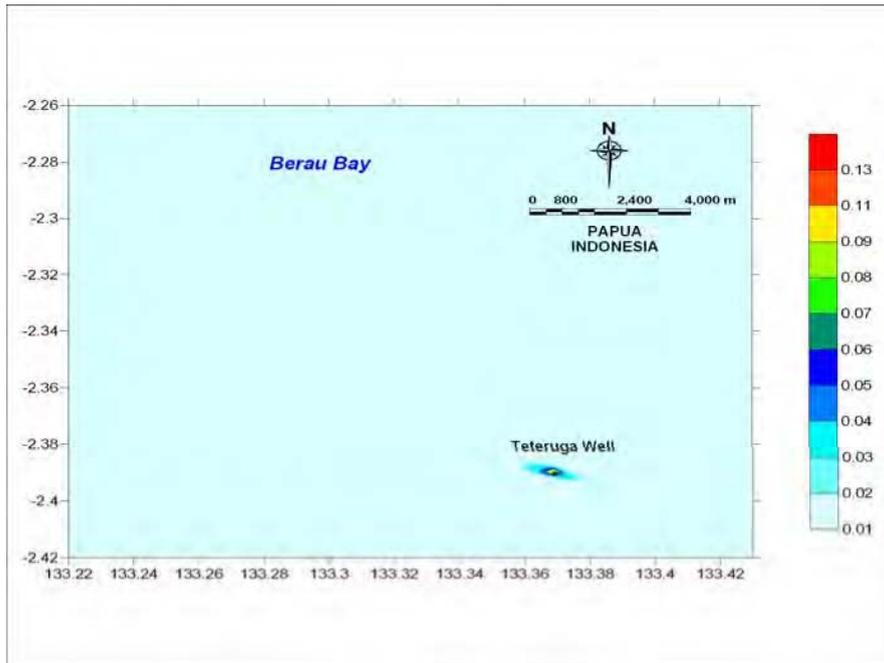
**Figure H.6** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



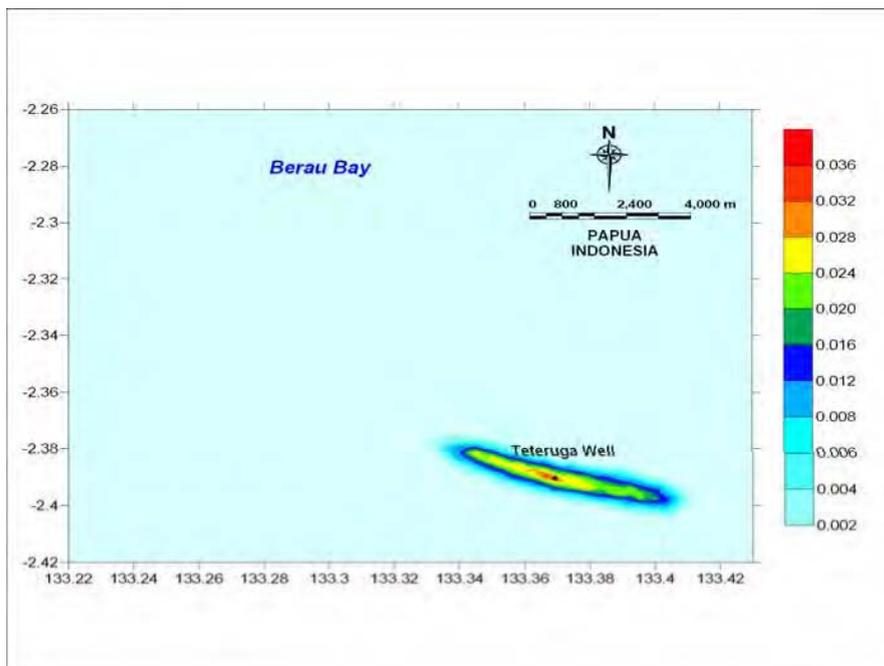
**Figure H.7** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



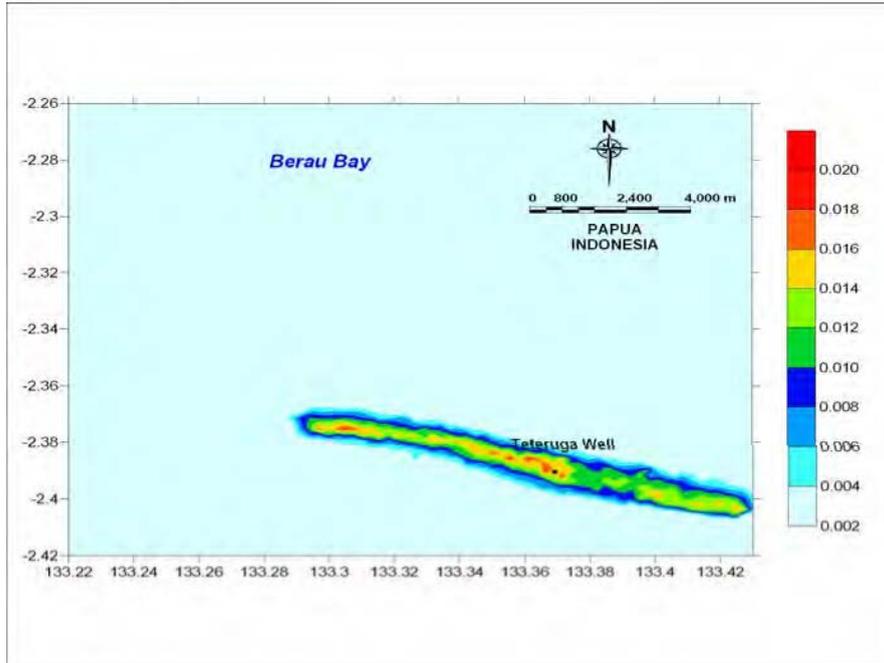
**Figure H.8** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 2).



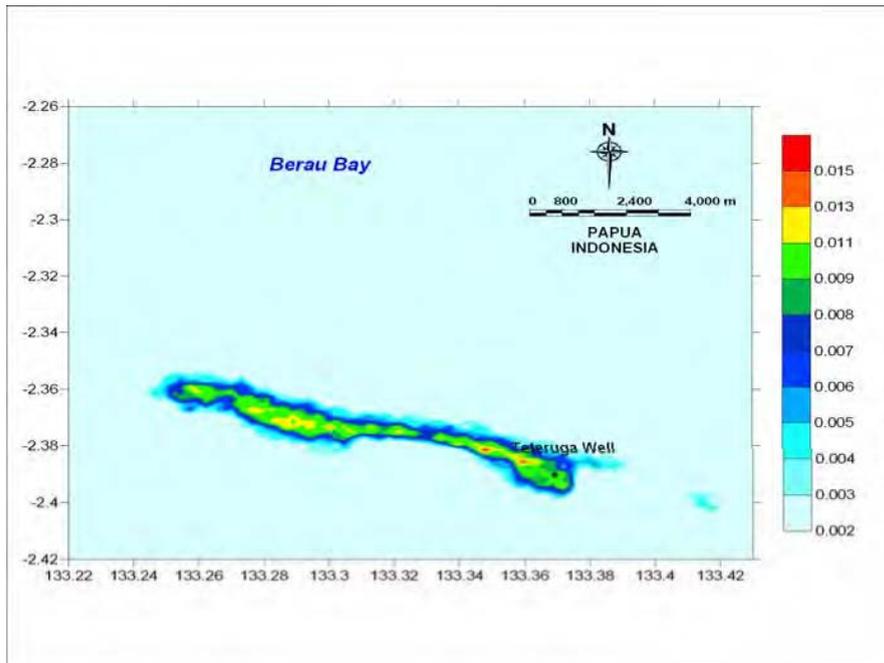
**Figure H.9** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



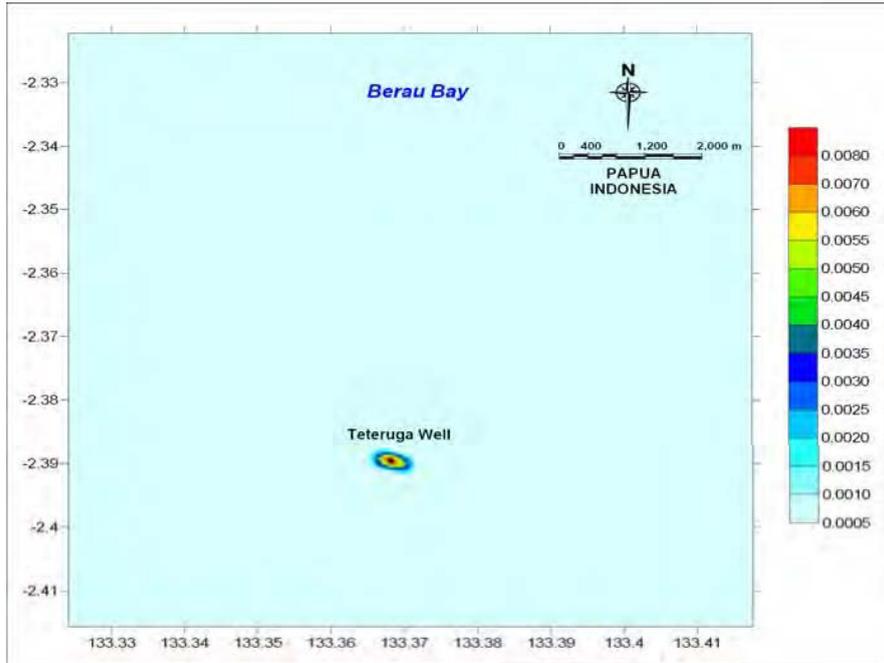
**Figure H.10** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb) of Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



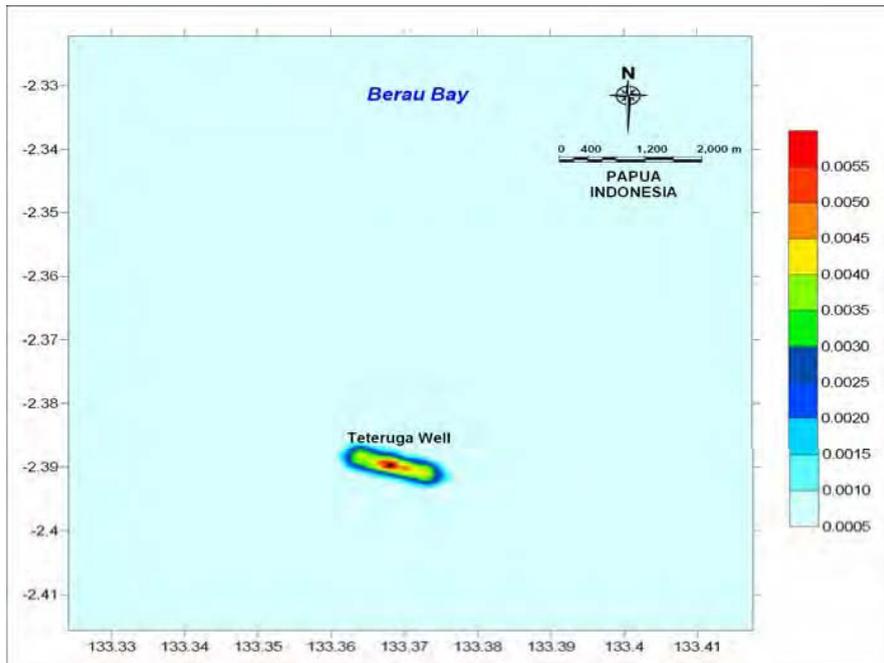
**Figure H.11** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



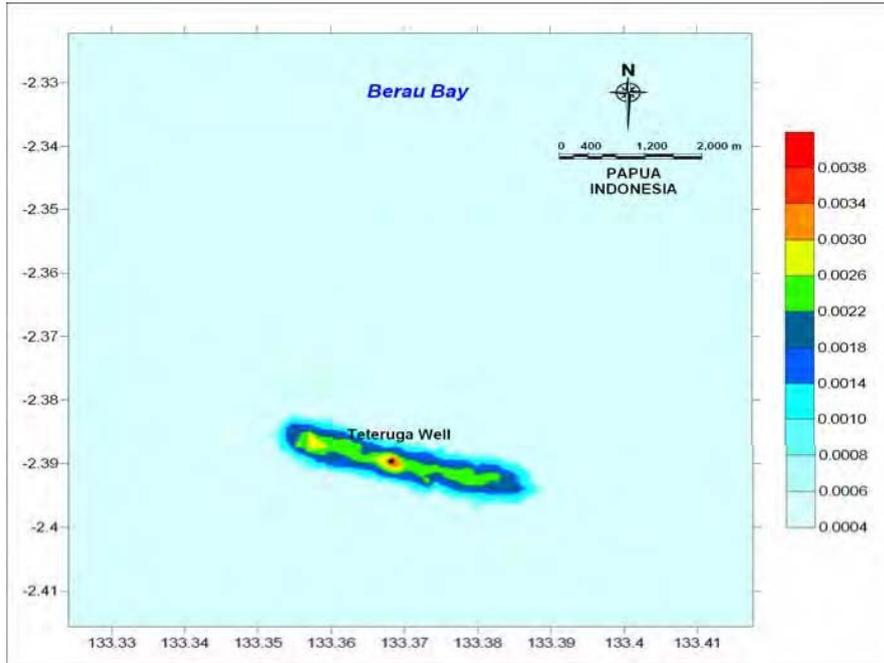
**Figure H.12** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 3).



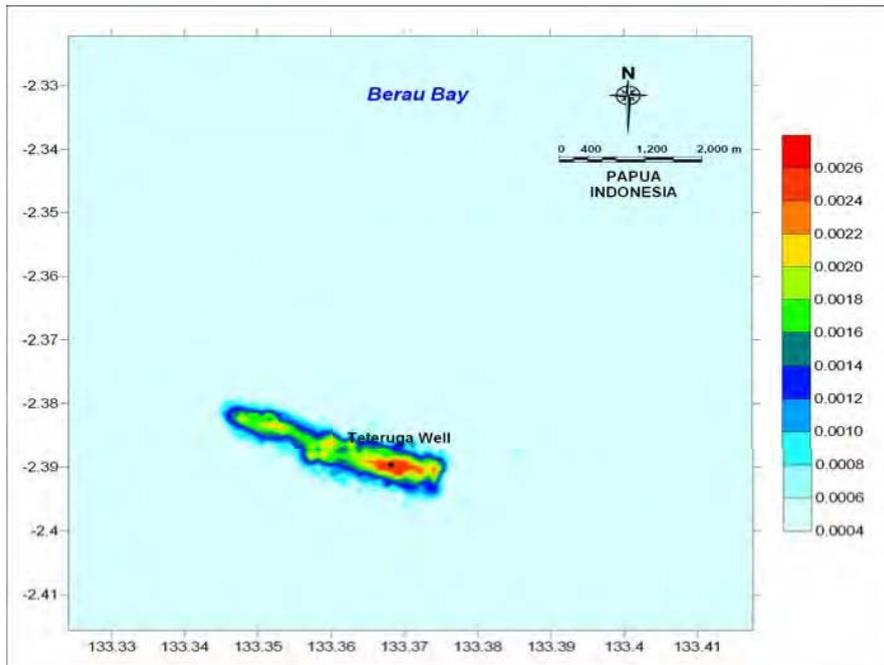
**Figure H.13** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at release water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



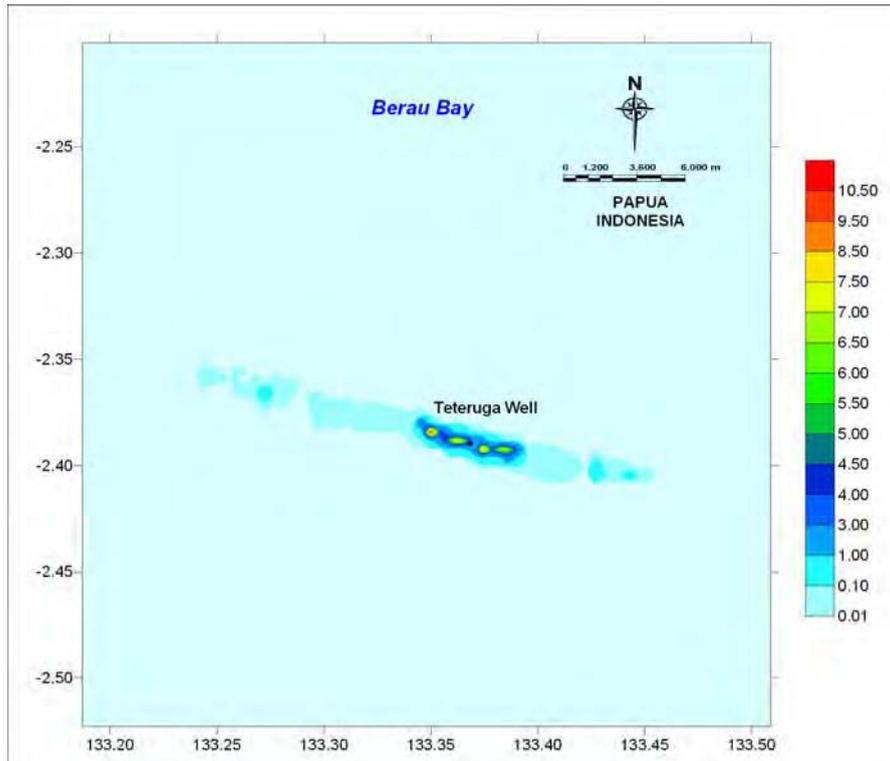
**Figure H.14** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 10 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure H.15** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 20 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure H.16** Spatial extent of **Maximum Arsenic Concentration (ppb)** of **Cutting Sediment** at 30 m water depth layer at Teteruga-2 Well (Stage 4).



**Figure H.17** Spatial extent of **Arsenic in Cutting Sediment Deposition ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )** at Teteruga-2 Well.

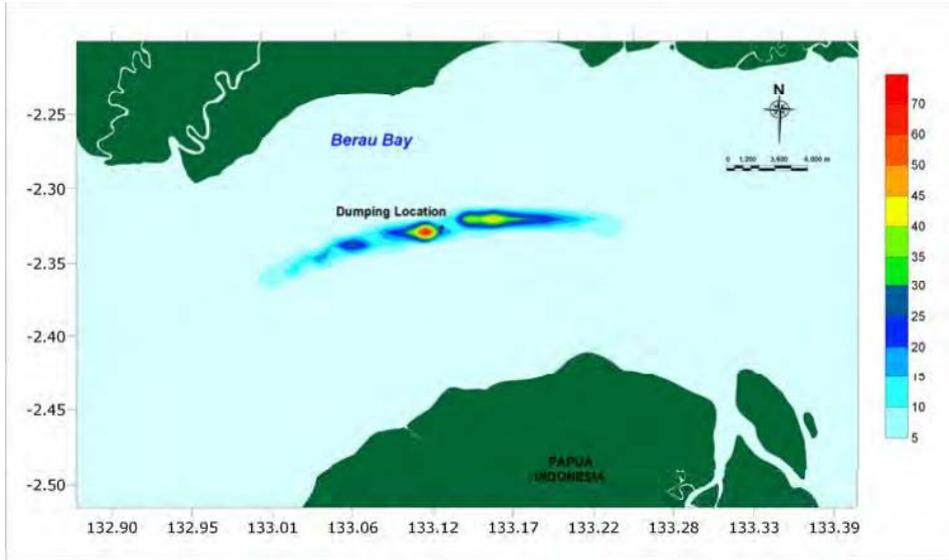
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix I

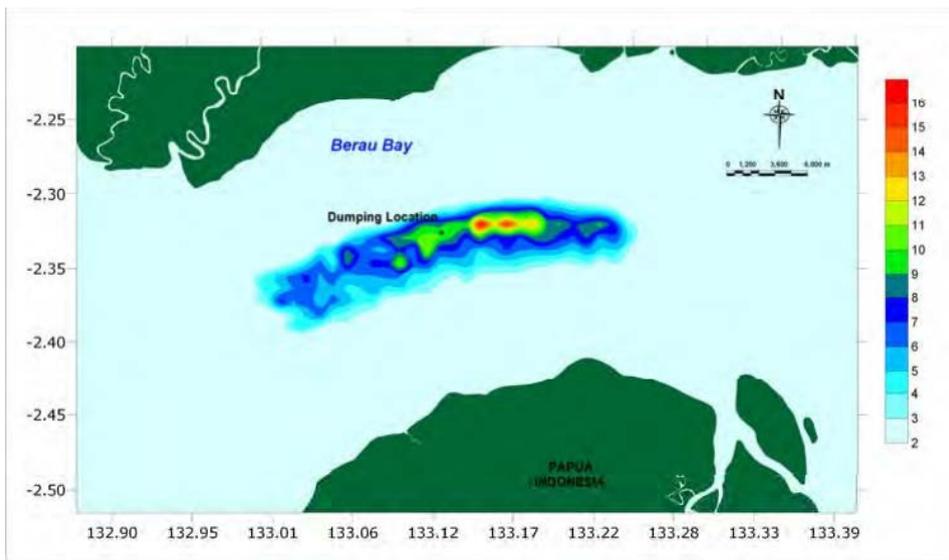
**Simulation Result of Mud at  
Dumping Location 1 (East)**

---

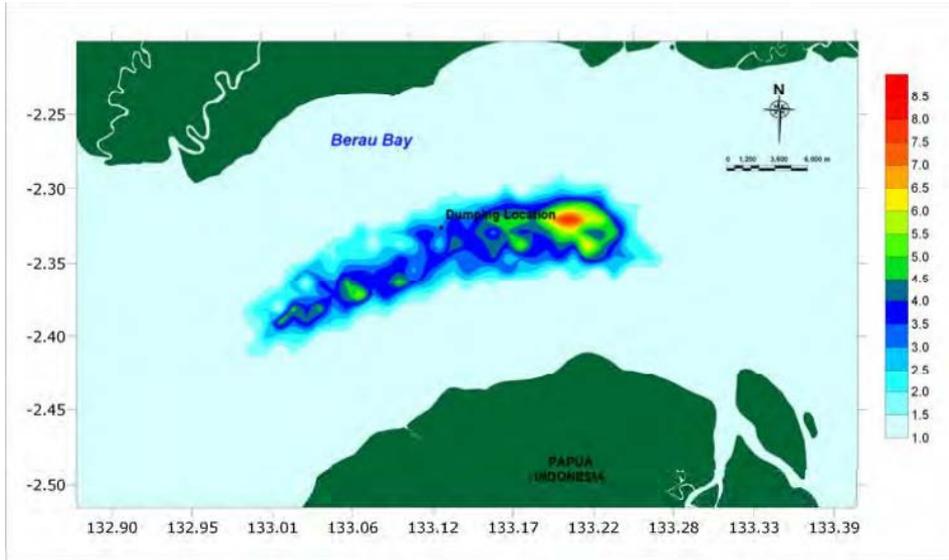
---



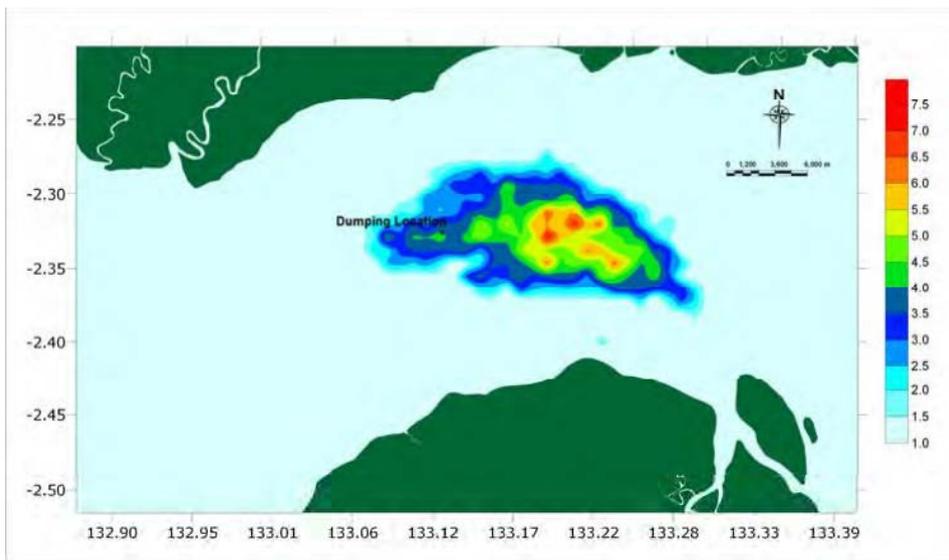
**Figure I.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at release water depth layer at East Dumping.



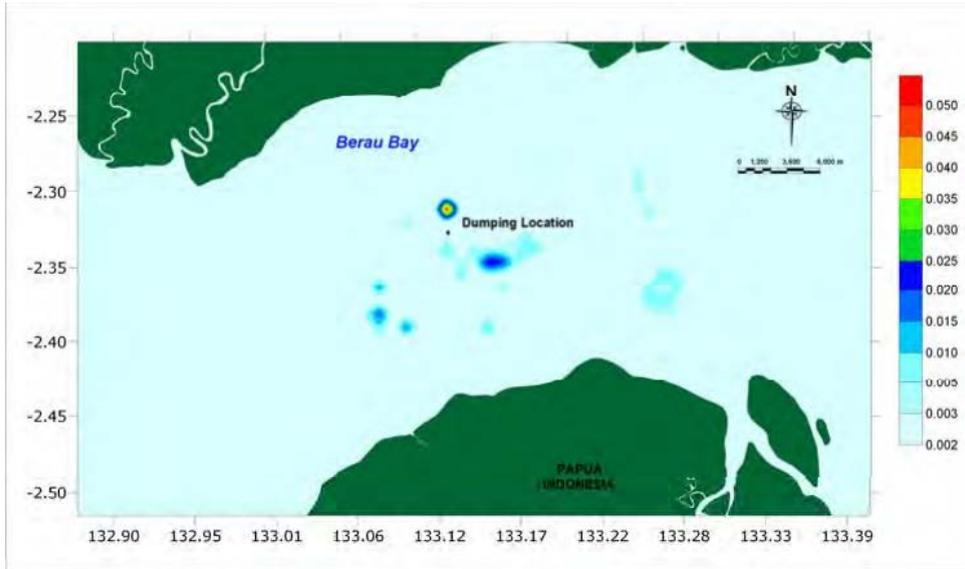
**Figure I.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 10 m water depth layer at East Dumping (Stage 1).



**Figure I.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 20 m water depth layer at East Dumping.



**Figure I.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 30 m water depth layer at East Dumping.



**Figure I.5** Spatial extent of **Mud Sediment Deposition ( $\text{Kg/m}^2$ )** at East Dumping.

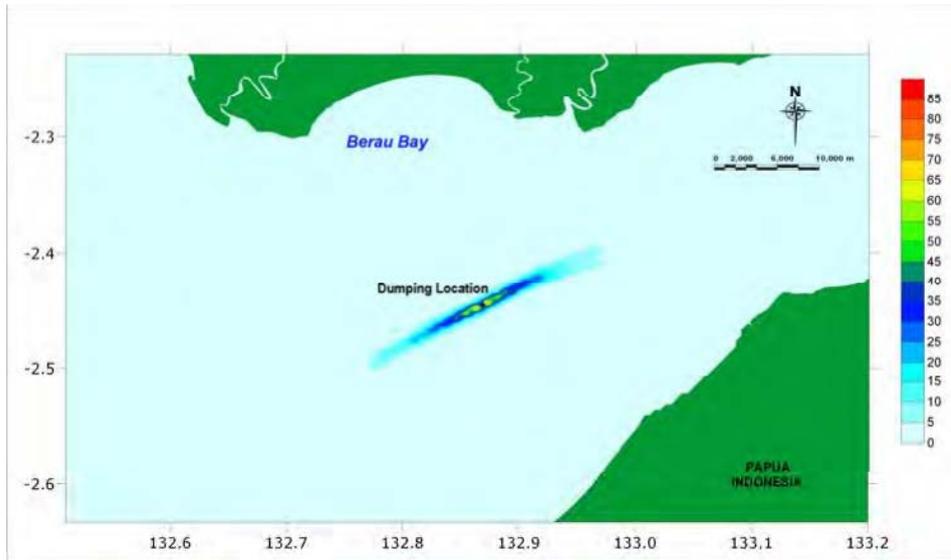
# **Drilling Cutting and Mud Dispersion Study**

Appendix **J**

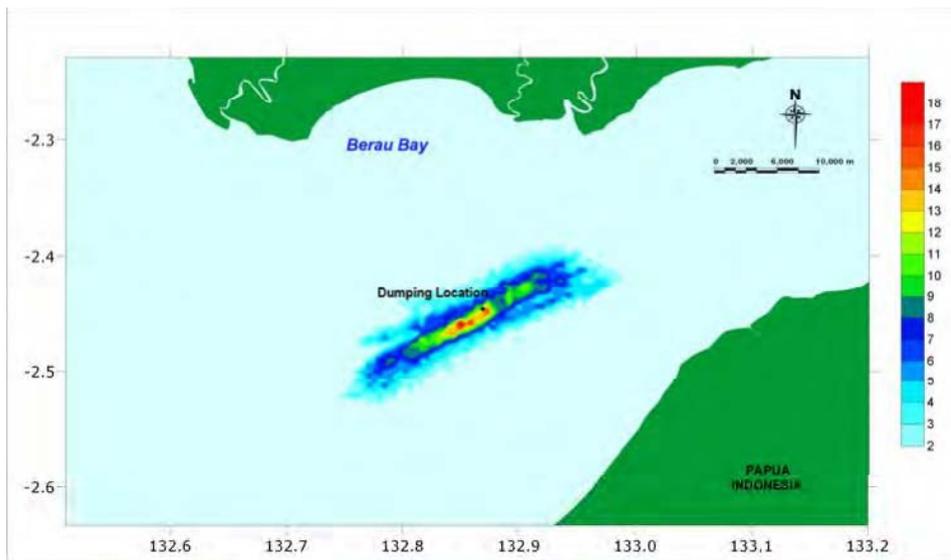
**Simulation Result of Mud at  
Dumping Location 2 (West)**

---

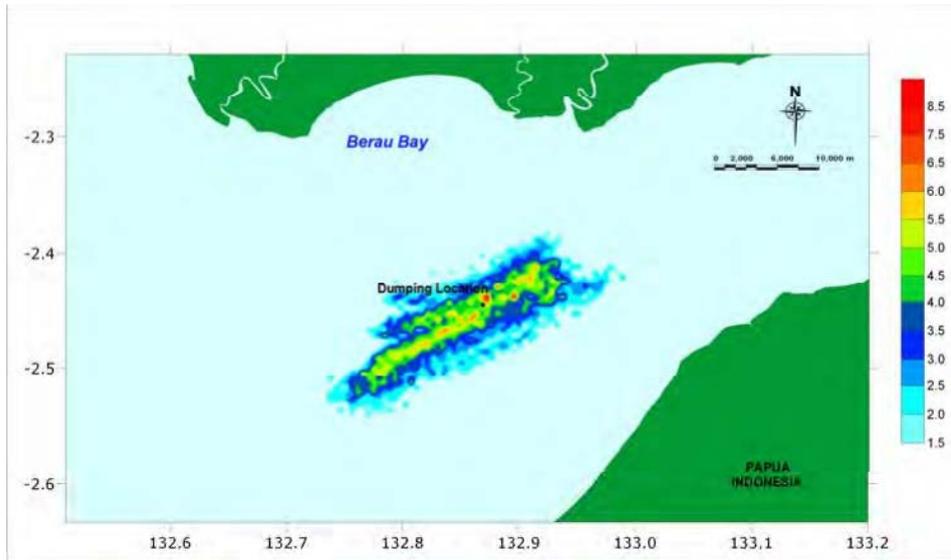
---



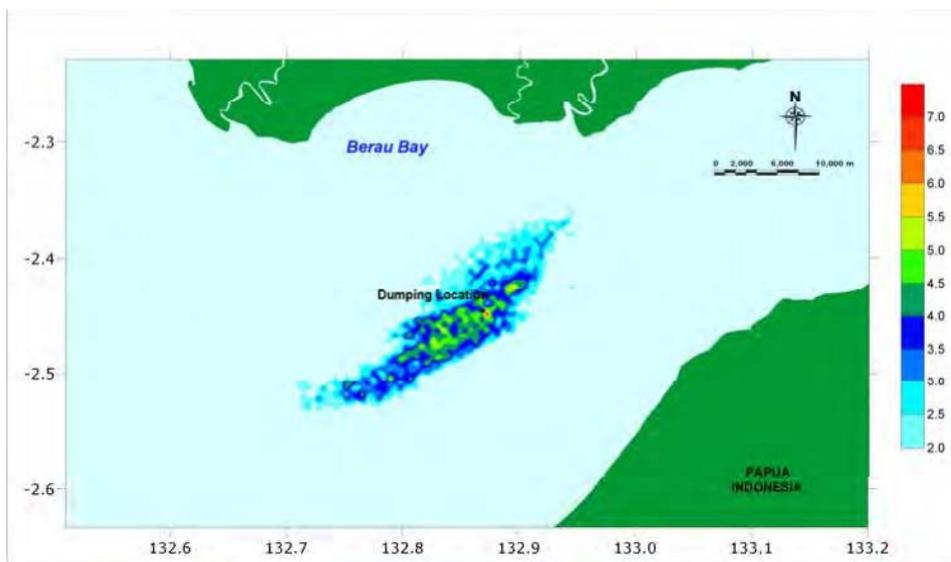
**Figure J.1** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at release water depth layer at West Dumping.



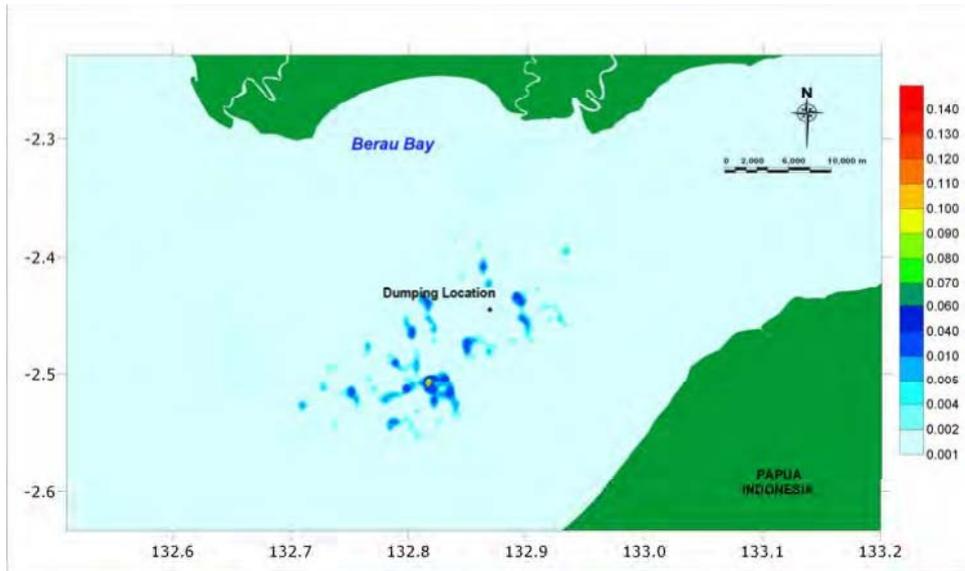
**Figure J.2** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 10 m water depth layer at West Dumping.



**Figure J.3** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 20 m water depth layer at West Dumping.



**Figure J.4** Spatial extent of **Maximum Concentration (ppm)** of Mud Sediment at 30 m water depth layer at West Dumping.



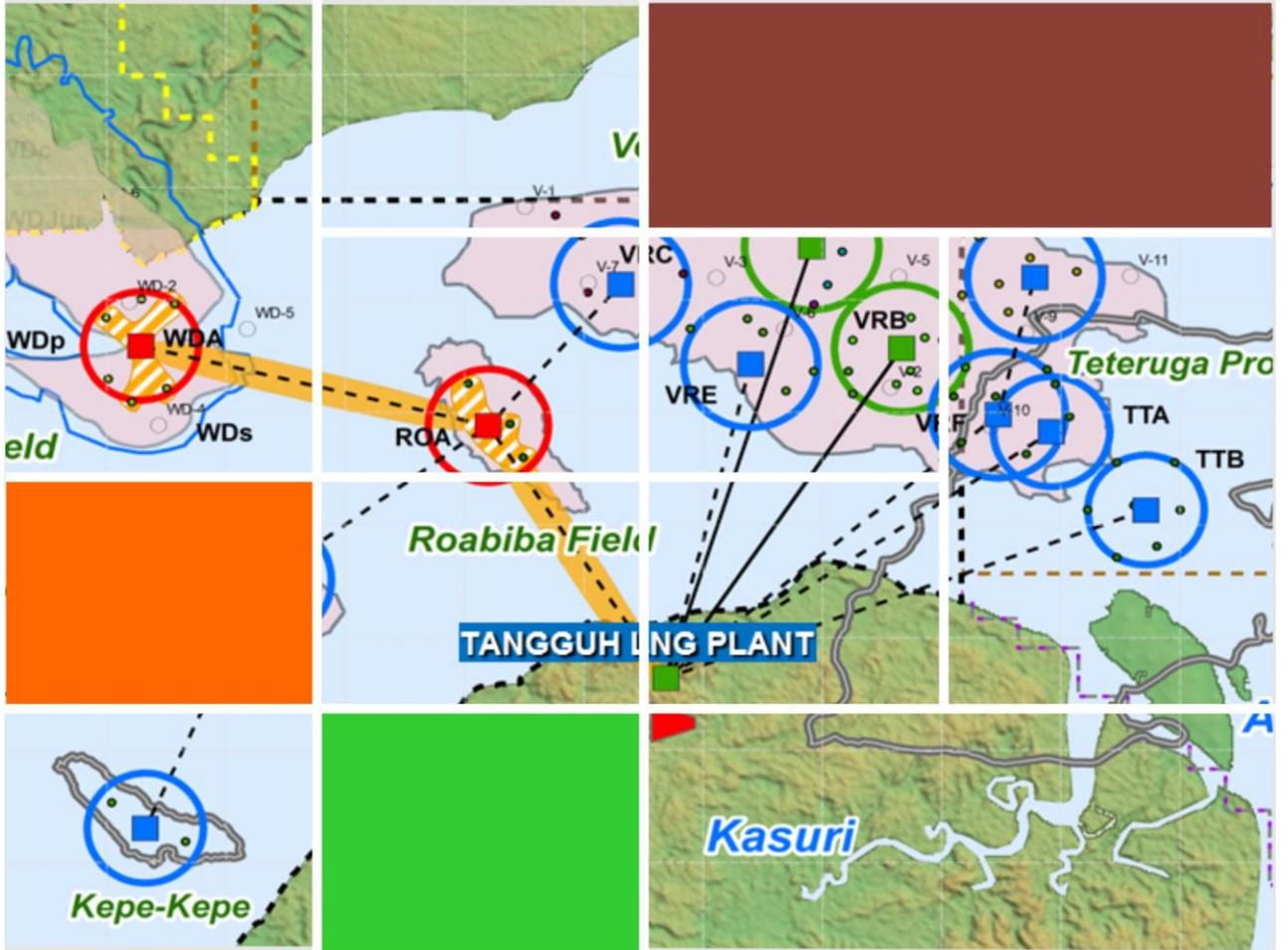
**Figure J.5** Spatial extent of **Cud Sediment Deposition (Kg/m<sup>2</sup>)** at West Dumping.



## Lampiran IV. 2

### **Pemodelan Dampak Lingkungan Dari Proyek Pengembangan Tangguh LNG**

- Pemodelan Hidrodinamik
- Pemodelan Pembuangan Air Limbah Yang Tercampur
- Pemodelan Pembuangan Air Hidrotes
- Pemodelan Pembuangan Air Gabungan Air Limbah dan Air Hidrotes
- Pemodelan Pengerukan
- Pemodelan Pembuangan Material Pengerukan
- Model Pembuangan Lumpur dan Serbuk Bor Ke Laut



## PEMODELAN DAMPAK LINGKUNGAN DARI PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG

*Disusun untuk:*

BP Berau Ltd

*Disusun oleh:*

Environmental Resources Management

75Valley Stream Parkway, Suite 200, Malvern, PA 19355

Oktober 2013

## DAFTAR ISI

---

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	x
<b>1 RINGKASAN EKSEKUTIF.....</b>	<b>1</b>
<b>2 DESKRIPSI AREA STUDI.....</b>	<b>4</b>
<b>3 LINGKUP KERJA.....</b>	<b>10</b>
<b>4 PENDEKATAN.....</b>	<b>13</b>
4.1 Metodologi Pemodelan.....	13
4.1.1 Pemodelan Hidrodinamika.....	15
4.1.2 Pemodelan Air Limbah Campuran dan PEmbuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> .....	16
4.1.3 Sebaran Dampak Kumulatif Lumpur dan Serbuk Bor.....	16
4.1.4 PEmbuangan Material Keruk.....	17
4.2 Deskripsi Rangkaian GEMSS.....	17
4.2.1 GEMSS-HDM.....	19
4.2.2 GEMSS-UDC.....	20
4.2.3 GEMSS-GIFT.....	21
4.3 Deskripsi CORMIX.....	21
4.4 Deskripsi ADDAMS.....	22
4.4.1 DREDGE.....	22
4.4.2 STFATE.....	22
<b>5 PEMODELAN HIDRODINAMIKA.....</b>	<b>23</b>
5.1 Data Spasial.....	23
5.2 Batasan Data.....	25
5.3 Rancangan Skenario.....	30
5.4 Konfirmasi Model.....	31
5.5 <i>Subgrid</i> Model GIFT.....	34
<b>6 PEMODELAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH CAMPURAN.....</b>	<b>35</b>
6.1 Desain Skenario.....	35
6.2 Informasi PEmbuangan.....	35
6.3 Pemodelan <i>Near-field</i> .....	37
6.4 Permodelan <i>Far-field</i> .....	41
6.5 Kesimpulan.....	49

<b>7</b>	<b>PEMODELAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH <i>HYDROTEST</i>.....</b>	<b>50</b>
7.1	Rancangan skenario .....	50
7.2	Informasi Pembuangan.....	50
7.3	Pemodelan <i>Near-field</i> .....	52
7.4	Pemodelan <i>Far-field</i> .....	57
7.5	Kesimpulan .....	62
<b>8</b>	<b>PEMODELAN PEMBUANGAN AIR GABUNGAN AIR LIMBAH DAN AIR LIMBAH <i>HYDROTEST</i>.....</b>	<b>63</b>
8.1	Rancangan skenario .....	63
8.2	Informasi Pembuangan.....	63
8.3	Pemodelan <i>Near-field</i> .....	63
8.4	Pemodelan <i>Far-field</i> .....	66
8.5	Kesimpulan .....	69
<b>9</b>	<b>PEMODELAN Pengerukan.....</b>	<b>70</b>
9.1	Kriteria Kajian .....	70
9.2	Rancangan Skenario.....	71
9.3	Data Kegiatan Pengerukan dan Data Sedimen.....	72
9.4	Pemodelan <i>Near-field</i> .....	74
9.5	Pemodelan <i>Far-field</i> .....	78
9.6	Kesimpulan .....	82
<b>10</b>	<b>PEMODELAN PEMBUANGAN MATERI HASIL Pengerukan.....</b>	<b>84</b>
10.1	Desain Skenario .....	84
10.2	Data Pembuangan dan Sedimen .....	84
10.3	Pemodelan <i>Near-field</i> .....	85
10.4	Pemodelan <i>Far-field</i> .....	94
10.5	Kesimpulan .....	98
<b>11</b>	<b>PEMODELAN LUMPUR DAN SERBUK BOR.....</b>	<b>99</b>
11.1	Rancangan Skenario.....	99
11.2	Data Lumpur Dan Serbuk Bor.....	100
11.3	Pemodelan <i>Far-field</i> .....	102
11.3.1	Pengeboran di ROA.....	102
11.3.2	Pengeboran di TTB.....	106
11.3.3	Pengeboran di WDA.....	110
11.3.4	Pengeboran di UBA .....	113
11.4	Kesimpulan .....	117
<b>12</b>	<b>SINGKATAN .....</b>	<b>119</b>
<b>13</b>	<b>REFERENSI.....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR GAMBAR

---

Gambar 2-1	Peta Wilayah di Sekitar Tangguh LNG.....	4
Gambar 2-2	<i>Wind Roses</i> Berdasarkan Pengukuran yang Diambil di Tanah Merah.....	6
Gambar 2-3	Grafik Sebaran Kecepatan (cm/s) dan Arah Arus yang Diamati di Lokasi <i>Ocean Tower</i> .....	8
Gambar 2-4	Data Berurutan Kecepatan dan Arah Arus yang Diamati di Lokasi <i>Ocean Tower</i> .....	9
Gambar 3-1	Peta Teluk Berau/Teluk Bintuni dengan Fasilitas Tangguh LNG dan Lokasi yang diusulkan untuk Pengeboran, Pembuangan Air Limbah Hasil Uji Tes Tekan ( <i>hydrottest</i> ), dan Pembuangan Material Keruk yang Termasuk dalam Pemodelan Saat Ini.....	12
Gambar 3-2	Peta Fasilitas Tangguh LNG dengan Struktur Terminal Khusus, Lokasi Pembuangan (outfall), dan Lokasi Kerukan yang Termasuk dalam Pemodelan Ini.....	12
Gambar 4-1	Modul GEMSS: Rangkaian Pertama.....	18
Gambar 4-2	Modul GEMSS: Rangkaian Kedua.....	19
Gambar 5-1	<i>Grid</i> Model Hidrodinamika dengan Elevasi Dasar untuk Teluk Berau/Teluk Bintuni.....	24
Gambar 5-2	<i>Grid</i> Model Hidrodinamika dengan Elevasi Dasar pada Area Sekitar Fasilitas Terminal Khusus Tangguh LNG.....	25
Gambar 5-3	Elevasi yang Dipengaruhi Pasang Surut Diterapkan pada Model di Perbatasan Barat Selama Periode Musim Kemarau dan Musim Hujan.....	26
Gambar 5-4	<i>Wind Roses</i> Ditentukan Berdasarkan Pengukuran di Tanah Merah pada tahun 2011 Selama Periode Model Musim Kemarau (kiri) dan Hujan (kanan).....	27
Gambar 5-5	Temperatur Udara Kering (Dry Bulb Air), Temperatur saat Kondensasi (Dew Point), Tekanan Udara, Kelembaban Relatif, dan Radiasi Matahari di Tanah Merah Selama Periode Model Musim Kemarau.....	27
Gambar 5-6	Temperatur Udara Kering, Temperatur saat Kondensasi, Tekanan Udara, Kelembaban Relatif, dan Radiasi Matahari di Tanah Merah Selama Periode Model Musim Hujan.....	28
Gambar 5-7	Lokasi-lokasi Stasiun Profil Vertikal.....	29
Gambar 5-8	Profil Temperatur Udara dari Musim Kemarau dan Musim Hujan untuk Delapan Stasiun yang Digunakan untuk Input Model.....	29
Gambar 5-9	Profil Salinitas dari Musim Kemarau dan Hujan untuk Delapan Stasiun yang Digunakan untuk Input Model.....	30
Gambar 5-10	Perbandingan Elevasi Permukaan Air antara Model dan Data untuk Skenario Musim Kemarau.....	31

Gambar 5-11	Perbandingan Elevasi Permukaan Air antara Model dan Data untuk Skenario Musim Hujan.....	32
Gambar 5-12	Konfirmasi Profil Salinitas dengan Data untuk Periode Musim Hujan.....	33
Gambar 5-13	Konfirmasi Profil Temperatur Udara dengan Data dari Periode Musim Hujan.....	33
Gambar 5-14	Konfirmasi Profil Salinitas dengan Data untuk Periode Musim Kemarau .....	33
Gambar 5-15	Konfirmasi Profil Temperatur Udara dengan Data Priode Musim Kemarau.....	34
Gambar 6-1	Faktor Pengenceran ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Arah Hilir – Buangan Air Limbah Campuran ( <i>Commingled Discharge</i> ) dari Dermaga 1 Pada Saat Pasang Naik.....	38
Gambar 6-2	Faktor Pengenceran ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Arah Hilir – Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 1 Pada Saat Pasang Surut.....	39
Gambar 6-3	Faktor Pengenceran ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Arah Hilir – Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2 Pada Saat Pasang Naik.....	39
Gambar 6-4	Faktor Pengenceran ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Arah Hilir – Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2 Pada Saat Pasang Surut.....	40
Gambar 6-5	Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 1 pada Musim Kemarau.....	42
Gambar 6-6	Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 1 pada Musim Hujan.....	42
Gambar 6-7	Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 2 pada Musim Kemarau.....	43
Gambar 6-8	Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 2 pada Musim Hujan.....	44
Gambar 6-9	Plot Kontur dari Sensitivitas Faktor Pengenceran Minimum Pembuangan Air Limbah Campuran pada Dermaga 1 (Pembuangan di Kedalaman -6 m) .....	48
Gambar 7-1	Kecepatan Arus Permukaan saat Musim Kemarau pada Dermaga 1 dengan Durasi Pembuangan seperti Ditunjukkan.....	51
Gambar 7-2	Kecepatan Arus Permukaan saat Musim Hujan pada Dermaga 1 dengan Durasi Pembuangan seperti Ditunjukkan.....	51
Gambar 7-3	Faktor <i>Pelarutan</i> ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Hilir – Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> dari ROA pada saat Pasang Naik.....	53
Gambar 7-4	Faktor <i>Pelarutan</i> ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak ke Hilir – Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> dari ROA pada saat Pasang Surut .....	53

Gambar 7-5	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari WDA pada saat Pasang Naik</i> .....	54
Gambar 7-6	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari WDA pada saat Pasang Surut</i> .....	54
Gambar 7-7	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari VRF pada saat Pasang Naik</i> .....	55
Gambar 7-8	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari VRF pada saat Pasang Surut</i> .....	55
Gambar 7-9	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari UBA pada saat Pasang Naik</i> .....	56
Gambar 7-10	<i>Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari UBA pada saat Pasang Surut</i> .....	56
Gambar 7-11	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>hydrotest</i> ROA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau .....	58
Gambar 7-12	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> ROA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan.....	58
Gambar 7-13	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> WDA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau .....	59
Gambar 7-14	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> WDA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan.....	59
Gambar 7-15	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> VRF dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau .....	60
Gambar 7-16	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> VRF dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan.....	60
Gambar 7-17	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> UBA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau .....	61
Gambar 7-18	Kontur Plot Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> UBA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan.....	61
Gambar 8-1	Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dari Dermaga 1 pada Pasang Naik .....	64
Gambar 8-2	Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dari Dermaga 1 pada Pasang Surut .....	64
Gambar 8-3	Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dari Dermaga 2 pada Pasang Naik .....	65
Gambar 8-4	Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dari Dermaga 2 pada Pasang Surut .....	65

Gambar 8-5	Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dan Buangan Campuran di Dermaga 1 pada Musim Kemarau dengan Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) Minimum ..... 67
Gambar 8-6	Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dan Buangan Campuran di Dermaga 1 pada Musim Hujan dengan Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) Minimum ..... 67
Gambar 8-7	Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dan Buangan Campuran di Dermaga 2 pada Musim Kemarau dengan Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) Minimum ..... 68
Gambar 8-8	Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah <i>hydrotest</i> dan Buangan Campuran di Dermaga 2 pada Musim Hujan dengan Faktor Pelarutan ( <i>dilution factor</i> ) Minimum ..... 69
Gambar 9-1	<i>Grid</i> Pengerukan dengan <i>Subgrid</i> -nya untuk Mewakili Garis Pantai dan Struktur yang Kompleks. Struktur yang Tampak pada <i>Grid</i> ini adalah Fasilitas BOF..... 72
Gambar 9-2	Contoh Tampilan Layar <i>Grid</i> Adaptif TSS pada Dua Waktu yang Berbeda ..... 73
Gambar 9-3	Konsentrasi Centerline dari TSS Dibandingkan dengan Jarak ke Hilir pada Tiap Simulasi ..... 76
Gambar 9-4	Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Tinggi ..... 76
Gambar 9-5	TSS Kontur Kadar Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Lendut Tinggi ..... 77
Gambar 9-6	Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Rendah ..... 77
Gambar 9-7	Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Lendut Rendah .. 78
Gambar 9-8	Peningkatan Maksimum Konsentrasi TSS selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau ..... 79
Gambar 9-9	Kecepatan Maksimum Sedimentasi Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau ..... 80
Gambar 9-10	Ketebalan Maksimum Sedimen Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau..... 80
Gambar 9-11	Peningkatan Maksimum Konsentrasi TSS Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Hujan..... 81
Gambar 9-12	Nilai Maksimum Sedimentasi Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Hujan..... 81
Gambar 9-13	Ketebalan Sedimen Selama Proses Pengerukan pada lokasi BOF pada Musim Hujan..... 82
Gambar 10-1	<i>Grid</i> Pengerukan dengan Model Sebaran ( <i>fate</i> dan Transport Pembuangan Hasil Pengerukan..... 85
Gambar 10-2	Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Naik ..... 88
Gambar 10-3	Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Lendut Tinggi ..... 88
Gambar 10-4	Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Surut..... 89

Gambar 10-5	Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Rendah Lendut .....	89
Gambar 10-6	Gambaran Rencana Konsentrasi Maksimum Partikel Lumpur (silt) dan Lempung (mg/L) di Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pembuangan Tunggal (a single release) - pada saat Pasang Tinggi.....	90
Gambar 10-7	Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Lendut Tinggi.....	91
Gambar 10-8	Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Rendah .....	92
Gambar 10-9	Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Lendut Rendah .....	93
Gambar 10-10	Penambahan Maksimum TSS Selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau .....	95
Gambar 10-11	Laju Sedimentasi Maksimum Selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau .....	95
Gambar 10-12	Ketebalan Maksimum Sedimen selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau .....	96
Gambar 10-13	Penambahan Maksimum TSS selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan .....	96
Gambar 10-14	Laju Sedimentasi selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan.....	97
Gambar 10-15	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan .....	97
Gambar 11-1	<i>Grid</i> Sedimentasi dan Ketebalan Endapan .....	101
Gambar 11-2	Pertambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan.....	103
Gambar 11-3	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan .....	104
Gambar 11-4	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan .....	104
Gambar 11-5	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau .....	105
Gambar 11-6	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau.....	105
Gambar 11-7	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau .....	106

Gambar 11-8	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan .....	107
Gambar 11-9	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan .....	107
Gambar 11-10	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan .....	108
Gambar 11-11	Penambahan Maksimum TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau.....	108
Gambar 11-12	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau.....	109
Gambar 11-13	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau .....	109
Gambar 11-14	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan.....	110
Gambar 11-15	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan .....	111
Gambar 11-16	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan .....	111
Gambar 11-17	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau .....	112
Gambar 11-18	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau.....	112
Gambar 11-19	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau .....	113
Gambar 11-20	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan.....	114
Gambar 11-21	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan .....	114
Gambar 11-22	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan .....	115
Gambar 11-23	Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau .....	115
Gambar 11-24	Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Kemarau.....	116
Gambar 11-25	Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Kemarau .....	116
Gambar 11-26	Konsentrasi TSS Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan .....	118

## DAFTAR TABEL

---

Tabel 2-1	Ringkasan Data Statistik Temperatur dan Salinitas yang Dijelaskan dalam Bagian 5.2.....	7
Tabel 4-1	Inventarisasi Skenario-skenario Pemodelan .....	14
Tabel 6-1	Aliran Limbah Individu dan Debitnya yang Membentuk Buangan Air Limbah Campuran ( <i>comingled discharge</i> ).....	35
Tabel 6-2	Asumsi Konsentrasi Buangan Air Limbah Campuran ( <i>comingled discharge</i> ) dan Baku Mutu Ambien .....	36
Tabel 6-3	Jarak yang Diperkirakan ke Arah Hilir dari Lokasi Pembuangan dimana Baku Mutu Kualitas Air Tercapai Sesuai Faktor Pengenceran ( <i>dilution factor</i> ) – Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 1 .....	37
Tabel 6-4	Jarak yang Diperkirakan ke Arah Hilir dari Lokasi Pembuangan dimana Baku Mutu Kualitas Air Tercapai Sesuai Faktor Pengenceran ( <i>dilution factors</i> ) – Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2 .....	38
Tabel 6-5	Konsentrasi Ambien Maksimum pada Musim Kemarau yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 1 .....	44
Tabel 6-6	Konsentrasi Ambien Maksimum pada Musim Hujan yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 1 .....	45
Tabel 6-7	Konsentrasi Maksimum Ambien Musim Kemarau yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 2 .....	45
Tabel 6-8	Konsentrasi Maksimum Ambien Musim Hujan yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 2 .....	46
Tabel 6-9	Konsentrasi Maksimum Ambien yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran dengan Menggunakan Nilai Median Konsentrasi Buangan .....	47
Tabel 6-10	Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat dari Sensitivitas Kedalaman Buangan Air Limbah Campuran pada Dermaga 1 .....	48
Tabel 7-1	Lokasi pembuangan air limbah <i>hydrotest</i> .....	51
Tabel 7-2	Konsentrasi Pembuangan Air <i>Hydrotest</i> .....	52
Tabel 7-3	Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> .....	62
Tabel 8-1	Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat Gabungan Pembuangan Air Limbah <i>Hydrotest</i> and Buangan Air Limbah Campuran pada 50m dan 100m.....	69
Tabel 9-1	Daftar Skenario .....	71
Tabel 9-2	Karakteristik Pembuangan .....	73
Tabel 9-3	Distribusi Ukuran Partikel Material Hasil Pengerukan.....	73
Tabel 9-4	Berat Jenis Material Hasil Pengerukan.....	74

Tabel 9-5	Parameter Input.....	74
Tabel 9-6	Rata-rata Kecepatan untuk Empat Simulasi Pasang Surut .....	75
Tabel 9-7	Ringkasan Hasil-hasil yang Diperkirakan untuk Skenario Operasi Kegiatan Pengerukan.....	83
Tabel 10-1	Skenario Pembuangan Materi Hasil Pengerukan.....	84
Tabel 10-2	Karakteristik Pembuangan .....	85
Tabel 10-3	Komponen Arus pada Kedalaman 10 ft pada Lokasi Pembuangan di Bagian Timur (the East Disposal Site).....	86
Tabel 10-4	Dimensi dan posisi lumpur dan lempung pada dasar laut. ....	87
Tabel 10-5	Ringkasan Perkiraan Hasil dari Skenario Kegiatan Operasi Pengerukan .....	98
Tabel 11-1	Daftar Skenario .....	100
Tabel 11-2	Karakteristik Pembuangan .....	101
Tabel 11-3	Persebaran Ukuran Partikel Serbuk dan Lumpur Bor.....	102
Tabel 11-4	Berat Jenis Serbuk dan Lumpur Bor .....	102
Tabel 11-5	Ringkasan Hasil Perkiraan untuk Semua Skenario Operasi Pengeboran.....	117

BP Berau Ltd menugaskan ERM untuk melakukan kajian dampak lingkungan terhadap rencana kegiatan terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat. BP beserta mitra usahanya ("Tangguh LNG") berencana akan mengembangkan operasinya dengan pembangunan Kilang LNG 3 serta pengembangan tahap selanjutnya yang diantaranya meliputi rencana pembangunan Kilang LNG 4 dan fasilitas pendukungnya.

Fasilitas Tangguh LNG terletak di pantai selatan perairan Teluk Bintuni di Kabupaten Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat. Pemaparan dalam laporan ini membahas tentang studi pemodelan yang dilakukan sebagai bagian dari kajian dampak lingkungan secara keseluruhan untuk mengevaluasi sebaran dampak (*fate and transport*) dari pembuangan berbagai macam air permukaan beserta dampaknya terhadap populasi akuatik dan bentik di perairan Teluk Bintuni.

Evaluasi dampak pada air permukaan dilakukan dengan menggunakan pendekatan pemodelan menyeluruh yang mengandalkan pada sebuah sistem pemodelan tunggal, GEMSS®. Berbagai modul dalam GEMSS® digunakan untuk memperkirakan sebaran dampak (*fate and transport*) dari air limbah campuran, air limbah dari kegiatan uji tes tekan (*hydrotest*), lumpur bor dan serbuk bor, serta sedimen tersuspensi dari kegiatan pengerukan dan pembuangan material keruk. Dampak kumulatif di sepanjang Teluk Bintuni telah disampaikan dengan memakai perhitungan *near-field* dan *far-field*.

Berbagai macam kontaminan yang dikhawatirkan dari aliran limbah campuran dievaluasi melalui perbandingan terhadap baku mutu ambien dan baku mutu *near-field* dengan memperhitungkan kondisi rona awal. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa aliran limbah memiliki potensi untuk merusak standar kualitas perairan ambien untuk beberapa konstituen termasuk ammonia, chromium, tembaga, DO, timbal, dan seng. Namun demikian, untuk chromium, tembaga dan timbal, prediksi ini terutama merupakan suatu *artefact* batas deteksi tinggi (*high limit detection*) dari data sampel aliran limbah. Selain itu, konservatif ekstrim (*extreme conservatism*) telah digunakan dengan pemilihan konsentrasi buangan maksimum yang mungkin (*maximum probable*) dikombinasikan dengan tidak ada kehilangan air akibat pembusukan (*decay*) atau pemakaian. Telah ditemukan bahwa konsentrasi rendah dapat dicapai dengan memindahkan saluran pembuangan (*outfall*) ke Dermaga 2. Berbagai pilihan lain seperti memindahkan pembuangan jauh dari dasar laut (*seabed*) ke kedalaman menengah (*mid-depth*) atau jauh dari pantai ke dalam perairan yang lebih dalam dapat mencapai pengurangan yang sama. Secara keseluruhan buangan air limbah campuran memiliki potensi rendah untuk dapat menimbulkan dampak apapun terhadap populasi akuatik. Standar ambien dapat tercapai, baik dalam beberapa ratus meter dari pembuangan atau dapat dipenuhi dengan mengambil salah satu alternatif yang disarankan.

Pembuangan air limbah kegiatan uji tes tekan (*hydrotest*) yang diolah dengan *biocide*, *oxygen scavenger*, dan *fluorescein tracer* telah dievaluasi dengan menggunakan pendekatan pemodelan serupa. Karena tidak ada standar ambien yang ditetapkan untuk bahan-bahan kimia ini, evaluasi kualitatif dilakukan berdasarkan konsentrasi yang diperkirakan dan jangkauan dari *plume*. Pemodelan mengindikasikan bahwa buangan air limbah dari kegiatan uji tes tekan (*hydrotest*) akan menghasilkan konsentrasi yang sangat rendah dari bahan kimia tambahan. Diketahui bahwa pemilihan waktu (yaitu kondisi pasang-surut) dari pembuangan limbah mempunyai pengaruh besar pada lintasan *plume*, yang menunjukkan bahwa, jika reseptor yang berpotensi ada di dekatnya, pemilihan waktu pembuangan dapat mengurangi dampak pada reseptor tersebut.

Pengerukan yang direncanakan di sekitar berbagai fasilitas terminal khusus (*Combo Dock*, *Bulk Offloading Facility* dan Dermaga 2) telah dilakukan pemodelannya untuk mengevaluasi hasil dari peningkatan TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen. Kegiatan operasi pengerukan di *Bulk Offloading Facility* (BOF), yang memerlukan pemindahan sedimen dengan volume terbesar, dipilih untuk analisis yang sama terkait kegiatan operasi pembuangan jauh di lepas pantai. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa pengendapan sedimen terkait operasi pengerukan hanya terjadi di sekitar lokasi pembuangan, sebagian besar dalam jarak 500 m dari lokasi pengerukan dan dalam jarak 10 km dari lokasi pembuangan. Peningkatan maksimum TSS diperkirakan hanya sebesar 11,8 mg/L untuk operasi pengerukan dan 5,5 mg/L untuk pembuangan. TSS maksimum pada rona awal selama musim kemarau adalah 27 mg/L di mana ketika ditambahkan dengan peningkatan maksimum TSS menghasilkan nilai TSS sebesar 38,8 mg/L dan 32,5 mg/L, jauh di bawah baku mutu air laut ambien untuk badan air area mangrove (*mangrove-lined water bodies*) yaitu 80 mg/L. Hasil yang diperkirakan ini menunjukkan bahwa rencana operasi pengerukan dan pembuangan tidak akan melewati baku mutu lingkungan yang berlaku ataupun menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan.

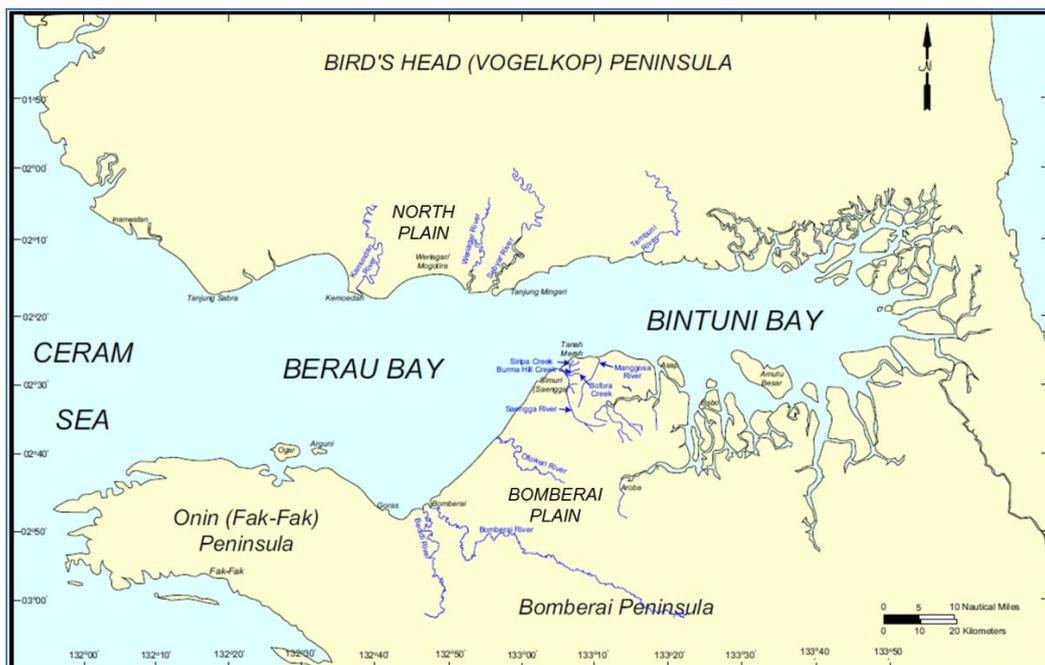
Kegiatan pengeboran terkait dengan rencana kegiatan terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG telah dibuat pemodelannya untuk memperkirakan kemungkinan peningkatan TSS dan sedimentasi akibat pengeboran di empat lokasi sumur (Wiriagar, Roabiba, Ofaweri dan Vorwata). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa pengendapan serbuk bor dan lumpur bor hanya terjadi di sekitar lokasi pengeboran, sebagian besar dalam jarak 150 m. Peningkatan maksimum TSS diperkirakan hanya sebesar 1,9 mg/L. TSS maksimum pada rona awal selama musim kemarau adalah 27 mg/L di mana ketika ditambahkan dengan peningkatan maksimum TSS dari kegiatan pengeboran menghasilkan nilai TSS sebesar 28,9 mg/L, masih jauh di bawah baku mutu air laut ambien untuk badan air area mangrove (*mangrove-lined water bodies*) yaitu 80 mg/L. Hasil yang diperkirakan ini menunjukkan bahwa rencana operasi pengeboran tidak akan melewati baku mutu lingkungan yang berlaku ataupun menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan.

Secara keseluruhan, Proyek Pengembangan Tangguh LNG kecil kemungkinannya menyebabkan dampak lingkungan terhadap populasi akuatik dan bentik dalam perairan Teluk Bintuni. Studi pemodelan menyajikan beberapa konstituen yang mungkin menjadi masalah. Langkah-langkah mitigasi yang disarankan dan pengambilan sampel tambahan akan dapat mengurangi masalah ini.

Fasilitas Tangguh LNG terletak di pantai selatan perairan Teluk Bintuni di Kabupaten Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat (**Gambar 2-1**). Fasilitas ini berada di ujung selatan antara Teluk Berau (ke arah barat) dan Teluk Bintuni (ke arah timur). Deskripsi latar belakang kawasan di sekitar fasilitas Tangguh LNG sehubungan dengan pemodelan hidrodinamika, pembuangan air limbah, pengeboran, dan pengerukan telah diberikan dalam laporan-laporan sebelumnya. Deskripsi yang paling lengkap ada dalam laporan ANDAL Tangguh LNG (selanjutnya disebut sebagai ANDAL) disiapkan oleh Pertamina dan BP selama tahap perencanaan fasilitas (Pertamina, 2002). Laporan terkait lainnya termasuk "Summary Environmental Impact Assessment: Tangguh LNG Project in Indonesia" (Asian Development Bank, 2005) dan "Drill Cutting and Mud Dispersion Simulation: Final Report" (ITB, 2012).

Sementara ada variabilitas dari tahun ke tahun (dan kemungkinan adanya kecenderungan atau *trend*) dalam beberapa proses yang mengatur Hidrodinamika di dekat fasilitas Tangguh LNG, kondisi hidrodinamika di Teluk Berau/Teluk Bintuni terutama ditentukan oleh proses siklus: pasang surut dan angin monsoon musiman, curah hujan, dan limpasan aliran. Sehingga informasi yang diberikan dalam laporan sebelumnya masih relevan, dan dapat diandalkan dalam memberikan gambaran ringkasan area studi. Sementara beberapa penelitian mandiri yang dipublikasikan terkait dengan Hidrodinamika tersedia untuk wilayah yang lebih luas di sekitar barat New Guinea, tidak ada yang tersedia untuk Teluk Berau/Teluk Bintuni; laporan sehubungan dengan Pengembangan Tangguh LNG adalah sumber terbaik karena sifat spesifik lokasi dari studi ini.

Berikut adalah ringkasan latar belakang dari informasi yang tersedia dalam laporan-laporan Pengembangan Tangguh LNG.



Dari ANDAL

**Gambar 2-1** Peta Wilayah di Sekitar Tangguh LNG

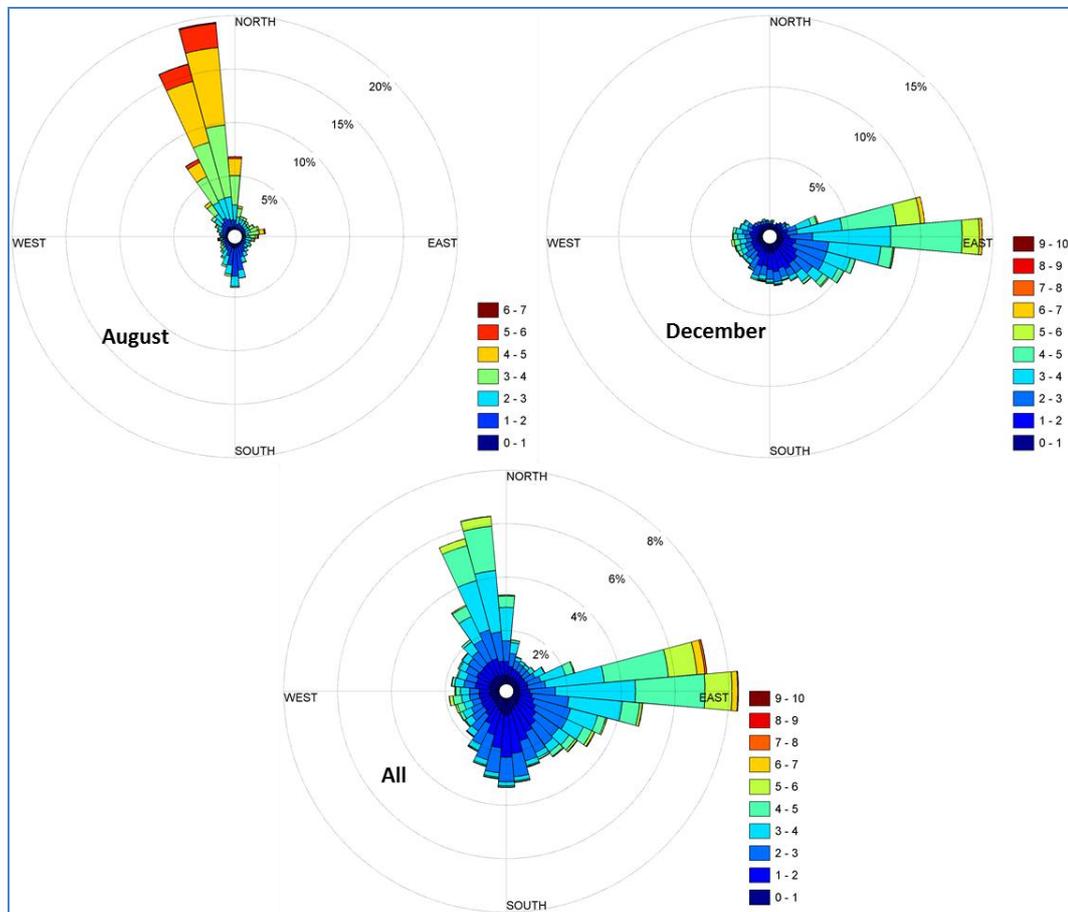
Teluk Berau terbuka sampai dengan Laut Seram pada ujung sebelah barat di 132° 19' BT. Pada titik ini, lebar antara utara dan selatan adalah 42 km. Teluk menyempit ke arah timur, dan jarak terpendek menyeberangi teluk adalah 22 km pada 133° 13' BT. Teluk Berau/Teluk Bintuni berbentuk panjang dan sempit pada arah timur-barat, yaitu sepanjang 164 km di 2° 20' LS, dan memisahkan Semenanjung Kepala Burung dari sebagian Papua Barat. Bagian terdalam teluk adalah sepanjang poros Barat Daya-Timur Laut dimana kadalaman dasar bagian Timur dari 132° 19' BT mencapai 80 m (lihat **Gambar 5-1**). Dekat dengan Tangguh LNG, kadalaman dasar laut yang lebih dalam ada pada sisi utara teluk.

Area di sekitar wilayah teluk dapat dibagi menjadi tiga wilayah fisiografi: Dataran Utara (Kepala Burung/*Bird's Head Peninsula*), Dataran Bomberai (*Peninsula*), dan Semenanjung Onin (*Onin Peninsula*). Bagian utara pantai memiliki rawa yang luas. Dataran Bomberai (juga dikenal sebagai Dataran Selatan) terdiri atas hamparan dataran rendah aluvial pantai (*low-lying coastal alluvial plain*) di antara hamparan rendah perbukitan bebatuan (*low-lying bedrocks hills*). Di bagian selatan Tangguh LNG, daratan datar hingga bergelombang, dengan beberapa punggung bukit rendah mengarah timur-barat memanjang sampai 50 m di atas permukaan laut. Lebih jauh ke arah timur, memanjang sekitar perimeter timur dan selatan Teluk Bintuni, terdapat rawa di berbagai pulau dan tanjung, dan dipisahkan oleh saluran muara. Semenanjung Onin memiliki lereng curam di dekat Teluk Berau dan puncak kasar dengan ketinggian mencapai 1.619 m.

Banyak sungai mengalir ke dalam Teluk dari arah utara, timur, dan selatan. Kamundan, Weriagar, Sebyar, dan Tembuni adalah empat sungai utama yang masuk sisi utara teluk; sungai-sungai tersebut memiliki debit rata-rata tahunan masing-masing sebesar 380, 175, 355, dan 185 m<sup>3</sup>/detik. Bedidi dan Bomberai adalah dua sungai utama yang masuk dari sisi selatan teluk, masing-masing memiliki debit rata-rata tahunan sekitar 100 m<sup>3</sup>/detik. Sungai-sungai utama di dekat fasilitas Tangguh LNG adalah Sungai Manggosa, yang membentuk batas timur lokasi Tangguh LNG, dan Sungai Saengga, yang sejajar dengan batas barat dari Tangguh LNG, sekitar 1,5 km ke arah barat. Drainase dari fasilitas Tangguh LNG sebagian besar menuju Sungai Saengga melalui beberapa aliran yang tidak kontinu (*intermittent*) menuju ke arah barat.

Papua Barat memiliki iklim tropis yang dicirikan dengan temperatur dan kelembaban tinggi sepanjang tahun. Terdapat monsoon musiman; monsoon tenggara (musim kemarau) berlangsung dari bulan Juni hingga Oktober, dan monsoon barat laut (musim hujan) berlangsung dari bulan Desember hingga Maret. Selama sepuluh tahun terakhir, angin pada saat musim kemarau di Tanah Merah berasal dari arah utara (sangat mungkin dari arah 350°) dan selama musim hujan berasal dari arah timur (sangat mungkin dari arah 90°) (**Gambar 2-2**). Angin monsoon adalah kontributor utama terhadap angin sepanjang tahun. Ada beberapa variasi diurnal pada garis pantai. Selama monsoon Barat Laut, angin lebih kuat sejak larut malam hingga dini hari, sedangkan pada siang/sore hari menjadi berbalik dan ringan. Selama monsoon Tenggara, angin lebih kuat pada siang hari, sedangkan pada pagi hari menjadi berbalik dan ringan. Bulan Juli dan Agustus (musim kemarau) cenderung menjadi bulan terhangat, dan bulan November hingga

Maret (musim hujan) cenderung menjadi bulan terdingin. Variasi temperatur di wilayah ini lebih bergantung pada ketinggian daripada lokasi geografis. Ada variasi jumlah hujan dari tahun ke tahun yang cukup besar. Curah hujan total melebihi 3.000 mm dalam satu tahun rata-rata, didistribusikan di antara semua bulan, dengan Februari adalah yang terbasah, dan Agustus-September adalah yang terkering (Bank Pembangunan Asia, 2005). Sulit untuk memverifikasi curah hujan di Teluk Berau/Teluk Bintuni karena data jumlah hujan seketika dari Teluk Berau/Teluk Bintuni tidak tersedia. Variasi musiman di lingkungan dekat pantai diharapkan terjadi sebagai akibat dari perbedaan curah hujan dan limpasan sungai antara musim kering dan musim hujan.



Data dikumpulkan dari tahun 2002–2011 selama bulan Agustus (kiri), Desember (tengah), dan semua bulan (kanan). Warna menunjukkan rentang kecepatan angin dalam satuan m/detik dan hembusan angin dari arah yang ditunjukkan.

**Gambar 2-2 Wind Roses Berdasarkan Pengukuran yang Diambil di Tanah Merah**

Karena Teluk Berau/Teluk Bintuni dibatasi pada tiga sisi dengan hubungan terbatas ke Laut Seram dan menerima masukan sungai air tawar yang signifikan, teluk berfungsi sebagai muara. Muara dicirikan oleh gradien salinitas dalam arah melintang atau vertikal dengan medan alir didominasi oleh pasang surut, angin, dan *inflow* air tawar. Selain itu, muara biasanya memiliki wilayah dangkal pada bagian hulu yang miring ke batas laut dalam.

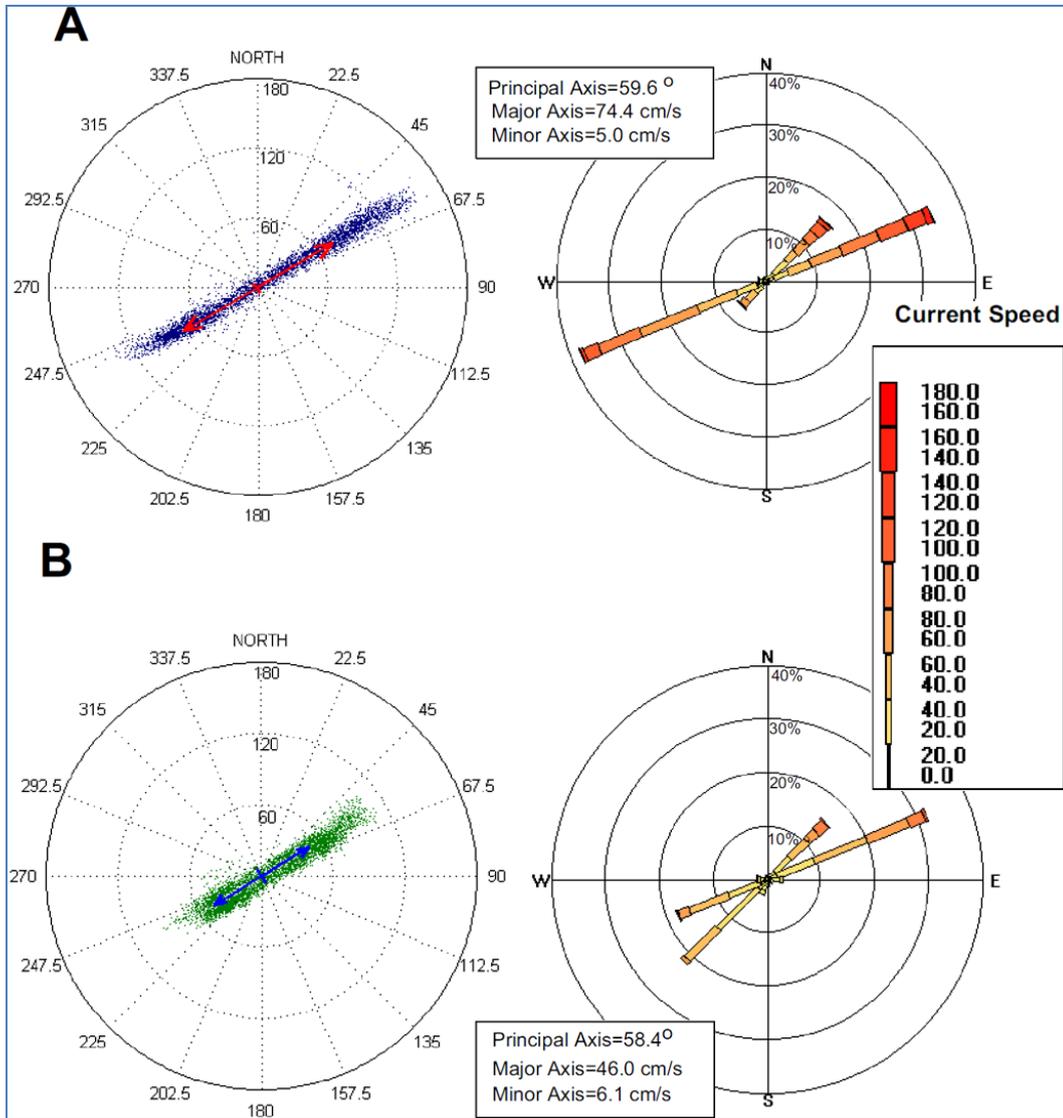
Profil dari temperatur (T) dan salinitas (S) yang diperoleh pada tahun 2012-2013 (dijelaskan dalam Bagian 5.2) memberikan beberapa informasi terbaru tentang jangkauan berbagai sifat tersebut pada teluk. Temperatur air lebih tinggi selama musim hujan, ketika temperatur udara, curah hujan, dan limpasan sungai lebih besar (**Tabel 2-1**). Temperatur secara jelas tergantung pada kedalaman baik pada musim kemarau dan musim hujan, menjangkau lebih dalam pada musim hujan (**Gambar 5-8**). Musim hujan menghasilkan air lebih segar, terutama di teluk bagian timur dan dekat dengan sungai (**Tabel 2-1**). Ketergantungan kedalaman salinitas lebih menonjol selama musim hujan, dan kontribusi air tawar paling jelas pada kedalaman yang paling dangkal (**Gambar 5-9**).

**Tabel 2-1 Ringkasan Data Statistik Temperatur dan Salinitas yang Dijelaskan dalam Bagian 5.2**

	Musim Kemarau	Musim Hujan
MinimumT(°C)	27,2	29,3
25 <sup>th</sup> PercentileT(°C)	28,2	30,1
50 <sup>th</sup> PercentileT(°C)	28,4	30,2
75 <sup>th</sup> PercentileT(°C)	28,6	30,3
MaximumT(°C)	31,0	32,4
MinimumS	19,4	19,1
25 <sup>th</sup> PercentileS	29,6	27,6
50 <sup>th</sup> PercentileS	29,9	28,9
75 <sup>th</sup> PercentileS	30,5	30,1
MaximumS	32,1	31,9

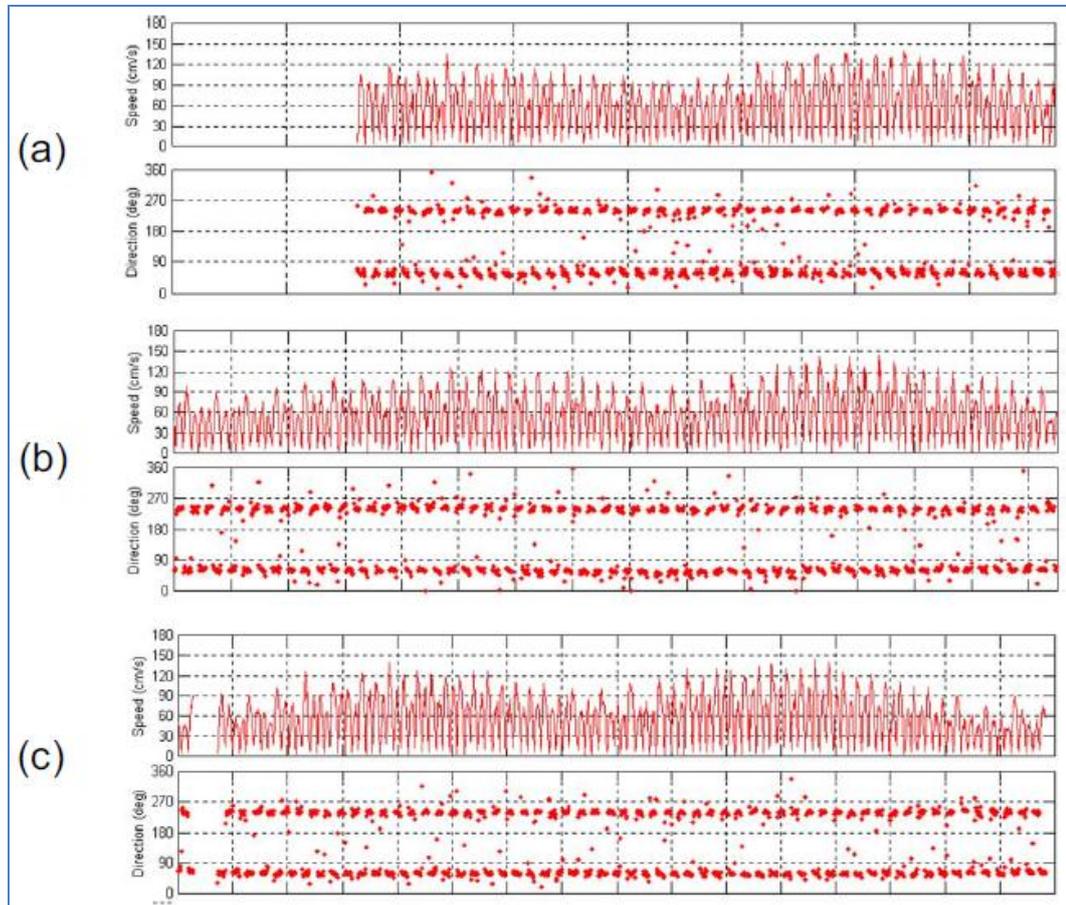
Arus di Teluk Berau/Teluk Bintuni didominasi oleh pasang surut, yang dengan jelas dapat dilihat di fasilitas Tangguh LNG (**Gambar 2-3** dan **Gambar 2-4**). Di sini kecepatan pada kedalaman di tengah laut (*mid-water depth*) terbesar adalah 1,6-1,8 m/detik dan arah arus adalah di sepanjang pantai. Arus pasang surut sebagian besar semidiurnal (dua tertinggi dan dua terendah per hari), tetapi dimodifikasi oleh kontribusi diurnal. Pasang surut terbesar adalah  $M_2$ ,  $S_2$ , dan  $N_2$  and  $K_1$  dan  $O_1$ . Pada air yang lebih dalam di bagian tengah teluk, arus paling kuat berada di dekat permukaan dan melemah ke arah dasar, dan variasi musiman adalah kecil dibandingkan dengan pasang surut (ANDAL).

Gelombang permukaan di Teluk Berau/Teluk Bintuni menampilkan arah yang konsisten dengan gelombang pada saat angin monsoon. Kondisi ekstrim gelombang tidak besar dibanding dengan bagian lain dari dunia. Gelombang signifikan setinggi 1 m memiliki probabilitas tidak lebih dari 99,7% (ITB, 2012). Sebagian besar Teluk Berau/Teluk Bintuni terlindung dengan sangat baik dari gelombang besar lautan dalam karena paparan yang terbatas terhadap Laut Seram dan lautan terbuka.



Data dikumpulkan di dekat Tanah Merah dari tanggal 07-12-1999 sampai 03-03-2000 pada A) tengahan air (5,5 m di atas dasar laut) dan B) dekat dasar (0,5 m di atas dasar laut). Dari ANDAL.

**Gambar 2-3** Grafik Sebaran Kecepatan (cm/s) dan Arah Arus yang Diamati di Lokasi *Ocean Tower*



Data dikumpulkan di tengahan air (5.5 m di atas dasar laut) dari a) tanggal 07-12-1999 sampai 31-12- 1999, b) tanggal 01-01-2000 sampai 31-01-2000, dan c) tanggal 01-02-2000 sampai 03-03- 2000. Dari ANDAL.

**Gambar 2-4** Data Berurutan Kecepatan dan Arah Arus yang Diamati di Lokasi *Ocean Tower*

Lingkup kerja yang dilakukan di sini termasuk beberapa studi pemodelan untuk melihat karakteristik dampak lingkungan terhadap air permukaan dari Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Teluk Bintuni. Kegiatan terkait dengan Proyek Pengembangan Tangguh LNG yang dikaji melalui pemodelan termasuk:

- Pembuangan air limbah campuran dari fasilitas Tangguh LNG;
- Pembuangan air limbah dari kegiatan uji test tekan (*hydrottest*) pada perpipaan;
- Pengerukan fasilitas terminal khusus dan pembuangan material hasil pengerukan;
- Pembuangan lumpur dan serbuk bor.

Buangan dari fasilitas Tangguh LNG mencakup aliran limbah campuran dari beberapa sumber termasuk:

- Air terproduksi;
- Air limbah desalinisasi (*Brine Water*);
- Air limbah domestik (*Treated Sewage*);
- Pengolahan air limbah dalam kolam:
  - Kolam netralisasi (Proses penetralan pH);
  - Kolam pengolah air limbah terkontaminasi minyak dan lemak.

Berbagai kontaminan yang menjadi perhatian dari aliran limbah campuran dimodelkan dan dievaluasi melalui perbandingan dengan baku mutu ambien dan standard-standard/baku mutu pada *near-field* dengan memperhitungkan kondisi rona awal. Kontaminan yang dipilih untuk perbandingan adalah kontaminan yang mempunyai baku mutu ambien air laut yang telah ada dan baku mutu air *near-field* serta mempunyai konsentrasi aliran limbah yang melebihi baku mutu yang berlaku. Selain itu, pembuangan air limbah dari Kilang LNG dievaluasi di dua lokasi dalam fasilitas terminal khusus untuk menilai operasi lokasi pembuangan secara optimal. **Gambar 3-2** menunjukkan struktur fasilitas terminal khusus Tangguh LNG dan lokasi dari dua lokasi pembuangan yang direncanakan.

*Hydrottest* melibatkan pembersihan pipa menggunakan air tawar yang telah diolah dengan *biocide*, *oxygen scavenger*, dan *fluorescein tracer*. Pelepasan air *hydrottest* dievaluasi dengan pemodelan bahan tambahan ini untuk memperkirakan konsentrasi ambien. Sementara tidak ada baku mutu ambien yang ditentukan untuk bahan kimia tersebut, evaluasi kualitatif akan didasarkan pada konsentrasi yang diperkirakan dan luasnya bidang konsentrasi. Buangan air limbah dari empat lokasi pengembangan lepas pantai (dua anjungan Pengembangan Tahap Awal dan dua anjungan Pengembangan Tahap Selanjutnya) serta dari dua lokasi fasilitas terminal khusus (dicampur dengan buangan dari Tangguh LNG) dimodelkan.

Gambar 3.1 menunjukkan empat lokasi anjungan lepas pantai (UBA, ROA, WDA, dan VRF) dan **Gambar 3-2** menunjukkan dua lokasi pembuangan pada fasilitas terminal khusus.

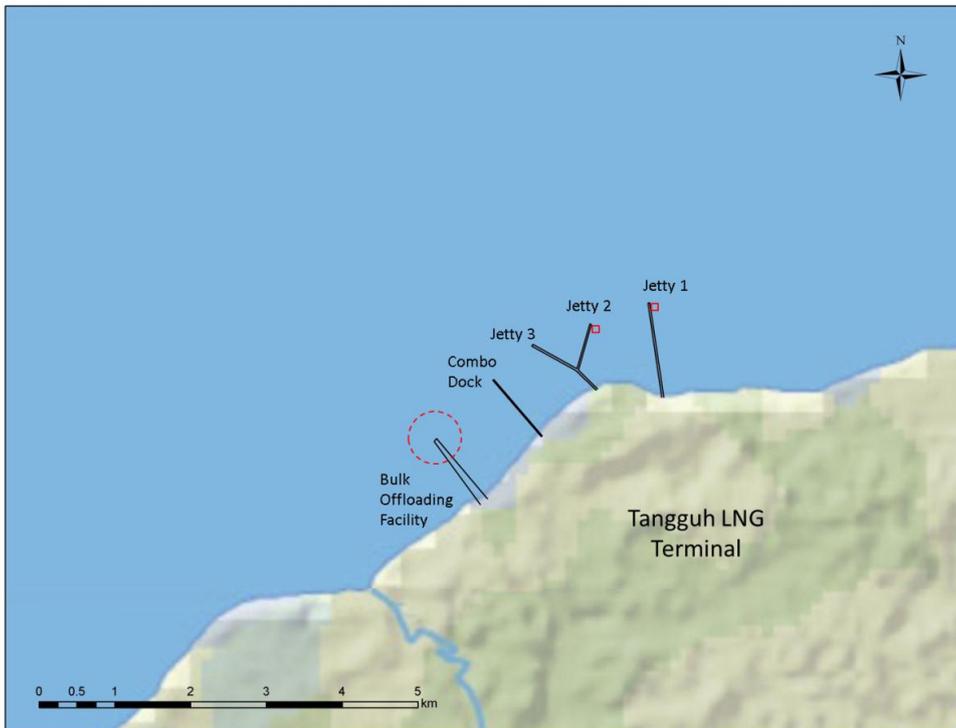
Pengerukan awal dan pemeliharaan di sekitar berbagai fasilitas terminal khusus merupakan bagian dari rencana Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Ini termasuk Dermaga Kombo (*Combo Dock*) dan BOF yang telah ada, serta rencana dermaga LNG (Dermaga 2). Padatan yang dilepaskan ke dalam air sebagai akibat dari resuspensi (*resuspension*) pengerukan dimodelkan untuk satu lokasi yang representatif. Evaluasi didasarkan pada perbandingan TSS yang diperkirakan, termasuk TSS rona awal, terhadap baku mutu ambien. Jejak pengendapan (*depositional footprint*) pada dasar sedimen juga dihitung. **Gambar 3-2** menunjukkan lokasi di sekitar BOF yang digunakan untuk pemodelan pengerukan.

Pembuangan material keruk ini direncanakan terjadi di dua lokasi area lepas pantai yang lebih dalam. Padatan (*solids*) yang dilepaskan ke air sebagai akibat dari pembuangan material keruk dimodelkan untuk satu lokasi pembuangan yang representatif. Serupa dengan pemodelan pengerukan, evaluasi ini didasarkan pada perbandingan TSS yang diperkirakan terhadap baku mutu ambien dan luas jejak pengendapan (*depositional footprint*). Gambar 3-1 menunjukkan Lokasi Pembuangan di bagian Timur yang digunakan dalam pemodelan.

Sumur-sumur di sejumlah lokasi dalam Teluk Bintuni dipertimbangkan sebagai bagian dari Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Lokasinya termasuk Lapangan gas Wiriagar, Roabiba, Ofaweri, Vorwata, dan Ubadari juga Prospek Teteruga. Empat dari lokasi tersebut dilakukan pemodelan untuk memperkirakan TSS dan dasar dari jejak pengendapan (*depositional footprint*) serbuk dan lumpur bor. Pemodelan mencakup durasi penuh dari kegiatan pengeboran pada masing-masing sumur. **Gambar 3-1** menunjukkan keempat sumur (UBA, WDA, ROA, dan TTB) yang diperhitungkan dalam pemodelan serbuk dan lumpur bor.



**Gambar 3-1** Peta Teluk Berau/Teluk Bintuni dengan Fasilitas Tangguh LNG dan Lokasi yang diusulkan untuk Pengeboran, Pembuangan Air Limbah Hasil Uji Tes Tekan (*hydrotest*), dan Pembuangan Material Keruk yang Termasuk dalam Pemodelan Saat Ini



**Gambar 3-2** Peta Fasilitas Tangguh LNG dengan Struktur Terminal Khusus, Lokasi Pembuangan (outfall), dan Lokasi Kerukan yang Termasuk dalam Pemodelan Ini

## 4.1 METODOLOGI PEMODELAN

Dampak lingkungan terhadap air permukaan dari perluasan fasilitas Tangguh LNG di Teluk Bintuni dinilai dengan menggunakan pendekatan pemodelan menyeluruh. Dalam pendekatan pemodelan menyeluruh, GEMSS<sup>®</sup>, *Generalized Environmental Modelling System for Surface water*, dipakai untuk menghitung bidang aliran (*flow fields*) di seluruh Teluk Bintuni. Bidang aliran (*flow fields*) ini kemudian digunakan untuk memperkirakan sebaran dampak (*fate and transport*) dari air limbah campuran, air limbah *hydrotest*, lumpur dan serbuk bor, serta sedimen tersuspensi dari pengerukan dan pembuangan material keruk.

Dampak kumulatif disampaikan dengan memakai perhitungan *near-field* dan *far-field* untuk memperkirakan dampak di seluruh Teluk Berau/Teluk Bintuni. Model *near-field* memungkinkan perkiraan dengan resolusi tinggi atas *plume* pembuangan pada skala 100-200 m. Model *far-field* memberikan perkiraan atas cakupan keseluruhan pembuangan di seluruh Teluk dan mewakili konsentrasi setelah pengenceran *plume* awal (*initial plume dilution*).

Model *far-field* yang dipakai adalah modul-modul hidrodinamika GEMSS (GEMSS-HDM), pengguna (GEMSS-UDC), dan sebaran sedimen (GEMSS-GIFT). Pemodelan dilakukan untuk dua musim iklim/oseanografi. Musim hujan pada bulan Juni sampai Oktober dan musim kemarau pada bulan Desember sampai Maret. Untuk setiap musim, simulasi mencakup 28 hari siklus pasang surut tunggal untuk mendapatkan pasang perbani (*spring tides*) dan anak pasang surut (*neap tides*). Catatan data historis selama dua periode digunakan dalam pemodelan untuk mewakili kondisi musiman ini. Bidang aliran dihitung dengan modul hidrodinamika GEMSS-HDM yang digunakan secara langsung dalam modul GEMSS-UDC dan GEMSS-GIFT.

Model yang digunakan untuk perhitungan *near-field* adalah CORMIX (*US EPA's dilution model*) dan ADDAMS (*US Army Corps of Engineers suite of dredge impact models*). Model ini merupakan model *steady-state* dan digunakan dalam studi pemodelan untuk mensimulasikan kondisi pasang naik dan pasang surut. Hasil hidrodinamika (kedalaman, kecepatan, temperatur, dan salinitas) untuk kondisi ini diekstrak dari bidang aliran yang dihasilkan oleh GEMSS-HDM untuk dipakai dalam model *near-field*.

Dampak dari beragam buangan langsung diperkirakan dengan menghitung kontribusi buangan tersebut terhadap konsentrasi kolom air. Untuk buangan air limbah dan air *hydrotest*, konsentrasi ini dihitung dengan menggunakan pengenceran (*dilution*) yang dihitung melalui model. Faktor pengenceran (*dilution factor*) ini diterapkan terhadap beragam konsentrasi buangan untuk memperkirakan kontribusi tambahan terhadap konsentrasi ambien. Dengan banyaknya baku mutu yang berlaku hanya dapat diterapkan untuk kondisi ambien (baku mutu ambien), kontribusi tambahan tersebut ditambahkan ke konsentrasi rona awal untuk memperkirakan total konsentrasi ambien. Persamaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi ambien adalah sebagai berikut:

$$C = C_{baseline} + \frac{(C_{discharge} - C_{baseline})}{Dilution\ Factor}$$

Seperti dapat dilihat dari persamaan ini, faktor pengenceran minimum (*minimum dilution factor*) akan menghasilkan konsentrasi ambien maksimum. Konsentrasi maksimum buangan yang diukur dan tidak adanya laju proses pembusukan (*zero decay rates*) digunakan untuk memberikan konservatisme tingkat tinggi. Banyak konstituen yang dimodelkan di sini ditemukan membusuk dengan laju yang cepat.

Dampak dari kegiatan pengerukan dan pengeboran dikaji dengan memperkirakan Total Padatan Tersuspensi (TSS) dan *footprint* dasar sedimen (yaitu luas dan ketebalan) dari material yang mengendap.

Metodologi pemodelan dan rangkaian data diperlukan untuk setiap upaya pemodelan sebagaimana dijelaskan dalam bagian berikut. Tabulasi dari semua skenario model diberikan dalam **Tabel 4-1**. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bidang aliran (*flow fields*) untuk masing-masing model dan skenario dihitung dengan menggunakan model hidrodinamika keseluruhan, GEMSS-HDM.

**Tabel 4-1 Inventarisasi Skenario-skenario Pemodelan**

Komponen Pemodelan	Model	Lokasi	Musim	Pasang Surut
<b>Far-field</b>				
Buangan Campuran ( <i>Comingled Release</i> )	GEMSS-UDC	Dermaga 1	Kemarau	NA
		Dermaga 1	Hujan	NA
		Dermaga 2	Kemarau	NA
		Dermaga 2	Hujan	NA
Buangan Campuran dan <i>Hydrotest</i> ( <i>Comingled Release+Hydrotest</i> )		Dermaga 1	Kemarau	NA
		Dermaga 2	Kemarau	NA
		Dermaga 1	Hujan	NA
		Dermaga 2	Hujan	NA
<i>Hydrotest</i>		ROA	Kemarau	NA
		VRF	Kemarau	NA
		WDA	Kemarau	NA
		UBA	Kemarau	NA
		ROA	Hujan	NA
		VRF	Hujan	NA
		WDA	Hujan	NA
		UBA	Hujan	NA
Buangan Campuran dan Sensitivitas ( <i>Comingled Release+Sensitivity</i> )		Terburuk	Terburuk	NA
Pengerukan dan Pembuangan Material Keruk ( <i>Dredging+Disposal</i> )	GEMSS-GIFT	BOF	Kemarau	NA
		BOF	Hujan	NA
		<i>East Disposal</i>	Kemarau	NA
		<i>East Disposal</i>	Hujan	NA

Komponen Pemodelan	Model	Lokasi	Musim	Pasang Surut
Pengeboran ( <i>Drilling</i> )		ROA	Kemarau	NA
		ROA	Hujan	NA
		UBA	Kemarau	NA
		UBA	Hujan	NA
		TTB	Kemarau	NA
		TTB	Hujan	NA
		WDA	Kemarau	NA
		WDA	Hujan	NA
<i>Near-field</i>				
Buangan Campuran ( <i>Comingled Release</i> )	CORMIX	Dermaga1	NA	Tinggi
		Dermaga1	NA	Rendah
		Dermaga2	NA	Tinggi
		Dermaga2	NA	Rendah
<i>Hydrotest</i>		WDA	NA	Tinggi
		WDA	NA	Rendah
		ROA	NA	Tinggi
		ROA	NA	Rendah
		VRF	NA	Tinggi
		VRF	NA	Rendah
		OFA	NA	Tinggi
		OFA	NA	Rendah
Buangan Campuran dan Sensitivitas ( <i>Comingled Release+Sensitivity</i> )		Terburuk	NA	Terburuk
Pengeboran dan Pembuangan Material Keruk ( <i>Dredging+Disposal</i> )	DREDGE	BOF	NA	Tinggi
		BOF	NA	<i>High Slack</i>
		BOF	NA	Rendah
		BOF	NA	<i>Low Slack</i>
	STFATE	<i>EastDisposal</i>	NA	Tinggi
		<i>EastDisposal</i>	NA	<i>High Slack</i>
		<i>EastDisposal</i>	NA	Rendah
		<i>EastDisposal</i>	NA	<i>Low Slack</i>

#### 4.1.1 *Pemodelan Hidrodinamika*

Input model yang dimiliki beragam pekerjaan pemodelan dampak, dikumpulkan dan disusun untuk penggunaan dalam GEMSS®. Input ini termasuk batimetri, peta pesisir, pasang surut, pembuangan air tawar atau dari kegiatan industri yang telah ada, kondisi iklim dan meteorologi, serta catatan pengukur arus (*current-meter records*). Model hidrodinamika dikembangkan menggunakan GEMSS dan kumpulan data disusun mewakili kondisi di seluruh dua periode terpilih untuk simulasi.

Catatan terbatas dari *current-meter* dan elevasi air permukaan di Teluk Berau/Teluk Bintuni dari tahun 2011 tersedia untuk konfirmasi model, dilengkapi dengan melakukan perbandingan terhadap hasil pemodelan.

#### 4.1.2 ***Pemodelan Air Limbah Campuran dan PEmbuangan Air Limbah Hydrotest***

##### *Aplikasi Model Near-field*

Kondisi hidrodinamika untuk dua kondisi pasang surut diekstrak dari simulasi siklus 28 hari dalam menerapkan model *near-field*. Model pengenceran *near-field*, CORMIX, digunakan untuk memperkirakan pengenceran di sekitar lokasi pembuangan.

##### *Aplikasi Far-field*

Sebaran dampak (*fate and transport*) dari buangan air limbah campuran dan air limbah *hydrotest* diperkirakan menggunakan modul *user-defined constituent* (UDC) GEMSS. Modul memungkinkan zat-zat spesifik untuk dimodelkan menggunakan variable-variabel konsentrasi umum yang telah dikodekan ke dalam model. Pengenceran *far-field* (*far-field dilution*) diperkirakan untuk beragam air buangan selama periode dua musim. Buangan air limbah campuran dianggap terus menerus dan disimulasikan selama seluruh 28 hari siklus pasang surut. Buangan air *hydrotest* dibatasi durasinya dan disimulasikan selama 3 hari siklus penuh. Periode 3 hari ini dipilih agar dapat sesuai dengan periode kecepatan rendah dalam rangka menghasilkan perkiraan konservatif *yield*. Konstituen yang dibuang serta memiliki baku mutu air ambien dikaji sehubungan dengan konsentrasi yang berada di atas tingkat konsentrasi pada kondisi awal (*background levels*).

#### 4.1.3 ***Sebaran Dampak Kumulatif Lumpur dan Serbuk Bor***

Tujuan dari pemodelan serbuk bor adalah untuk menentukan konsentrasi TSS kolom air dan akumulasi lapisan dasar serbuk bor (*the "footprint"*) untuk mengkaji dampak potensial terhadap organisme akuatik dan bentik. Model serbuk bor menggunakan modul sebaran dampak (*fate and transport*) sedimen, GIFT, yang mensimulasikan sebaran dampak material partikulat dilepaskan selama pengeboran sumur. Model berbasis partikel tiga dimensi ini menggunakan algoritma *Lagrangian* dalam hubungannya dengan arus yang dihasilkan oleh GEMSS® (atau, dalam kasus lain, dari arus yang diukur atau dimodelkan secara global) untuk memperkirakan sebaran dampak (*fate and transport*) serbuk dan lumpur bor. Model ini tidak memprediksi konsentrasi minyak dalam lumpur berbasis sintetik (*synthetic based mud*).

Kecepatan dengan variasi waktu yang telah dipetakan ke dalam *model grid* dan dihitung dengan model Hidrodinamika digunakan untuk menyebarkan serbuk dan lumpur bor, dimodelkan sebagai partikel. Pergerakan dalam arah vertikal termasuk pengendapan, *deposition*, dan erosi. Aksi campuran erosi dan *deposition* menyebabkan terjadinya akumulasi akhir (*net accumulation*) dari serbuk bor di dasar laut.

#### 4.1.4 *Pembuangan Material Keruk*

##### *Aplikasi Model Near-field*

Kondisi hidrodinamika untuk dua kondisi pasang surut diekstrak dari simulasi siklus 28 hari dalam menerapkan model *near-field*. Model *near-field* dari model ADDAMS (DREDGE dan STFATE) digunakan untuk memperkirakan resuspensi (*resuspension*) sedimen di dekat lokasi pengerukan dan lokasi pembuangan material keruk.

##### *Aplikasi Model Far-field*

Potensi dampak lingkungan dikaji untuk pengerukan dan pembuangan material keruk selama sedimen dilepaskan ke dalam kolom air. Untuk pengerukan, sedimen dilepaskan selama adanya gangguan dasar laut dan kebocoran (*leakage*) dari peralatan pengerukan; untuk pembuangan material keruk, sedimen berada di permukaan dan partikel yang lebih kecil akan menyebar sedangkan partikel yang lebih berat yang jatuh ke dasar laut. Kajian meliputi perkiraan laju sedimentasi, TSS, dan ketebalan sedimen yang ditambahkan ke dasar laut. Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan arus yang ditetapkan dalam rangkaian kerja pemodelan Hidrodinamika dan modul GIFT untuk dua periode musim terpilih.

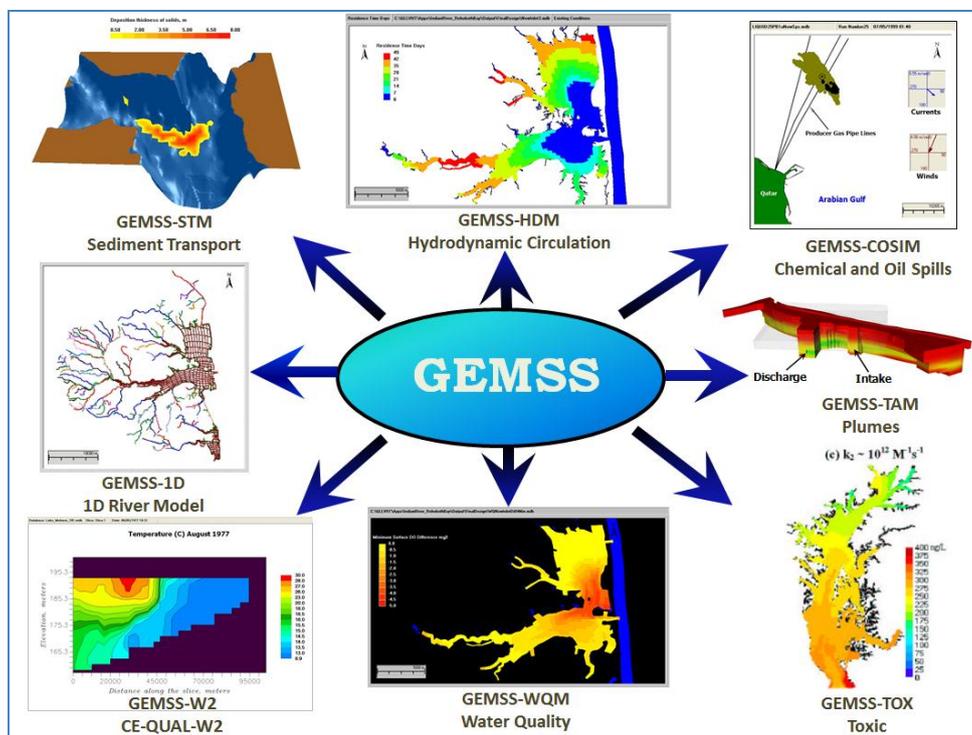
#### 4.2 *DESKRIPSI GEMSS SUITE*

GEMSS® adalah suatu sistem terpadu Hidrodinamika 3-D dan model sebaran dampak (*transport*) yang dipasangkan dalam Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System (GIS)*. GEMSS mencakup sistem data lingkungan, *grid generator* dan *editor*, *control file generator*, pengamat paska proses 2-D dan 3-D serta alat tambahan seperti generator data meteorologi dan data variasi waktu untuk membantu proses pemodelan. Penyesuaian model Hidrodinamika, sebaran dampak (*transport*) dan kualitas air untuk merefleksikan kebutuhan dari masing-masing aplikasi mudah dilakukan karena desain modular GEMSS. Daftar modul yang tersedia dalam GEMSS ditunjukkan dalam Gambar 4-1 dan **Gambar 4-2**, serta dicantumkan sebagaimana berikut.

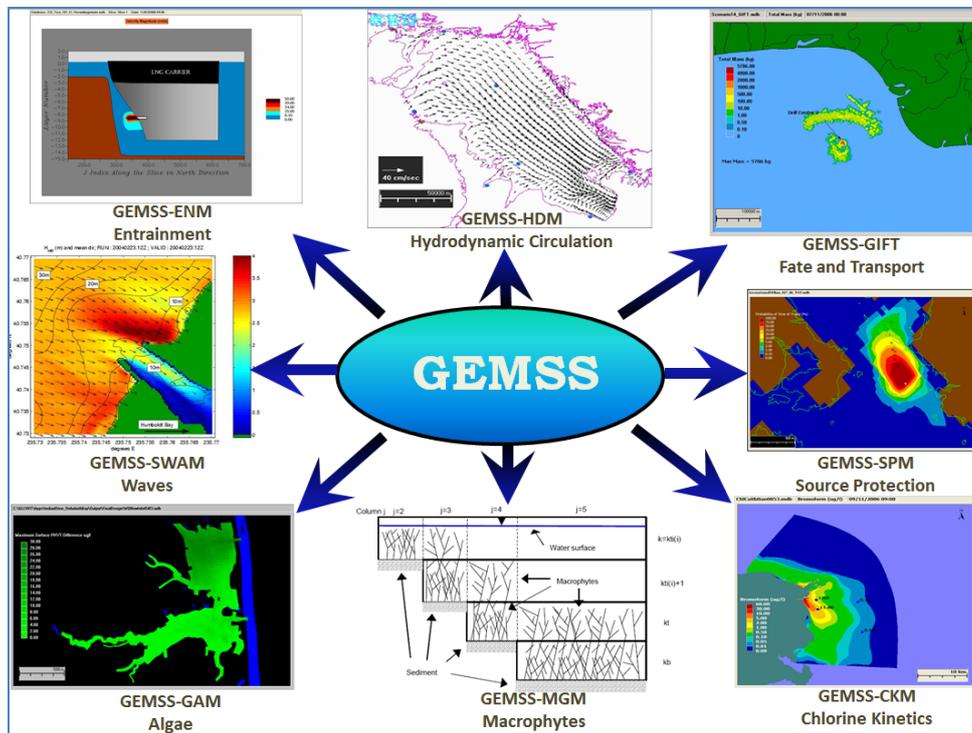
- *Hydrodynamic and Transport Module - HDM*
- *Source water Protection zone Module - SPM*
- *Water Quality Module - WQM*
  - WQDPM -EPA's EUTRO5 dimodifikasi untuk zat organik terlarut dan partikulat
  - WQCBM - Kinetika berbasis karbon (*carbon based kinetics*) dengan diagenesis sedimen
  - WQICM - USACE's CE-QUAL-ICM kinetika dengan diagenesis sedimen
  - WQW2M - USACE's CE-QUAL-W2 kinetika kualitas air
- *Chlorine Kinetics Module - CKM*
- *Atmospheric Diffusion Module - ADM*
- *Gas Transfer Module - GTM*

- *Sediment Transport Module - STM*
- *Toxic Module - TOX*
- *Particle Tracking Module - PTM*
- *Thermal Analysis Module - TAM*
- *Generalized Bacterial Module - GBM*
- *Generalized Algal Module - GAM*
- *User Definable Constituents Module - UDM*
- *Entrainment Module - ENM*
- *Macrophytes Module - MPM*
- *Empirical Transport Module - ENETM*
- *Equivalent Adult Module - ENEAM*
- *Generalized Integrated Fate and Transport - GIFT*
- *Chemical and Oil Spill Impact Module - COSIM*

Modul GEMSS yang digunakan dalam studi saat ini adalah GEMSS-HDM, GEMSS-GIFT dan GEMSS-UDC.



**Gambar 4-1 Modul GEMSS: Set Pertama**



Gambar 4-2 Modul GEMSS: Set Kedua

#### 4.2.1 GEMSS-HDM

GEMSS®-HDM adalah model numerik tiga dimensi paling canggih yang menghitung kecepatan pada waktu yang bervariasi, elevasi muka air, salinitas dan temperatur di sungai, danau, waduk, muara, dan badan air pesisir pantai. Sebelum tahun 2000, GEMSS-HDM disebut sebagai GLLVHT (*Generalized Longitudinal-Lateral-Vertical Hydrodynamics and Transport*)

Dasar teori inti (*kernel*) Hidrodinamika dari GEMSS adalah model *three-dimensional Generalized, Longitudinal-Lateral-Vertical Hydrodynamic and Transport* (GLLVHT) yang mana pertama kali diperkenalkan oleh Edinger dan Buchak (1980) dan selanjutnya oleh Edinger dan Buchak (1985). Perhitungan GLLVHT telah diulas bersama dan dipublikasikan (Edinger dan Buchak, 1995; Edinger, dkk, 1994 dan 1997; Edinger dan Kolluru, 1999). Intinya merupakan perpanjangan dari model sebaran (*transport*) membujur-vertikal yang terkenal yang ditulis oleh Buchak dan Edinger (1984) yang membentuk Hidrodinamika dan dasar model sebaran (*transport*) kualitas air CE-QUAL-W2 dari the Corps of Engineers' (*U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station*, 1986). Perbaikan terhadap skema sebaran (*transport*), konstruksi modul konstituen, penggabungan alat piranti lunak pendukung, pengoperasian antar GIS, alat visualisasi, *graphical user interface* (GUI), dan paska pemrosesan telah dikembangkan oleh Kolluru dkk (1998; 1999; 2003a, 2003b) dan oleh Prakash dan Kolluru (2006).

Kemampuan GEMSS telah banyak diakui oleh organisasi profesional, misalnya, HGL dan Aqua Terra, 1999 dan *Water Environment Federation* (2001).

Pengembangan GEMSS terus berlanjut setelah aplikasi tambahan diselesaikan. Inti Hidrodinamika kedua, POM, telah ditambahkan untuk melengkapi GLLVHT. Selain itu, modul konstituen baru telah dikembangkan dan diuji, termasuk perlindungan air pada sumbernya (Kolluru dan Prakash, 2012), alokasi muatan nutrient pada daerah aliran sungai (Kolluru dkk., 2009), klorin dan klorin yang dihasilkan selama proses sebaran dampak (*fate and transport*) (Kolluru dkk. 2012); analisis danau bukaan tambang (Vandenberg, dkk., 2011; Prakash, dkk., 2012), kotoran dari puing-puing (*debris fouling*) pada bangunan pengambil air untuk air pendingin atau *Cooling Water Intakes* (Prakash dkk., 2012), sebaran dampak (*fate and transport*) coliform (Tryland dkk, 2012) dan perhitungan *thermal avoidance* (Buchak, et. al., 2012), kajian dampak (Fichera, dkk., 2013)

Aplikasi GEMSS untuk muara dan badan air pesisir pantai telah divalidasi dengan perbandingan terhadap kumpulan data yang banyak dan dikumpulkan dari lapangan. Hal ini termasuk arus, temperatur dan klorin serta klorin yang dihasilkan selama proses kegiatan lepas pantai Qatar (Kolluru dkk., 2005; Adenekan dkk., 2009; Febbo dkk., 2012; Kolluru dkk., 2003; Kolluru dkk., 2012); arus, temperatur dan kualitas air nutrient dalam *Puget Sound* (Alberson dkk., 2009) di pesisir Delaware (Kolluru dan Fichera, 2003), dan Sungai Vistula di Polandia (Kruk dkk., 2011); arus dan temperatur di area Pelabuhan New York (Edinger dkk., 1997); populasi larva di pesisir Alaska (Edinger dkk., 1994); dan, kolam *tailing* pertambangan (Prakash dkk., 2011).

Perhitungan dilakukan pada *grid* horizontal dan vertikal yang menunjukkan badan air pada permukaan, garis pantai, dan dasar laut. Elevasi muka air diperhitungkan secara simultan dengan komponen kecepatan. Komponen kecepatan dan elevasi air selanjutnya mempengaruhi pengembangan daftar instruksi untuk perhitungan sebaran zat terlarut (*solute transport routines*) untuk menghitung konsentrasi konstituen kualitas air. Termasuk dalam perhitungan adalah formulasi kondisi batas untuk gesekan atau friksi (*friction*), gaya geser angin (*wind shear*), turbulensi, aliran masuk (*inflow*), aliran keluar (*outflow*), pertukaran panas pada permukaan (*surface heat exchange*), dan kinetika kualitas air (*water quality kinetics*). Model ini dapat digunakan untuk menganalisis dinamika sistem dan untuk memprediksi dampak dari kondisi yang ada atau desain yang mungkin atau alternatif pengelolaan.

#### 4.2.2 GEMSS-UDC

*The User Defined Constituent* (UDC) mensimulasikan sebaran dampak (*fate and transport*) konstituen generik. Konstituen generik ini dimodelkan dengan mengasumsikan bahwa sebaran dampak (*fate and transport*) dapat ditunjukkan secara memadai dalam hal peluruhan/perkembangan sederhana (urutan nol atau urutan pertama) dan pengendapan, yang dapat diatur menjadi nol. Modul memungkinkan pengguna untuk mengatur jumlah konstituen generik yang tidak berinteraksi. Modul bekerja dengan menggunakan modul Hidrodinamika *far-field*, GEMSS-HDM dan dapat memakai algoritma transport yang tersedia di GEMSS termasuk *Upwind*, QUICKEST dan QUICKEST dengan ULTIMATE.

### 4.2.3 GEMSS-GIFT

GIFT mensimulasikan sebaran dampak dari material terlarut dan partikulat yang dibuang dari tongkang pengerukan (*dredging barges*), *tailing* pertambangan, serbuk dan lumpur bor, serta air terproduksi. Model dengan dasar partikel tiga dimensi ini menggunakan algoritma *Lagrangian* berkaitan dengan arus, laju beban massa (*specified mass load rates*), berapa kali pembuangan dan lokasi, ukuran partikel, laju pengendapan, dan nilai tegangan geser (jumlah *Shield*).

Metodologi pemodelan berdasarkan pada suatu mode deterministik dari simulasi. Dalam simulasi kejadian tunggal deterministik, tanggal mulai dan kecepatan arus serta arah pada setiap langkah/step waktu dipilih dari database pada periode yang dipilih.

Serbuk dan lumpur bor dimodelkan sebagai partikel. Pergerakan dalam arah vertikal menghasilkan pengendapan dan deposisi (*deposition*) serbuk bor pada dasar laut. Aksi campuran dari erosi dan deposisi (*deposition*), berdasarkan distribusi ukuran partikel serta intensitas pembuangan, menghasilkan akumulasi akhir (*net accumulation*) dari serbuk bor di dasar laut.

### 4.3 DESKRIPSI CORMIX

Dalam studi ini digunakan model *Cornell Mixing Zone Expert System* (CORMIX) Versi 7.0 GT dari *United States Environmental Protection Agency* (US EPA) untuk memperkirakan faktor dispersi (*dilution factor*), konfigurasi, dan dimensi *plume* effluen dari konfigurasi buangan dan debit aliran yang berbeda. CORMIX adalah suatu perangkat untuk desain titik pembuangan (*outfall*) yang juga digunakan oleh badan pengatur untuk memperkirakan ukuran dan konfigurasi dari zona pencampuran yang diusulkan dan yang ada saat ini yang dihasilkan dari buangan air limbah. CORMIX diterapkan di daerah yang berdekatan dengan struktur pembuangan yang mana *plume* effluen limbahnya diketahui terpisah dari air ambien. Lintasannya didominasi oleh kecepatan pembuangan, berat jenis effluen, dan geometri struktur pembuangan.

Perhitungan CORMIX adalah berdasarkan penentuan berbagai zona hidrolika dimana *Plume* effluen melintas ketika mengenai badan air penerima. Model tersebut menghitung lintasan *plume* dan kecepatan sebaran (*dilution rate*) di setiap zona dengan menggunakan perhitungan berdasarkan kaitan analitis maupun empiris. Keterkaitan ini telah divalidasi oleh para *developer* dan peneliti-peneliti lain terhadap studi laboratorium dan lapangan. CORMIX telah diterapkan pada berbagai studi sebaran buangan limbah (<http://www.cormix.info/>) dan diakui oleh US EPA serta badan peraturan nasional lainnya sebagai model yang tepat untuk menghitung lintasan (*trajectories*), laju sebaran (*dilution rate*), dan dimensi zona pencampuran yang diakibatkannya.

CORMIX memiliki beberapa keterbatasan. CORMIX mengasumsikan kondisi yang stabil (*steady-state conditions*) dan pada berbagai arah (*unidirectional*), serta debit aliran yang seragam di badan air penerima. Kedua, CORMIX memiliki kemampuan geometris yang disederhanakan dan mengasumsikan badan air yang ideal dengan sisi yang lurus (*straight sides*) dan dasar yang seragam (*a uniform bottom*).

#### 4.4 DESKRIPSI ADDAMS

*The Automated Dredging and Disposal Alternatives Modelling System (ADDAMS)* disebarikan oleh U.S Army Corps of Engineers melalui *the Environmental Laboratory, USAE Research and Development Center Waterways Experiment Station*. ADDAMS terdiri atas kira-kira 20 modul yang membantu dalam desain dan evaluasi berbagai aspek pengerukan dan operasi pembuangan material pengerukan. Dua di antara modul-modul ini, DREDGE dan STFATE digunakan dalam studi ini.

##### 4.4.1 DREDGE

Untuk menilai potensi sebaran (*dilution*) dan deposisi (*deposition*) sedimen perairan laut yang dikeruk; digunakan model DREDGE dari *United States Army Corps of Engineers (USACE)* (Hayes and Je, 2008). Model ini adalah perhitungan pada kondisi stabil (*steady-state calculation*), yang dikembangkan untuk menghitung dampak dari operasi pengerukan yang direncanakan. DEDGE menghitung kecepatan di mana sedimen mulai tersuspensi sebagai akibat dari operasi pengerukan hidrolis dan mekanis, kemudian menghitung dimensi *plume* sedimen yang tersuspensi dan konfigurasi dengan menggunakan informasi spesifik dari lokasi. Uraian detail mengenai simulasi DREDGE disajikan dalam laporan ini.

##### 4.4.2 STFATE

STFATE (*Short-Term FATE*) adalah modul dari *Automated Dredging and Disposal Alternatives Management System (ADDAMS)* (Schroeder and Palermo, 1990). STFATE (Johnson dkk., 1994) yang telah dikembangkan dari model DIFID (*Disposal from an Instantaneous Discharge*) yang dilakukan oleh Koh dan Chang (1973). DIFID digunakan untuk buangan limbah diskrit (*discrete discharges*) dari kapal tongkang dan *hoppers*. Model perhitungannya menggunakan asumsi bahwa perilaku material yang dibuang dapat dipisahkan menjadi tiga tahap: Turun secara konvektif (*convective descent*), ketika kumpulan/gumpalan buangan (*disposal clouds*) turun karena pengaruh gravitasi dan momentum awalnya disebabkan oleh gravitasi; penurunan dinamis (*dynamic collapse*), yang terjadi ketika kumpulan/gumpalan buangan menurun yang menimbulkan dampak baik terhadap dasar laut maupun sampai pada daya mengapung netral ketika penurunan melambat dan penyebaran horizontal mendominasi; dan sebaran dampak pasif (*passive transport-dispersion*) mulai ketika pengangkutan dan penyebaran material lebih ditentukan oleh arus dan turbulensi ambien dibandingkan dengan dinamika operasi pembuangan. Model ini menirukan distribusi material pengerukan dalam kolom air dan pada dasar laut yang berasal dari beban buangan diskrit (*discrete disposal loads*). Akan tetapi, STFATE tidak memperhitungkan arus kepadatan (dan pembawaan partikel tanah liat/lanau). Dengan demikian STFATE dapat dianggap konservatif dalam hal dampak terhadap kolom air. Model ini mempertimbangkan berbagai macam parameter input termasuk jenis kapal pembuangan, sifat fisik badan air, dan sifat material.

**5.1 DATA SPASIAL**

Data spasial yang diperlukan untuk pemodelan terdiri atas:

- Delineasi garis pantai Teluk Berau/Teluk Bintuni dan struktur fasilitas terminal khusus Tangguh LNG;
- Lokasi sumur, area pengerukan, dan area pembuangan material keruk;
- Elevasi dasar Teluk Berau/Teluk Bintuni (*bathymetry*).

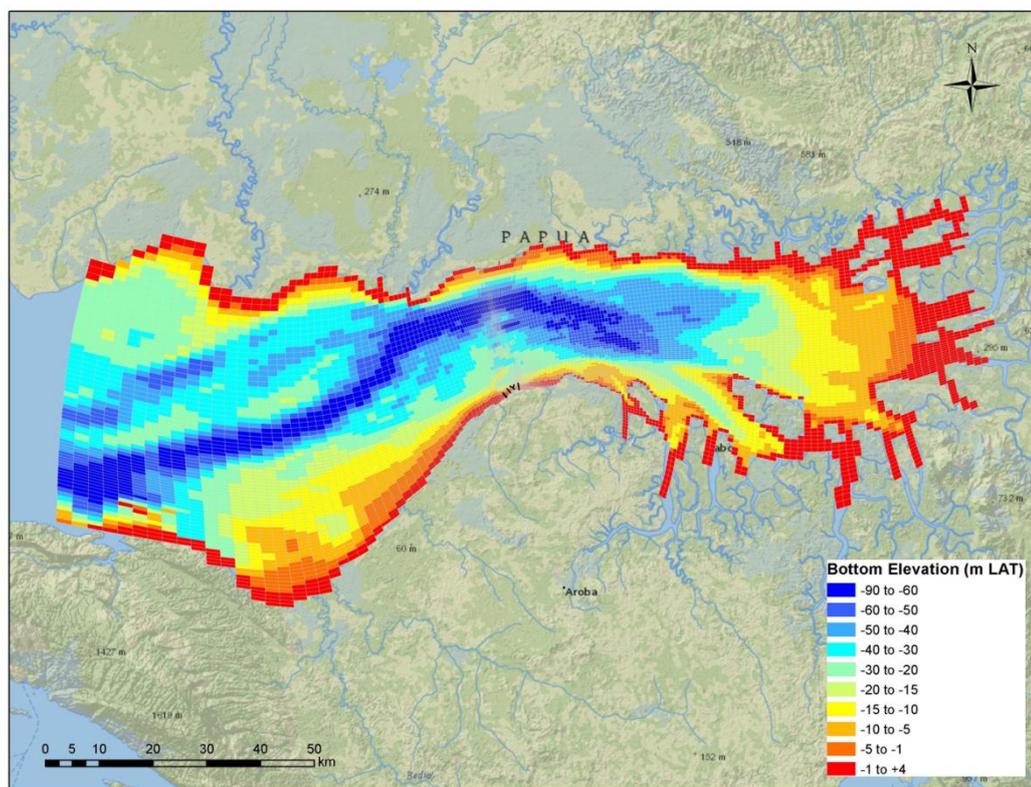
Garis pantai Teluk Berau/Teluk Bintuni didelineasi dengan menggunakan bagan nautical (*nautical charts*) dan citra satelit (*satellite imagery*). Luas supratidal yang terdapat pada bagan nautik yang diberikan oleh Tangguh LNG berguna sebagai dasar untuk garis pantai. Peta ini telah dilakukan proses georeferensi menggunakan perangkat lunak ESRI ArcGIS dan diverifikasi menggunakan citra satelit dari ESRI sebagai bagian dari layanan data *online* mereka. Sedikit penyesuaian pada garis pantai dibuat di sekitar area fasilitas Tangguh LNG agar citranya lebih mirip.

Struktur fasilitas terminal khusus yang memerlukan representasi dalam pemodelan Hidrodinamika adalah Dermaga 1 (saat ini), Dermaga 2 (rencana), *Combo Dock*, dan BOF. Deliniasi stuktur-stuktur ini diambil dari gambar-gambar CAD yang telah dilakukan proses georeferensi diberikan oleh Tangguh LNG (BP, 2013a) dan ditunjukkan pada **Gambar 3-2**. Dermaga-dermaga dan BOF disimulasikan sebagai pembatas (*barriers*) dalam model Hidrodinamika. *Combo Dock* hanya berfungsi sebagai pembatas pada lapisan teratas dari model tersebut. Perlu diperhatikan bahwa meskipun Dermaga 3 terdapat pada **Gambar 3-2**, Dermaga 3 tidak disertakan dalam pemodelan karena dermaga tersebut tidak direncanakan untuk perluasan fasilitas terminal khusus yang akan datang.

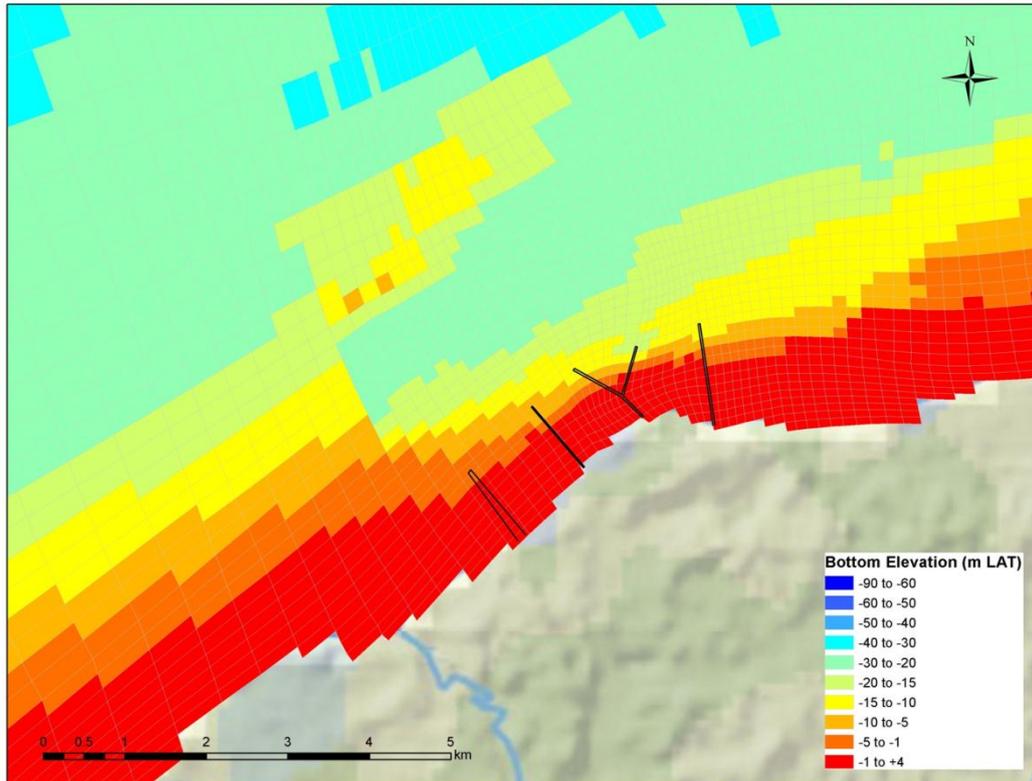
Lokasi sumur yang akan dimodelkan untuk pembuangan limbah *hydrotest* dan/atau serbuk dan lumpur bor adalah ROA, WDA, UBA, VRF, dan TTB (**Gambar 3-1**). Lokasi sumur-sumur ini diperkirakan dengan peta-peta dengan proses georeferensi yang diberikan oleh Tangguh LNG (BP, 2013a). Lokasi pengerukan dan lokasi pembuangan material pengerukan diberitahukan melalui komunikasi *e-mail* dengan Tangguh LNG (BP, 2013b).

*Grid* model dibuat agar menyamai garis pantai Teluk Berau/Teluk Bintuni serta stuktur fasilitas terminal khusus. Tepi barat model memanjang hampir mendekati Laut Seram dekat Ogar. *Grid* model terdiri atas lebih dari 11.000 sel *grid* horizontal dan hingga 34 lapis secara vertikal. *Grid* model tersebut ditunjukkan pada **Gambar 5-1**. *Grid* tersebut memiliki resolusi yang dapat bervariasi agar mendapatkan resolusi yang lebih baik di dekat fasilitas terminal khusus Tangguh LNG (**Gambar 5-2**) mendekati area lepas pantai. Rata-rata dimensi sel *grid* adalah 1,0 per 1,5 km dengan 85 per 110 m resolusi di area fasilitas dekat pantai.

Bathimetri Teluk berdasarkan pada data yang dikumpulkan oleh URS dan diberikan oleh Tangguh LNG. Data ini terdiri dari keseluruhan Teluk Berau/Teluk Bintuni dan merupakan gabungan dari berbagai sumber data, termasuk survei pengerukan tahun 2009, survei oleh Janhidros tahun 2007, dan survei *Combo Dock* dan tambatan (*berth*) Dermaga 1 pada tahun 2004. Cakupan area *Dataset* ini dipetakan pada *grid* model dengan merata-ratakannya (dan interpolasi bilamana diperlukan). Pada area di sekitar fasilitas terminal khusus Tangguh LNG, dibuat sedikit penyesuaian pada *grid* agar secara umum sama dengan bagan nautik. Hasil bathimetri yang digunakan pada model terdapat pada **Gambar 5-1** dengan diperbesar pada area fasilitas terminal khusus di **Gambar 5-2**.



**Gambar 5-1** *Grid Model Hidrodinamika dengan Elevasi Dasar untuk Teluk Berau/Teluk Bintuni*



**Gambar 5-2** *Grid Model Hidrodinamika dengan Elevasi Dasar pada Area Sekitar Fasilitas Terminal Khusus Tangguh LNG*

## 5.2 BATASAN DATA

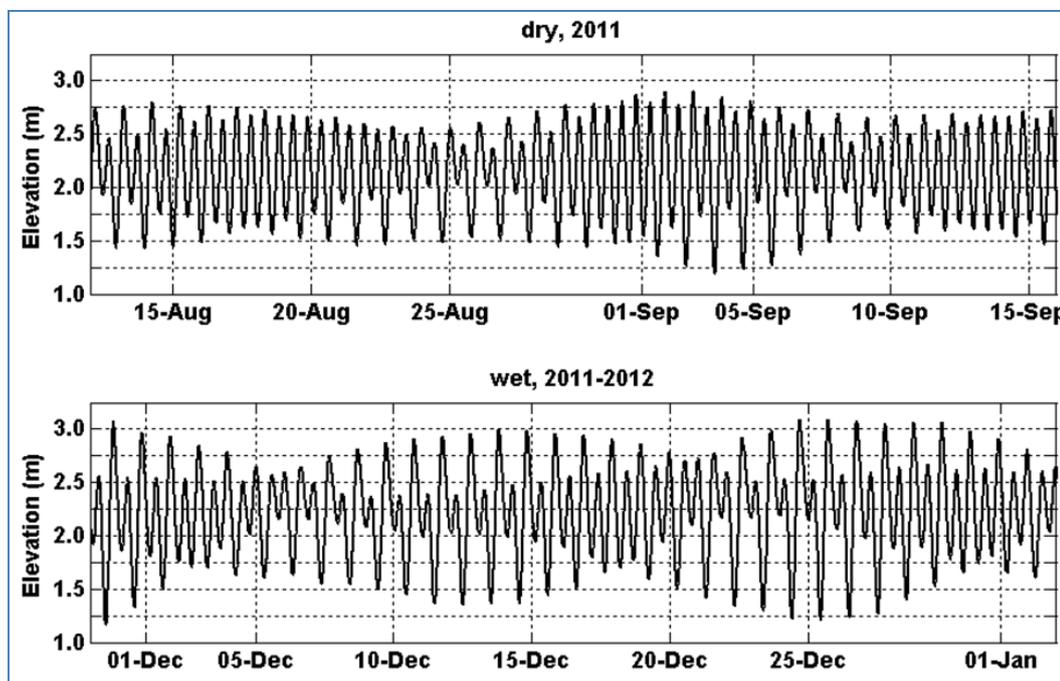
### *Input Model*

Data yang digunakan untuk input model Hidrodinamika adalah: elevasi pasang surut di perbatasan barat (di mana Teluk Berau terbuka terhadap Laut Seram), temperatur dan salinitas di perbatasan barat dan seluruh teluk, serta data meteorologi. Data perbatasan diperlukan untuk simulasi model seluruh periode musim kemarau (2011-08-12 sampai 2011-09-15) dan musim hujan (1-12-2011 to 31-12-2011). Kontribusi air tawar ditambahkan secara konstan selama musim hujan. Sub bagian berikut menjelaskan data input ini secara tersendiri.

### *Elevasi Pasang Surut*

Untuk menjalankan model ini, diperlukan data elevasi pasang surut pada batas sebelah barat dari model dengan Laut Seram. Pengukuran elevasi terkini hanya tersedia di tambatan (*berth*) Tangguh LNG (2,4260° LS, 133,1330° BT). Pengukuran ini diperoleh oleh URS dari 29-07-2011 sampai 05-02-2012. Selain itu, digunakan perkiraan elevasi pasang surut yang diperoleh dari perangkat lunak prediksi pasang surut milik Oregon State University OTPS (*OSU Tidal Prediction Software: <http://volkov.oce.orst.edu/tides/otps.html>*). Perangkat lunak OTPS memiliki kelebihan dalam memberikan perkiraan elevasi pasang surut pada lokasi yang ditentukan pengguna software (*user-defined*) di manapun. Akan tetapi, prediksi OTPS untuk tambatan (*berth*) Tangguh LNG secara kualitatif sangat berbeda dengan

pengamatan yang sesungguhnya, mungkin karena deburan air yang disebabkan oleh angin diurnal atau gelombang Kelvin yang memasuki Laut Seram. Oleh sebab itu, pengukuran pasang surut tambatan (*berth*) digunakan untuk menentukan elevasi di perbatasan barat. Sinyal pasang surut ini disesuaikan amplitudo dan fasenya menggunakan *shift* pada amplitudo dan fase yang diperkirakan OTPS antara tambatan (*berth*) dan perbatasan barat. Data berurutan elevasi yang diterapkan di perbatasan barat ditunjukkan pada **Gambar 5-3**. Elevasi pada laporan ini adalah terkait dengan LAT, yang berada 2,15 meter di bawah rata-rata tinggi muka air laut pada area Tangguh LNG.

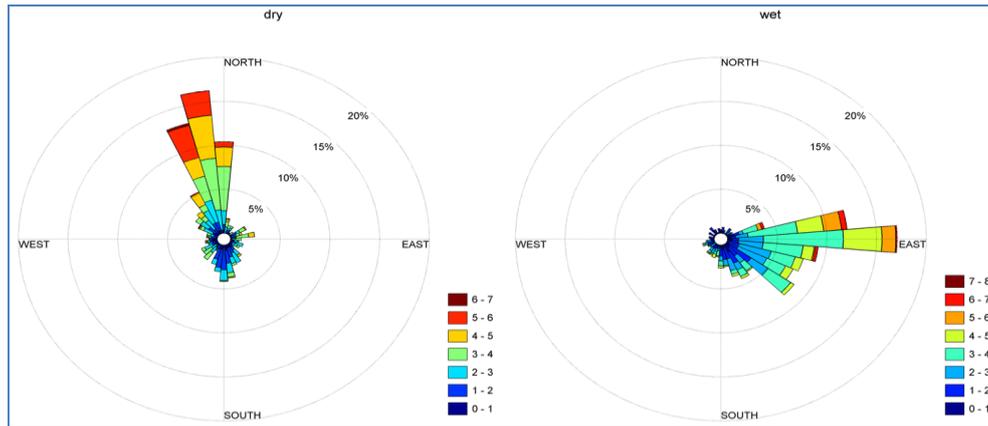


**Gambar 5-3** Elevasi yang Dipengaruhi Pasang Surut Diterapkan pada Model di Perbatasan Barat Selama Periode Musim Kemarau dan Musim Hujan

#### *Properti Meteorologi*

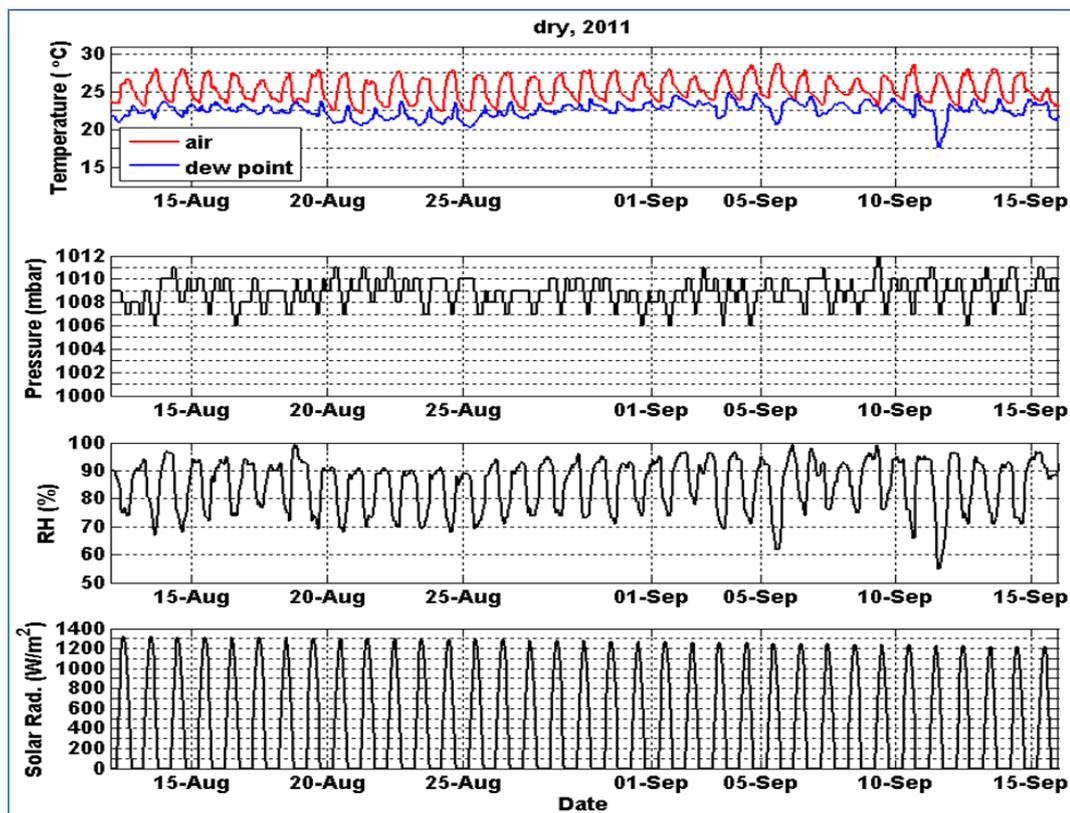
Pengamatan meteorologi dicatat dari bukit di bagian selatan Tanah Merah dan fasilitas Tangguh LNG di  $2,4397^{\circ}$  LS,  $133,1366^{\circ}$  BT (Program Pengumpulan Data Meteorologi, 2000). Posisi pada bukit ini adalah 44 meter di atas muka air laut rata-rata. Pengamatan dilakukan dari *anemometer mast*, dengan 30 meter lebih tinggi di atas barisan pepohonan. Pengamatan kecepatan dan arah angin, temperatur udara kering (*dry-bulb air*) dan temperatur saat terjadi kondensasi (*dew point temperatur*), tekanan udara, kondisi awan (*sky cover*), dan kelembaban relatif tersedia dari periode 01-01-2002 sampai 31-12-2011. Selama periode model musim kemarau angin datang dari utara (paling mungkin dari arah  $350^{\circ}$ ) dan selama periode model musim hujan dari timur (paling mungkin dari arah  $90^{\circ}$ ) seperti terlihat pada **Gambar 5-4**. Karakter meteorologi lainnya berdasarkan waktu yang berurutan (*time series*) diperlihatkan di **Gambar 5-5** untuk periode model musim kemarau dan **Gambar 5-6** untuk periode model musim hujan. Data meteorologi yang digunakan

pada model untuk menghitung tekanan angin permukaan dan perubahan panas dengan atmosfer.

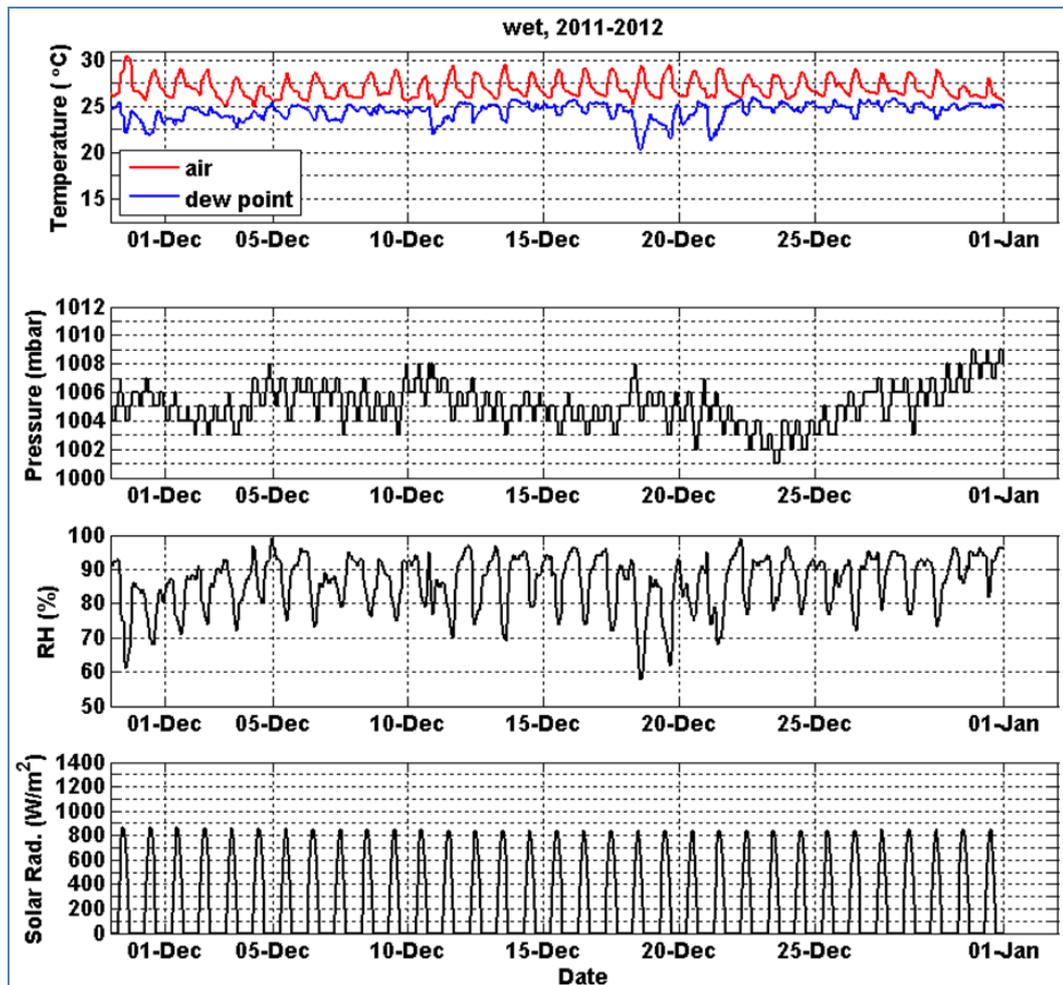


Warna mengindikasikan jangkauan kecepatan angin dalam satuan meter/detik dan angin berhembus dari arah yang ditunjukkan.

**Gambar 5-4** Wind Roses Ditentukan Berdasarkan Pengukuran di Tanah Merah pada tahun 2011 Selama Periode Model Musim Kemarau (kiri) dan Hujan (kanan)



**Gambar 5-5** Temperatur Udara Kering (Dry Bulb Air), Temperatur saat Kondensasi (Dew Point), Tekanan Udara, Kelembaban Relatif, dan Radiasi Matahari di Tanah Merah Selama Periode Model Musim Kemarau



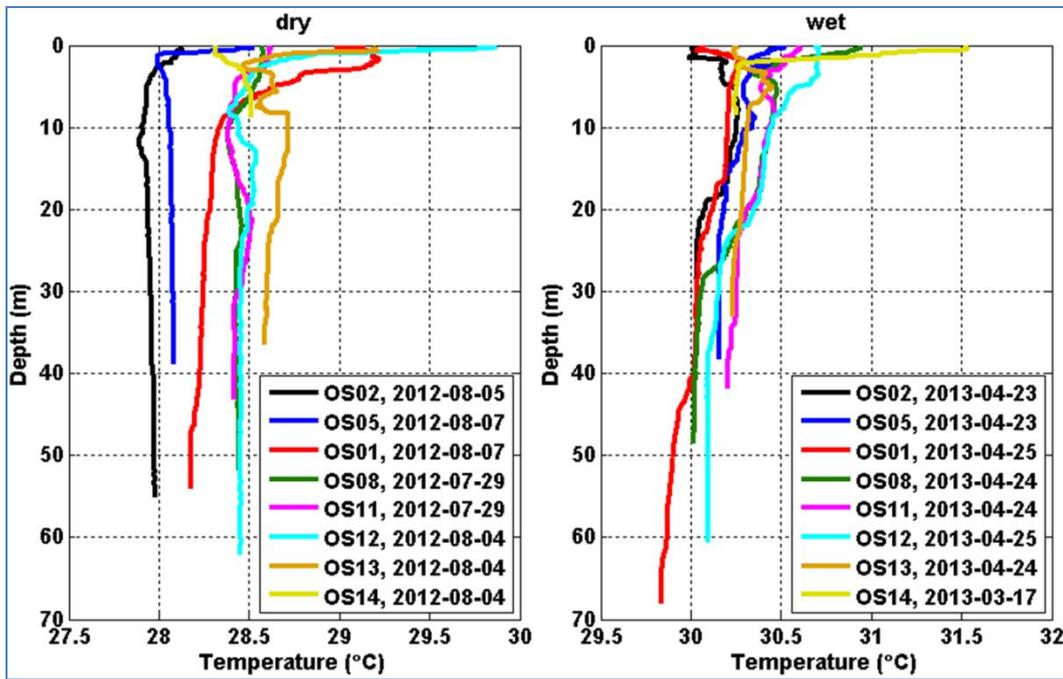
Gambar 5-6 Temperatur Udara Kering, Temperatur saat Kondensasi, Tekanan Udara, Kelembaban Relatif, dan Radiasi Matahari di Tanah Merah Selama Periode Model Musim Hujan

#### Temperatur dan salinitas

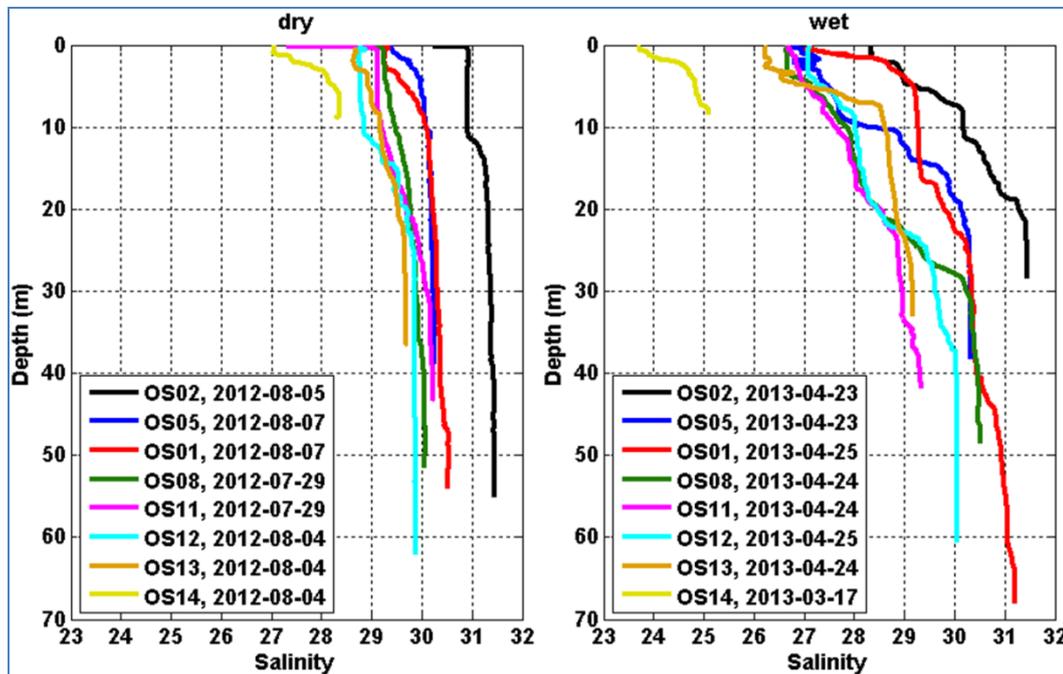
Profil vertikal temperatur dan salinitas dikumpulkan dari 23 stasiun dari 29-07-2012 sampai 27-10-2012 selama musim kemarau dan dari 30 stasiun dari 15-02-2013 sampai 26-04-2013 selama musim hujan. Lokasi stasiun ditunjukkan pada Gambar 5-7. Profil dari stasiun OS02 (2,4121° LS, 132,5451° BT) digunakan untuk menjelaskan seluruh perbatasan barat selama periode simulasi musim kemarau dan hujan (kurva hitam pada Gambar 5-8 dan Gambar 5-9). Pada simulasi musim kemarau, temperatur awal dan salinitas di manapun diatur masing-masing pada 28° C dan 30 ppt. Pada simulasi musim hujan, temperatur awal dimanapun ditetapkan 30° C. Salinitas awal musim hujan diatur menurut posisi barat-timut dalam domain model dengan menggunakan profil salinitas lepas pantai dari stasiun OS02, OS05, OS01, OS08, OS11, OS12, OS13, dan OS14 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5-9.



Gambar 5-7 Lokasi-lokasi Stasiun Profil Vertikal



Gambar 5-8 Profil Temperatur Udara dari Musim Kemarau dan Musim Hujan untuk Delapan Stasiun yang Digunakan untuk Input Model



**Gambar 5-9** Profil Salinitas dari Musim Kemarau dan Hujan untuk Delapan Stasiun yang Digunakan untuk Input Model

#### *Air Tawar*

Seperti yang terlihat pada **Gambar 5-9**, karakteristik stratifikasi salinitas muara sangat jelas pada musim hujan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya aliran masuk air tawar yang berasal dari limpasan sungai dan curah hujan pada musim tersebut. Untuk membuat kembali stratifikasi ini dalam model, aliran air tawar konstan ditambahkan secara seragam pada kedalaman yang paling dangkal 5 m dari model di semua area timur fasilitas Tangguh LNG. Total besarnya debit aliran ini adalah sekitar 2.300 m<sup>3</sup>/detik dan ditentukan oleh perbandingan kualitatif dari profil salinitas yang dimodelkan dan diamati (lihat Bagian 5.4). Untuk perbandingan, total rata-rata aliran tahunan (termasuk musim hujan dan kemarau) dari enam sungai utama yang dijelaskan sebelumnya di Bagian 2 (Deskripsi Area Studi) adalah 1.295 m<sup>3</sup>/detik. Aliran air tawar yang dimodelkan hanya diterapkan pada simulasi musim hujan.

### 5.3 RANCANGAN SKENARIO

Ada dua jenis musim klimatologis yang berbeda di Teluk Berau/Teluk Bintuni yang dilihat dari data iklim umum dan dari observasi kelautan. Iklim di wilayah ini dapat diklasifikasikan menjadi musim hujan dan musim kemarau sebagaimana diperlihatkan dalam catatan hujan secara historis dan profil salinitas dalam Bagian 5.2. Karakteristik Hidrodinamika dalam musim hujan dan kemarau bisa berbeda-beda karena debit aliran air tawar dan profil salinitasnya berbeda. Perbedaan ini menghasilkan stratifikasi musiman dan dapat mengakibatkan pola sirkulasi yang berbeda baik di kedalaman bagian atas dan bagian bawah. Perbedaan dalam sirkulasi dan stratifikasi akan mendesak sebaran (*transport*) berbagai macam konstituen atau polutan dalam lingkungan maritim (kelautan). Untuk mendapatkan

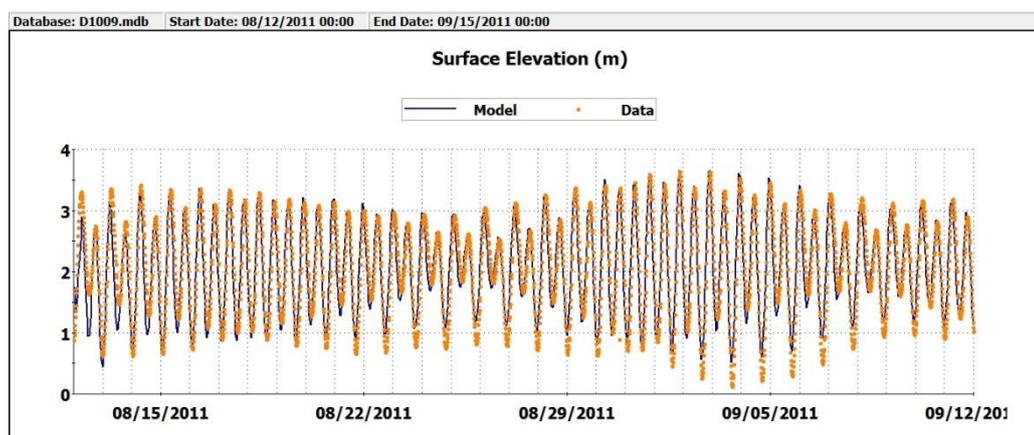
pola dan memberikan prediksi yang akurat untuk berbagai macam buangan, model Hidrodinamika dibuat menjadi dua skenario: skenario musim hujan dan musim kemarau.

Tanggal-tanggal untuk kedua skenario ini dipilih berdasarkan pada ketersediaan dan analisis data historis, yang meliputi data angin, ombak, dan data arus. Tipikal angin untuk periode musim kemarau dan musim hujan diidentifikasi berdasarkan analisis *wind rose* selama sepuluh tahun (2002-2011), yang menunjukkan bahwa arah dominan angin berasal dari utara dan timur. Dengan analisis *wind rose* historis, tahun yang akan disimulasikan dipilih berdasarkan ketersediaan data konfirmasi. Satu-satunya tahun yang memiliki data elevasi, arus, dan meteorologi untuk periode musim kemarau dan musim hujan adalah tahun 2011. Bulan-bulan untuk dua periode tersebut dipilih dengan meninjau kembali analisis *wind rose* hanya untuk tahun 2011. Bulan-bulan yang mempertahankan pola angin dominan dan memiliki data yang paling tersedia, digunakan untuk kedua skenario ini: Agustus (12-08-2011 sampai 15-09-2011) untuk musim kemarau dan Desember (01-12-2011 sampai 31-12-2011) untuk musim hujan.

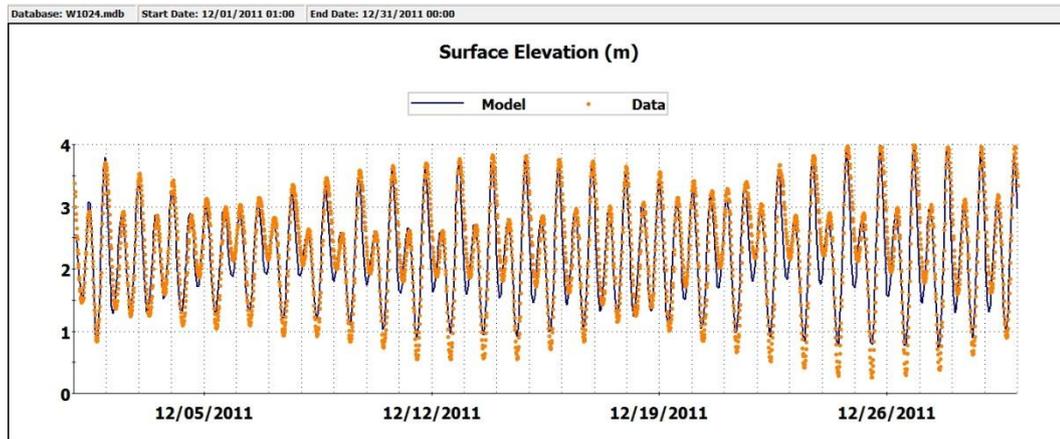
#### 5.4 KONFIRMASI MODEL

##### *Elevasi Permukaan*

Elevasi permukaan yang dihitung dari model untuk skenario musim kemarau dan hujan dibandingkan dengan pengamatan *gauge* pasang-surut pada tambatan Dermaga 1 (**Gambar 3-2**). Konfirmasi elevasi permukaan untuk periode musim kemarau dan hujan diperlihatkan masing-masing pada **Gambar 5-10** dan **Gambar 5-11**. Seperti yang terlihat dari perbandingan tersebut, elevasi permukaan dari model sangat sesuai dengan data. Perbedaan rata-rata antara model dan data adalah 0,009 m untuk musim kemarau dan -0,058 m untuk musim hujan. *Root-mean-square-error (RMSE)* antara model dan data adalah 0,207 m untuk musim kemarau dan 0,255 untuk musim hujan.



**Gambar 5-10 Perbandingan Elevasi Permukaan Air antara Model dan Data untuk Skenario Musim Kemarau**



**Gambar 5-11 Perbandingan Elevasi Permukaan Air antara Model dan Data untuk Skenario Musim Hujan**

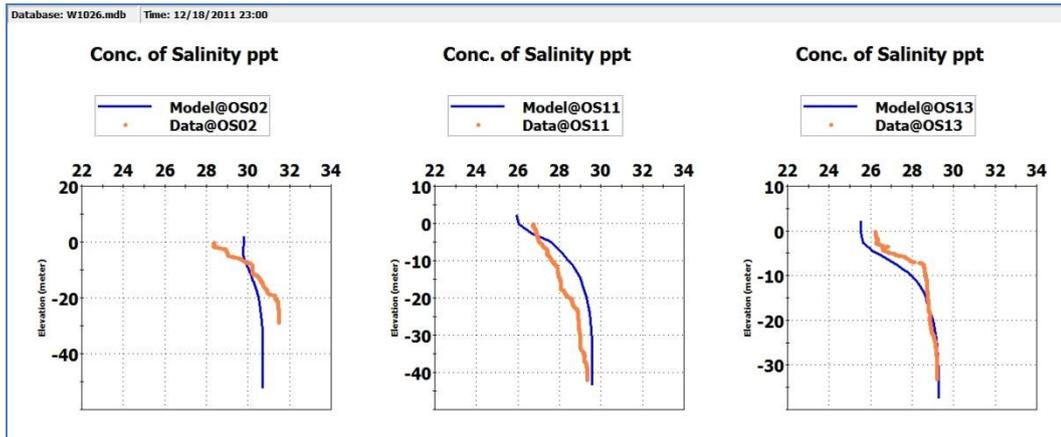
*Statistik saat ini*

Data arus permukaan yang tersedia digunakan untuk mengkonfirmasi arus yang diperkirakan oleh model. Ada satu data set arus yang tersedia, di dekat Dermaga 1, untuk periode simulasi (yang diukur oleh URS). Kecepatan rata-rata arus permukaan pada skenario musim kemarau adalah 34,5 cm/detik yang terhitung pada model dan 51,7 cm/detik yang tampak pada data. Kecepatan arus minimum adalah 0,0 cm/detik untuk model dan data. Arus maksimum yang disimulasikan dalam model adalah 104,3 cm/detik dan pada data adalah 116 cm/detik. Arus di dekat fasilitas kuat dan dinamis. Untuk simulasi periode musim hujan, kecepatan arus yang diperkirakan memiliki jangkauan antara 0,0 cm/detik dan 90,1 cm/detik. Perkiraan kecepatan arus rata-rata yang diperkirakan untuk simulasi periode musim hujan adalah 35,9 cm/detik. Statistik untuk data pada periode yang sama adalah: kecepatan minimum adalah 0,8 cm/detik, kecepatan maksimum adalah 137,3 cm/detik, dan kecepatan rata-rata adalah 57,0 cm/detik. Perbedaan antara data dan model dapat diyakini sebagai akibat dari perbedaan dalam *bathymetry* pada waktu data dihitung dan disurvei untuk model tersebut serta gangguan lokal dari kekuatan dan struktur-struktur dengan skala kecil tidak diperlihatkan pada model. Lebih kecil kecepatan arus yang diperkirakan pada pemodelan menghasilkan dispersi *plume* buangan sedikit lebih kecil sehingga merupakan perkiraan konsentrasi ambien maksimum yang lebih konservatif

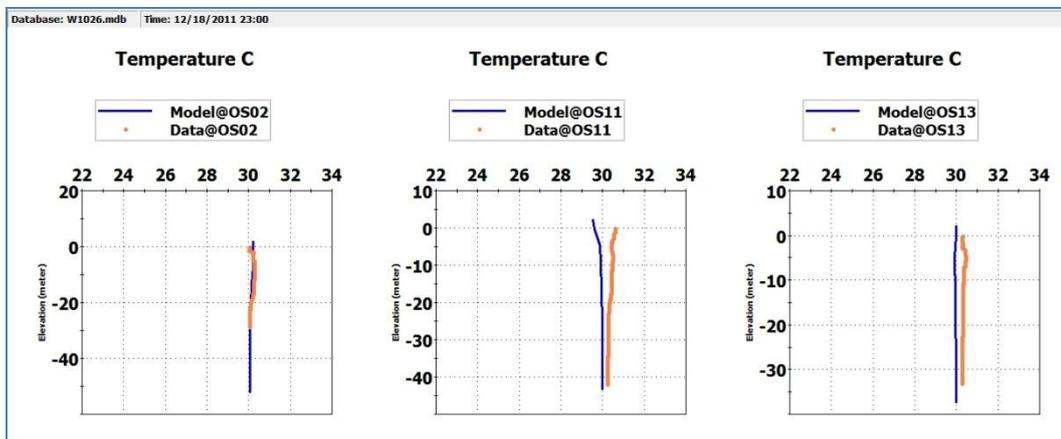
*Profil Temperatur dan Salinitas*

Kondisi awal temperatur dianggap seragam secara vertikal untuk periode musim kemarau dan musim hujan. Salinitas awal pada periode musim kemarau juga dianggap seragam secara vertikal. Akan tetapi, distribusi vertikal salinitas periode musim kemarau awal tidak seragam karena besarnya gradient yang diamati. Air tawar ditambahkan pada model untuk menghasilkan stratifikasi yang teramati. Pengaturan salinitas dan input air tawar membantu model tersebut mencapai stratifikasi yang diperlukan untuk simulasi konstituen. Selain itu, lima hari pertama simulasi dianggap sebagai periode '*spin-up*' model untuk memungkinkan terjadinya

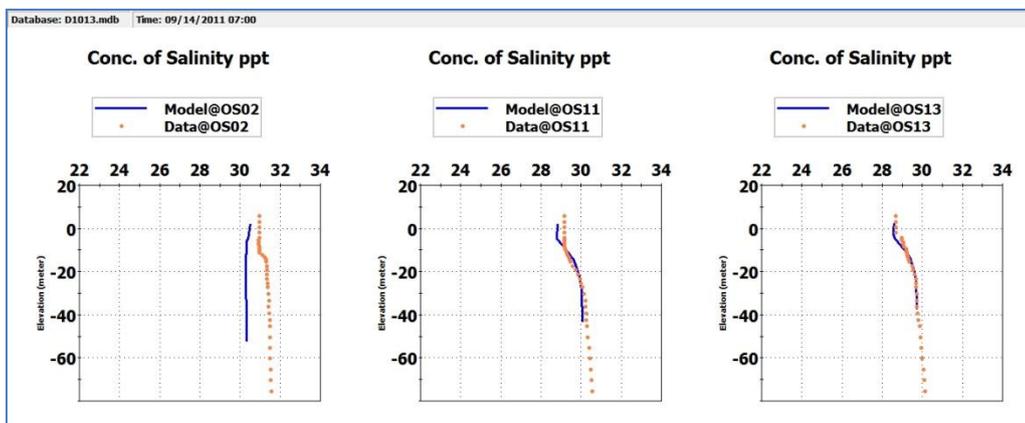
pengembangan stratifikasi. Meskipun data salinitas dikumpulkan pada saat-saat yang tidak termasuk dalam simulasi, **Gambar 5-12.** menunjukkan bahwa model secara kualitatif menangkap dengan baik stratifikasi salinitas dari tiga lokasi yang mewakili (OS02, OS11 dan OS13)



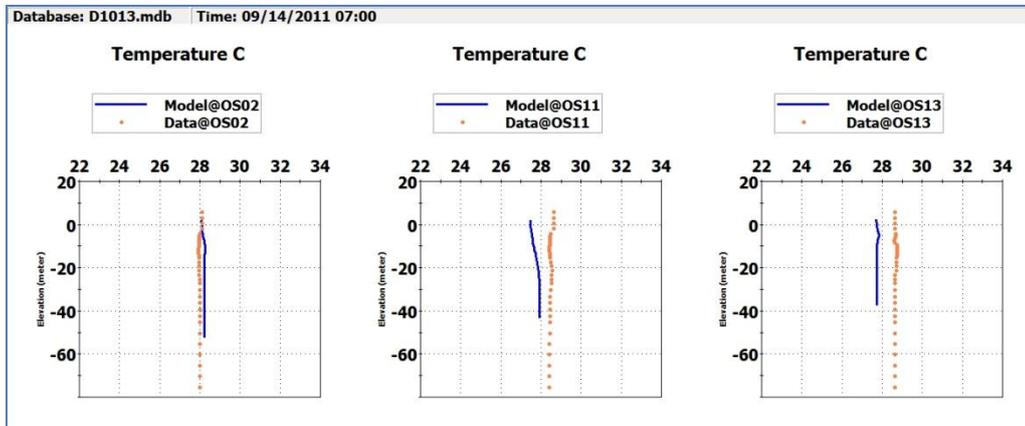
**Gambar 5-12** Konfirmasi Profil Salinitas dengan Data untuk Periode Musim Hujan



**Gambar 5-13** Konfirmasi Profil Temperatur Udara dengan Data dari Periode Musim Hujan



**Gambar 5-14** Konfirmasi Profil Salinitas dengan Data untuk Periode Musim Kemarau



**Gambar 5-15 Konfirmasi Profil Temperatur Udara dengan Data Priode Musim Kemarau**

### 5.5 SUBGRID MODEL GIFT

Output dari pemodelan Hidrodinamika digunakan untuk menghasilkan rangkaian data *bathymetry* yang dipetakan pada *grid* untuk GIFT pengerukan *far-field*, pembuangan material keruk, dan pemodelan serbuk bor. *Grid* yang berbeda-beda dibentuk dari rangkaian data ini untuk setiap pekerjaan pemodelan. Pembahasan *grid* GIFT yang digunakan pada pemodelan serbuk bor terdapat di Bagian 11.2. Pembahasan mengenai pemodelan untuk pengerukan *far-field* terdapat di Bagian 9.3 dan pemodelan GIFT untuk pembuangan material keruk terdapat di Bagian 10.2

## 6 PEMODELAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH CAMPURAN

### 6.1 DESAIN SKENARIO

Pembuangan air limbah dari fasilitas Tangguh LNG mewakili aliran air limbah campuran dari berbagai aktivitas dari fasilitas. Ada dua lokasi pembuangan yang dipertimbangkan: titik pembuangan (*outfall*) saat ini di ujung Dermaga 1 dan titik pembuangan (*outfall*) yang direncanakan di ujung Dermaga 2 (lihat **Gambar 3-2**). Masing-masing titik pembuangan (*outfall*) dipertimbangkan untuk digunakan bergantian; buangan penuh pada titik pembuangan (*outfall*) sedang dipertimbangkan. Untuk simulasi *far-field*, masing-masing titik pembuangan (*outfall*) disimulasikan untuk mewakili kedua kondisi musim kemarau dan musim hujan sebagaimana dijelaskan pada Bagian 5.3. Untuk simulasi *near-field*, setiap titik pembuangan (*outfall*) disimulasikan untuk mewakili dua kondisi pasang surut, pasang naik dan pasang surut.

### 6.2 INFORMASI PEMBUANGAN

Debit buangan diasumsikan sebesar 1.900 m<sup>3</sup>/jam yang mewakili debit total semua aliran limbah yang dibulatkan ke nilai ratusan terdekat. Aliran limbah individu dan besarnya yang membentuk air limbah campuran ini ditunjukkan dalam **Tabel 6-1**. Pembuangan ini dianggap kontinu. Kedalaman pembuangan adalah pada -13 m di bawah LAT pada kedua dermaga. Pada dermaga 1, kedalaman ini mewakili bagian paling bawah dari kolom air karena elevasi dasar adalah -13.5 m LAT. Titik pembuangan (*Outfall*) Dermaga 2 adalah 3 m di atas dasar laut sebagaimana direncanakan bahwa area tambatan (*berth*) akan dikeruk pada -16 m LAT. Diameter pipa titik pembuangan (*outfall*) adalah 20" dengan arah horizontal dan diasumsikan menjauh dari pantai.

**Tabel 6-1 Aliran Limbah Individu dan Debitnya yang Membentuk Buangan Air Limbah Campuran (*comingled discharge*)**

Aliran Limbah	Debit (m <sup>3</sup> /jam)
Kolam Netralisasi ( <i>Neutralization pit</i> )	142
Kolam Buangan Limbah Terkontaminasi Minyak ( <i>Oily pit</i> )	200
Kolam Air Limbah Domestik ( <i>Sewage pit</i> )	37
Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik dengan Beban B ( <i>STP load B</i> )	55
Air Terproduksi ( <i>Produced water</i> )	50
<i>Brine return</i>	1.368
Debit Total	1.851

Pengambilan sampel air limbah komposit yang dilakukan oleh Tangguh LNG pada bulan Desember 2012 dan Maret 2013 adalah dasar untuk asumsi konsentrasi aliran limbah gabungan. Untuk semua parameter (*constituents*) yang dimodelkan (kecuali DO), nilai maksimum yang diamati digunakan. Asumsi ini bersifat konservatif karena mewakili nilai maksimum bukan konsentrasi air limbah rata-rata. Selain itu, parameter-parameter yang diukur di bawah batas deteksi diasumsikan memiliki nilai-nilai sesuai batas deteksi. Berkaitan dengan DO, baku mutu ambien adalah nilai minimum bukan maksimum; digunakan konsentrasi buangan konservatif sebesar 0,0 mg/L. **Tabel 6-2** memberikan ringkasan konsentrasi buangan yang digunakan dan apakah pengenceran (*dilution*) diperlukan untuk memenuhi baku mutu ambien.

Sebagaimana dijelaskan dalam Bagian 4.1 Pendekatan Metodologi Pemodelan, konsentrasi rona awal dengan konsentrasi buangan yang telah dimodelkan digunakan untuk menghitung konsentrasi total ambien. Sebagai bagian dari survei lapangan tahun 2012-2013 yang mengukur profil vertikal temperatur dan salinitas, sampel air dikumpulkan pada lokasi pengambilan sampel yang ditunjukkan dalam **Gambar 5-7** dan dianalisis untuk berbagai parameter. Data dari semua lokasi pengambilan sampel digunakan untuk menghitung konsentrasi rata-rata yang mewakili nilai-nilai rona awal untuk musim kemarau dan musim hujan. Nilai-nilai ini juga ditunjukkan dalam **Tabel 6-2**.

**Tabel 6-2 Asumsi Konsentrasi Buangan Air Limbah Campuran (*comingled discharge*) dan Baku Mutu Ambien**

Parameter	Konsentrasi Buangan yang digunakan dalam pemodelan	Baku Mutu Ambien	Konsentrasi Awal		Diperlukan pengenceran
			Periode Musim Kemarau	Periode Musim Hujan	
TotalAmmonia(mg/LasN)	3,71	0,3	<0,020	<0,020	Yes
Arsenic(mg/L)	0,0064	0,012	0,00098	0,00126	No
BOD5(mg/L)	10	20	2,1	<2,0	No
Cadmium(mg/L)	<0,005	0,001	0,00020	0,00040	Yes
Chromium-VI(mg/L)	<0,05	0,005	<0,0020	<0,0020	Yes
Copper(mg/L)	0,13	0,008	0,0010	0,0011	Yes
DissolvedOxygen(mg/L)	0,0	>5,0	5,55	5,49	Yes
Lead(mg/L)	<0,05	0,008	<0,0010	<0,0010	Yes
Mercury(mg/L)	0,00014	0,001	<0,00005	<0,00005	No
OilandGrease(mg/L)	<1	1	<1,0	<1,0	No
pH	8,57	6,5-8,5	8,06	7,86	Yes
Salinity(ppt)	39,0	34	28,50	25,46	Yes
Sulfide(mg/L)	<0,002	0,01-0,03	<0,0020	<0,0020	No
Temperatur(°C)	34	28-32	29,12	30,67	Yes
TotalPhenol(mg/L)	<0,001	0,002	<0,0010	<0,0010	No
TSS(mg/L)	176	80	27,74	26,63	Yes
Zinc(mg/L)	1,012	0,05-0,1	0,0071	0,0052	Yes

### 6.3 PEMODELAN NEAR-FIELD

The Environmental, Health and Safety (EHS) Guidelines yang diberikan oleh International Finance Corporation (IFC) merekomendasikan kriteria untuk pembuangan ke dalam air laut. Ketentuan untuk peningkatan temperatur maksimum adalah 3 °C pada tepi zona pencampuran (*edge of the mixing zone*) dan diambil dalam melakukan investigasi *plume* untuk panas (*thermal plume*). Tidak adanya definisi zona pencampuran, 100 m dari titik pembuangan digunakan sesuai dengan IFC EHS Guidelines. Ketentuan untuk perubahan salinitas maksimum adalah ±5%, relatif untuk nilai ambien, pada jarak 30 m dari titik pembuangan (BP, 2013).

Kecepatan arus yang diekstrak dari model Hidrodinamika pada Dermaga 1 adalah 0,31 m/detik saat pasang naik dan 0,04 m/detik saat pasang surut. Kecepatan arus yang diekstrak pada Dermaga 2 adalah 0,04 m/detik saat pasang naik dan 0,05 m/detik saat pasang surut. Nilai-nilai ini digunakan dalam permodelan *near-field* untuk mewakili arus ambien.

Temperatur air limbah campuran adalah 34 °C dan salinitasnya adalah 39 ppt. Berdasarkan nilai-nilai ini, berat jenis efluen diperkirakan menjadi 1.023 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan metode *El-Dessouky dan Ettouney (2002)* yang terpasang di CORMIX. Temperatur rata-rata ambien air laut adalah 29 °C dan salinitas air laut adalah 30 ppt. Berdasarkan nilai-nilai ini, berat jenis air laut diperkirakan menjadi 1.018 kg/m<sup>3</sup>.

Jarak arah hilir di mana baku mutu temperatur dan salinitas tercapai sudah ditentukan dan hasil semua skenario dijelaskan dalam Tabel 6-3 dan

Tabel 6-4. Faktor-faktor pengenceran (*dilution factors*) yang sesuai di lokasi-lokasi ini juga dijelaskan didalam **Tabel 6-3** dan

**Tabel 6-4.** Kurva pengenceran untuk pembuangan air limbah campuran dari Dermaga 1 dan 2 pada saat pasang naik dan pasang surut ditampilkan di **Gambar 6-1** sampai dengan **Gambar 6-4**.

**Tabel 6-3** Jarak yang Diperkirakan ke Arah Hilir dari Lokasi Pembuangan dimana Baku Mutu Kualitas Air Tercapai Sesuai Faktor Pengenceran (*dilution factor*) - Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 1

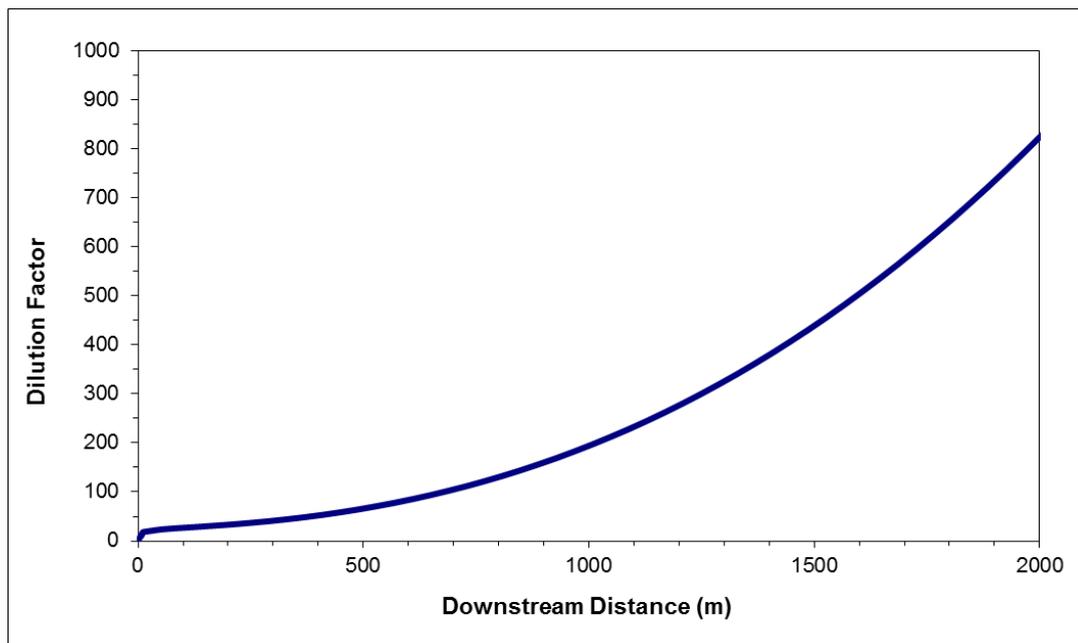
Parameter	Baku Mutu Ambien	Pasang Naik		Pasang Surut	
		Jarak <sup>1</sup> (m)	Faktor Pengenceran	Jarak <sup>1</sup> (m)	Pengenceran
Temperatur	≤3°C pada 100m	0,3	1,7	0,1	1,7
Salinitas	±5% dari salinitas ambien pada 30m	3,4	6,0	1,8	6,0

*Jarak arah hilir dari lokasi buangan di mana kenaikan temperatur mencapai 3°C atau perubahan salinitas mencapai ± 5% dari salinitas ambien.*

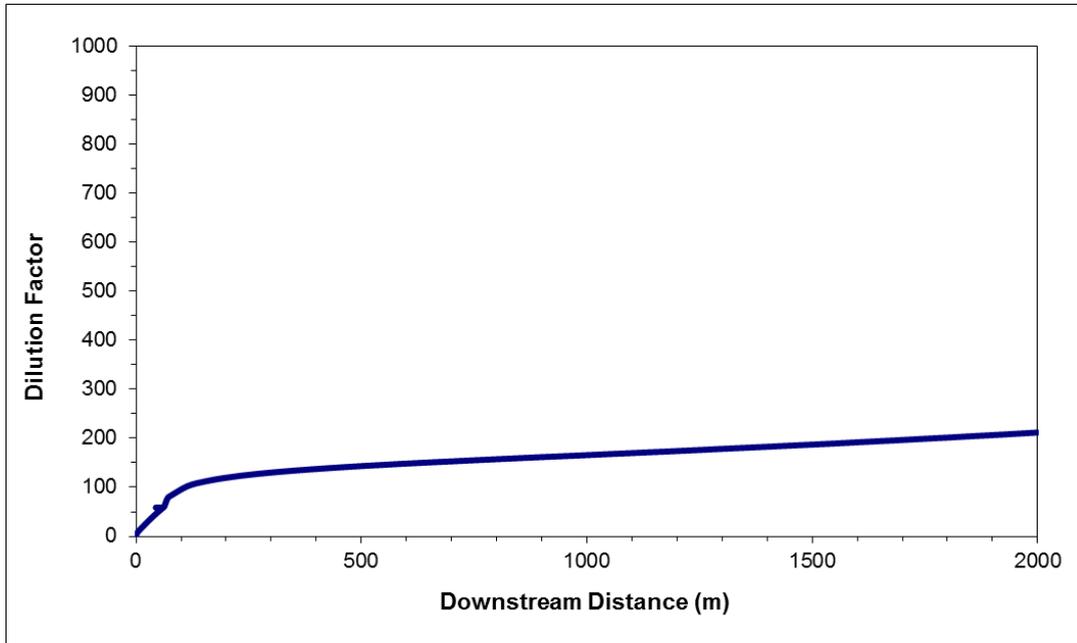
**Tabel 6-4** Jarak yang Diperkirakan ke Arah Hilir dari Lokasi Pembuangan dimana Baku Mutu Kualitas Air Tercapai Sesuai Faktor Pengenceran (*dilution factors*) - Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2

Konstituen	Baku Mutu Ambien	Pasang Naik		Pasang Surut	
		Jarak <sup>1</sup> (m)	Faktor Pengenceran	Jarak <sup>1</sup> (m)	Faktor Pengenceran
Temperatur	≤3°C at100m	2,0	1,7	2,0	1,7
Salinitas	±5% dari salinitas ambien pada 30 m	9,9	6,0	9,8	6,0

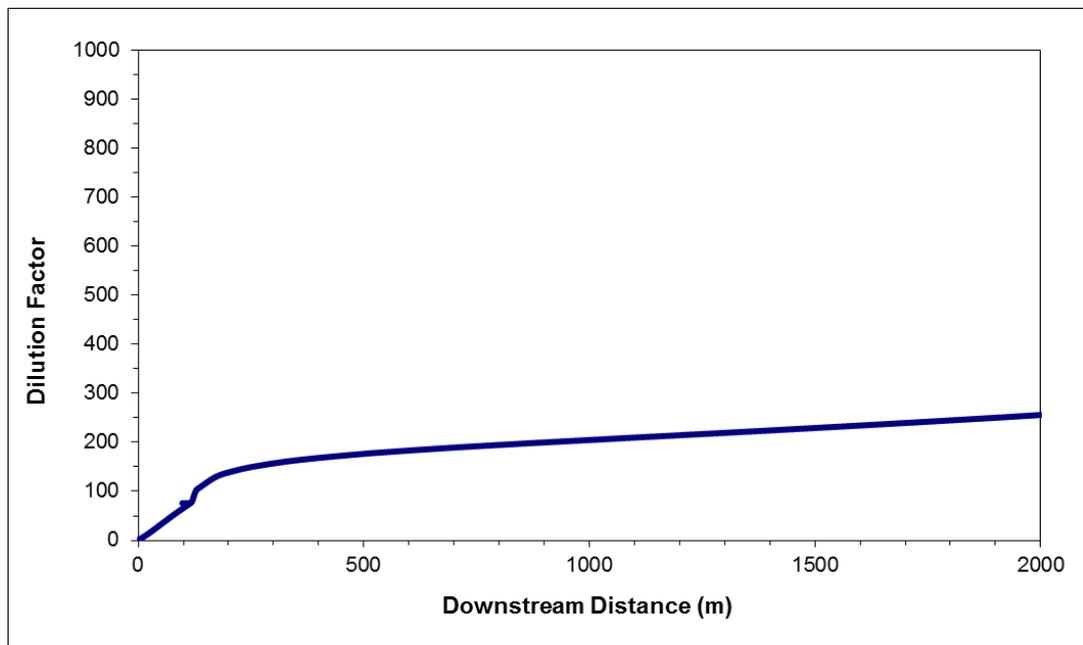
Jarak arah hilir dari lokasi buangan di mana kenaikan temperatur mencapai 3°C atau perubahan salinitas mencapai ± 5% dari salinitas ambien.



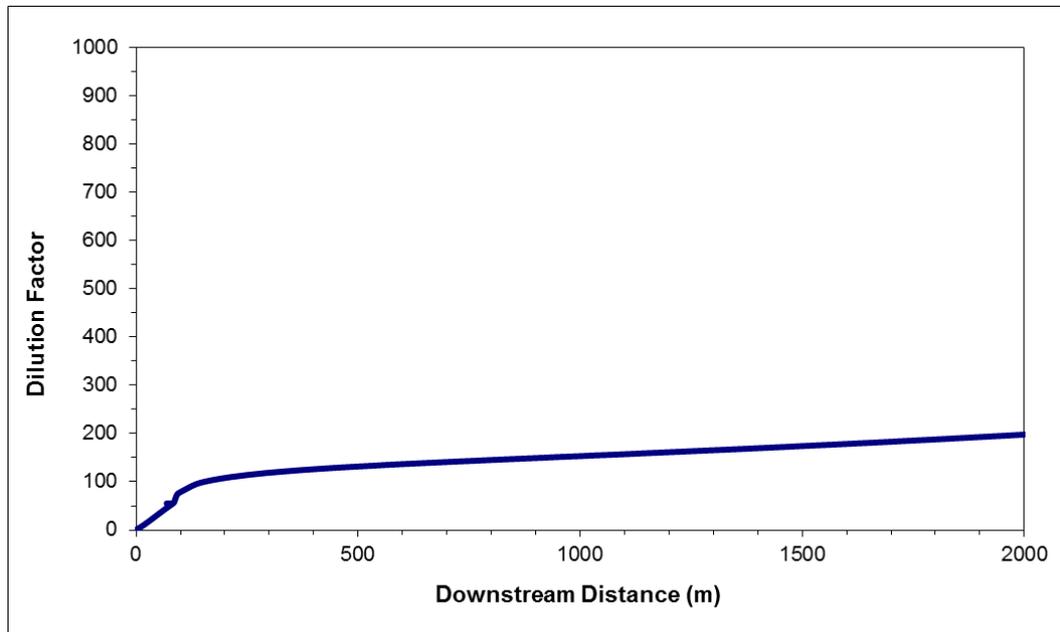
**Gambar 6-1** Faktor Pengenceran (*dilution factor*) dengan Jarak ke Arah Hilir - Buangan Air Limbah Campuran (*Commingled Discharge*) dari Dermaga 1 Pada Saat Pasang Naik



**Gambar 6-2** Faktor Pengenceran (*dilution factor*) dengan Jarak ke Arah Hilir - Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 1 Pada Saat Pasang Surut



**Gambar 6-3** Faktor Pengenceran (*dilution factor*) dengan Jarak ke Arah Hilir - Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2 Pada Saat Pasang Naik



**Gambar 6-4** Faktor Pengenceran (*dilution factor*) dengan Jarak ke Arah Hilir - Buangan Air Limbah Campuran dari Dermaga 2 Pada Saat Pasang Surut

Untuk buangan air limbah campuran dari Dermaga 1, diperkirakan akan mencapai baku mutu temperatur ambien dan salinitas masing-masing pada jarak 0,3 m dan 3,4 m, pada tahap pasang naik dan untuk mencapai baku mutu temperatur ambien dan salinitas masing-masing pada jarak 0,1 m dan 1,8 m, pada periode pasang surut. Berat jenis air limbah campuran lebih besar dari ambien air laut. Pada periode pasang surut dengan kecepatan arus kecil (0,04 m/detik), CORMIX menganggap *plume* melekat di dasar setelah pembuangan, dan pemodelan *near-field* tidak stabil dengan asumsi bahwa *plume* bercampur di atas seluruh kedalaman lapisan (*full layer depth*). Tetapi, pada periode pasang naik dengan kecepatan arus yang lebih besar (0,31 m/detik), *plume* bergerak melawan arus ambien yang kuat menghasilkan pengenceran (*dilution*) yang lebih rendah di dekat area titik pembuangan (*outfall*). Oleh karenanya, dalam jarak dekat, faktor pengenceran (*dilution factor*) lebih besar pada periode pasang surut daripada periode pasang naik. Tetapi, karena *plume* bergerak bersamaan dengan arus ambien, pengenceran (*dilution*) meningkat dan arus ambien mendominasi pencampuran *plume*. Fenomena ini menghasilkan pengenceran (*dilution*) yang lebih besar ketika arus ambien lebih tinggi (pasang naik) berlawanan ketika arus ambien lebih rendah (pasang surut).

Untuk buangan air limbah campuran dari Dermaga 2, baku mutu temperatur ambien dan salinitas dapat dicapai pada jarak masing-masing 2,0 m dan 9,9 m pada periode pasang naik. Pada periode pasang surut diperkirakan baku mutu temperatur ambien dan salinitas dapat dicapai pada jarak masing-masing 2,0 m dan 9,8 m. Kurva pengenceran (*dilution curve*) untuk buangan air limbah campuran dari Dermaga 2 diamati serupa pada periode pasang naik dan pasang surut.

Kecepatan arus pada Dermaga 2 (baik pada saat pasang naik dan pasang surut) tidak jauh dengan buangan saat pasang surut dari Dermaga 1. Oleh karenanya, kurva pengenceran (*dilution curve*) pada ketiga kondisi ini adalah serupa.

Pada semua skenario untuk buangan gabungan, temperatur dan salinitas diperkirakan mengikuti baku mutu kualitas air.

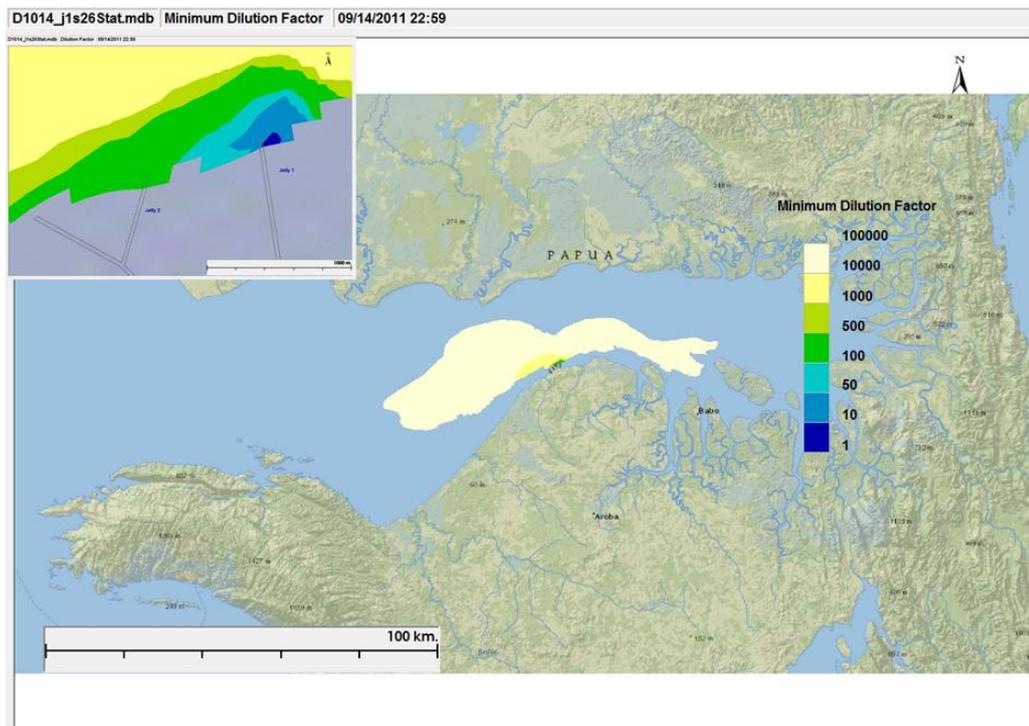
Pengujian sensitivitas telah direncanakan untuk mengevaluasi apakah pilihan kedalaman pembuangan saat ini adalah yang paling optimal untuk pencampuran *plume*. Kasus yang paling buruk, pembuangan air limbah campuran dari Dermaga 2 pada saat pasang naik, dipilih untuk pengujian sensitivitas sebagai kasus yang paling buruk karena memenuhi kedua baku mutu ambien pada aliran hilir jarak terjauh. Tetapi, model CORMIX tidak memungkinkan pemilihan kedalaman antara -13 m dan -6 m (relatif terhadap LAT), karena ketinggian titik pembuangan di atas dasar laut yang diperlukan adalah antara 1/3 - 2/3 dari kedalaman air ambien setempat. Ini adalah kriteria internal penerapan CORMIX 1. Oleh karenanya, pengujian sensitivitas hanya ditujukan dalam permodelan *far-field*.

#### 6.4 PERMODELAN FAR-FIELD

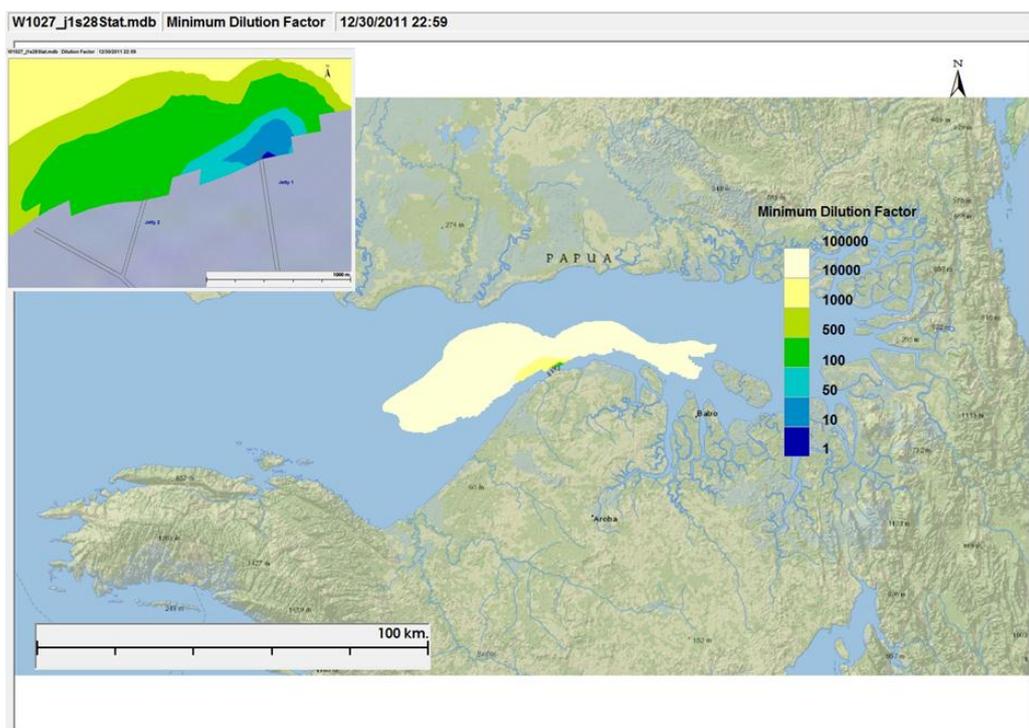
Bagian berikut menyampaikan temuan-temuan dari pemodelan *far-field* atas pembuangan air limbah campuran (*comingled wastewater*) pada fasilitas terminal khusus Tangguh LNG. Semua konsentrasi maksimum terjadi pada lokasi dan kedalaman dari pembuangan. Harus dicatat bahwa konsentrasi pada pemodelan *far-field* adalah konsentrasi rata-rata atas setiap sel dalam *grid* model. Sel-sel dalam *grid* di area fasilitas terminal khusus adalah berukuran sekitar 100 m, dengan demikian konsentrasi pada sumber sebetulnya mewakili konsentrasi rata-rata selama awal 50 m. Untuk konsentrasi 50 m lebih dekat dari lokasi pembuangan, hasil model *near-field* seharusnya digunakan.

Gambar 6-5 dan **Gambar 6-6**, menunjukkan nilai minimum faktor pengenceran (*dilution factor*) selama seluruh periode yang disimulasikan untuk pembuangan air limbah campuran (*comingled wastewater*) pada dermaga 1 di musim kemarau dan musim hujan. Pengenceran terendah terjadi pada lokasi pembuangan (*Outfalls*) - buangan air limbah diencerkan oleh faktor 4,6 dan 5,7 untuk masing-masing musim kemarau dan musim hujan. Konsentrasi parameter maksimum yang dihasilkan termasuk konsentrasi awal ditunjukkan dalam

**Tabel 6-5** dan **Tabel 6-6**. Konsentrasi maksimum ini diberikan untuk jangkauan jarak dari titik pembuangan (*Outfall*): 50 m (yang mewakili lokasi sel *grid* dari *outfall*), 100 m, dan 500 m. Konsentrasi ini dipilih berdasarkan konsentrasi tertinggi pada setiap radius di sekitar titik pembuangan (*outfall*).

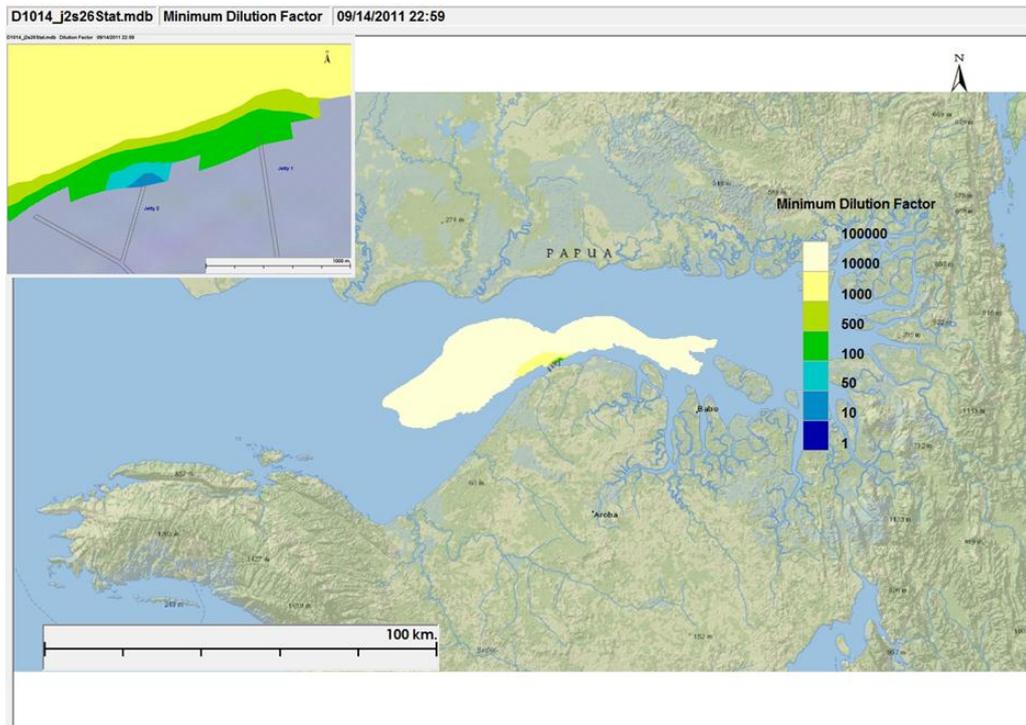


**Gambar 6-5** Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 1 pada Musim Kemarau

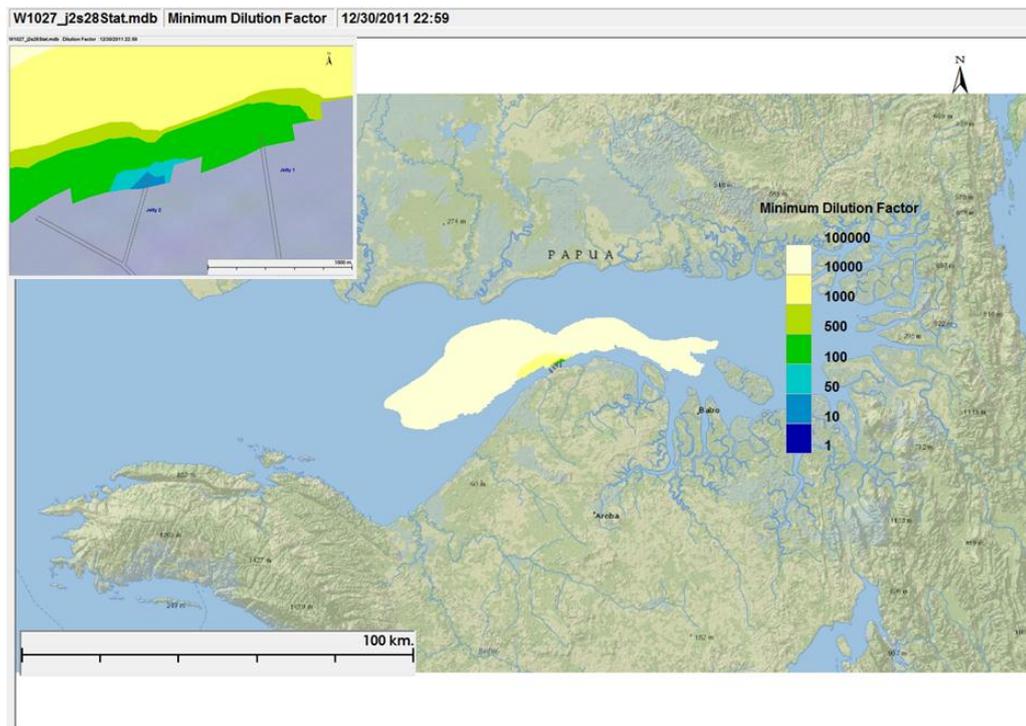


**Gambar 6-6** Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 1 pada Musim Hujan

Gambar 6-7 dan **Gambar 6-8** menunjukkan faktor pengenceran minimum untuk pembuangan air limbah campuran di dermaga 2 pada masing-masing musim kemarau dan hujan. Sebagaimana dalam simulasi pada dermaga 1, pengenceran terendah terjadi di lokasi pembuangan (*outfall*) - buangan air limbah diencerkan oleh faktor pengenceran 10,4 dan 10,2 untuk masing-masing musim kemarau dan hujan. Pembuangan di dermaga 2 menghasilkan pengenceran yang lebih besar dan konsentrasi lebih rendah dibandingkan di dermaga 1 terutama karena dispersi lebih besar yang terjadi dari hasil pembuangan pada 3 m di atas dasar laut. Konsentrasi parameter maksimum yang dihasilkan termasuk konsentrasi awal ditampilkan di Tabel 6-7 dan **Tabel 6-8**.



**Gambar 6-7** Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 2 pada Musim Kemarau



**Gambar 6-8** Plot Kontur untuk Faktor Pengenceran Minimum dari Buangan Air Limbah Campuran di Dermaga 2 pada Musim Hujan

**Tabel 6-5** Konsentrasi Ambien Maksimum pada Musim Kemarau yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 1

Parameter	Baku Mutu Ambien	Konsentrasi Maksimum Parameter			
		Jarak dari lokasi buangan ( <i>Outfall</i> )			
		50 m	100 m	500 m	Kondisi Rona Awal
Total Ammonia (mg/L as N)	0,30	<b>0,82</b>	<b>0,59</b>	0,08	<0,02
Arsenic (mg/L)	0,0120	0,0022	0,0018	0,0011	0,0010
BOD5 (mg/L)	20,0	3,8	3,3	2,2	2,1
Cadmium (mg/L)	0,0010	<b>0,0012</b>	0,0009	0,0003	0,0002
Chromium-VI (mg/L)	0,005	<b>0,012</b>	<b>0,009</b>	0,003	<0,002
Copper (mg/L)	0,008	<b>0,029</b>	<b>0,021</b>	0,003	0,001
Dissolved Oxygen (mg/L)	>5,00	<b>4,34</b>	<b>4,70</b>	5,46	5,55
Lead (mg/L)	0,008	<b>0,012</b>	<b>0,009</b>	0,002	<0,001
Mercury (mg/L)	0,00100	0,00007	0,00006	0,00005	<0,00005
Oil and Grease (mg/L)	1,0	1,0	1,0	1,0	<1,0
pH	6,5-8,5	8,13	8,11	8,07	8,06
Salinity (ppt)	34,0	30,8	30,1	28,7	28,5
Sulfide (mg/L)	0,010	0,002	0,002	0,002	<0,002
Temperatur (°C)	32,0	30,2	29,9	29,2	29,1
Total Phenol (mg/L)	0,002	0,001	0,001	0,001	<0,001
TSS (mg/L)	80,0	60,0	50,5	30,2	27,7
Zinc (mg/L)	0,050	<b>0,226</b>	<b>0,162</b>	0,024	0,007

**Tabel 6-6 Konsentrasi Ambien Maksimum pada Musim Hujan yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 1**

Constituent	Ambient Standard	Maximum Constituent Concentration			
		Distance from Outfall			
		50 m	100 m	500 m	Baseline
Total Ammonia (mg/L as N)	0,30	<b>0,67</b>	<b>0,37</b>	0,08	<0,02
Arsenic (mg/L)	0,0120	0,0022	0,0018	0,0013	0,0013
BOD5 (mg/L)	20,0	3,4	2,8	2,1	<2,0
Cadmium (mg/L)	0,0010	<b>0,0012</b>	0,0008	0,0005	0,0004
Chromium-VI (mg/L)	0,005	<b>0,010</b>	<b>0,007</b>	0,003	<0,002
Copper (mg/L)	0,008	<b>0,024</b>	<b>0,013</b>	0,003	0,001
Dissolved Oxygen (mg/L)	>5,00	<b>4,53</b>	<b>4,97</b>	5,41	5,49
Lead (mg/L)	0,008	<b>0,010</b>	0,006	0,002	<0,001
Mercury (mg/L)	0,00100	0,00007	0,00006	0,00005	<0,00005
Oil and Grease (mg/L)	1,0	1,0	1,0	1,0	<1,0
pH	6,5-8,5	7,93	7,90	7,87	7,86
Salinity (ppt)	34,0	27,8	26,8	25,7	25,5
Sulfide (mg/L)	0,010	0,002	0,002	0,002	<0,002
Temperatur (°C)	32,0	31,3	31,0	30,7	30,7
Total Phenol (mg/L)	0,002	0,001	0,001	0,001	<0,001
TSS (mg/L)	80,0	52,8	40,9	28,9	26,6
Zinc (mg/L)	0,050	<b>0,182</b>	<b>0,101</b>	0,020	0,005

**Tabel 6-7 Konsentrasi Maksimum Ambien Musim Kemarau yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 2**

Constituent	Ambient Standard	Maximum Constituent Concentration			
		Distance from Outfall			
		50 m	100 m	500 m	Baseline
Total Ammonia (mg/L as N)	0,30	<b>0,37</b>	0,14	0,06	<0,02
Arsenic (mg/L)	0,0120	0,0015	0,0012	0,0010	0,0010
BOD5 (mg/L)	20,0	2,8	2,4	2,2	2,1
Cadmium (mg/L)	0,0010	0,0007	0,0004	0,0002	0,0002
Chromium-VI (mg/L)	0,005	<b>0,007</b>	0,004	0,003	<0,002
Copper (mg/L)	0,008	<b>0,013</b>	0,005	0,002	0,001
Dissolved Oxygen (mg/L)	<5,00	5,02	5,37	5,49	5,55
Lead (mg/L)	0,008	0,006	0,003	0,002	<0,001
Mercury (mg/L)	0,00100	0,00006	0,00005	0,00005	<0,00005
Oil and Grease (mg/L)	1,0	1,0	1,0	1,0	<1,0
pH	6,5-8,5	8,09	8,07	8,06	8,06
Salinity (ppt)	34,0	29,5	28,9	28,6	28,5
Sulfide (mg/L)	0,010	0,002	0,002	0,002	<0,002
Temperatur (°C)	32,0	29,6	29,3	29,2	29,1

Constituent	Ambient Standard	Maximum Constituent Concentration			
		Distance from Outfall			
		50 m	100 m	500 m	Baseline
Total Phenol (mg/L)	0,002	0,001	0,001	0,001	<0,001
TSS (mg/L)	80,0	42,0	32,7	29,3	27,7
Zinc (mg/L)	0,050	<b>0,104</b>	0,041	0,018	0,007

**Tabel 6-8 Konsentrasi Maksimum Ambien Musim Hujan yang Dipredikasi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran untuk Dermaga 2**

Constituent	Ambient Standard	Maximum Constituent Concentration			
		Distance from Outfall			
		50 m	100 m	500 m	Baseline
Total Ammonia (mg/L as N)	0,30	<b>0,38</b>	0,17	0,05	<0,02
Arsenic (mg/L)	0,0120	0,0018	0,0015	0,0013	0,0013
BOD5 (mg/L)	20,0	2,8	2,3	2,1	<2,0
Cadmium (mg/L)	0,0010	0,0009	0,0006	0,0004	0,0004
Chromium-VI (mg/L)	0,005	<b>0,007</b>	0,004	0,002	<0,002
Copper (mg/L)	0,008	<b>0,014</b>	0,006	0,002	0,001
Dissolved Oxygen (mg/L)	<5,00	<b>4,95</b>	5,26	5,44	5,49
Lead (mg/L)	0,008	0,006	0,003	0,001	<0,001
Mercury (mg/L)	0,00100	0,00006	0,00005	0,00005	<0,00005
Oil and Grease (mg/L)	1,0	1,0	1,0	1,0	<1,0
pH	6,5-8,5	7,90	7,88	7,87	7,86
Salinity (ppt)	34,0	26,8	26,0	25,6	25,5
Sulfide (mg/L)	0,010	0,002	0,002	0,002	<0,002
Temperatur (°C)	32,0	31,0	30,8	30,7	30,7
Total Phenol (mg/L)	0,002	0,001	0,001	0,001	<0,001
TSS (mg/L)	80,0	41,3	32,8	28,0	26,6
Zinc (mg/L)	0,050	<b>0,104</b>	0,047	0,014	0,005

Inspeksi hasil model menunjukkan bahwa kondisi musim kemarau atau musim hujan memiliki efek sangat kecil pada pengenceran. Berkaitan dengan lokasi pembuangan, pembuangan di dermaga 2 jauh lebih baik dengan sekitar dua kali pengenceran. Konsentrasi menurun dengan jarak dari lokasi pembuangan (*Outfall*) sebagaimana diharapkan. Efek terhadap lokasi pembuangan (*outfall*) menurun dari besaran sekitar 50 m sampai dengan 500 m.

Dapat dilihat bahwa dari sedikit parameter, khususnya logam berat, memiliki potensi melebihi baku mutu kualitas air. Akan tetapi, beberapa yang berpotensi melebihi baku mutu tersebut adalah sebagai akibat dari batas deteksi tinggi (*high detection limit*) dari pengambilan sampel aliran limbah. Untuk kadmium, chromium dan timbal, aliran limbah dilaporkan memiliki konsentrasi lebih rendah daripada batas deteksi terkait, akan tetapi batas deteksi tersebut adalah 5-10 kali lebih tinggi dari baku mutu terkait. Selain itu, perkiraan-perkiraan adalah konservatif untuk

alasan lain seperti yang ditunjukkan sebelumnya. Penggunaan konsentrasi buangan maksimum yang diukur memberikan satu tingkat konservatisme. Dengan menggunakan konsentrasi buangan dengan nilai tengah (median) seperti terlihat pada **Tabel 6-9** dan mengabaikan logam yang memiliki batas deteksi yang sangat tinggi menunjukkan bahwa hanya ammonia dan DO berpotensi melebihi baku mutu. Konsentrasi rona awal DO hanya 0,5 mg/L di atas baku mutu, dengan demikian hanya sedikit penurunan dalam DO buangan dapat mengakibatkan melebihi baku mutu. Asumsi sebesar 0,0 mg/L DO pada aliran limbah mungkin terlalu konservatif. Berdasarkan pemodelan pengenceran/sebaran, nilai DO buangan sebesar 3,0 mg/L atau lebih besar cukup memenuhi baku mutu.

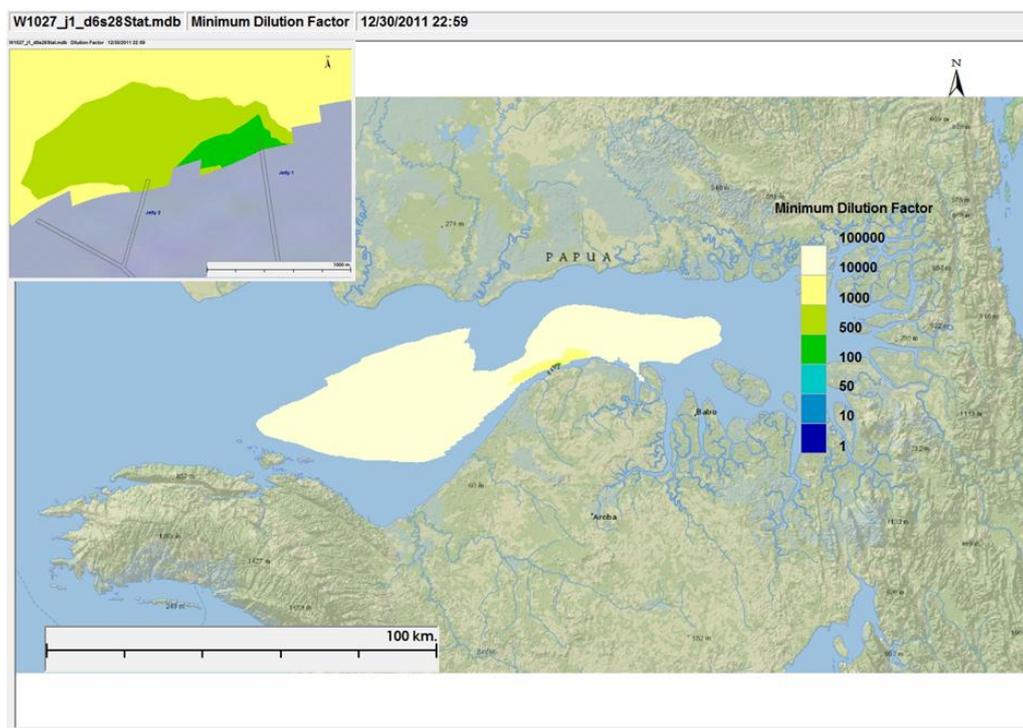
**Tabel 6-9 Konsentrasi Maksimum Ambien yang Diprediksi dari Hasil Buangan Air Limbah Campuran dengan Menggunakan Nilai Median Konsentrasi Buangan**

Parameter	Baku Mutu Ambien	Konsentrasi Maksimum Parameter			
		Dermaga Dermaga 1		Dermaga Dermaga 2	
		Musim Kemarau	Musim Hujan	Musim Kemarau	Musim Hujan
Total Ammonia (mg/L as N)	0,30	<b>0,31</b>	0,25	0,15	0,15
Arsenic (mg/L)	0,0120	0,0016	0,0017	0,0012	0,0015
BOD5 (mg/L)	20,0	2,1	2,0	2,1	2,0
Cadmium (mg/L)	0,0010	<b>0,0012</b>	<b>0,0012</b>	0,0007	0,0009
Chromium-VI (mg/L)	0,005	<b>0,012</b>	<b>0,010</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>
Copper (mg/L)	0,008	0,005	0,004	0,003	0,003
Dissolved Oxygen (mg/L)	>5,00	<b>4,34</b>	<b>4,59</b>	5,02	<b>4,95</b>
Lead (mg/L)	0,008	<b>0,012</b>	<b>0,0106</b>	0,006	0,006
Mercury (mg/L)	0,00100	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Oil and Grease (mg/L)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
pH	6,5-8,5	8,1	7,9	8,1	7,9
Salinity (ppt)	34,0	29,3	26,6	28,8	26,1
Sulfide (mg/L)	0,010	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatur (°C)	32,0	29,3	30,6	29,2	30,6
Total Phenol (mg/L)	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
TSS (mg/L)	80,0	35,6	33,2	31,2	30,3
Zinc (mg/L)	0,050	0,017	0,013	0,011	0,010

#### *Sensitivitas Kedalaman*

Kondisi pembuangan yang mewakili skenario 'terburuk', yakni kondisi yang menghasilkan pengenceran yang paling sedikit, adalah pada pembuangan Dermaga 1 selama musim kemarau. Sensitivitas terhadap kedalaman dilakukan untuk skenario ini dengan mensimulasikan pembuangan pada -6 m LAT. **Gambar 6-9** memperlihatkan faktor pengenceran minimum untuk pembuangan air limbah campuran di Dermaga 1 pada -6 m LAT saat musim kemarau. Sebagaimana sebelumnya, pengenceran terendah terjadi seketika dekat lokasi pembuangan (*Outfall*). Di lokasi ini, buangan diencerkan dengan faktor 21,3. Buangan ini

mewakili perbaikan signifikan dalam efek buangan air limbah campuran. Hasil ini dikarenakan penyebaran *plume* yang lebih besar hasil dari pembuangan di kedalaman menengah (*mid-depth*) di atas dasar laut. Konsentrasi parameter maksimum yang dihasilkan, termasuk konsentrasi rona awal diperlihatkan pada **Tabel 6-10**. Seperti yang dapat dilihat, tidak ada parameter yang diprediksi melebihi baku mutu ambien.



**Gambar 6-9** Plot Kontur dari Sensitivitas Faktor Pengenceran Minimum Pembuangan Air Limbah Campuran pada Dermaga 1 (Pembuangan di Kedalaman -6 m LAT)

**Tabel 6-10** Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat dari Sensitivitas Kedalaman Buangan Air Limbah Campuran pada Dermaga 1

Parameter	Baku Mutu Ambien	Konsentrasi Maksimum Parameter	
		Kedalaman Pembuangan -13mLAT	Kedalaman Pembuangan -6mLAT
TotalAmmonia(mg/LasN)	0,30	0,82	0,19
Arsenic(mg/L)	0,0120	0,0022	0,0012
BOD5(mg/L)	20,0	3,8	2,5
Cadmium(mg/L)	0,0010	0,0012	0,0004
Chromium-VI(mg/L)	0,005	0,012	0,004
Copper(mg/L)	0,008	0,029	0,007
DissolvedOxygen(mg/L)	>5,00	4,34	5,29
Lead(mg/L)	0,008	0,012	0,003
Mercury(mg/L)	0,00100	0,00007	0,00005
OilandGrease(mg/L)	1,0	1,0	1,0
pH	6,5-8,5	8,13	8,07

Parameter	Baku Mutu Ambien	Konsentrasi Maksimum Parameter	
		Kedalaman Pembuangan -13mLAT	Kedalaman Pembuangan -6mLAT
Salinity(ppt)	34,0	30,8	28,7
Sulfide(mg/L)	0,010	0,002	0,002
Temperatur(°C)	32,0	30,2	29,2
TotalPhenol(mg/L)	0,002	0,001	0,001
TSS(mg/L)	80,0	60,0	29,4
Zinc(mg/L)	0,050	<b>0,226</b>	0,009

## 6.5 KESIMPULAN

Hasil dari pemodelan *far-field* menunjukkan bahwa pembuangan air limbah campuran (*comingled wastewater*) dari kegiatan Proyek Pengembangan Tangguh LNG berpotensi melebihi baku mutu kualitas air ambien untuk beberapa parameter. Pada jarak 100 m dari lokasi pembuangan (*outfall*), parameter-parameter ammonia, kromium, tembaga, DO, timbal dan seng mungkin dapat melebihi baku mutu. Namun demikian, untuk parameter kromium, tembaga dan timbal, prediksi ini terutama merupakan sebuah *artefact* dari sifat pada data sampel aliran limbah. Sementara itu konsentrasinya ammonia, DO, dan seng diperkirakan sangat konservatif dikarenakan asumsi yang dibuat berkaitan dengan konsentrasi buangan dan dianggap tidak ada kehilangan selama proses (*no loss process*), mungkin sebaiknya berhati-hati untuk menggunakan beberapa tindakan sederhana yang dapat mengurangi dampak. Konsentrasi lebih rendah dapat dicapai dengan penggunaan Dermaga 2 sebagai lokasi pembuangan (*Outfall*). Penambahan dalam penurunan konsentrasi juga dapat dicapai dengan pembuangan ke kedalaman tengah (*mid depth*) dalam kolom air agar memungkinkan dispersi yang lebih luas. Untuk alasan yang sama, diharapkan (meskipun tidak dilakukan pemodelan dalam studi ini), penempatan lokasi pembuangan (*outfall*) jauh dari dermaga yang menuju laut juga akan meningkatkan dispersi dan mengurangi dampak.

Pembuangan air limbah dari kegiatan uji tes tekan (*hydrottest*) merupakan hasil dari pembilasan (*Flushing*) perpipaan dengan air tawar yang diolah dengan *biocide*, *oxygen scavenger*, dan *flourescein tracer*. Pembilasan dilakukan dengan mengisi penuh jalur pipa dengan air yang telah diolah tersebut dan kemudian melakukan 'pigging' pada jalur pipa tersebut.

### 7.1 RANCANGAN SKENARIO

Ada empat lokasi lepas pantai yang dipertimbangkan untuk menjadi tempat pembuangan : ROA, WDA, VRF, dan UBA (Lihat **Gambar 3-1**). Keempat lokasi tersebut dipilih oleh Tangguh LNG berdasarkan pertimbangan berikut:

- ROA - Air dalam perpipaan WDA-ROA yang dibuang mewakili kegiatan pengosongan air (*dewatering*) di ROA dengan rute yang paling panjang;
- WDA - Air dalam perpipaan ORF-ROA dan ROA-WDA yang dibuang pada saat yang sama mewakili volume air yang lebih besar;
- VRF- Air dalam perpipaan ORF-VRF yang dibuang mewakili kegiatan pengosongan air (*dewatering*) di Koridor Timur.
- UBA - Air dalam perpipaan ORF-ROA dan ROA-UBA yang dibuang mewakili kegiatan pengosongan air (*dewatering*) dengan rute yang paling panjang dan mewakili kegiatan pengosongan air (*dewatering*) di Koridor Barat.

Setiap lokasi pembuangan ini diperhitungkan secara terpisah. Untuk simulasi *far-field*, setiap lokasi pembuangan (*Outfall*) disimulasikan untuk mewakili kondisi musim kemarau dan musim hujan. Untuk simulasi *near-field*, setiap lokasi pembuangan (*Outfall*) disimulasikan agar mewakili dua kondisi pasang air laut, pasang naik dan pasang surut.

Bahan kimia yang ditambahkan pada air tawar untuk kegiatan uji tes tekan (*hydrottesting*) adalah parameter-parameter yang tidak dapat ditemukan secara alamiah di lingkungan. Sehingga, diasumsikan bahwa seluruh konsentrasi rona awal dari berbagai zat tambahan (*additives*) ini adalah nol.

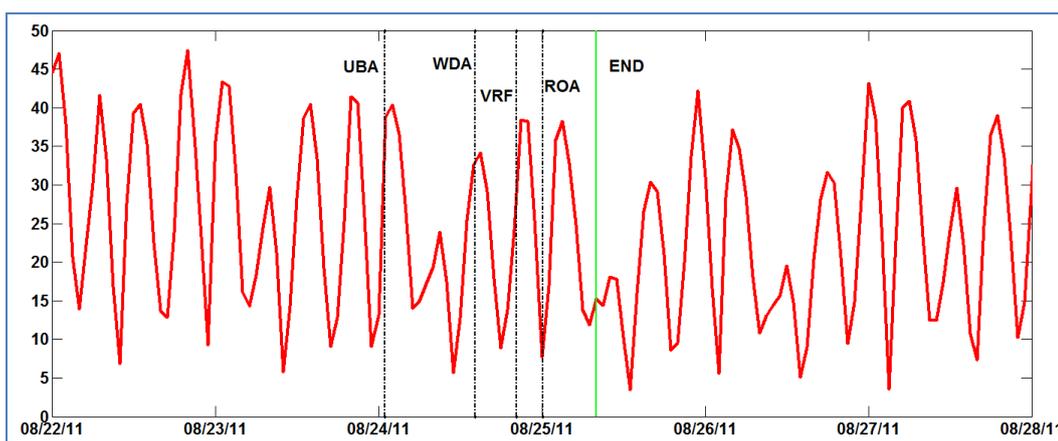
### 7.2 INFORMASI PEMBUANGAN

Kecepatan 'pig' adalah antara 0,3 dan 0,5m/detik. Kecepatan 0,5m/detik ini diasumsikan karena akan menghasilkan buangan dengan intensitas tertinggi. Untuk perpipaan dengan diameter 24", volume per kilometer panjang pipa diperkirakan mencapai 250 m<sup>3</sup>/km. Kombinasi antara kecepatan dan volume per kilometer mewakili debit buangan sebesar 450 m<sup>3</sup>/jam. Durasi pembuangan terbatas pada waktu yang diperlukan untuk membersihkan perpipaan. Tiap lokasi pembuangan mewakili kegiatan *hydrottest* dari perpipaan dengan panjang yang berbeda, sehingga durasi pembuangan akan berbeda sesuai lokasi seperti yang terlihat pada **Tabel 7-1**. Kedalaman pembuangan adalah -3 m LAT pada semua lokasi. Diameter pipa pembuangan (*Outfall*) adalah 4" vertikal ke bawah.

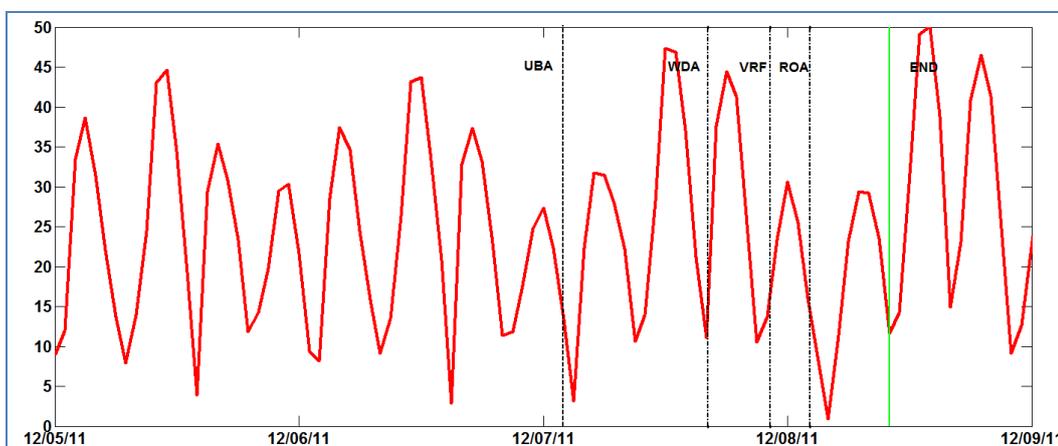
**Tabel 7-1 Lokasi pembuangan air limbah *hydrotest***

Lokasi	Panjang (km)	Volume (m <sup>3</sup> )	Durasi (hours)
ROA	14	3500	7,8
VRF	21	5250	11,7
WDA	32	8000	17,8
UBA	56	14000	31,1

Karena durasi pembuangan terbatas, maka pemilihan waktu secara spesifik untuk pembuangan pada pemodelan *far-field* dipilih dari masing-masing simulasi musim hujan dan musim kemarau. Pemilihan waktu ini disesuaikan dengan kondisi kecepatan arus rendah agar mensimulasikan kondisi terburuk (*worst-case conditions*). Berbagai periode yang dipilih ditunjukkan pada Gambar 7-1 dan Gambar 7-2.



**Gambar 7-1 Kecepatan Arus Permukaan saat Musim Kemarau pada Dermaga 1 dengan Durasi Pembuangan seperti Ditunjukkan**



**Gambar 7-2 Kecepatan Arus Permukaan saat Musim Hujan pada Dermaga 1 dengan Durasi Pembuangan seperti Ditunjukkan**

Air pembuangan yang telah diolah diasumsikan memiliki konsentrasi zat tambahan seperti terlihat pada Tabel 7-2.

**Tabel 7-2 Konsentrasi Pembuangan Air *Hydrotest***

Parameter	Konsentrasi (mg/L)
<i>Oxygenscavenger</i>	100
<i>Biocide</i>	550
<i>FluoresceinDye</i>	30

### 7.3 PEMODELAN NEAR-FIELD

Pengenceran (*dilution*) air limbah *hydrotest* dari empat lokasi (ROA, WDA, VRF and UBA) pada *near-field* dikaji menggunakan CORMIX (dijelaskan pada Bagian 4.3). Kedua kondisi pasang naik dan pasang surut dipertimbangkan dalam pembuangan air limbah *hydrotest* pada setiap lokasi.

Pada lokasi ROA, kecepatan arus yang diekstrak dari model hidrodinamika adalah 0,15 m/detik pada saat pasang naik dan 0,50 m/detik pada saat pasang surut. Pada lokasi WDA, kecepatan arusnya adalah 0,16 m/detik pada saat pasang naik dan 0,22 m/detik pada saat pasang surut. Pada lokasi VRF, kecepatan arusnya adalah 0,36 m/detik pada saat pasang naik dan 0,14 m/detik pada saat pasang surut. Pada lokasi UBA, kecepatan arusnya adalah 0,14 m/detik pada saat pasang naik dan 0,18 m/detik pada saat pasang surut. Nilai-nilai tersebut digunakan pada pemodelan *near-field* untuk mewakili arus ambien.

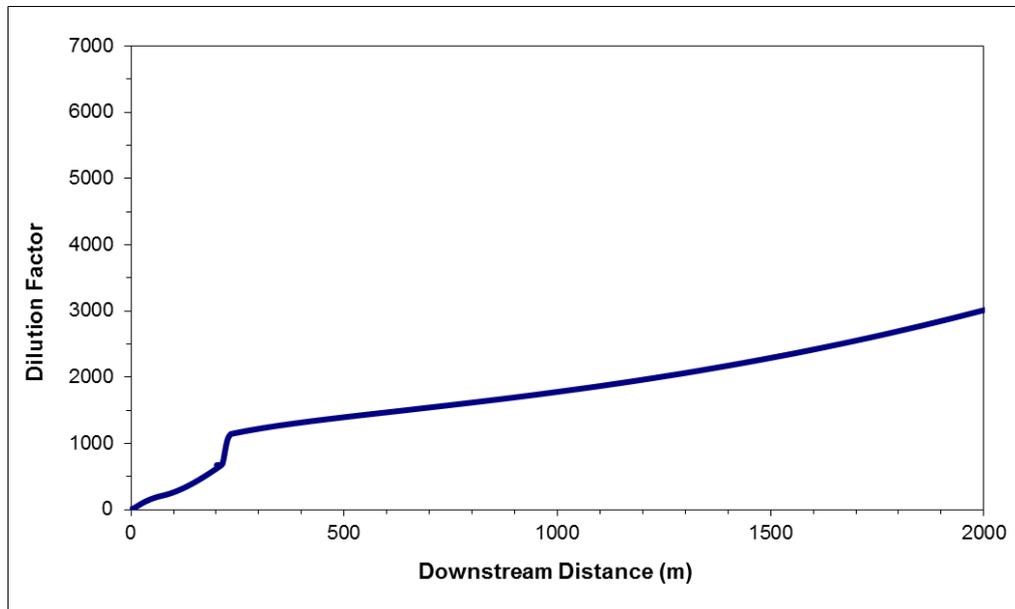
Kurva pengenceran saat pasang tinggi dan pasang rendah pada empat lokasi tersebut disajikan pada Gambar 7-3 sampai **Gambar 7-10**.

Pada lokasi ROA, faktor pelarutan saat pasang naik lebih besar dari pada saat pasang surut, kira-kira sampai sejauh 500 m ke arah hilir dari titik pembuangan. Namun, lebih dari 500 m, faktor pengenceran pada saat pasang surut justru lebih besar. Pada jarak 500 m, faktor pengenceran pada saat pasang naik dan pasang surut masing-masing sekitar 1400 dan 1300. Pada wilayah *near-field*, *plume* menyerupai jet dan bergerak cepat dengan pelarutan (*dilution*) lebih rendah ketika kecepatan arus ambien lebih besar. Di luar wilayah *near-field*, *plume* mulai menyebar, dan dalam proses ini, ketika kecepatan *arus ambien* makin besar, persebarannya makin luas. Sehingga, faktor pelarutan (*dilution*) pada saat pasang naik (kecepatan arus lebih kecil yaitu 0,15 m/detik) diprediksi akan lebih besar daripada pada saat pasang surut (kecepatan arus yang lebih besar sekitar 0,50 m/detik) pada jarak pendek. Pada jarak jauh dari titik pembuangan, faktor pelarutannya menjadi lebih besar pada saat pasang surut karena arus yang lebih besar.

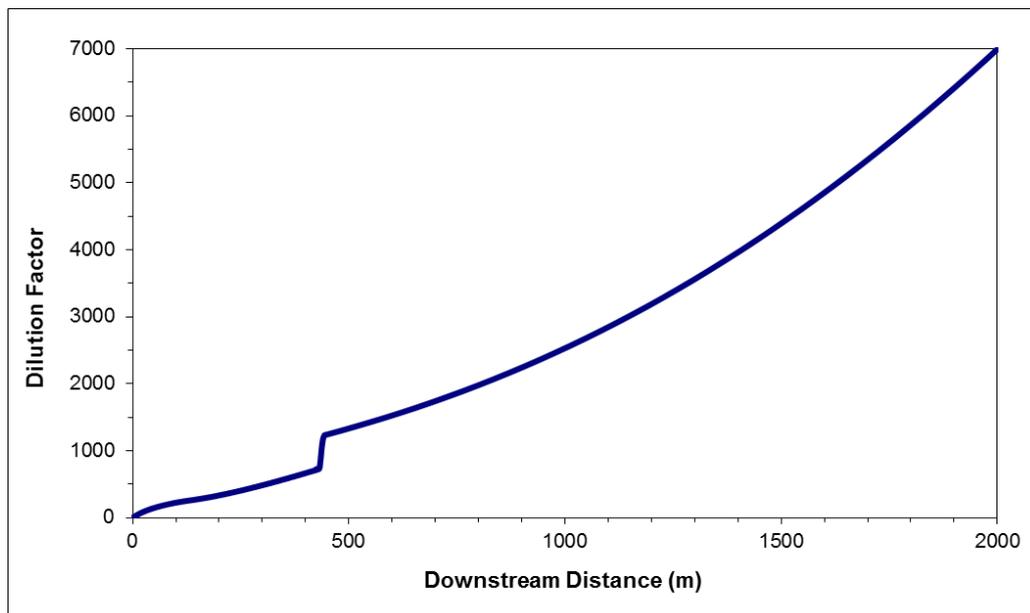
Di lokasi WDA, kurva pelarutan (*dilution curve*) sama pada saat pasang naik dan pasang surut, namun lebih dari jarak 1500 m, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang surut lebih besar. Pada jarak 1500 m ke arah hilir, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang naik (surut) adalah sekitar 2270 (2540). Tren seperti ini pada faktor pelarutan (*dilution factor*) saat pasang naik dan pasang surut tersebut juga turut diperhitungkan sebagai penyebab perbedaan kecepatan arus seperti yang disebutkan di atas.

Pada lokasi VRF, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang surut lebih besar daripada saat pasang naik dalam jarak 430 m ke arah hilir. Namun, lebih dari jarak 430 m, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang naik lebih besar. Pada jarak 430 m ke arah hilir, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang naik (surut) adalah sekitar 1320 (1150).

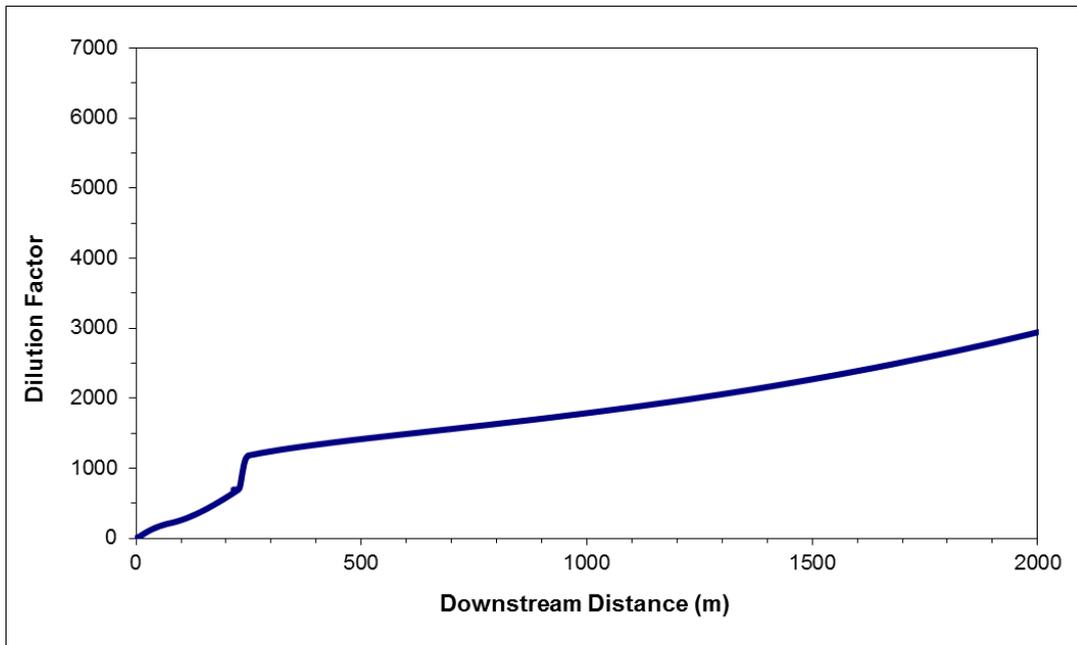
Di lokasi UBA, pelarutan (*dilution*) pada saat pasang surut lebih besar daripada saat pasang naik. Pada jarak 500 m ke arah hilir, faktor pelarutan (*dilution factor*) pada saat pasang naik (surut) adalah sekitar 420 (570).



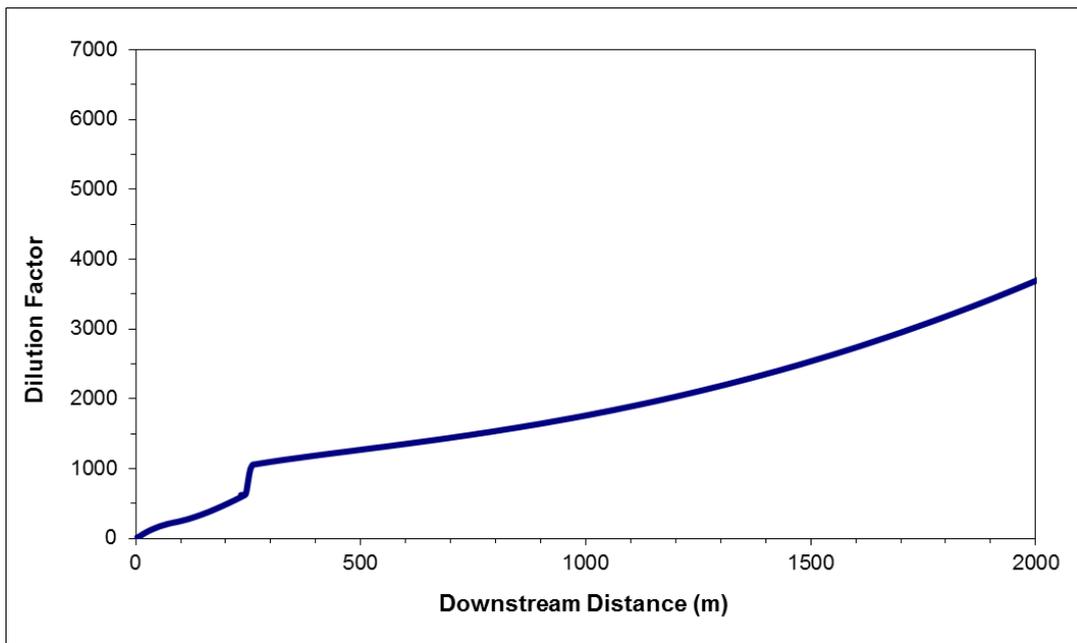
**Gambar 7-3** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrottest dari ROA pada saat Pasang Naik



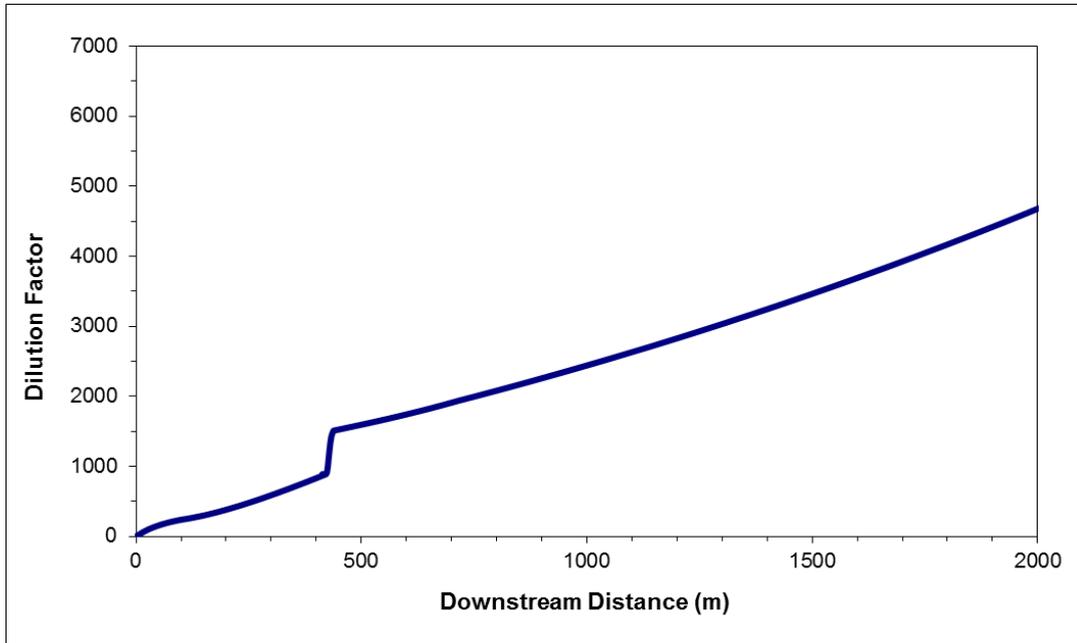
**Gambar 7-4** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrottest dari ROA pada saat Pasang Surut



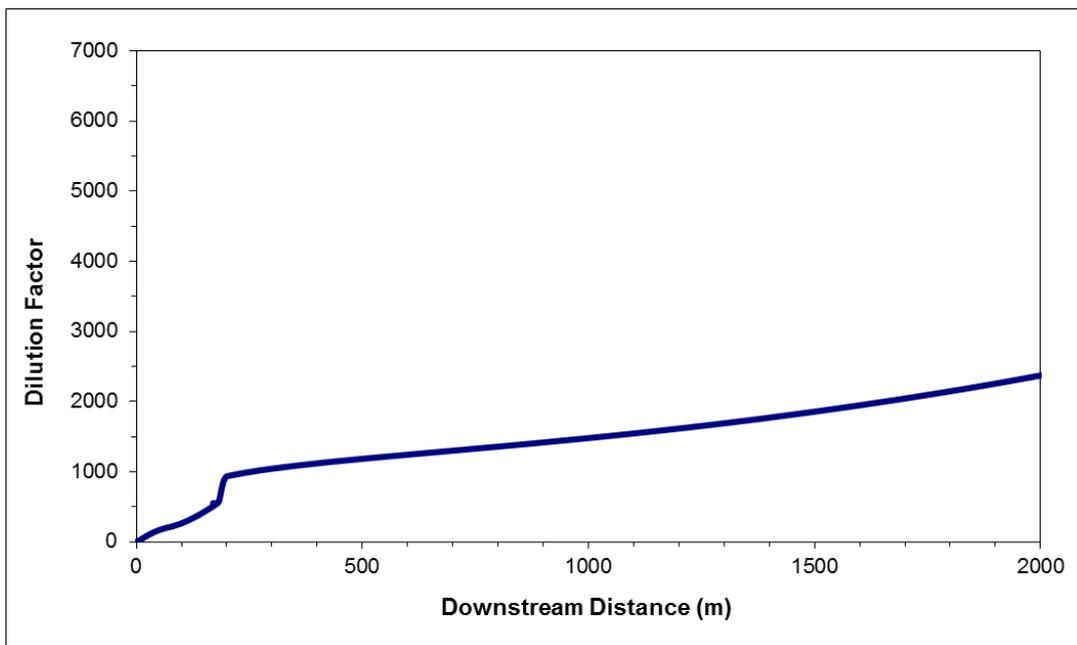
**Gambar 7-5** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari WDA pada saat Pasang Naik*



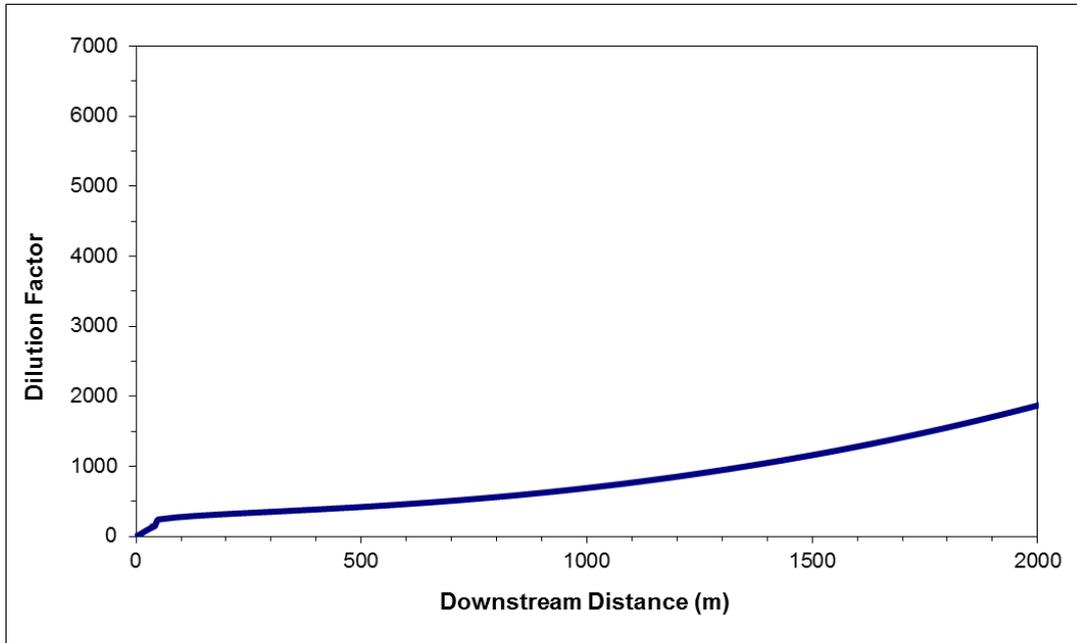
**Gambar 7-6** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari WDA pada saat Pasang Surut*



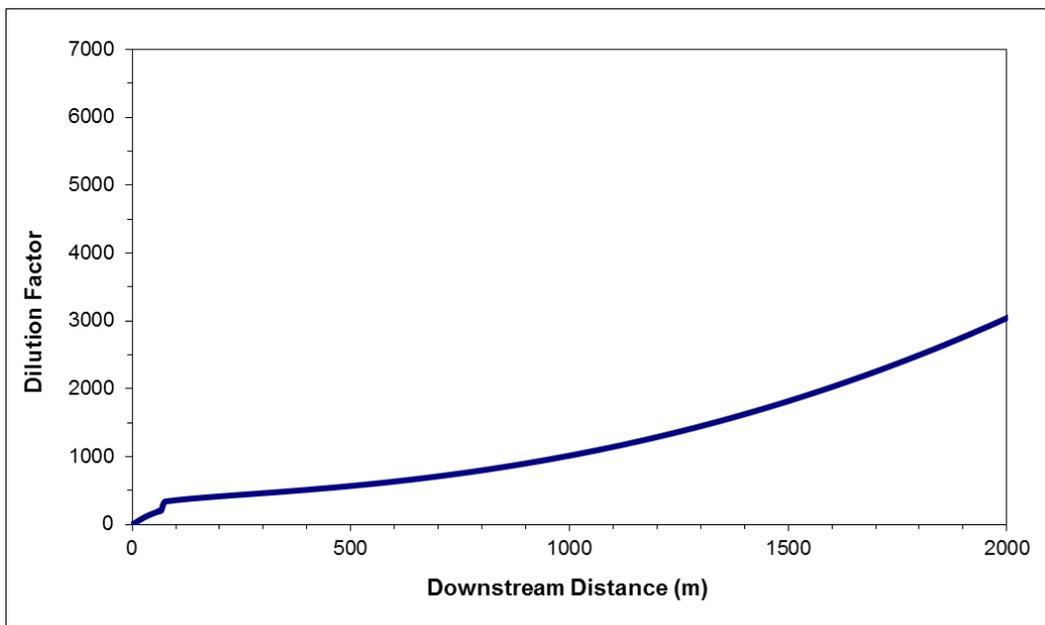
**Gambar 7-7** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari VRF pada saat Pasang Naik*



**Gambar 7-8** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrotest dari VRF pada saat Pasang Surut*



**Gambar 7-9** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrottest dari UBA pada saat Pasang Naik*



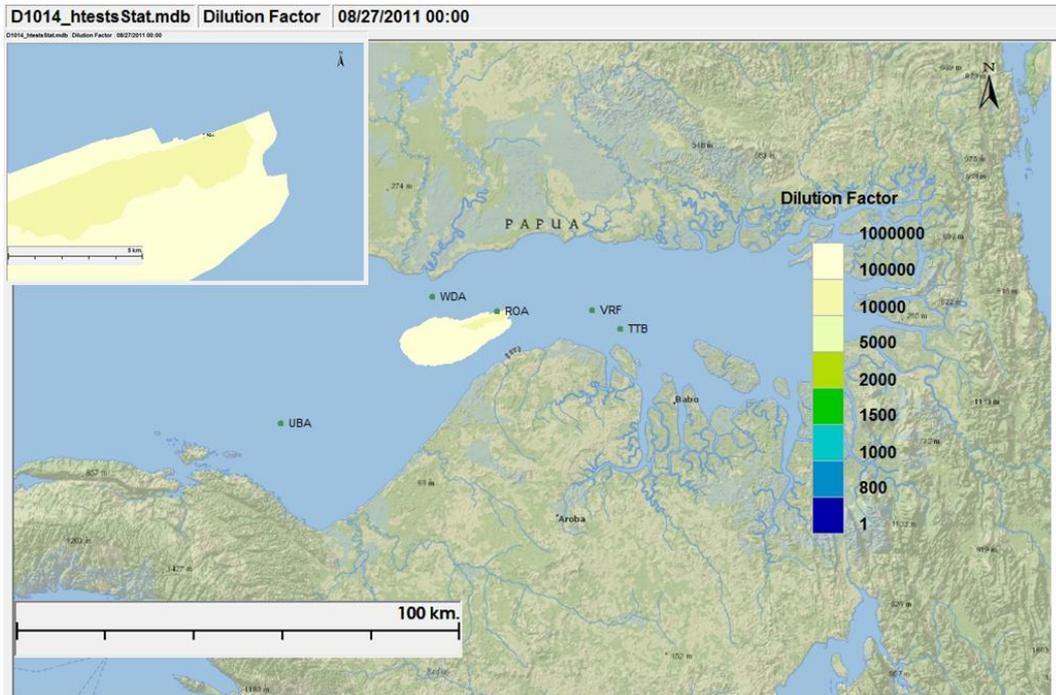
**Gambar 7-10** *Faktor Pelarutan (dilution factor) dengan Jarak ke Hilir - Pembuangan Air Limbah Hydrottest dari UBA pada saat Pasang Surut*

#### 7.4 PEMODELAN FAR-FIELD

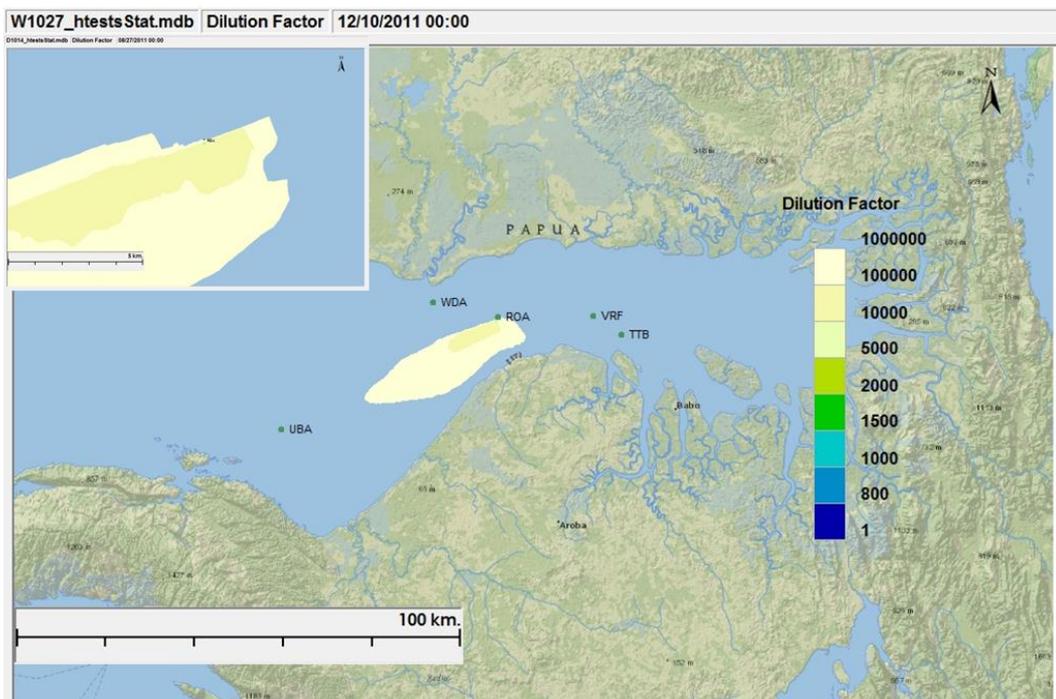
Bagian ini menyajikan berbagai temuan atas pemodelan *far-field* pembuangan air limbah *hydrotest*. Seperti yang diharapkan, pembuangan pada wilayah lepas pantai menghasilkan pelarutan yang besar dari pembuangan disebabkan besarnya volume dan tingginya kecepatan. Seluruh konsentrasi maksimum terjadi pada lokasi dan kedalaman pembuangan. Namun, seharusnya diperhatikan bahwa konsentrasi *far-field* merupakan konsentrasi rata-rata pada tiap sel *grid*. Karena ukuran sel *grid* pada wilayah lepas pantai adalah 500 sampai 1.000 m, konsentrasi pada sumber tersebut mewakili konsentrasi rata-rata pada jarak 250 sampai 500 m. Untuk konsentrasi mendekati ini ke titik pembuangan (*outfall*), sebaiknya memakai hasil dari pemodelan *near-field*.

Sebagai tambahan, karena durasi terbatas dari pembuangan air limbah *hydrotest*, bentuk dan arah dari resultante parameter *plume* tergantung sebagian besar pada tahap siklus pasang-surut apa pembuangan dilakukan. Untuk simulasi yang dipaparkan, pembuangan diasumsikan akan berakhir pada saat pasang surut, sehingga hasil model pemuangannya cenderung akan mengalir ke arah laut. Jika pembuangan terjadi pada saat air pasang banjir (*flood tide*), arah *constituent plume* akan merupakan kebalikannya. Namun, diharapkan bahwa pengenceran akan serupa karena adanya kesamaan statistik kondisi arus. Ukuran *plume* kecil dan, karenanya, tidak akan berdampak pada akumulasi jika diarahkan ke arah dalam Teluk pada kondisi banjir.

Gambar 7-11 dan **Gambar 7-12** menunjukkan faktor pelarutan (*dilution factor*) minimum selama durasi pembuangan untuk pembuangan air limbah *hydrotest* di ROA pada musim kemarau dan musim hujan. Pelarutan terendah (yaitu konsentrasi tertinggi) terjadi pada titik pembuangan (*Outfall*) - pembuangan dilarutkan dengan faktor 2.600 dan 1.300 untuk musim kemarau dan hujan. Hasil konsentrasi maksimum konstituennya ditunjukkan pada **Tabel 7-3**.

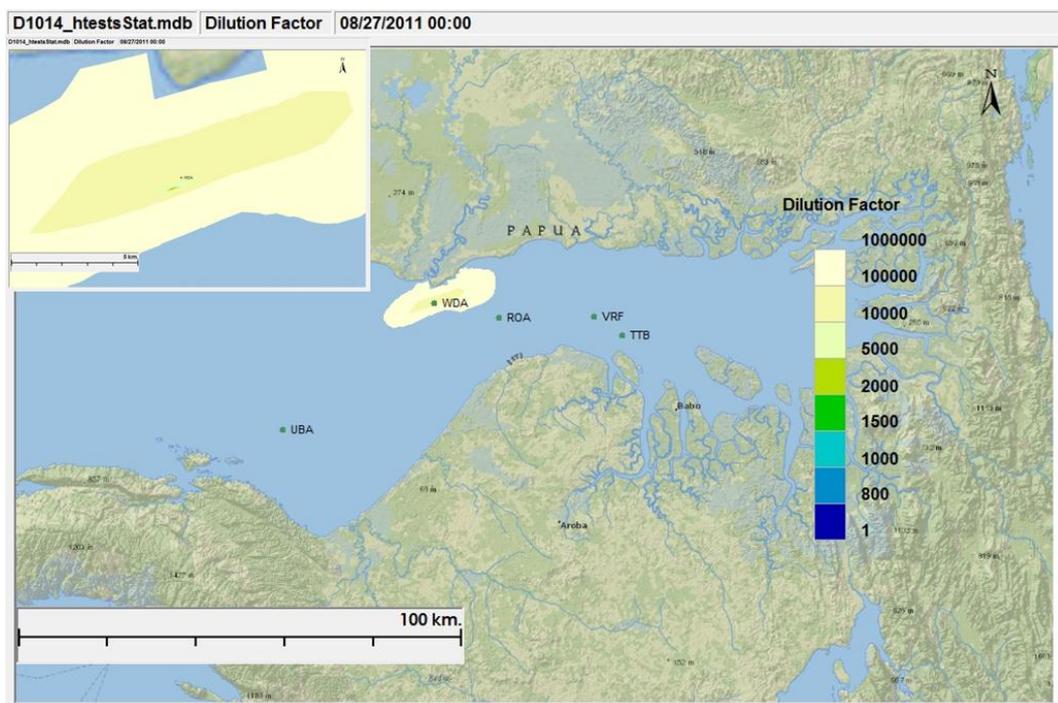


**Gambar 7-11** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *hydrotest* ROA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau

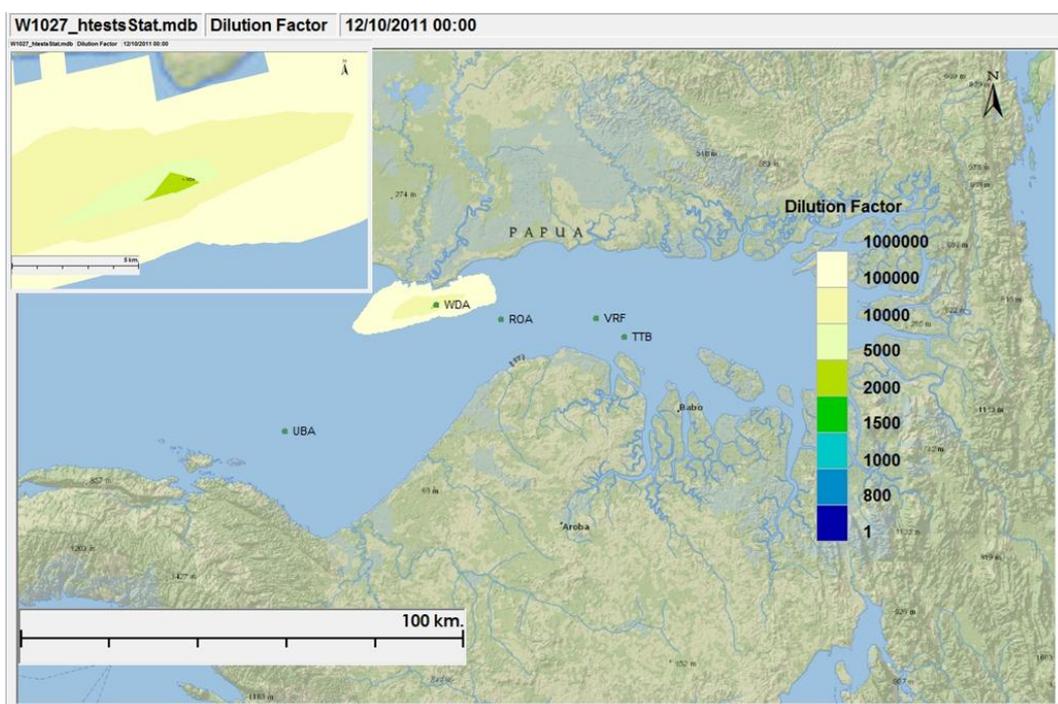


**Gambar 7-12** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* ROA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan

Gambar 7-13 dan **Gambar 7-14** menunjukkan faktor pelarutan terkecil untuk pembuangan air limbah *hydrotest* pada WDA. Nilai pelarutan terkecil terjadi di titik pembuangan dan, secara berurutan, sebesar 3.300 dan 2.200 pada musim kemarau dan musim hujan. Hasil konsentrasi maksimum parameter terkait ditunjukkan pada Tabel 7-3.

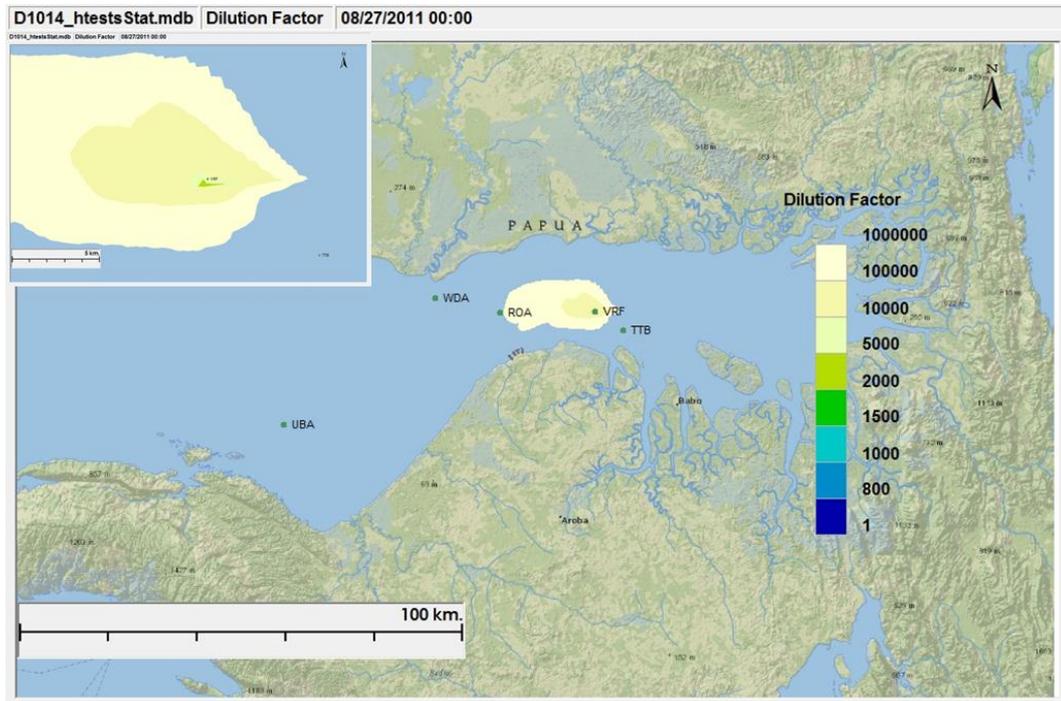


**Gambar 7-13** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* WDA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau

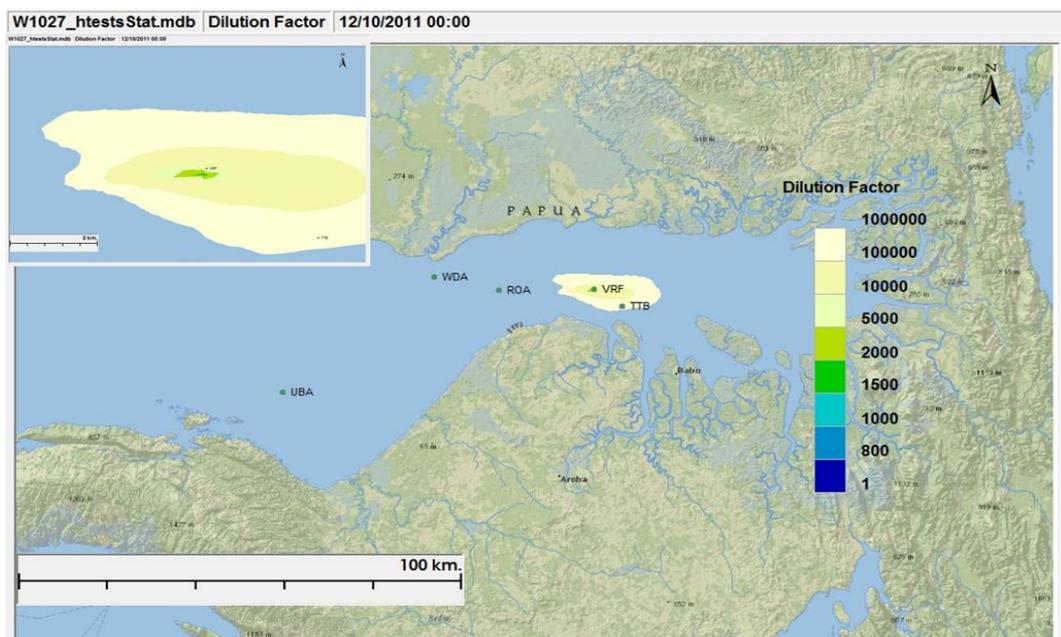


**Gambar 7-14** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* WDA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan

Gambar 7-15 dan **Gambar 7-16** menunjukkan faktor pelarutan terkecil untuk pembuangan air limbah *hydrotest* pada VRF. Hasil pelarutan terkecil pada faktor pelarutan, secara berurutan adalah 2.000 dan 780 untuk musim kemarau dan musim hujan. Hasil konsentrasi maksimum konstituen terkait ditunjukkan pada **Tabel 7-3**.

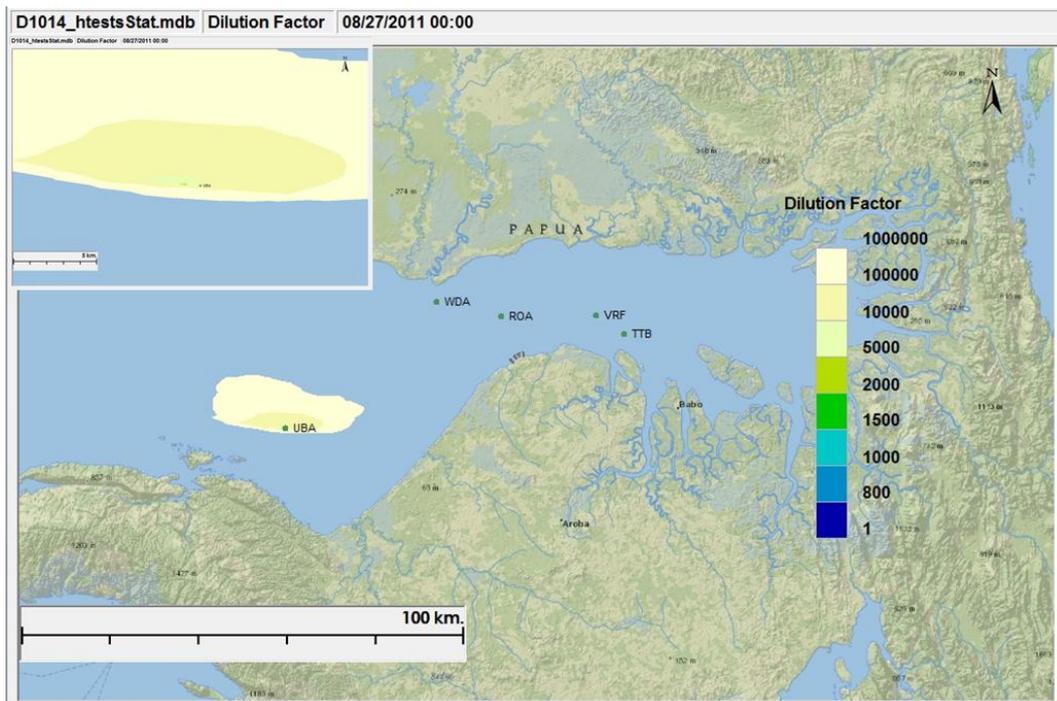


**Gambar 7-15** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* VRF dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau

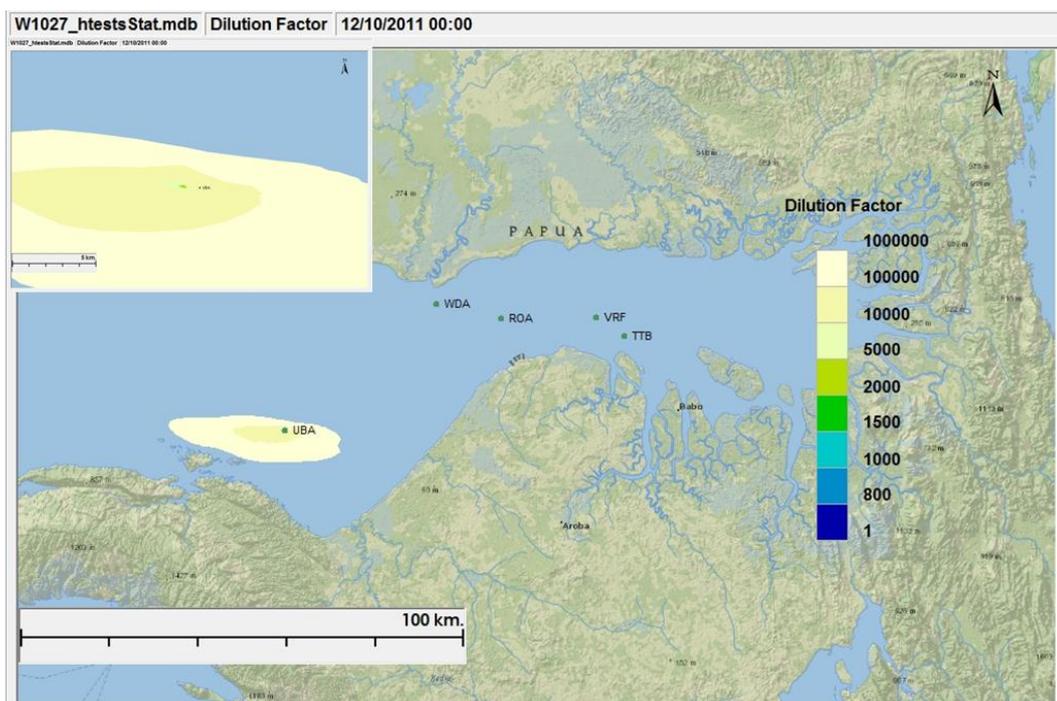


**Gambar 7-16** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* VRF dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan

Gambar 7-17 dan **Gambar 7-18** menunjukkan faktor pelarutan terkecil untuk pembuangan air limbah *hydrotest* pada UBA. Hasil pengenceran terkecil pada faktor pelarutan, secara berurutan adalah 4400 dan 3300 untuk musim kemarau dan musim hujan. Hasil konsentrasi maksimum konstituen terkait ditunjukkan pada **Tabel 7-3**.



**Gambar 7-17** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* UBA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Kemarau



**Gambar 7-18** Kontur Plot Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* UBA dengan Faktor Pelarutan Terkecil pada Musim Hujan

**Tabel 7-3 Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat Pembuangan Air Limbah *Hydrotest***

Parameter	Konsentrasi Maksimum (mg/L)							
	ROA		WDA		VRF		UBA	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
<i>Oxygenscavenger</i>	0,038	0,075	0,030	0,045	0,049	0,13	0,022	0,032
<i>Biocide</i>	0,21	0,41	0,16	0,24	0,27	0,71	0,12	0,17
<i>FluoresceinDye</i>	0,011	0,022	0,009	0,013	0,014	0,038	0,0067	0,0096

## 7.5 KESIMPULAN

Hasil pemodelan *far-field* menunjukkan bahwa pembuangan air limbah *hydrotest* dari anjungan lepas pantai akan menimbulkan kadar konsentrasi bahan kimia tambahan yang sangat kecil. Jika tidak ada baku mutu kualitas air di lingkungan yang bersangkutan untuk berbagai bahan kimia tersebut, maka pelarutan paling sedikit sebesar 700:1 pada 500 m pertama dapat tercapai. Lokasi yang akan menghasilkan konsentrasi ambien terendah adalah UBA, sementara konsentrasi tertinggi akan terjadi pada VRF (kemungkinan karena kurangnya kedalaman dan arusnya). Kondisi musim saat pembuangan juga memiliki efek tertentu. Kadar konsentrasi yang lebih rendah akan dapat dicapai pada musim kemarau kemungkinan karena meningkatnya pencampuran akibat penurunan stratifikasi. Saat penentuan (misalnya kondisi pasang-surut) pembuangan mempunyai efek yang besar terhadap lintasan *plume*; jika ada penerima dampak (*receptor*) di dekatnya, penentuan waktu pembuangan memungkinkan menghindari penerima dampak (*receptor*).

## 8 PEMODELAN PEMBUANGAN AIR GABUNGAN AIR LIMBAH DAN AIR LIMBAH HYDROTEST

Air limbah *hydrotest* yang dibuang pada area terminal khusus diinvestigasi karena air limbah *hydrotest* tersebut akan digabungkan dengan buangan air limbahnya yang dibuang secara bersamaan

### 8.1 RANCANGAN SKENARIO

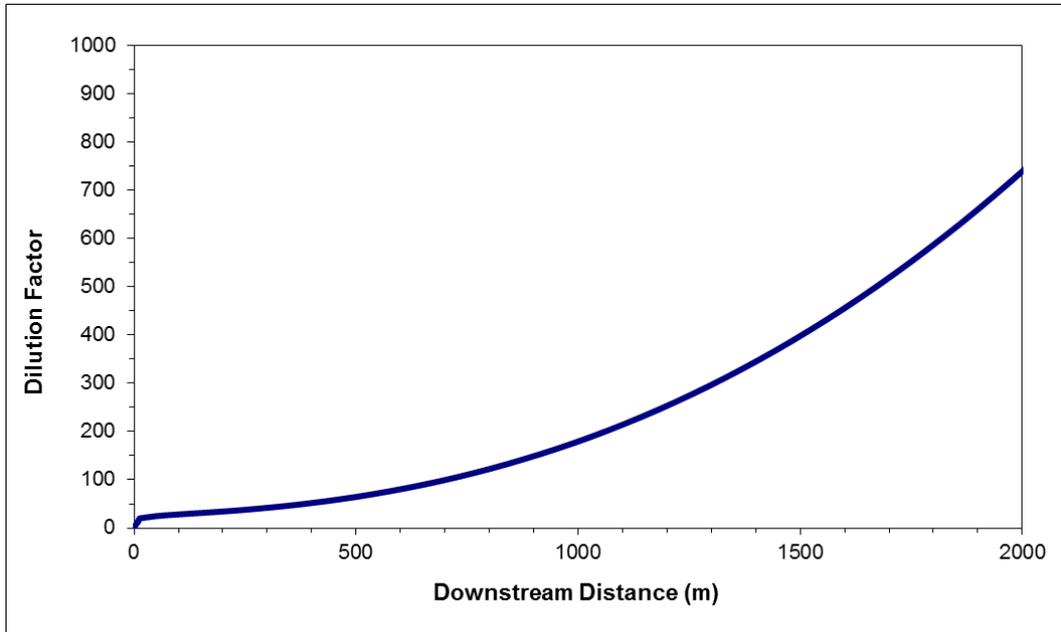
Dua lokasi pembuangan yang sama juga tengah dipertimbangkan pada Bagian 6: titik pembuangan yang ada pada ujung terjauh Dermaga 1 dan rencana titik pembuangan pada ujung terjauh Dermaga 2. Buangan gabungan keseluruhan sedang dipertimbangkan untuk dibuang dari tiap titik pembuangan secara bergantian. Untuk simulasi *far-field*, setiap titik pembuangan disimulasikan agar mewakili kondisi pada musim hujan dan musim kemarau seperti dijelaskan pada Bagian 5.3. Untuk simulasi *near-field*, setiap titik pembuangan disimulasikan agar mewakili kondisi dua jenis pasang surut, yaitu pasang naik dan pasang surut.

### 8.2 INFORMASI PEMBUANGAN

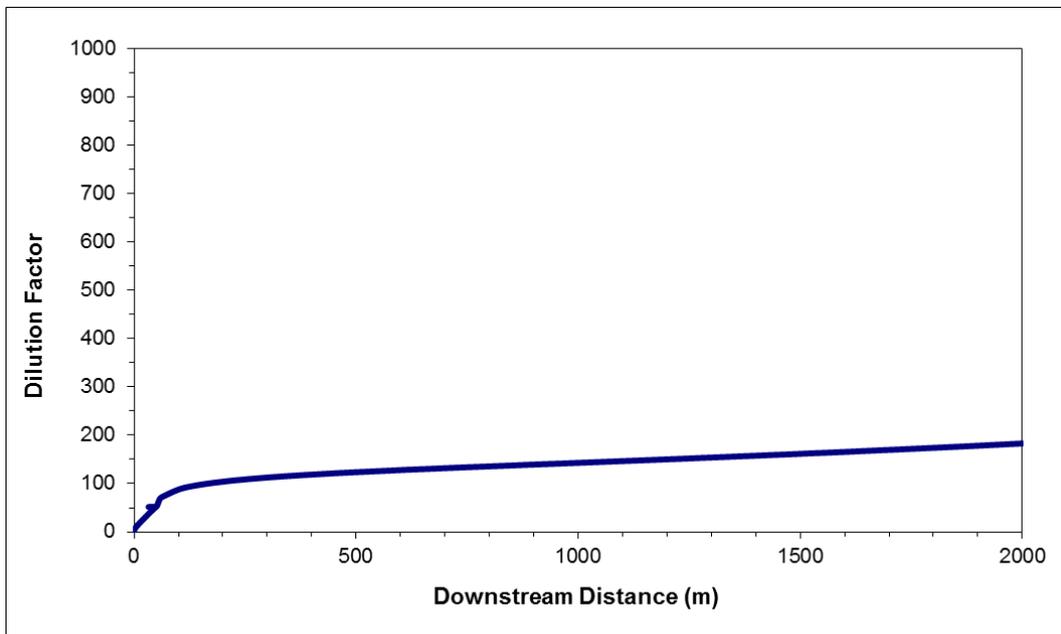
Kecepatan pembuangan, komposisi, dan penentuan waktu serupa dengan informasi yang dijelaskan pada Bagian 6.2 dan Bagian 7.2, dengan kedua buangan tersebut yang dilepaskan secara bersamaan pada dua titik pembuangan di fasilitas terminal khusus. Diasumsikan bahwa volume air limbah *hydrotest* yang dibuang mewakili pembersihan (*flushing*) pada jalur pipa terpanjang (UBA: 14.000 m<sup>3</sup>).

### 8.3 PEMODELAN NEAR-FIELD

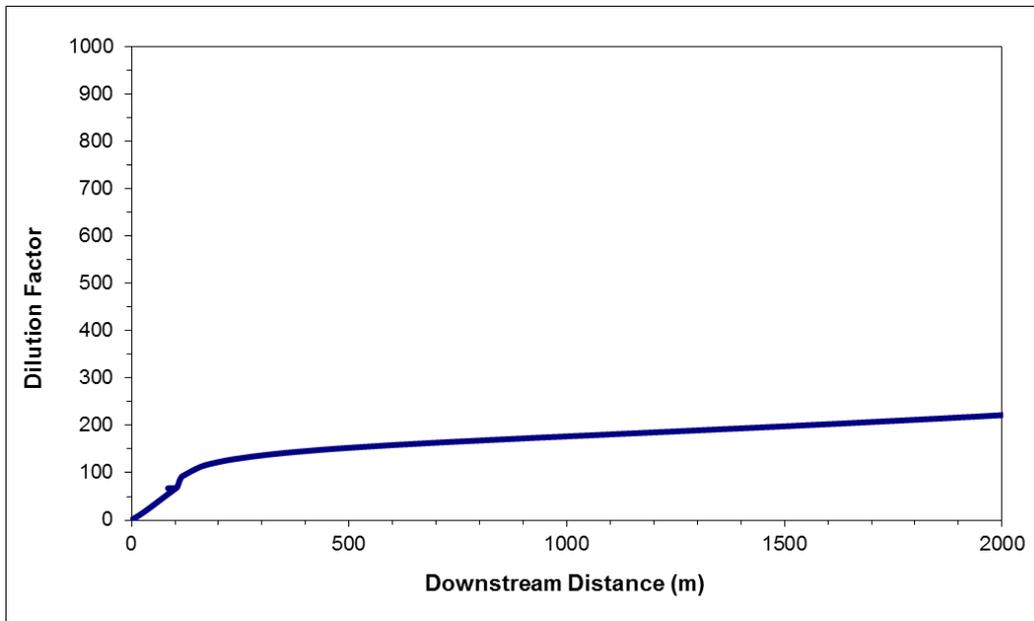
Pelarutan (*dilution*) dari parameter-parameter air limbah *hydrotest* sangat penting, meskipun tidak ada baku mutu kualitas air bagi parameter-parameter ini. Pelarutan buangan air limbah *hydrotest* dari Dermaga 1 dan 2 diperkirakan dengan CORMIX menggunakan kondisi ambien yang sama seperti buangan air limbah campuran dari Dermaga 1 dan 2. Faktor pelarutan (*dilution factor*) untuk buangan air limbah gabungan (campuran air limbah dan air limbah *hydrotest*) dari Dermaga 1 dan 2 pada saat pasang naik dan pasang surut ditunjukkan pada **Gambar 8-1** sampai **Gambar 8-4**. Harus diperhatikan bahwa karena kurva pelarutan ini untuk aliran air limbah gabungan, maka faktor pelarutan untuk parameter-parameter air limbah *hydrotest* harus dikalikan dengan 5,3 ( $(Q_{\text{comingled}} + Q_{\text{hydrotest}})/Q_{\text{hydrotest}}$ ) untuk menghitung pelarutan awal yang digabungkan dengan aliran air limbahnya.



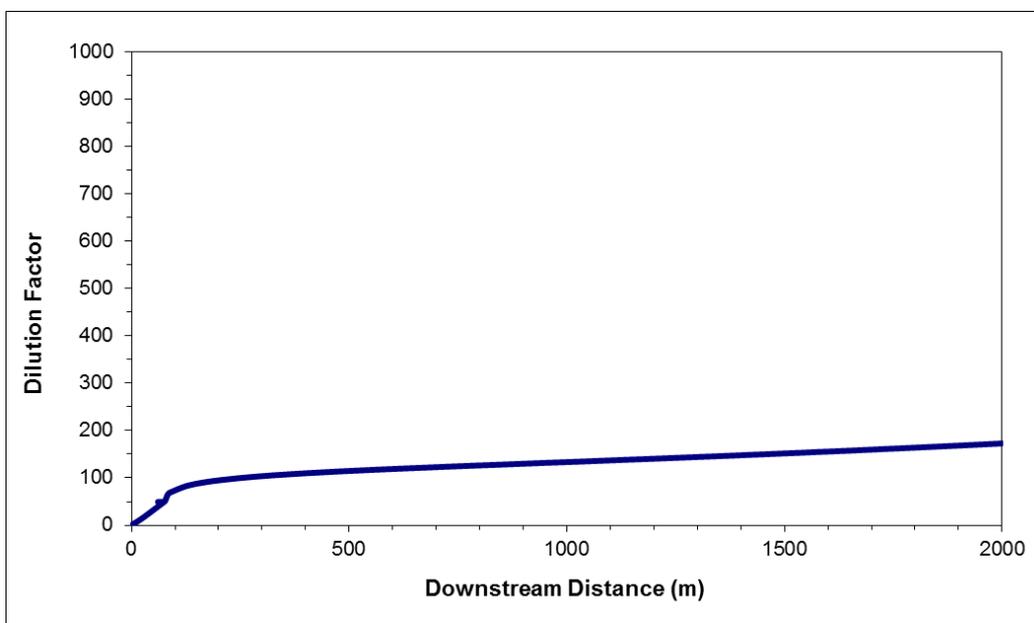
**Gambar 8-1** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah *hydrotest* dari Dermaga 1 pada Pasang Naik



**Gambar 8-2** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah *hydrotest* dari Dermaga 1 pada Pasang Surut



**Gambar 8-3** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah *hydrotest* dari Dermaga 2 pada Pasang Naik



**Gambar 8-4** Faktor Pelarutan (*dilution factor*) dengan Jarak Pembuangan ke Hilir - Pembuangan Air Limbah *hydrotest* dari Dermaga 2 pada Pasang Surut

Untuk pembuangan air limbah *hydrotest* dari Dermaga 1, kecepatan arus pada saat pasang naik (0,31 m/detik) jauh lebih besar daripada saat pasang surut (0,04 m/detik), sehingga diharapkan akan terjadi faktor pelarutan yang lebih tinggi pada saat pasang naik. Pada saat pasang naik, faktor pelarutan diperkirakan akan mencapai 28 (65) pada jarak 100 m (500 m) ke arah hilir. Pada saat pasang surut, faktor pelarutan diperkirakan mencapai 88 (65) pada jarak 100 m (500 m).

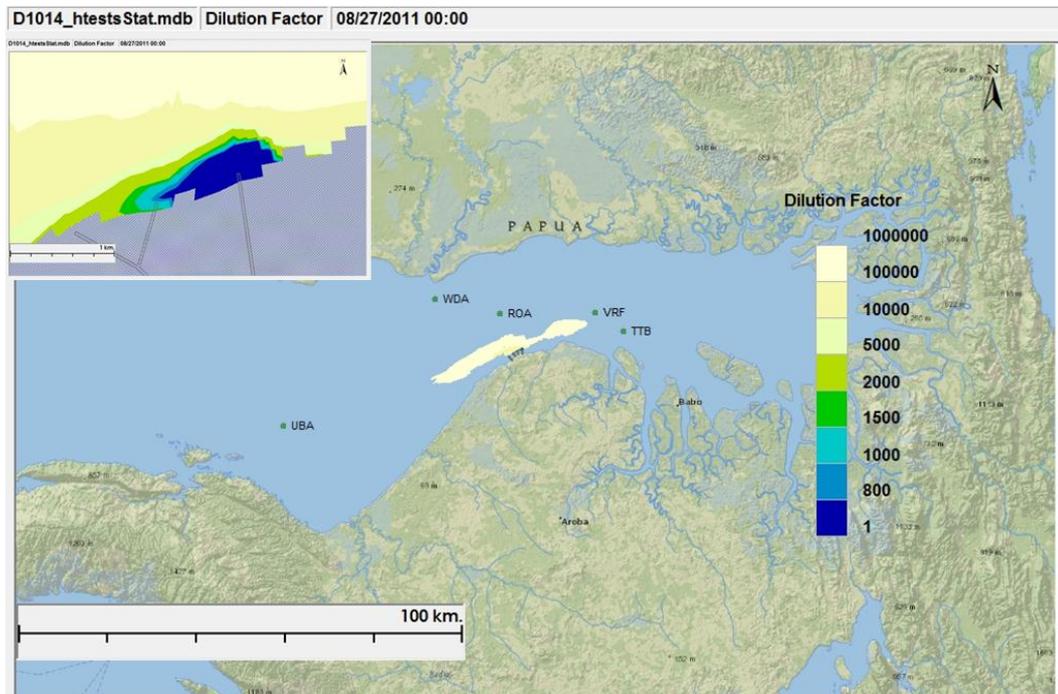
Untuk buangan air limbah *hydrotest* dari Dermaga 2, kecepatan arus pada saat pasang naik dan saat pasang surut juga serupa, yaitu secara berurutan, 0,042 m/detik dan 0,048 m/detik. Sehingga, proses pengenceran pada saat pasang naik dan pada saat pasang surut diketahui adalah serupa. Pada saat pasang naik, faktor pelarutan diperkirakan mencapai 66 (153) pada jarak 100 m (500 m) ke arah hilir dari titik pembuangan. Pada saat pasang surut, Faktor pelarutan (*dilution factor*) diperkirakan mencapai 75 (115) pada jarak 100m (500 m) ke arah hilir dari titik pembuangan. Pada saat kondisi pasang naik untuk Dermaga 2, CORMIX bekerja dengan asumsi posisi *plume* tercampur penuh secara vertikal (*vertically fully mixed plume*). Asumsi ini karena rendahnya kecepatan pada ambien yang bersangkutan. Namun, asumsi ini tidak akurat dan ada kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan pada penghitungan CORMIX. Pada kondisi ini, hasil dari model *far-field* harus dipertimbangkan.

Pada umumnya, pelarutan dari air limbah *hydrotest* dari Dermaga 1 dan 2 tidak terlihat secepat pelarutan buangan dari lokasi ROA, WDA, VRF, dan UBA.

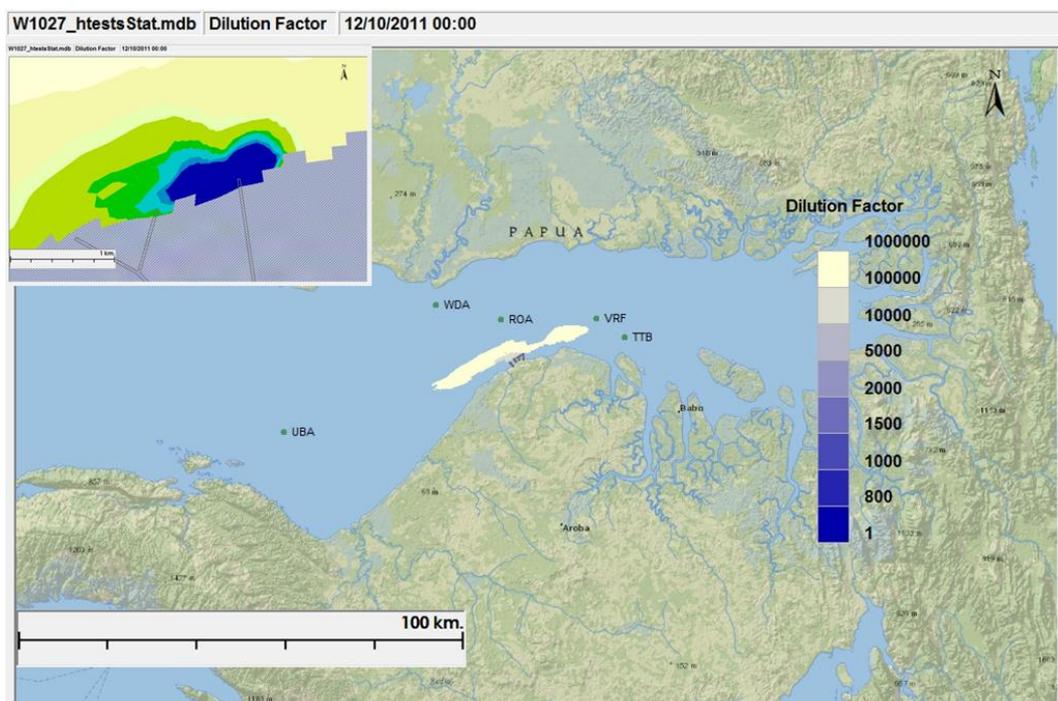
#### 8.4 PEMODELAN FAR-FIELD

Seperti yang diperkirakan, pembuangan pada wilayah dekat pantai dekat fasilitas terminal khusus menghasilkan pelarutan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan pembuangan lepas pantai. Semua konsentrasi maksimum terjadi pada lokasi dan kedalaman dari pembuangan. Se-sel *grid* pada area fasilitas terminal khusus berukuran 100 m, sehingga kadar konsentrasi pada sumbernya mewakili konsentrasi rata-rata pada 50 m pertama. Untuk konsentrasi yang lebih dekat dari ini pada titik pembuangan, seharusnya digunakan hasil model *near-field*.

Gambar 8-5 dan **Gambar 8-6** menunjukkan faktor pelarutan (*dilution factor*) minimum dari sebagian air limbah *hydrotest* dari gabungan aliran air limbah pada Dermaga 1, secara berurutan pada musim kemarau dan musim hujan. Hasil pelarutan terkecil terjadi pada titik pembuangan - buangan dilarutkan dengan faktor 21 dan 27, masing-masing untuk musim kemarau dan musim hujan. Hasil konsentrasi maksimum parameter ditunjukkan pada **Tabel 8-1**.

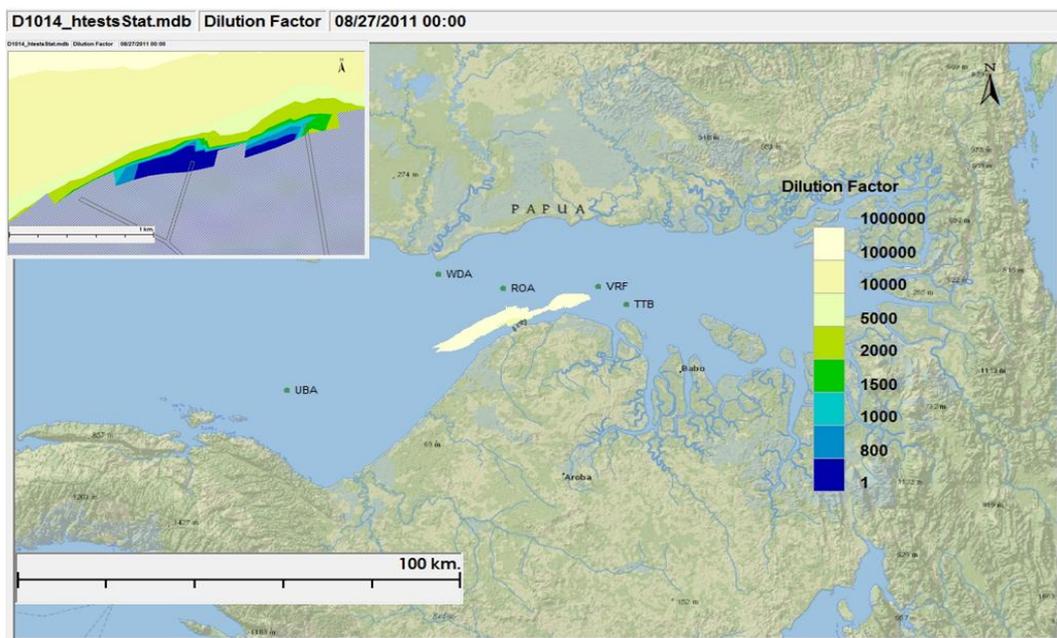


**Gambar 8-5** Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah *hydrotest* dan Buangan Campuran di Dermaga 1 pada Musim Kemarau dengan Faktor Pelarutan (*dilution factor*) Minimum

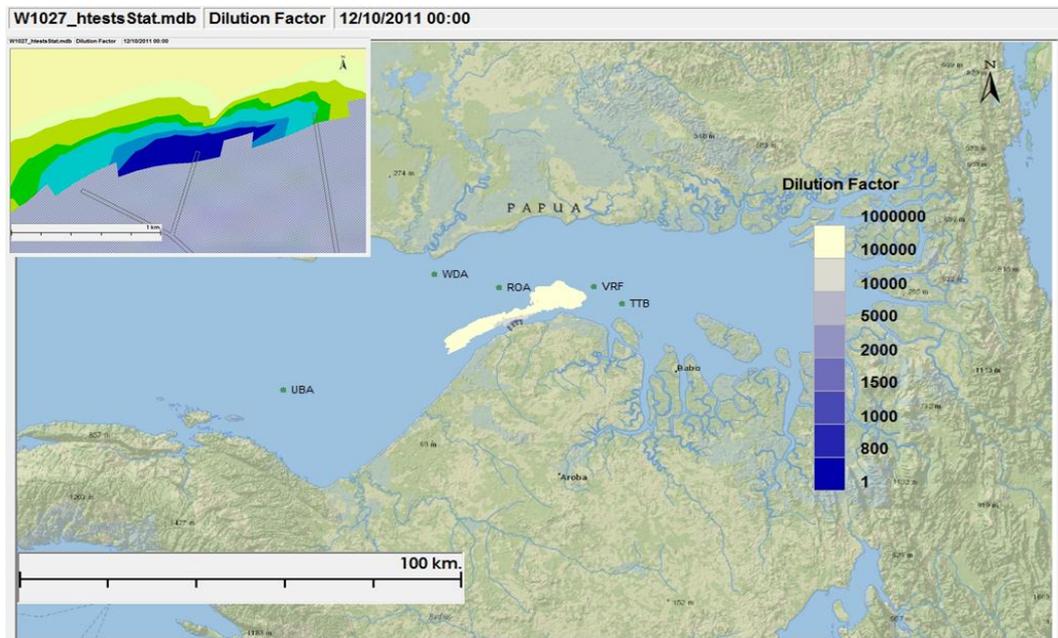


**Gambar 8-6** Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah *hydrotest* dan Buangan Campuran di Dermaga 1 pada Musim Hujan dengan Faktor Pelarutan (*dilution factor*) Minimum

Gambar 8-7 dan **Gambar 8-8** menunjukkan faktor pelarutan (*dilution factor*) minimum dari sebagian air limbah *hydrotest* dari gabungan aliran air limbah pada Dermaga 2, secara berurutan pada musim kemarau dan musim hujan. Hasil pelarutan terkecil terjadi pada titik pembuangan - buangan dilarutkan dengan faktor 49 dan 44, secara berurutan untuk musim kemarau dan musim hujan. Pembuangan pada Dermaga 2 memberikan hasil pelarutan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pada Dermaga 1 karena persebaran yang lebih besar akibat dari pembuangan pada 3 m di atas permukaan laut. Hasil konsentrasi maksimum parameteranya ditunjukkan pada **Tabel 8-1**.



**Gambar 8-7** Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah *hydrotest* dan Buangan Campuran di Dermaga 2 pada Musim Kemarau dengan Faktor Pelarutan (*dilution factor*) Minimum



**Gambar 8-8** Plot Kontur untuk Gabungan Buangan Air Limbah *hydrotest* dan Buangan Campuran di Dermaga 2 pada Musim Hujan dengan Faktor Pelarutan (*dilution factor*) Minimum

**Tabel 8-1** Konsentrasi Ambien Maksimum yang Diperkirakan Akibat Gabungan Pembuangan Air Limbah *Hydrotest* and Buangan Air Limbah Campuran pada 50m dan 100m

Parameter	Konsentrasi Maksimum(mg/L)							
	Dermaga1				Dermaga2			
	Dry		Wet		Dry		Wet	
	50m	100m	50m	100m	50m	50m	50m	100m
<i>Oxygen Scavenger</i>	4,8	3,1	3,7	2,2	2,0	0,6	2,3	0,7
<i>Biocide</i>	26	17	20	12	11	3,6	13	3,9
<i>FluoresceinDye</i>	1,4	0,9	1,1	0,7	0,6	0,2	0,7	0,2

## 8.5 KESIMPULAN

Hasil dari pemodelan *far-field* menunjukkan bahwa buangan air limbah *hydrotest* dari titik pembuangan dermaga pada fasilitas terminal khusus berakibat konsentrasi bahan kimia tambahan yang jauh lebih tinggi daripada pembuangan pada lepas pantai. Hal ini terutama disebabkan oleh penurunan persebaran yang berhubungan dengan makin dangkalnya kedalaman dan makin dekatnya jarak dengan garis pantai. Faktor pelarutan (*dilution factor*) pada dermaga-dermaga tersebut adalah antara 20 sampai 50 pada jarak 50 m pertama. Besaran kelarutan tersebut pada anjungan lepas pantai lebih tinggi daripada di dermaga. Seperti terlihat pada Bagian 6.4, Dermaga 2 menghasilkan pelarutan dua kali lebih besar dibandingkan pelarutan pada Dermaga 1.

Selama pengoperasian pengerukan, material yang terlepas/terbuang disebabkan oleh adanya gangguan sedimen selama proses pengerukan dan karena adanya kebocoran dan luapan dari peralatan pengerukan. Penting untuk memperkirakan sebaran dampak (*fate*) dari material keruk ini, yang mungkin dapat meningkatkan konsentrasi TSS regional dan penumpukan sedimen di dekat lokasi pengerukan.

Skenario model yang dipertimbangkan dalam studi ini termasuk pembuangan material keruk selama proses pengerukan ke dasar BOF (**Gambar 3-2**) pada kondisi *metocean* yang mewakili kondisi yang sama pada musim hujan dan musim kemarau untuk menguji berbagai dampak lainnya pada studi ini. Area BOF digunakan untuk pemodelan ini karena area ini memerlukan jumlah pengerukan terbesar, sehingga mewakili kondisi skenario terburuk.

Dampak fisik, kimia, dan biologis dari pembuangan material keruk ke permukaan air dikaji dengan pemodelan sebaran dampak tiga dimensi (*three-dimensional fate and transport modeling*). Pemodelan ini menggunakan data yang diperoleh dari operasi pengerukan yang direncanakan dan arus yang dikembangkan sebagai bagian dari studi ini. *Input* pemodelan sebaran dampak (*fate and transport*) terdiri dari kondisi berikut ini:

- Kondisi *metocean* (kecepatan arus dan arahnya) yang dihitung dengan model hidrodinamika;
- kedalaman, bentuk dasar laut, jarak ke garis pantai serta konfigurasi garis pantai di dekatnya; dan
- volume, sifat-sifat, dan durasi tumpahan untuk substansi dan material keruk yang dibuang.

*Output* model digunakan untuk memperkirakan kecepatan sedimentasi, total padatan terlarut (TSS) yang ditambahkan pada kolom air, dan ketebalan *footprint* dari material yang mengendap yang menumpuk pada dasar laut. Berbagai skenario serta hasilnya diringkas pada bagian berikut ini.

### 9.1 KRITERIA KAJIAN

Potensi material hasil pengerukan terhadap dampak organisme air telah dikaji melalui perbandingan volume endapan sedimen dan konsentrasi Total Padatan Terlarut (TSS) di atas baku mutu ambien. Kadar yang dapat diterima untuk tiap kriteria ini telah berdasarkan atas literatur standar internasional serta baku mutu yang telah diterapkan sebelumnya yang akan dibahas di bawah ini.

Dalam dokumen Pedoman Bank Dunia (*The World Bank's Guidance*) tidak diberikan pedoman nilai TSS khususnya untuk kegiatan pengembangan Minyak dan Gas lepas pantai terkait buangan serbuk bor (IFC, 2007a). Meskipun tidak secara langsung berhubungan dengan buangan serbuk bor lepas pantai, nilai TSS yang ditetapkan oleh Bank Dunia untuk kualitas air limbah dan kualitas air ambien adalah 50 mg/L sebagai batas nilai untuk buangan air limbah domestik yang telah

diolah (IFC, 2007b). Undang-undang di Indonesia membolehkan nilai maksimum TSS adalah 80 mg/L TSS sebagai baku mutu perlindungan atas badan air dengan barisan mangrove (*mangrove-lined water bodies*).

Batas ketebalannya bervariasi sesuai spesies dan impermeabilitas sedimen. Ellis dan Heim (1985) (MarLIN, 2011) menyarankan nilai batas ketebalan sebesar 5 cm di atas *substratum* tersebut selama sebulan untuk membatasi dampak yang mungkin timbul terhadap komunitas benthos.

Berdasarkan hal di atas, diambil berbagai kriteria batas sebagai berikut untuk kajian saat ini :

- Kriteria 1 - Total padatan tersuspensi (TSS) maksimum yang diperbolehkan dalam kolom air di area penopang mangrove tidak boleh lebih dari 80 mg/L.
- Kriteria 2 - Ketebalan endapan maksimum yang diperbolehkan seharusnya tidak boleh lebih dari 5 cm dalam kurun waktu satu bulan.

Tidak ada kriteria tingkat sedimentasi yang digunakan karena tidak adanya terumbu karang (*coral*) di lingkungan tersebut.

## 9.2 RANCANGAN SKENARIO

Potensi persebaran dan pengendapan dari material hasil pengerukan telah diukur menggunakan teknik pemodelan dengan komputer. Pemodelan memungkinkan dibuatnya perkiraan terhadap tinggi muka air, kecepatan dan arah arus laut pada periode yang diinginkan. Material yang terbuang akan hanyut secara vertikal melalui kolom air, karena material hasil pengerukan lebih pekat/kental dari air penerimanya. Sebaran material hasil pengerukan pada dasarnya merupakan fenomena tiga dimensi.

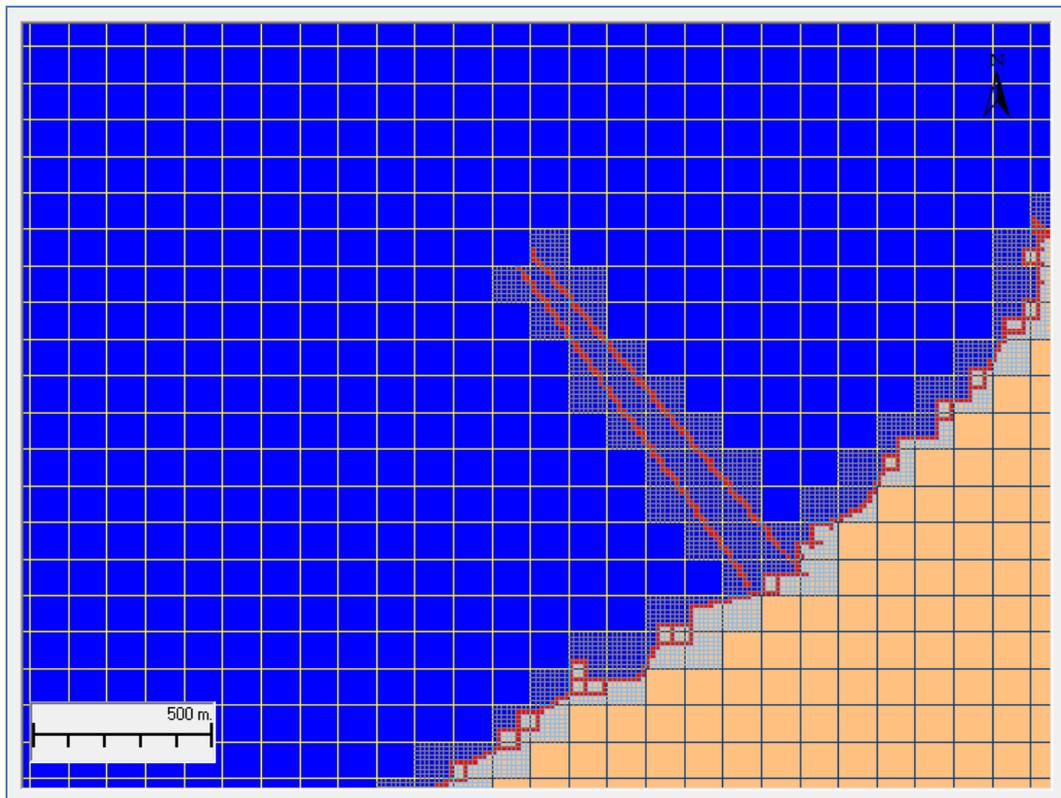
Perkiraan volume material hasil pengerukan diberikan oleh Tangguh LNG. Berat jenis dan distribusi ukuran partikelnya diasumsikan sesuai pengalaman proses pengerukan lepas pantai sebelumnya. Pembuangan disimulasikan untuk dua musim yang berbeda: musim kemarau (Agustus) dan musim hujan (Desember). Ringkasan dari skenario tersebut dapat dilihat pada **Tabel 9-1**. Dibuat model kegiatan pengerukan selama 8 jam pembuangan secara konstan untuk periode simulasi penuh pada tiap musimnya. Seluruh cairan pengeboran dan serbuk bor dibuang pada kedalaman tengah atau *mid-depth* (2,5 m di bawah LAT).

**Tabel 9-1 Daftar Skenario**

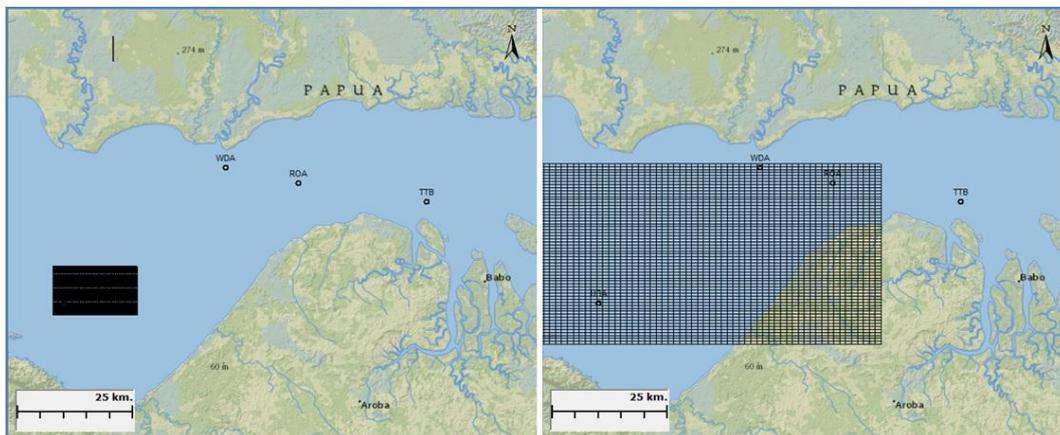
Lokasi	Musim	Skenario
BOF	Hujan	1W
	Kemarau	1D

Pemodelan persebaran material hasil pengerukan dilakukan untuk menentukan jumlah konsentrasi sedimen tersuspensi yang ditambahkan pada kolom air dari rona awal dan akumulasi pada dasar laut dari material yang dibuang tersebut ("the footprint") untuk kajian potensi dampak berbalik terhadap organisme benthos. Pemodelan material hasil pengerukan menggunakan model DREDGE *near-field* dan modul sebaran dampak (*fate and transport*) sedimen *far-field*, GEMSS-GIFT (*General Integrated Fate and Transport*).

Untuk pemodelan *far-field*, dibuat *grid* dua dimensi (2-D) yang mencakup area berukuran 2 km x 2 km dengan sel *grid* sebesar 17 m x 17 m pada tiap lokasi. *Subgrid* digunakan untuk mewakili garis pantai dan struktur yang rumit. Contoh *grid* ditunjukkan pada **Gambar 9-1**. *Grid* ini digunakan untuk perhitungan tingkat sedimentasi dan ketebalan endapan. Dibuat pula model *grid* tiga dimensi (3-D) yang adaptif untuk memperkirakan konsentrasi TSS, mencakup area dimana endapan tersuspensi menyebar. Pendekatan ini memberi resolusi adaptif dengan resolusi tinggi ketika *plume* TSS berada di dekat lokasi pembuangan dan cakupan yang lebih luas ketika *plume* TSS sudah mulai menyebar. Contoh dari pembuatan *grid* adaptif (*adaptive gridding*) ini ditunjukkan pada **Gambar 9-2**. Digunakan berbagai *grid* yang berbeda untuk sedimen tersuspensi dan sedimen yang mengendap disebabkan oleh tipikal jarak penyebarannya. Total kedalaman kolom air pada lokasi pengerukan adalah 5 m.



**Gambar 9-1** *Grid* Pengerukan dengan *Subgrid*-nya untuk Mewakili Garis Pantai dan Struktur yang Kompleks. Struktur yang Tampak pada *Grid* ini adalah Fasilitas BOF



**Gambar 9-2 Contoh Tampilan Layar *Grid* Adaptif TSS pada Dua Waktu yang Berbeda**

Rencana kegiatan pengerukan diasumsikan terjadi selama delapan jam sehari dengan total volume material keruk sebesar 2.000 m<sup>3</sup>. Berdasarkan durasi pengerukan selama delapan jam per hari, maka kecepatan pengerukannya adalah 250 m<sup>3</sup>/jam. Digunakan juga asumsi konservatif kehilangan sebesar 1% untuk memperkirakan pembuangan material selama pengoperasian kegiatan pengerukan. Jumlah pembuangan yang diperkirakan serta durasi pembuangannya terdapat pada **Tabel 9-2**.

**Tabel 9-2 Karakteristik Pembuangan**

Skenario	Jumlah Pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)	Durasi Pembuangan (jam/hari)
1W	2,5	8
1D	2,5	8

Distribusi ukuran partikel untuk material hasil pengerukan terdapat pada **Tabel 9-3** berdasarkan data yang diberikan oleh Tangguh LNG. Karena kurangnya data, maka Berat Jenis (*density*) material hasil pengerukan diasumsikan dan berdasarkan pengalaman kegiatan pengerukan sebelumnya seperti yang terlihat pada **Tabel 9-4**.

**Tabel 9-3 Distribusi Ukuran Partikel Material Hasil Pengerukan**

Ukuran Partikel (µm)	Fraksi Volume %
4	23
30	44
125	30
2000	3

**Tabel 9-4 Berat Jenis Material Hasil Pengerukan**

Material	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )
Material hasil pengerukan	2650

#### 9.4 PEMODELAN NEAR-FIELD

Untuk mengkaji potensi persebaran dan pengendapan sedimen laut hasil pengerukan, maka digunakan model *United States Army Corps of Engineers' (USACE) DREDGE* (Hayes and Je, 2008). Model ini merupakan perhitungan dalam kondisi *steady-state*, dikembangkan untuk memperkirakan dampak dari pengoperasian kegiatan pengerukan yang direncanakan. DREDGE menghitung kecepatan yang mana sedimen menjadi tersuspensi sebagai akibat dari operasi pengerukan secara hidraulik dan mekanis, serta kemudian menghitung dimensi *plume* sedimen tersuspensi dan konfigurasi yang diakibatkannya menggunakan informasi spesifik dari lokasi pengerukan tersebut.

Menurut program pengerukan yang direncanakan yang tersedia pada saat studi pemodelan ini, diasumsikan untuk studi ini menggunakan *open clamshell*, pengerukan secara mekanis dengan volume 16-18 m<sup>3</sup>. Dengan menggunakan metode *Nakai's Turbidity Generation Unit (TGU)* (Palermo dkk., 2008), diperkirakan kecepatan pada sumber (*source rate*) sebesar 1,84 kg/detik (1% dari sumbernya). *Source rate* ini merupakan bagian dari sedimen yang tersuspensi kembali ke dalam kolom air sebagai akibat turbulensi yang dihasilkan dari mesin-mesin tersebut atau kebocoran material selama pembuangan material hasil pengerukan. Untuk melakukan *set-up* program, waktu siklusnya (*cycle time*) diasumsikan 55 detik. Waktu ini diperkirakan berdasarkan waktu yang dibutuhkan oleh pengerukan dengan *open clamshell* akan diambil untuk menyelesaikan satu siklus penuh pada dua kedalaman yang berbeda. **Tabel 9-5** merinci parameter-parameter input yang digunakan pada simulasi DREDGE.

**Tabel 9-5 Parameter Input**

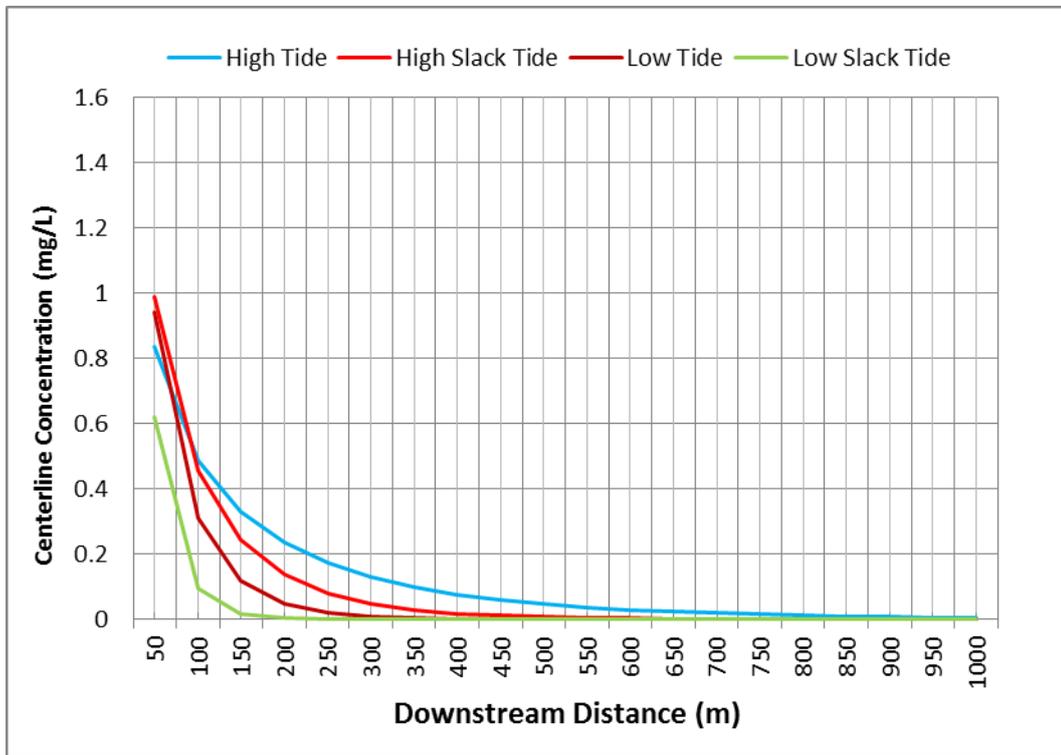
Parameter	Satuan	Nilai
<i>Bucket Type</i>	NA	<i>Open Clamshell</i>
<i>Bucket Size</i>	m <sup>3</sup>	18
<i>Cycle Time</i>	detik	55
<i>Settling Velocity</i>	m/detik	0,00002
<i>Water Depth</i>	m	5,15
<i>In-situ Dry Density</i>	kg/m <sup>3</sup>	1300
<i>Fraction of Particles Smaller Than 74µm</i>	NA	67%
<i>Fraction of Particles Smaller Than Particles With Settling Velocity</i>	NA	70%
<i>Lateral Diffusion Coefficient</i>	cm <sup>2</sup> /detik	10 <sup>7</sup>
<i>Vertical Diffusion Coefficient</i>	cm <sup>2</sup> /detik	1,0
<i>Specific Gravity</i>		2,65
<i>Mean Particle Size</i>	µm	35
<i>Source Strength</i>	kg/detik	1,84 (1% dari sumber)

TSS yang muncul selama proses pengerukan ini tergantung kepada beberapa faktor, mulai dari jenis pengerukan yang dilakukan, lama waktu/durasi siklus pengerukan, kedalaman lokasi yang sedang dikeruk, dan kecepatan air ambien. Kecepatan air ambien tersedia dari hasil pemodelan hidrodinamika yang telah diselesaikan untuk proyek ini, seperti yang terlihat pada **Tabel 9-6**.

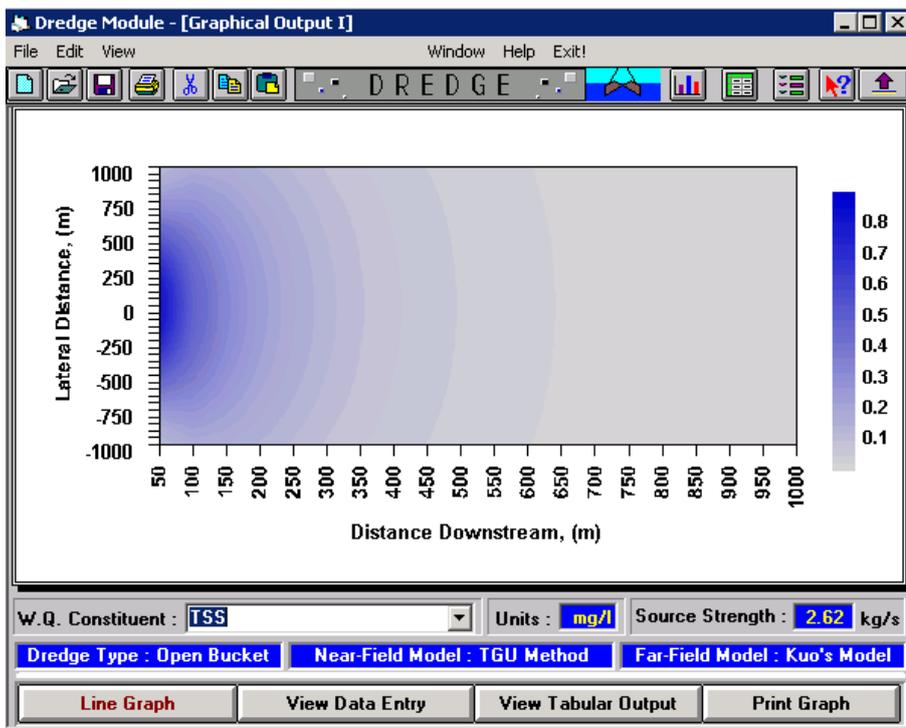
**Tabel 9-6 Rata-rata Kecepatan untuk Empat Simulasi Pasang Surut**

Tahap Pasang Surut	Kecepatan Rata-Rata (m/detik)
<i>High</i>	0,40
<i>High Slack</i>	0,18
<i>Low</i>	0,10
<i>Low Slack</i>	0,05

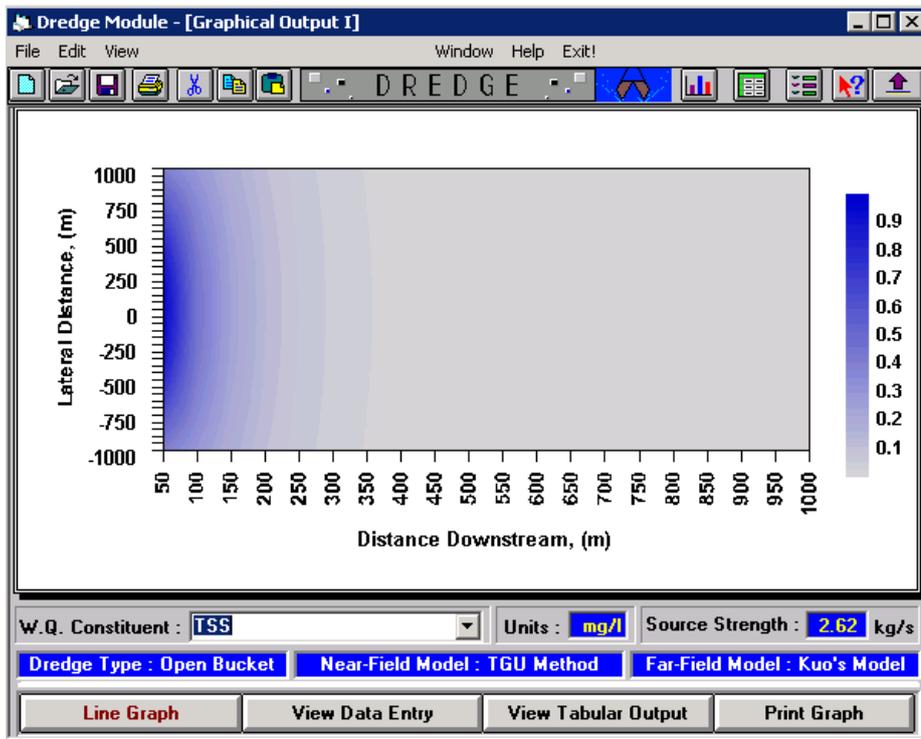
Input data yang ada pada Tabel 9-5 dan **Tabel 9-6** diberikan pada DREDGE sebagai bahan simulasi. DREDGE akan menghitung distribusi berbagai kolom air secara spasial dari parameter TSS. Hasilnya adalah dalam bentuk kontur konsentrasi TSS dan nilai konsentrasi TSS dalam matrik spasial. Konsentrasi TSS adalah yang tertinggi sepanjang garis tengah (*centerline*), garis yang melewati sepanjang lokasi pengerukan. **Gambar 9-3** menunjukkan konsentrasi TSS pada berbagai jarak yang berbeda sepanjang garis tengah untuk seluruh simulasi. **Gambar 9-4** sampai **Gambar 9-7** menunjukkan kontur TSS yang diperoleh dari DREDGE. Konsentrasi maksimum TSS adalah 1,0 mg/L yang diperkirakan selama pasang lendut tinggi (*high slack tide*) dekat dengan lokasi pengerukan, sedangkan konsentrasi minimum TSS adalah 0,6 mg/L yang didapat ketika air pasang lendut rendah (*low slack water*). Perlu dicatat bahwa konsentrasi TSS tersebut merupakan tambahan nilai TSS terhadap TSS rona awal, dan hanya mewakili TSS yang dilepaskan pada satu siklus pengerukan.



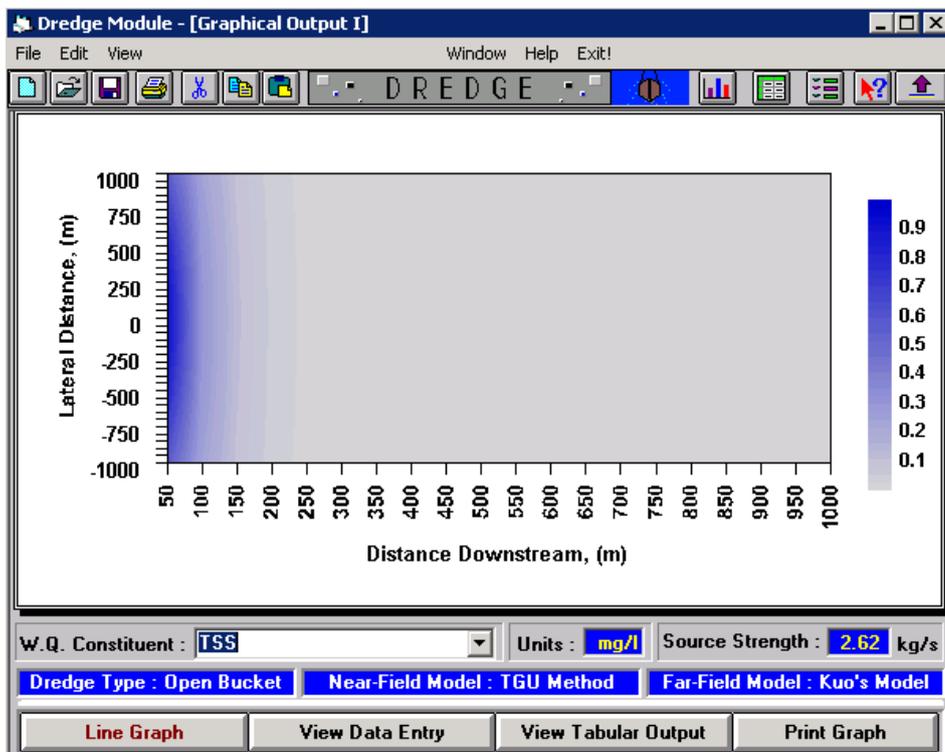
Gambar 9-3 Konsentrasi Centerline dari TSS Dibandingkan dengan Jarak ke Hilir pada Tiap Simulasi



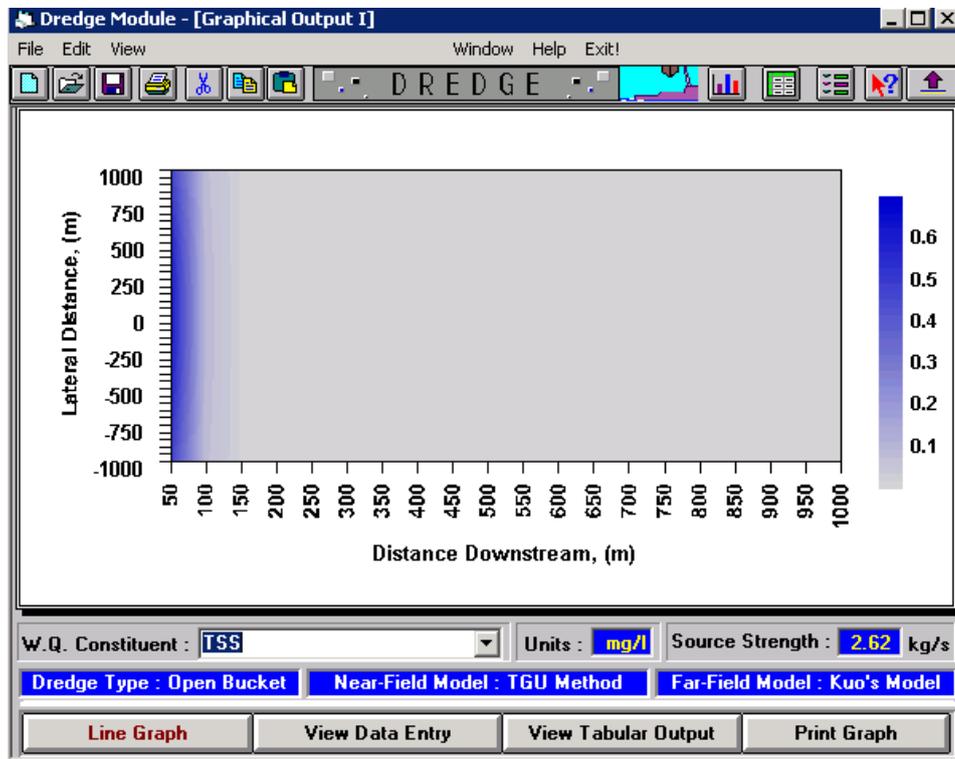
Gambar 9-4 Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Tinggi



Gambar 9-5 TSS Kontur Kadar Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Lendut Tinggi



Gambar 9-6 Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Rendah



Gambar 9-7 Kontur Konsentrasi TSS (mg/L) untuk Pasang Lendut Rendah

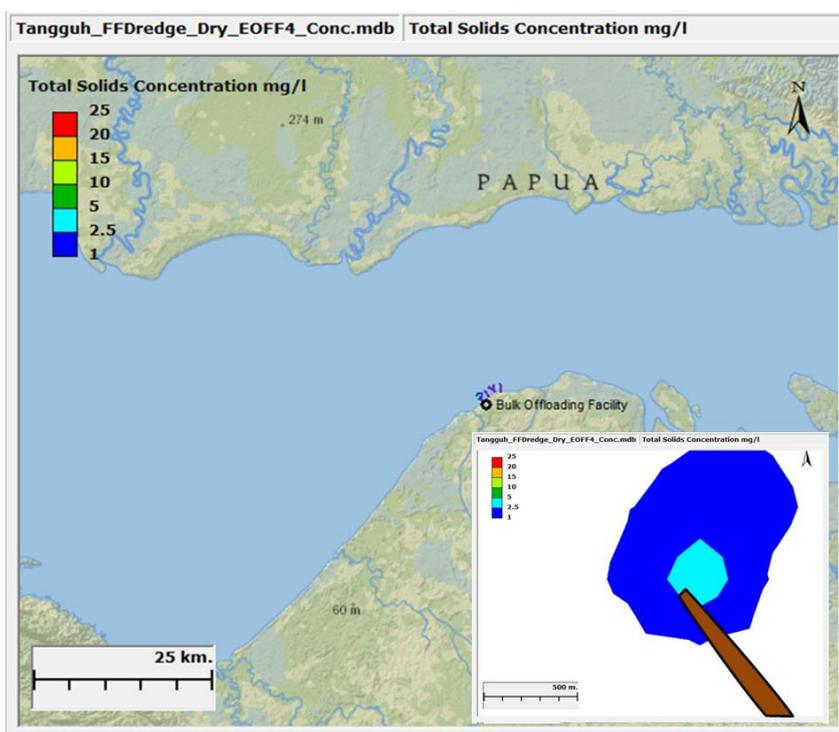
## 9.5 PEMODELAN FAR-FIELD

Bagian ini memaparkan hasil yang diperoleh dari model *far-field* selama operasi kegiatan pengerukan pada lokasi BOF. Pada kedua skenario (1W dan 1D), total material hasil pengerukan sebanyak 20 m<sup>3</sup> dibuang setiap harinya selama periode delapan jam. Pembuangan material hasil pengerukan ini terjadi setiap hari sepanjang periode simulasi. Pengoperasian kegiatan pengerukan yang sebenarnya akan terjadi selama beberapa bulan. Namun, periode 30 hari cukup dalam melakukan prediksi potensi sebaran dampak (*fate and transport*) dari padatan tersuspensi (*suspended solids*) dan sedimentasi diakibatkan pengoperasian kegiatan pengerukan ini.

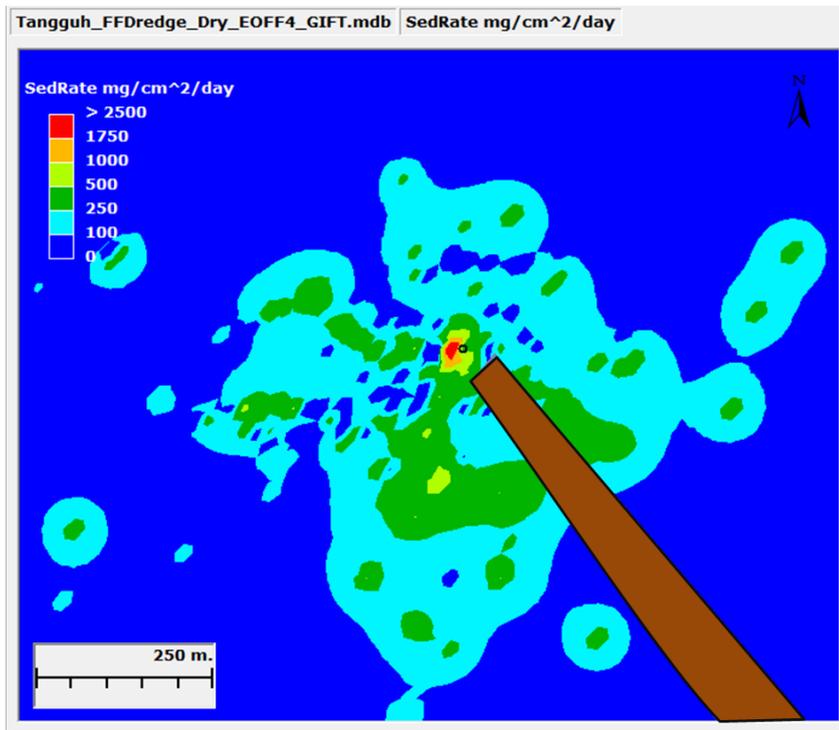
Dalam Skenario 1D, peningkatan maksimum nilai TSS sesaat adalah 4,8 mg/L. *Snapshot* dari *plume* TSS selama kegiatan pengerukan sekaligus dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan dalam **Gambar 9-8**. *Plume* terbatas pada wilayah di sekitar fasilitas BOF. Nilai TSS turun drastis di bawah 5 mg/L pada jarak lebih dari 200 m dari lokasi pengerukan. Tingkat sedimentasi maksimum sesaat adalah 2623 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan sedimen maksimumnya adalah 136,2 mm, keduanya terjadi pada lokasi pengerukan dan sesaat. Tingginya tingkat sedimentasi diperkirakan terjadi karena dangkalnya kedalaman air (~5 m) pada area pengerukan. Sedimen yang terbuang segera mengendap di dekat lokasi BOF tanpa mengalami penyebaran yang berarti. **Gambar 9-9** dan **Gambar 9-10** menunjukkan *snapshot* tingkat sedimentasi dan ketebalan sedimen pada saat nilai maksimum tercapai. Perhatikan bahwa kedua tingkat sedimentasi dan ketebalan sedimen tersebut bersifat sementara karena proses pengendapan secara terus-

menerus (*continuous deposition*) dan erosi terjadi pada kondisi hidrodinamika yang bervariasi. Selain itu, buangan sedimen selama pengerukan akan menyebar mencakup seluruh lokasi pengerukan. Namun, dalam studi pemodelan, seluruh buangan terkait pengerukan terjadi pada satu lokasi menimbulkan analisis dengan konservatif yang tinggi. Baik tingkat sedimentasi maupun ketebalan sedimen turun drastis, secara berurutan masing-masing menjadi kurang dari 100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 1mm, dalam jarak 500 m dari lokasi pengerukan. Berbagai hasil ini dengan jelas menunjukkan bahwa TSS dan sedimentasi yang terjadi disebabkan karena pengeboran merupakan fenomena lokal saja.

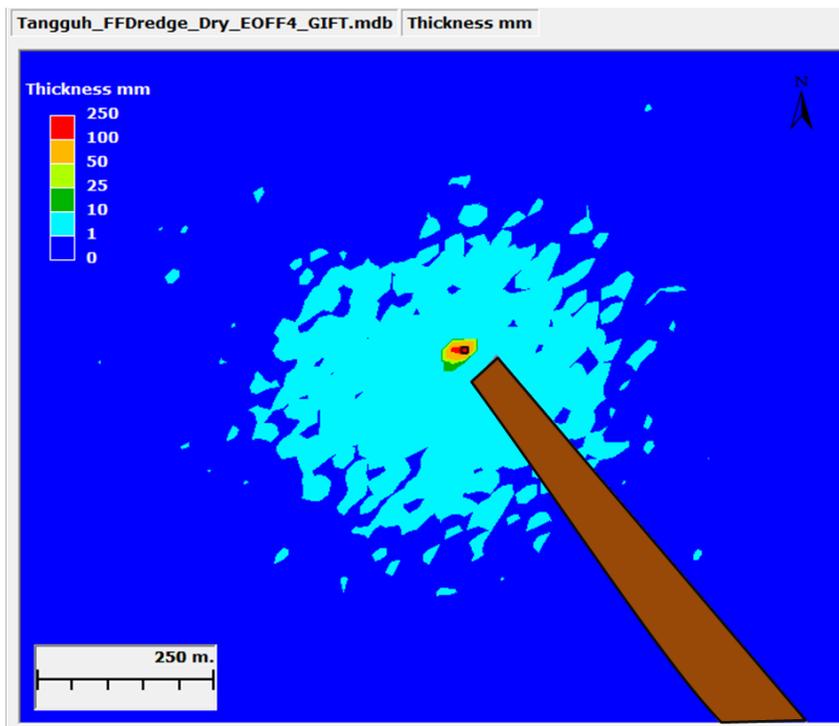
Dalam Skenario 1W, peningkatan TSS, tingkat sedimentasi dan ketebalan sedimen sebanding dengan pada musim kemarau. Peningkatan maksimum TSS diperkirakan menjadi 11,8 mg/L, dan tingkat sedimentasi maksimum serta ketebalan sedimen, secara berurutan masing-masing diperkirakan menjadi 15100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 58,7 mm. **Gambar 9-11, Gambar 9-12 dan Gambar 9-13** menunjukkan peningkatan maksimum *plume* TSS sesaat, tingkat sedimentasi dan nilai ketebalan sedimen sebagai akibat dari kegiatan pengerukan pada lokasi BOF pada musim hujan.



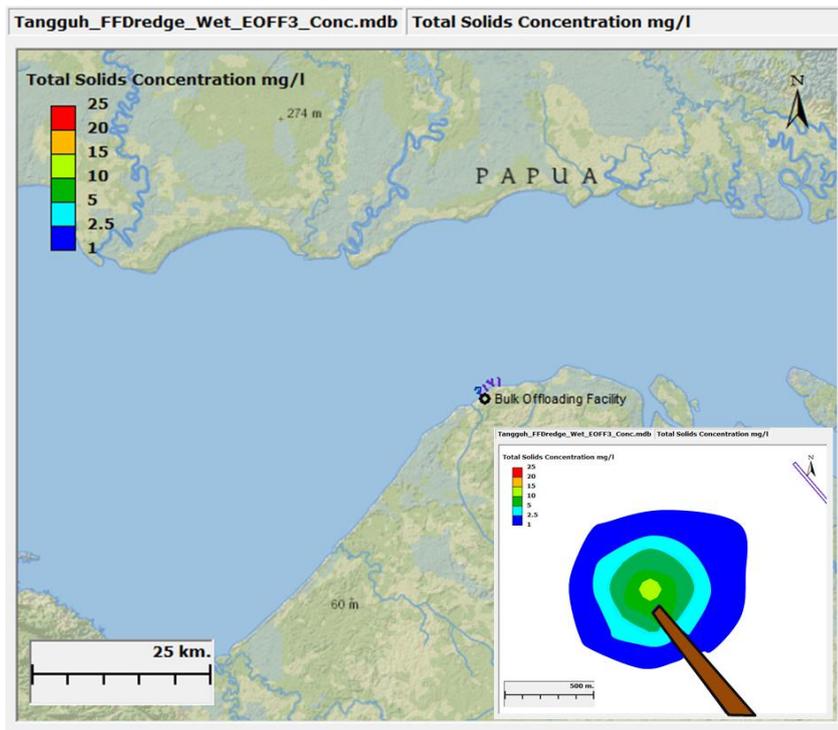
**Gambar 9-8 Peningkatan Maksimum Konsentrasi TSS selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau**



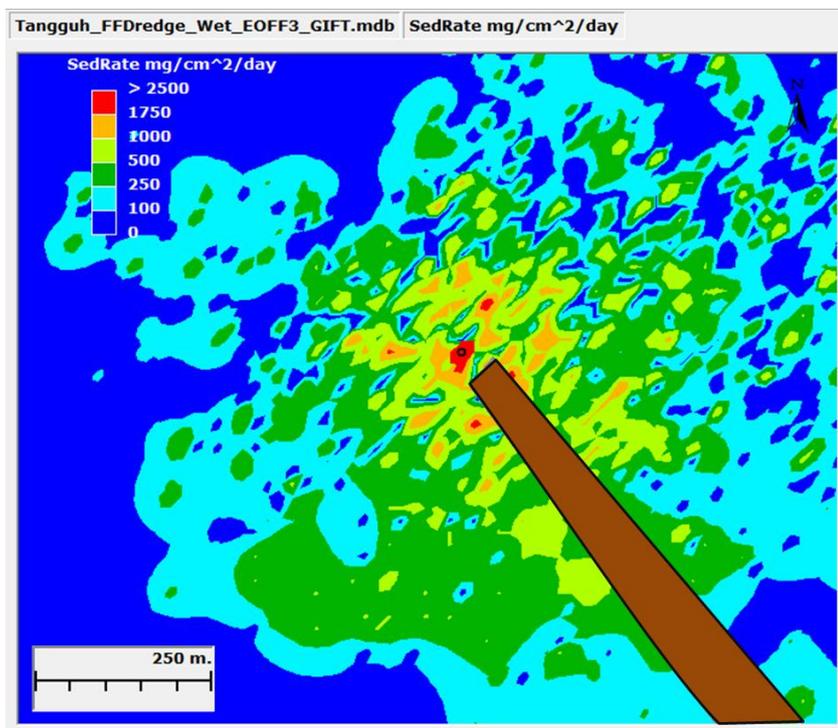
Gambar 9-9 Kecepatan Maksimum Sedimentasi Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau



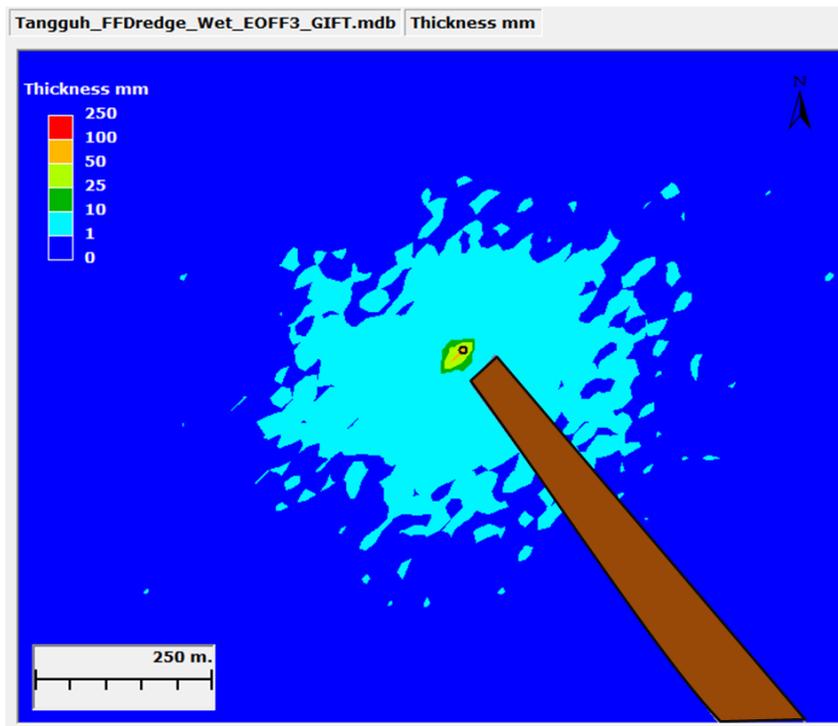
Gambar 9-10 Ketebalan Maksimum Sedimen Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Kemarau



**Gambar 9-11 Peningkatan Maksimum Konsentrasi TSS Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Hujan**



**Gambar 9-12 Nilai Maksimum Sedimentasi Selama Kegiatan Pengerukan pada Lokasi BOF pada Musim Hujan**



**Gambar 9-13 Ketebalan Sedimen Selama Proses Pengerukan pada lokasi BOF pada Musim Hujan**

## 9.6 KESIMPULAN

Hasil pemodelan dan plot yang ditampilkan menunjukkan bahwa endapan sedimen material keruk terkait kegiatan operasi kegiatan pengerukan hanya terjadi di lingkungan yang dekat dengan lokasi pengerukan, terutama dalam radius 500 m. Hasil yang ada menunjukkan nilai maksimum yang diperkirakan selama operasi kegiatan pengerukan. Nilai-nilai maksimum ini hanya terjadi dalam periode singkat karena kondisi ambien bersifat sementara dan *plume* dengan cepat menyebar atau mengendap ke dasar laut. *Plume* TSS, serupa dengan *plume* sedimentasi, terbatas luasannya karena kedalamannya dangkal yang memungkinkan pengendapan sedimen dengan cepat. Penambahan maksimum TSS diperkirakan hanya mencapai 11,8 mg/L. Nilai maksimum rona awal TSS selama musim kemarau adalah 27 mg/L yang ketika ditambahkan pada penambahan maksimum TSS oleh kegiatan pengerukan menghasilkan nilai TSS sebesar 38,8 mg/L, berada jauh di bawah baku mutu kualitas air laut ambien untuk badan air yang berbatasan dengan mangrove adalah 80 mg/L. Hasil yang diperkirakan ini menunjukkan bahwa operasi kegiatan pengerukan yang direncanakan tampaknya tidak mungkin melebihi baku mutu parameter lingkungan yang berlaku atau menimbulkan dampak yang signifikan. **Tabel 9-7** menunjukkan ringkasan dari TSS, tingkat sedimentasi dan ketebalan sedimen.

**Tabel 9-7 Ringkasan Hasil-hasil yang Diperkirakan untuk Skenario Operasi Kegiatan Pengerukan**

Skenario	Peningkatan Maksimum TSS (mg/L)	Peningkatan Maksimum Tingkat Sedimentasi ( <i>Sedimentation Rate</i> ) (mg/cm <sup>2</sup> -day)	Peningkatan Maksimum Ketebalan Endapan (mm)	Area Ketebalan Endapan > 5 cm (m <sup>2</sup> )
1D	4,8	2623	136,2	590
1W	11,8	15111	58,7	80

Materi hasil pengerukan dari lokasi BOF direncanakan akan dibuang di dua lokasi pada Teluk Bintuni. Pembuangan materi hasil pengerukan berpotensi menimbulkan risiko terhadap komunitas laut dan benthos karena peningkatan TSS dan endapan materi yang dibuang tersebut. Skenario yang dipertimbangkan bagi kajian dampak potensial dari pembuangan materi hasil pengerukan menggunakan lokasi pembuangan di bagian timur (**Gambar 3-1**) baik pada musim hujan maupun musim kemarau seperti pada skenario sebelumnya. Lokasi pembuangan di bagian timur dipilih karena kedekatannya dengan reseptor penerima dampak yang sensitif dan dengan demikian mewakili kasus yang konservatif terkait dampak.

Serupa dengan kajian kegiatan pengerukan, dampak fisika, kimia dan biologi dari materi hasil pengerukan yang dibuang ke air permukaan pada lokasi pembuangan yang direncanakan dikaji dengan menggunakan pemodelan sebaran dampak (*fate and transport*) tiga dimensi. Kajian *near-field* maupun *far-field* telah selesai. Sementara Model GEMSS-GIFT digunakan untuk pemodelan *far-field*, model yang lain, STFATE digunakan untuk pemodelan *near-field*.

### 10.1 DESAIN SKENARIO

Perkiraan volume materi hasil pengerukan diberikan oleh Tangguh LNG. Distribusi berat jenis (*specific gravity*) dan ukuran partikel diasumsikan berdasarkan pengalaman pengerukan sebelumnya. Buangan disimulasikan untuk dua musim yang berbeda: musim kemarau (Agustus) dan musim hujan (Desember). Ringkasan skenario tersebut dapat dilihat pada **Tabel 10-1**. Pembuangan materi hasil pengerukan dibuat pemodelan untuk pembuangan selama dua kali sepuluh menit dengan jeda selama empat jam untuk masing-masing musim. Pengerukan yang direncanakan akan dilakukan secara terus menerus selama delapan jam per hari dengan volume materi keruk sebanyak 2.000 m<sup>3</sup>. Tongkang pembuangan materi hasil pengerukan dengan kapasitas 1.000 m<sup>3</sup> akan digunakan untuk membuang materi keruk dua kali sehari. Diantisipasi bahwa seluruh materi keruk ini dapat dibuang dalam waktu 10 menit. Seluruh materi keruk ini dibuang 3 meter di bawah LAT.

**Tabel 10-1 Skenario Pembuangan Materi Hasil Pengerukan**

Lokasi Pembuangan	Musim	Skenario
Sisi Timur	Musim Hujan	2W
	Musim Kemarau	2D

### 10.2 DATA PEMBUANGAN DAN SEDIMEN

Sedimen yang dibuang sama dengan hasil dari proses pengerukan di fasilitas BOF. Sehingga, hal-hal yang diperlukan untuk pemodelan pembuangan ini sama dengan yang digunakan untuk pemodelan pengerukan pada Bagian 9.

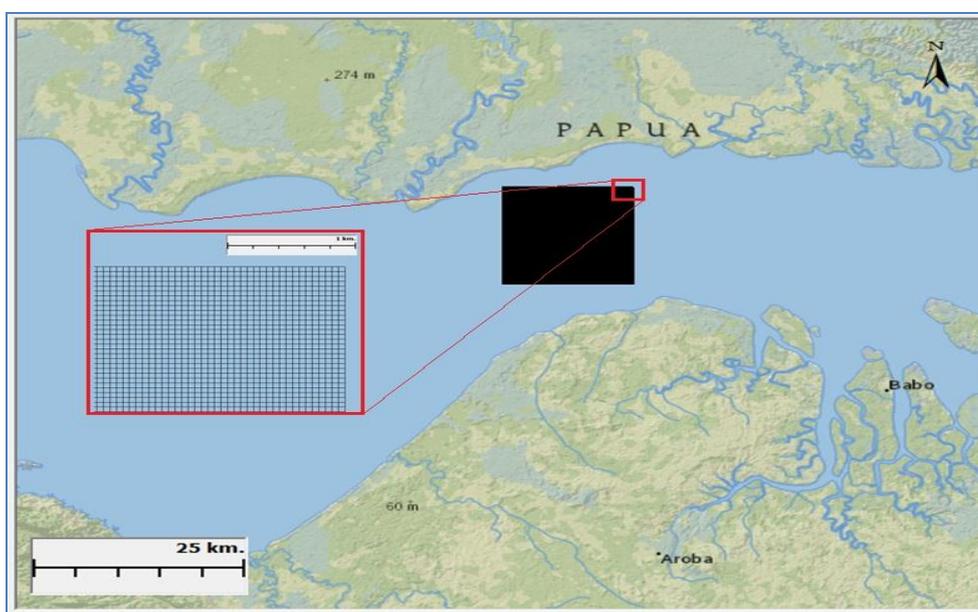
Grid dua dimensi (2-D) telah dibuat mencakup area seluas 15 km x 15 km, dengan sel *grid* berukuran 50 m x 50 m pada tiap lokasi. *Grid* tersebut ditunjukkan pada **Gambar 10-1**. *Grid* ini digunakan untuk perhitungan laju sedimentasi dan ketebalan endapan. *Grid* adaptif tiga dimensi (3-D) telah dibuat untuk konsentrasi TSS seperti yang ditunjukkan pada Bagian 9.

Perkiraan jumlah yang dibuang serta durasinya diberikan pada **Tabel 10-2**.

**Tabel 10-2 Karakteristik Pembuangan**

Skenario	Jumlah Pembuangan (m <sup>3</sup> /pembuangan)	Banyaknya Pembuangan per hari	Jeda Waktu antara Pembuangan (jam)	Durasi Pembuangan
2W	1000	2	4	10 menit
2D	1000	2	4	10 menit

Distribusi ukuran partikel untuk materi hasil pengerukan ada pada **Tabel 9-3** berdasarkan data yang diberikan oleh Tangguh LNG. Berat jenis materi hasil pengerukan diasumsikan berdasarkan pengalaman pekerjaan sebelumnya yang ada pada **Tabel 9-4**.



**Gambar 10-1 Grid Pengerukan dengan Model Sebaran Dampak (*fate and transport*) Pembuangan Hasil Pengerukan**

### 10.3 PEMODELAN NEAR-FIELD

Simulasi STFATE dijalankan untuk pembuangan tunggal materi hasil pengerukan sebesar 1.000 m<sup>3</sup> dari tongkang *split-hull* di tengah Lokasi Pembuangan bagian Timur. Tongkang *hopper* yang direncanakan akan digunakan berukuran 30 m x 10 m dan daya muat kapalnya adalah 3 m kosong dan 1 m dengan muatan penuh. Tongkang ini diasumsikan dapat melaju dengan kecepatan 1 knot (0,5 m/detik) selama proses pembuangan. Dibutuhkan waktu sekitar 10 menit untuk mengosongkan kapal.

*Grid* model yang digunakan untuk menjalankan STFATE adalah 2.286 m x 2.286 m. Luasan ini dibutuhkan untuk menampilkan buangan pada seluruh dasar dalam *grid*. Rata-rata kedalaman untuk *grid* ini adalah 5,15 m. Ketinggian kekasaran (*roughness height*) dasar laut diasumsikan sekitar 0,0015 m.

Profil kecepatan arus diatur menjadi empat tipe pasang surut yang berbeda: pasang tinggi, pasang tinggi lendut, pasang rendah, dan pasang rendah lendut. Kecepatan pasang surut pada kedalaman 2 m ditentukan sesuai hasil pemodelan hidrodinamika (Tabel 10-3). Profil arus secara logaritma digunakan untuk menghitung variasi vertikal pada arus dari permukaan air ke dasar laut.

**Tabel 10-3** Komponen Arus pada Kedalaman 10 ft pada Lokasi Pembuangan di Bagian Timur

Tahap Pasang Surut	Kecepatan-u (arah-z) (m/s)	Kecepatan-v (arah-x) (m/s)
<i>High</i>	0,70	0,02
<i>High Slack</i>	0,16	-0,30
<i>Low</i>	-0,60	-0,11
<i>Low Slack</i>	-0,16	-0,08

Untuk *set-up* keadaan model yang realistis, diasumsikan bahwa materi hasil pengerukan pada tongkang mempunyai tiga lapisan, karena terjadinya pengendapan di dalam tongkang selama pengangkutan ke lokasi pembuangan. Lapisan dasar memiliki konsentrasi volume (*volumetric concentration*) pasir yang lebih tinggi, dan konsentrasi pasir lebih rendah pada lapisan atas, serta konsentrasi *silt* dan lempung sedikit lebih tinggi. Rata-rata kepadatan untuk semua lapisan (*average bulk density*) adalah sekitar 1.300 kg/m<sup>3</sup>.

Model STFATE ini digunakan untuk mensimulasikan konsentrasi pasir tersuspensi (*suspended sand*), lanau (*silt*) serta lempung pada setiap jam selama periode empat jam. Output dari Model STFATE terdiri dari konsentrasi partikel pada kolom air pada kedalaman dan interval waktu tertentu selama periode simulasi. Model ini memprediksi bahwa partikel pasir serta gumpalan (*clumps*) yang lebih besar akan mengendap pada dasar laut dalam waktu kurang dari 1 jam. Output yang ditampilkan di sini adalah untuk konsentrasi *silt* dan lempung untuk dasar laut pada jam ke-1 dan jam ke-4.

**Tabel 10-4** meringkas dimensi dan posisi lanau (*silt*) dan lempung (*clay clouds*) pada dasar laut. **Gambar 10-2** sampai **Gambar 10-5** menampilkan akumulasi materi yang mengendap pada dasar laut. Ketebalan maksimum endapan sedimen pada dasar laut adalah kira-kira 30 mm selama empat tahap pasang surut air. Rata-rata luas persebaran materi endapan adalah kira-kira mencapai radius 200-400 m dari titik tengah pembuangan.

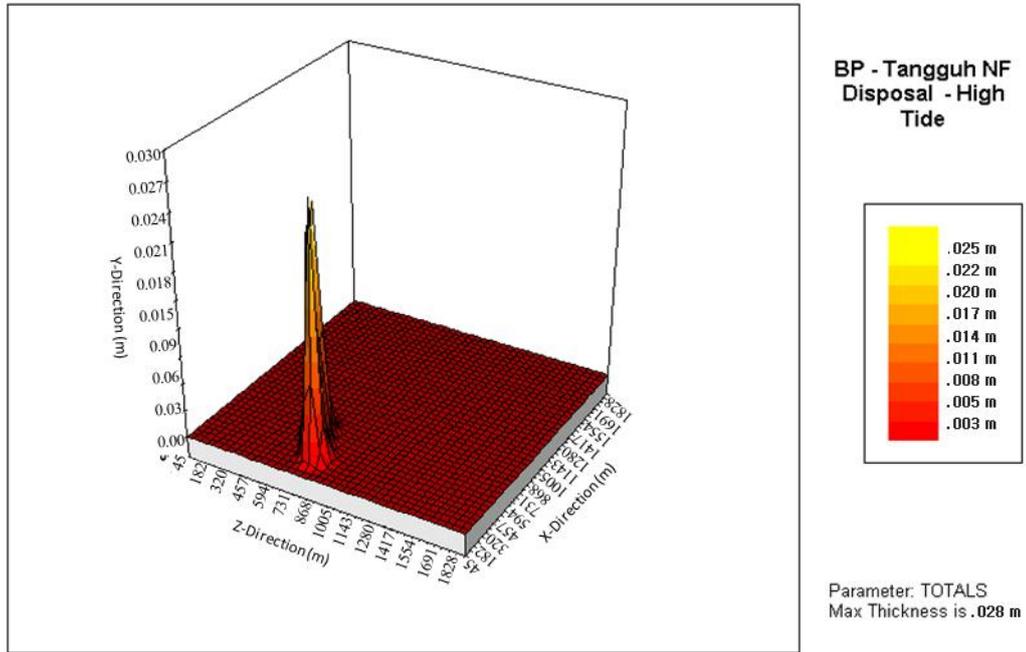
**Gambar 10-6** sampai **Gambar 10-9** merupakan plot kontur dari konsentrasi maksimum lanau (*silt*) dan lempung pada jam ke-1 dan jam ke-4 setelah pembuangan, untuk tiap tahap pasang surut air, dan menunjukkan hasil simulasi STFATE dari setiap pembuangan tunggal pada dasar laut. Lokasi buangan materi hasil pengerukan ditandai dengan segitiga biru kecil. Garis kontur berikut menunjukkan luas horizontal dari partikel lanau (*silt*) dan lempung terhadap nilai konsentrasi yang berbeda. Agar diperhatikan bahwa nilai konsentrasi merupakan nilai tambahan TSS pada TSS rona awal, dan hanya mewakili TSS yang dibuang karena adanya pembuangan tunggal. Hasilnya menunjukkan tingginya konsentrasi tambahan TSS awal dengan penurunan yang cepat pada kadar konsentrasi penambahan lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) sampai jumlahnya kurang dari 20 dan 1,0 mg/L, secara berurutan, pada jam ke-1 dan jam ke-4 setelah pembuangan. Luas radial dari lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) yang diperkirakan pada jam ke-1 pada saat partikel konsentrasi turun menjadi 20 mg/L adalah pada sekitar radius 150 m. Pada jam ke-4, kumpulan sedimen (lanau/lempung) dengan penambahan konsentrasi di atas 1 mg/L meluas sampai radius 400 m.

Pusat massa (*Centroid*) kumpulan lumpur dan lempung bergerak kira-kira 60 m pada saat pasang lendut (*slack tide*) dan sampai dengan 300 m pada saat pasang naik (*high tide*) dalam jangka waktu 4 jam sejak awal pembuangan. Konsentrasi maksimum lanau/lempung pada pusat massa kumpulan sedimen adalah 120 mg/L setelah awal pembuangan menuju lokasi pembuangan. Model ini memperkirakan penambahan konsentrasi kumpulan lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) pada permukaan air lebih kecil dibandingkan dengan pada dasar laut. Namun, persebaran spasial pada permukaan air serupa dengan yang terjadi pada dasar laut.

Peningkatan maksimum TSS yang diperbolehkan sebesar 53 mg/L (standar 80 mg/L - 27 mg/L rona awal) pada lapisan dasar dari kolom air terlampau, namun masih dalam radius 100 m dari kumpulan sedimen dalam satu jam pertama setelah awal pembuangan. Peningkatan TSS di atas 53 mg/L setelah satu jam pertama tidak diperkirakan, dan turun di bawah 1 mg/L dalam 4 jam sejak pembuangan dalam satu siklus pembuangan.

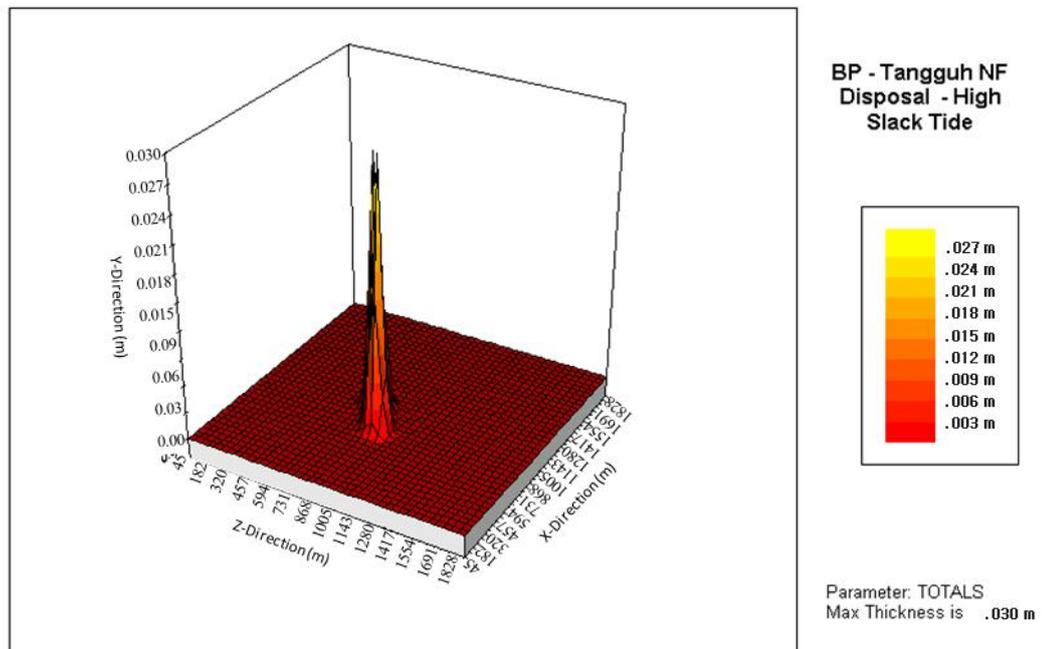
**Tabel 10-4 Dimensi dan posisi lumpur dan lempung pada dasar laut.**

Tahap Pasang Surut	Jenis	Konsentrasi Maksimum pada Pusat Massa Kumpulan Sedimen pada at Hour 4 (mg/L)	Travel Distance of Cloud Centroid Within 4 Hours (m)	Radial Extent of Clouds Falling to 20 mg/L (m)	Maximum Overall Deposited Sediment Thickness (mm)
High	Silt	80	300	120	30
	Clay	120	375	180	-
High Slack	Silt	90	180	135	30
	Clay	100	150	120	-
Low	Silt	90	150	135	30
	Clay	100	60	180	-
Low Slack	Silt	90	150	135	30
	Clay	100	100	180	-



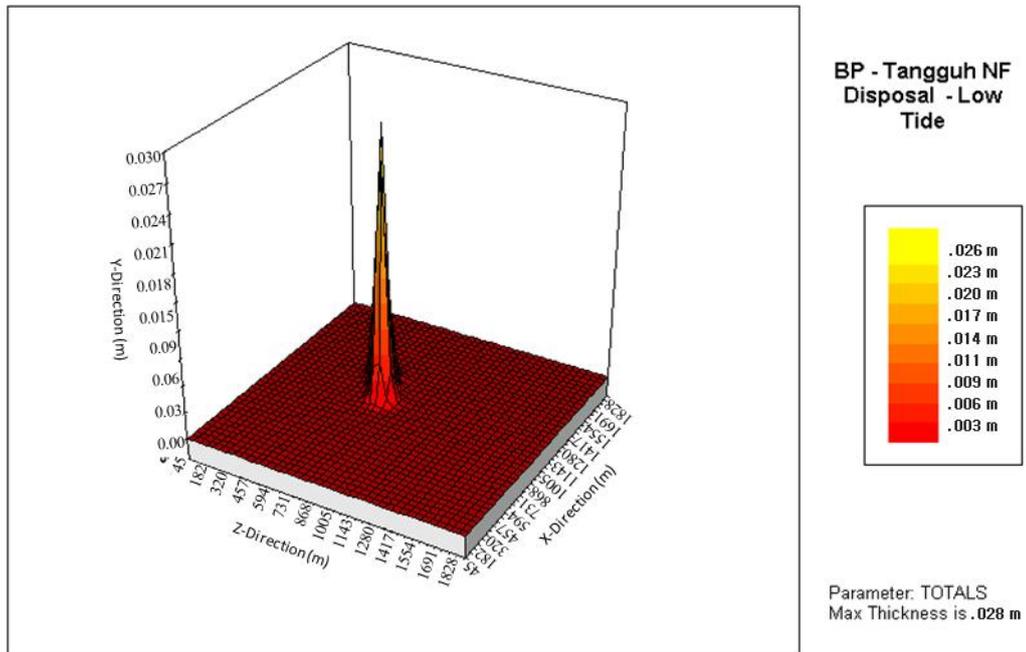
( Note : Legenda BP diganti dengan Tangguh LNG)

**Gambar 10-2 Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Naik**



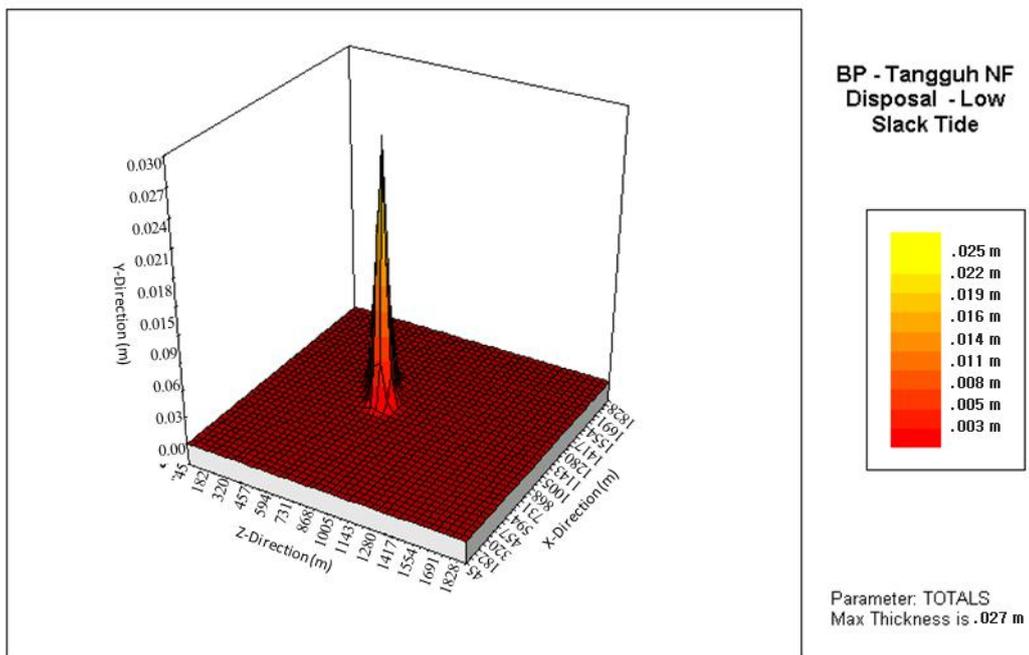
( Note : Legenda BP diganti dengan Tangguh LNG)

**Gambar 10-3 Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Lendut Tinggi**



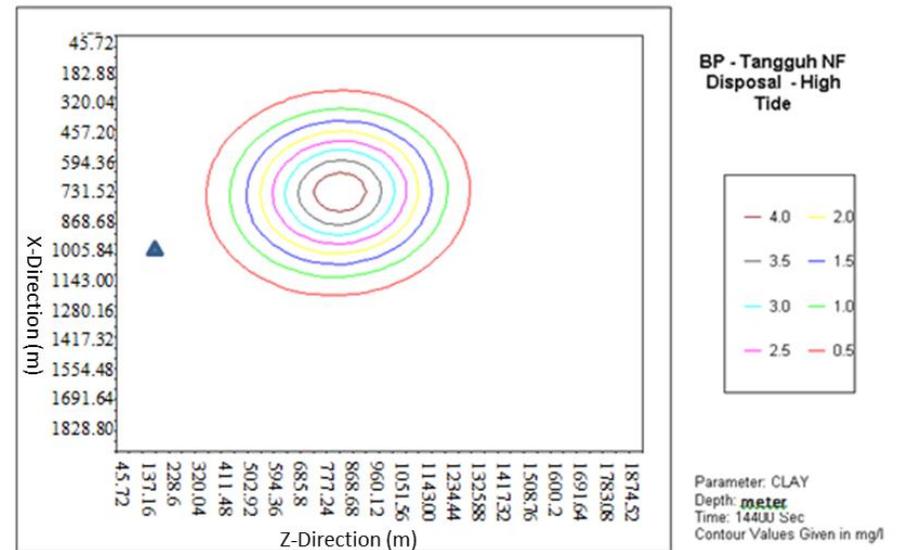
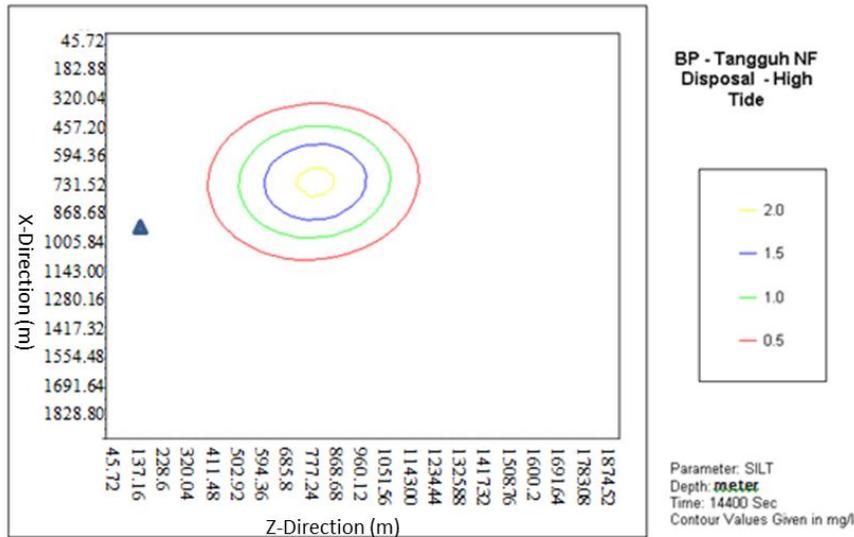
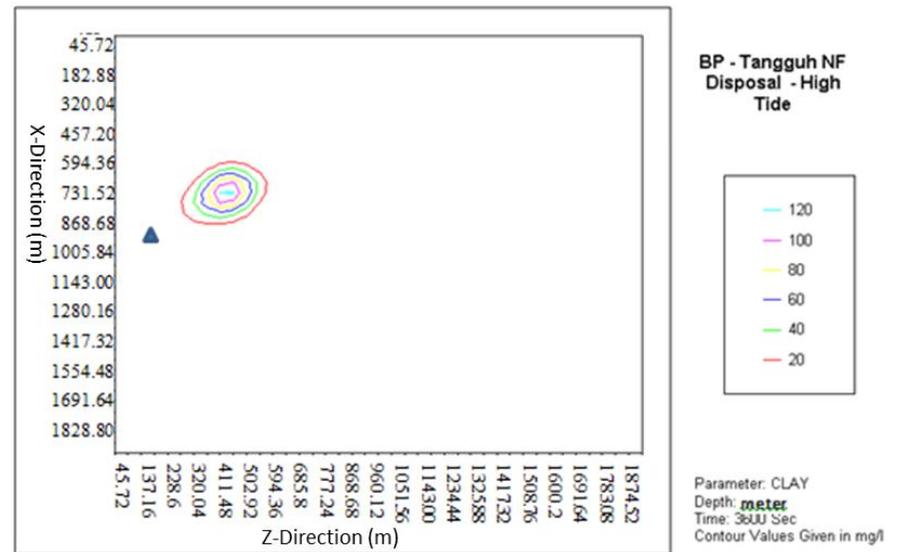
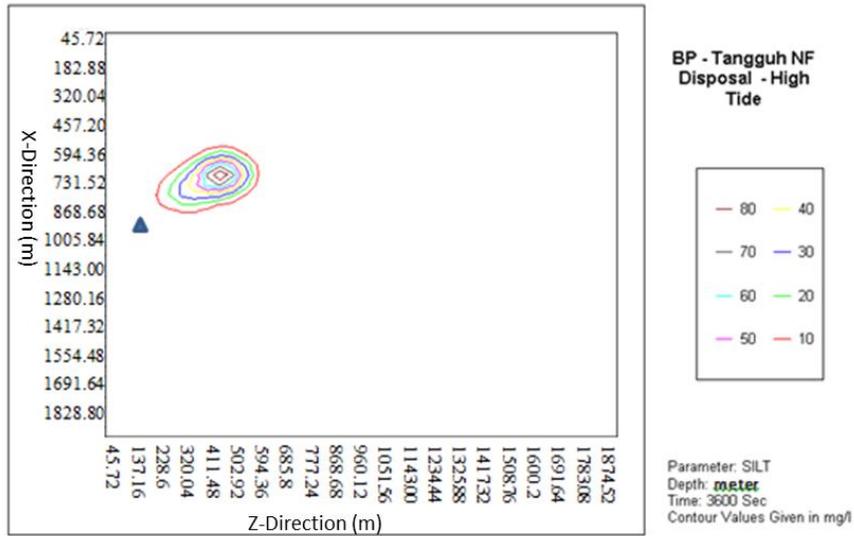
( Note : Legenda BP diganti dengan Tangguh LNG)

**Gambar 10-4 Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Surut**

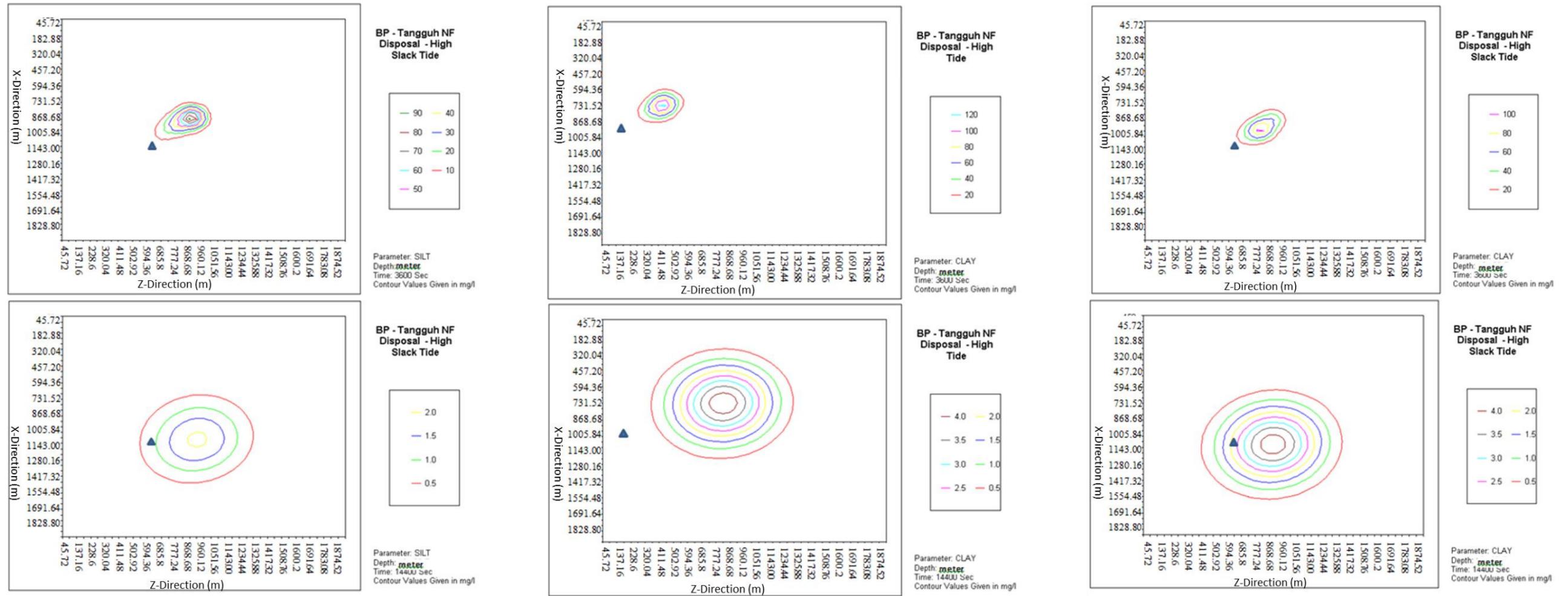


( Note : Legenda BP diganti dengan Tangguh LNG)>> Sama untuk gambar2 di bawah ini

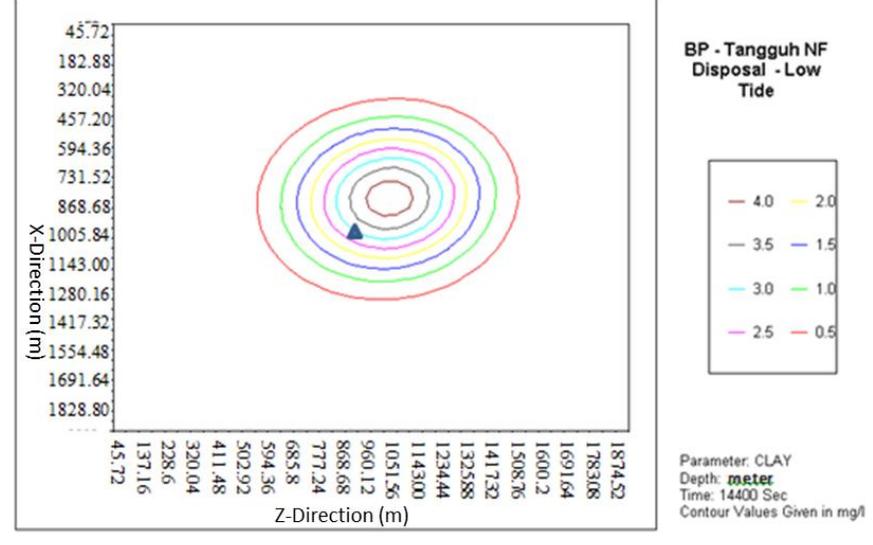
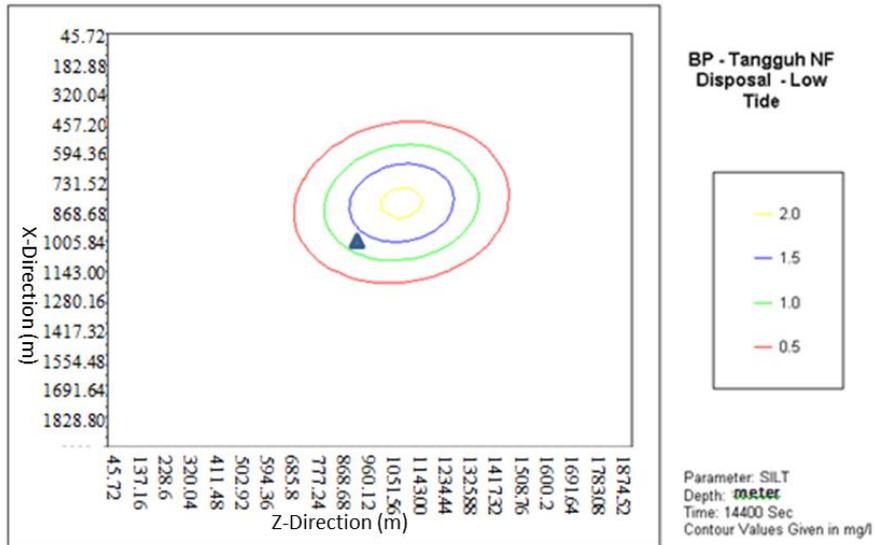
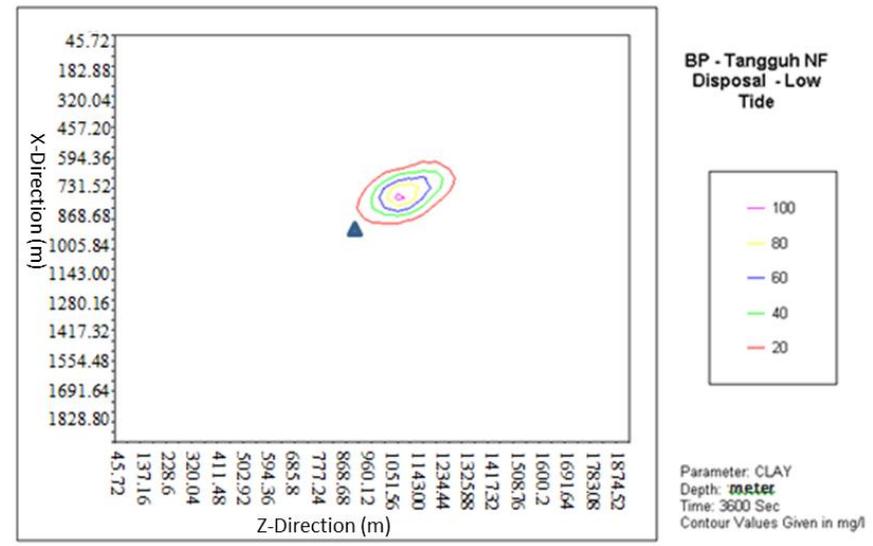
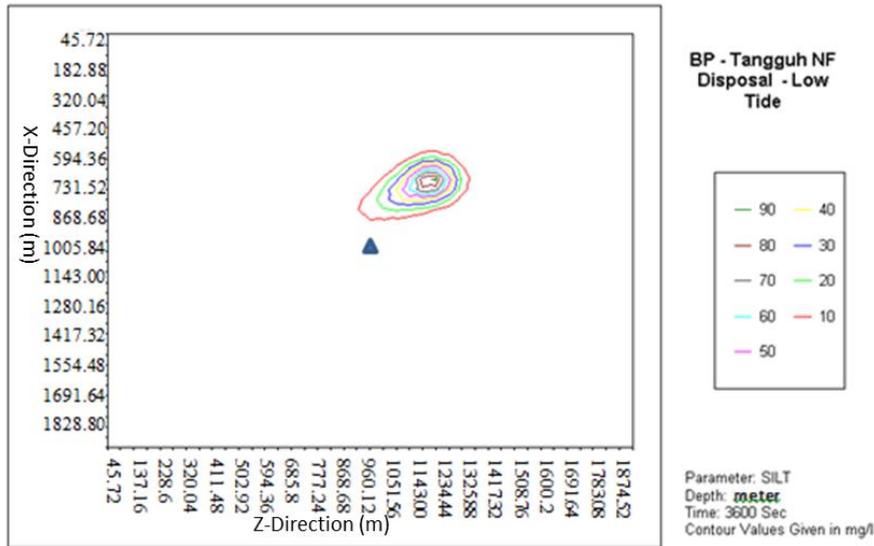
**Gambar 10-5 Ketebalan Maksimum Endapan Dasar Laut pada saat Pasang Rendah Lendut**



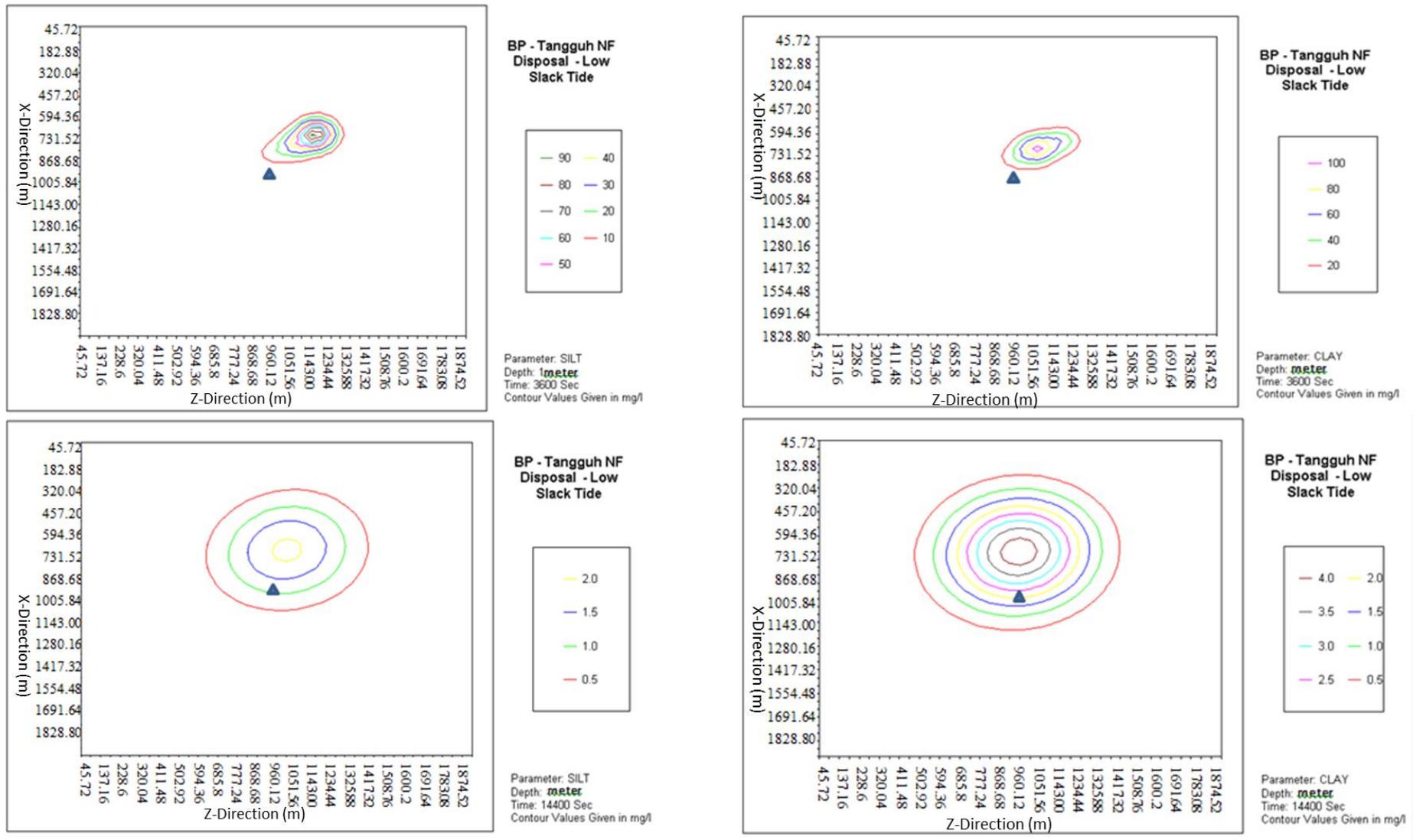
**Gambar 10-6** Gambaran Rencana Konsentrasi Maksimum Partikel Lanau (*silt*) dan Lempung (mg/L) di Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pembuangan Tunggal - pada saat Pasang Tinggi



Gambar 10-7 Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Lendut Tinggi



**Gambar 10-8** Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Rendah

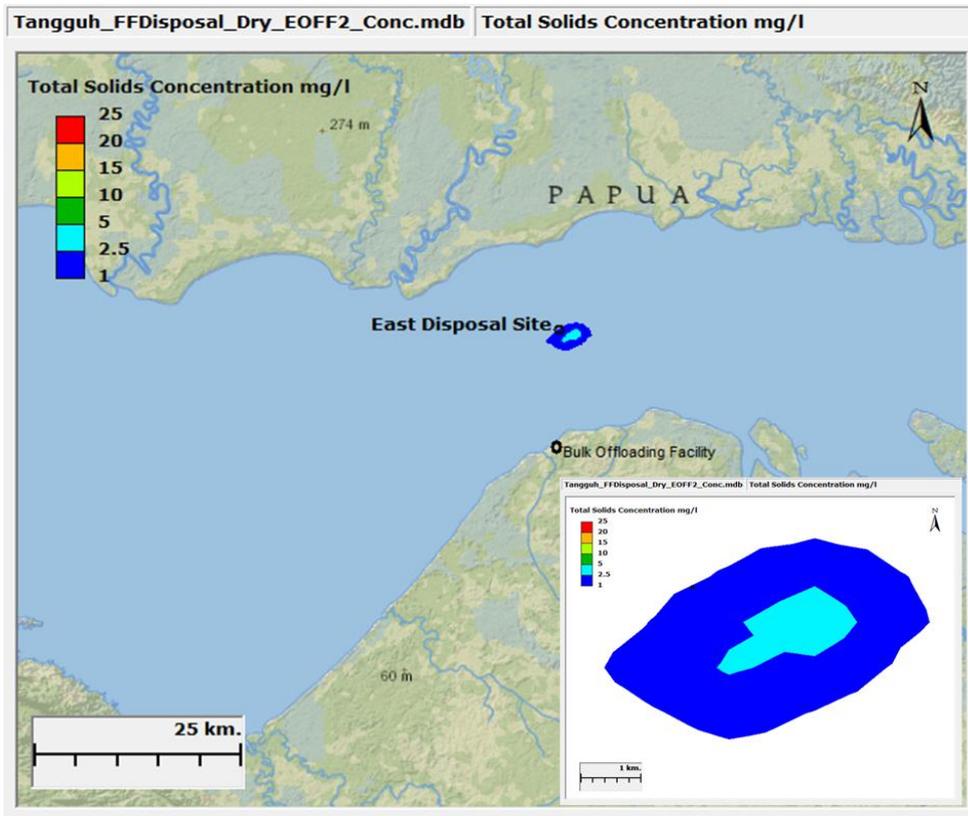


**Gambar 10-9 Tampilan Rencana Maksimal Kadar Konsentrasi Lumpur dan Lempung (mg/L) pada Dasar Laut pada Jam ke-1 dan Jam ke-4 Setelah Pengelepasan Tunggal - saat Pasang Lendut Rendah**

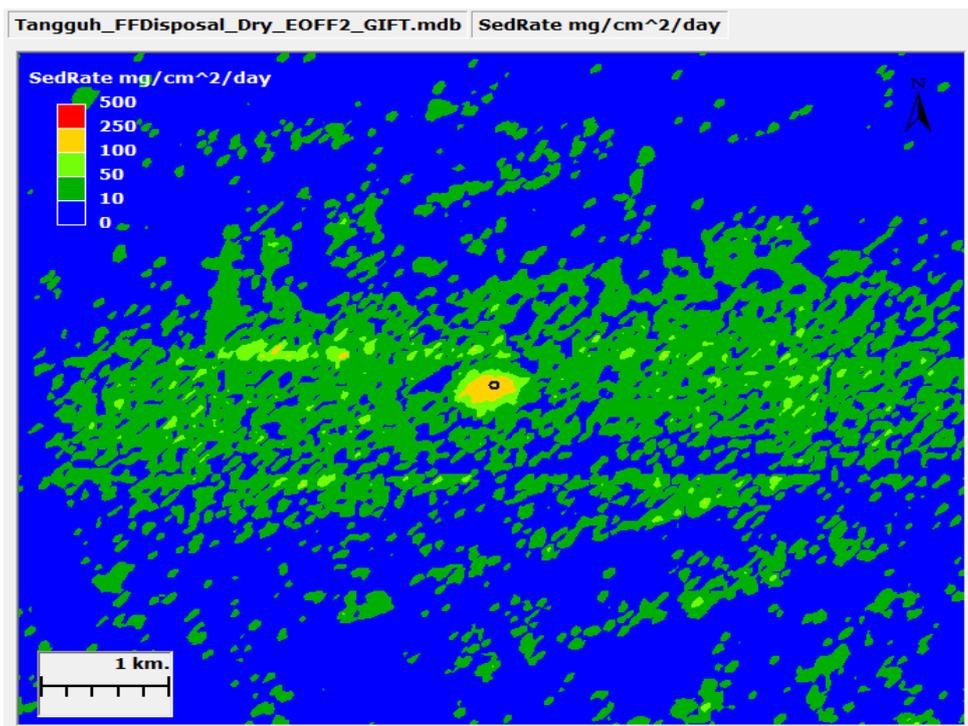
Bagian ini memaparkan hasil yang diperoleh dari model *far-field* selama pembuangan materi hasil pengerukan pada lokasi pembuangan di bagian timur. Pada kedua skenario (2W dan 2D), setiap hari sebanyak 2000 m<sup>3</sup> materi hasil pengerukan dibuang dalam dua kali pembuangan, masing-masing selama 10 menit. Pembuangan materi hasil pengerukan ini diulang setiap hari sepanjang periode simulasi. Pengoperasian pengerukan yang sebenarnya akan terjadi selama beberapa bulan. Namun, buangan hariannya sama dan jangka periode 30 hari cukup untuk memperkirakan potensi sebaran dampak (*fate and transport*) dari padatan tersuspensi (*suspended solids*) serta sedimentasi yang diakibatkan oleh pembuangan materi keruk.

Dalam skenario 2D, penambahan maksimum nilai TSS sesaat adalah 3,9 mg/L. *Snapshot* dari *plume* TSS selama kegiatan pembuangan sekaligus dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan dalam **Gambar 10-10**. *Plume* terbatas pada wilayah di sekitar lokasi pembuangan bagian timur. Nilai TSS turun drastis di bawah 2,5 mg/L pada jarak lebih dari 1,0 km dari lokasi pembuangan dengan luasan keseluruhan dari *plume* TSS (>1,0 mg/L) terlihat pada radius 10,0 km. Laju sedimentasi maksimum yang terjadi sesaat mencapai 218 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan maksimum sedimennya adalah 36,2 mm, keduanya terjadi pada lokasi pembuangan. Pembuangan sedimen hasil pengerukan terjadi berulang kali pada lokasi yang sama dalam Model. Dalam prakteknya hal ini mungkin tidak terjadi, karena kemungkinan tongkang akan membuang sedimen pada lokasi yang berbeda dalam area sekitar lokasi pembuangan pada setiap perjalanannya, sehingga hasil pemodelan bersifat konservatif. **Gambar 10-11** dan **Gambar 10-12** menunjukkan gambaran (*snapshot*) laju sedimentasi dan ketebalan sedimen sekaligus ketika nilai maksimum tercapai. Baik laju sedimentasi dan ketebalan sedimen akan menurun, masing-masing sampai kurang dari 50 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 2,5 mm dalam radius 500 m dari lokasi pembuangan. Hasil-hasil ini dengan jelas menunjukkan bahwa peningkatan pada TSS dan sedimentasi yang dihasilkan karena pembuangan materi hasil pengerukan merupakan fenomena lokal.

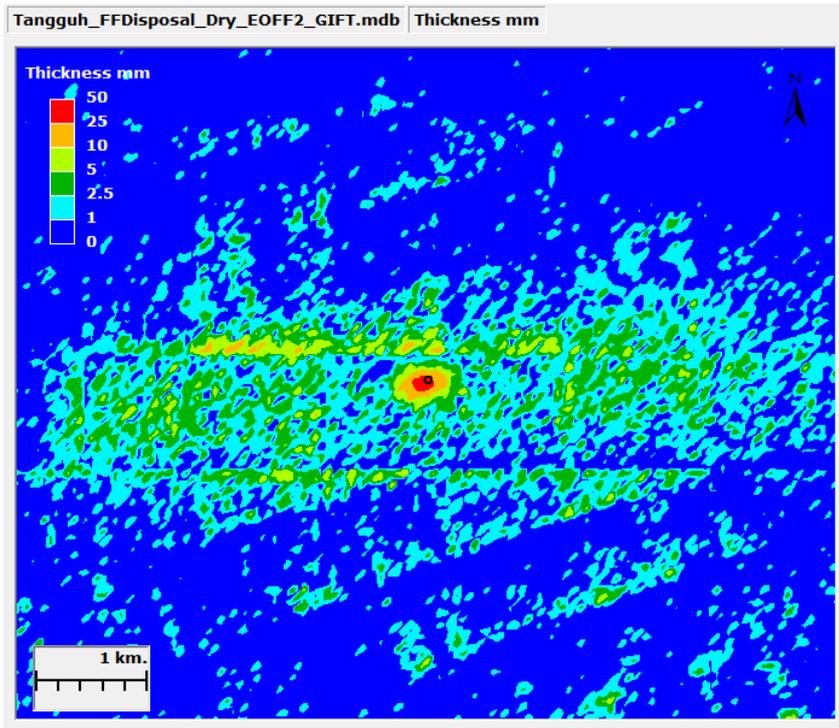
Dalam Skenario 2W, penambahan nilai TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen sebanding dengan pada musim kemarau. Penambahan maksimum nilai TSS diperkirakan menjadi 5,5 mg/L, dan laju sedimentasi serta ketebalan sedimen maksimum, masing-masing secara berurutan, diperkirakan menjadi 277 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 28,2 mm. **Gambar 10-13**, **Gambar 10-14** dan **Gambar 10-15** menunjukkan penambahan maksimum *plume* TSS sesaat, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen sebagai akibat dari pembuangan materi hasil pengerukan pada lokasi pembuangan bagian timur pada kondisi musim hujan.



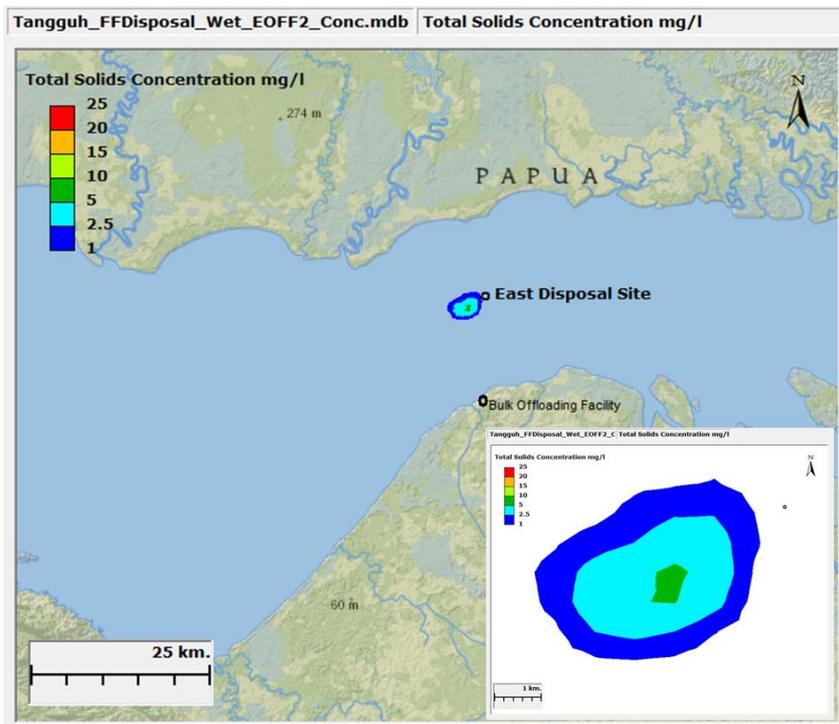
Gambar 10-10 Penambahan Maksimum TSS Selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau



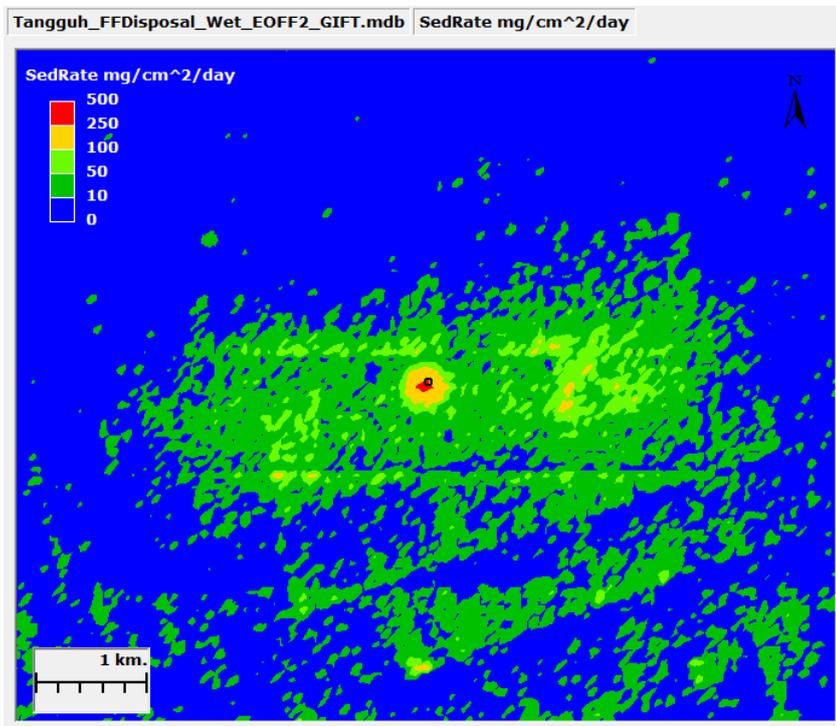
Gambar 10-11 Laju Sedimentasi Maksimum Selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau



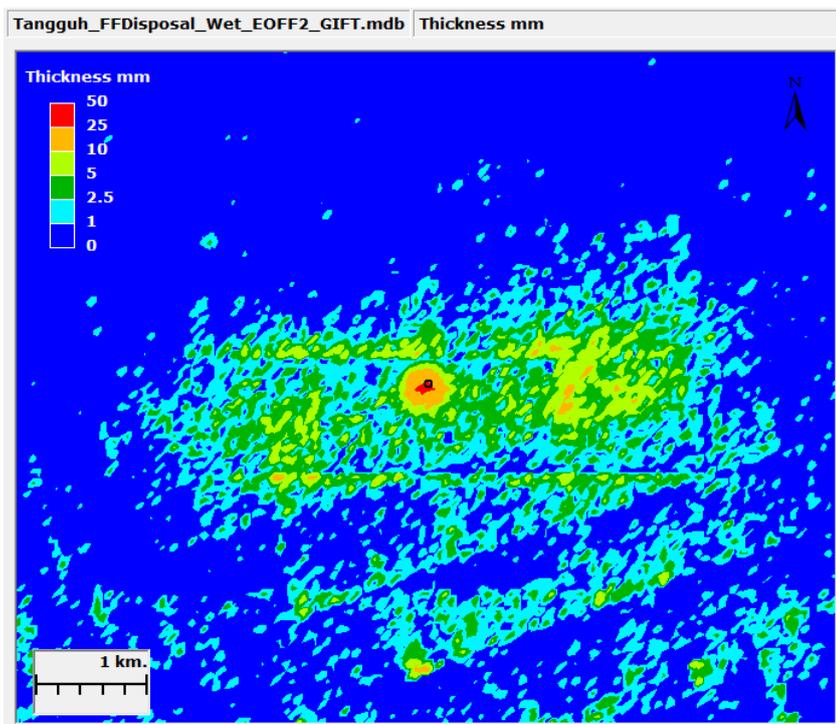
Gambar 10-12 Ketebalan Maksimum Sedimen selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Kemarau



Gambar 10-13 Penambahan Maksimum TSS selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan



Gambar 10-14 Laju Sedimentasi selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan



Gambar 10-15 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pembuangan Materi Hasil Pengerukan pada Lokasi Pembuangan Bagian Timur pada Kondisi Musim Hujan

Hasil dari pemodelan dan plot yang ditampilkan menunjukkan bahwa hasil pembuangan materi hasil pengerukan adalah adanya peningkatan TSS setempat pada kualitas air laut dan endapan sedimen dalam radius 10 km, dengan TSS > 2,5 mg/L dalam radius 1,0 km. Hasil-hasil yang ditunjukkan adalah nilai perkiraan maksimum selama kegiatan operasi pembuangan. Nilai-nilai maksimum ini hanya terjadi dalam periode waktu singkat karena kondisi ambien bersifat sementara dan *plume* dengan cepat menyebar atau mengendap pada dasar laut. Luas *plume* TSS dan *plume* sedimentasi diperkirakan serupa. Penambahan maksimum TSS terhadap kualitas air laut ambien diperkirakan hanya 5,5 mg/L. Nilai maksimum rona awal TSS selama musim kemarau adalah 27 mg/L yang mana jika ditambahkan dengan TSS maksimum tambahan setelah adanya pembuangan menghasilkan nilai total TSS sebesar 32,5 mg/L, yang berada di bawah baku mutu kualitas air laut ambien pada badan air yang berbatasan dengan mangrove sebesar 80 mg/L. Perkiraan hasil ini menunjukkan bahwa pembuangan materi hasil pengerukan yang direncanakan kemungkinan tidak akan melebihi batas baku mutu lingkungan yang berlaku atau menimbulkan dampak yang signifikan. **Tabel 10-5** menunjukkan ringkasan dari nilai TSS yang dihasilkan di atas kualitas air laut ambien, laju sedimentasi, ketebalan sedimen, dan area ketebalan endapan di atas 5 cm.

**Tabel 10-5 Ringkasan Perkiraan Hasil dari Skenario Kegiatan Operasi Pengerukan**

Scenario	Maximum TSS Above Ambient Seawater Quality (mg/L)	Maximum Sedimentation Rate (mg/cm <sup>2</sup> -day)	Maximum Depositional Thickness (mm)	Area of Depositional Thickness > 5 cm (m <sup>2</sup> )
2D	3,9	218	36,2	0
2W	5,5	277	28,2	0

Proyek Pengembangan Tangguh LNG juga melibatkan pengeboran sumur produksi gas tambahan. Sumur-sumur ini berlokasi di beberapa lapangan gas di sepanjang Teluk Bintuni. Selama pengeboran, serbuk dan lumpur bor akan dibuang. Serbuk dan lumpur bor tersebut mungkin akan menimbulkan dampak pada komunitas air dan benthic disebabkan adanya peningkatan TSS pada kolom air dan peningkatan sedimentasi pada dasar laut. Sehingga penting untuk memperkirakan perubahan pada TSS ambien dan sedimentasi yang disebabkan operasi pengeboran ini.

Pemilihan empat sumur dalam pemodelan ini adalah berdasarkan keunikan dan kedekatan lokasi-lokasi tersebut berkaitan dengan berbagai penerima dampak yang sensitif. Skenario model tersebut terdiri dari pembuangan serbuk dan lumpur bor yang diestimasi untuk empat sumur tersebut (**Gambar 3-1**) pada lokasi spesifik kondisi metocean untuk musim hujan dan musim kemarau.

Dampak fisik, kimia dan biologi serbuk bor ( terakhir melibatkan lumpur sisa pengeboran-*residual drilling mud*) yang dibuang pada permukaan air pada sumur-sumur yang direncanakan dikaji menggunakan pemodelan sebaran dampak tiga dimensi (*three-dimensional fate dan transport modeling*). Pemodelan menggunakan data yang didapat dari rencana desain pengeboran dan pemodelan hidrodinamika yang telah dilakukan sebagai bagian dari studi ini. Input model ini terdiri dari:

- kondisi metocean (kecepatan dan arah arus) diperkirakan dengan model hidrodinamika, yang digunakan pada model pengeboran untuk persebaran (*transport*) serbuk dan lumpur bor;
- kedalaman, bentuk dasar laut, dan jarak serta konfigurasi garis pantai di dekatnya; dan,
- volume, sifat-sifat, dan durasi tumpahan untuk pembuangan berbagai materi dan serbuk bor.

Pemodelan digunakan untuk memperkirakan laju sedimentasi, total padatan terlarut (TSS) yang ditambahkan ke kolom air, dan ketebalan *footprint* dari materi yang mengendap menumpuk di materi pada dasar laut. Berbagai skenario tersebut beserta hasilnya diringkas dalam bab ini.

### 11.1 RANCANGAN SKENARIO

Potensi persebaran dan pengendapan serbuk bor yang dibuang telah dihitung dengan menggunakan teknik pemodelan hidrodinamika dengan komputer. Pemodelan ini bisa memperkirakan dan menjelaskan ketinggian muka air, kecepatan dan arah arus laut. Materi yang dibuang akan melalui kolom air secara vertikal, karena serbuk bor lebih padat dibandingkan air penerima. Persebaran serbuk bor ini pada dasarnya merupakan fenomena tiga dimensi.

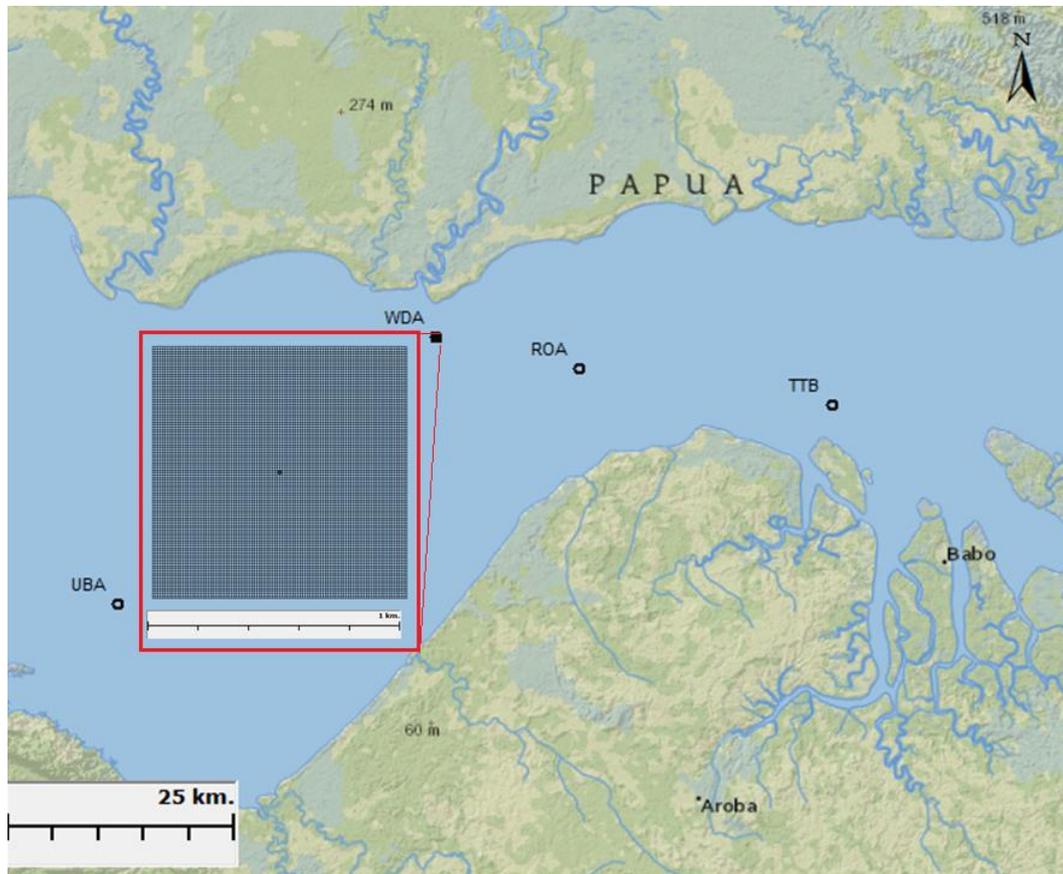
Data perkiraan volume serbuk bor (termasuk sisa lumpur bor) diberikan oleh Tangguh LNG. Berat jenis serta distribusi ukuran partikel diasumsikan berdasarkan pengalaman pengeboran lepas pantai sebelumnya. Pembuangan disimulasikan untuk dua musim: musim kemarau (Agustus) dan musim hujan (Desember). Ringkasan skenario dapat dilihat pada **Tabel 11-1**. Tangguh LNG merencanakan akan menggunakan lumpur berbasis air (WBM) dan lumpur berbasis sintetik (SBM). Seluruh fluida dan serbuk bor akan dibuang dari *rig* pengeboran 5 meter di bawah LAT.

**Tabel 11-1 Skenario**

Lokasi	Musim	Skenario	Kedalaman Badan Air pada Lokasi (m)
ROA	Hujan	3W	36
	Kemarau	3D	
TTB	Hujan	4W	28
	Kemarau	4D	
WDA	Hujan	5W	62
	Kemarau	5D	
UBA	Hujan	6W	22
	Kemarau	6D	

## 11.2 DATA LUMPUR DAN SERBUK BOR

Model 3 dimensi, GIFT, yang dipakai untuk melihat dampak terkait proses pengerukan juga dipakai untuk serbuk bor dan pembuangan lumpur. *Grid* dua dimensi (2D) dibuat untuk mencakup wilayah seluas 1 km x 1 km, dengan sel *grid* berukuran 20 m x 20 m pada tiap lokasi. Contoh *grid* ditunjukkan di bawah ini pada **Gambar 11-11** di site. *Grid* ini digunakan untuk perhitungan laju sedimentasi dan ketebalan endapan.



**Gambar 11-1** *Grid Sedimentasi dan Ketebalan Endapan*

Perkiraan jenis dan jumlah pembuangan materi yang dibuang, karakteristik fisik sumur, dan durasi pembuangan diberikan pada **Tabel 11-2**.

**Tabel 11-2** *Karakteristik Pembuangan*

Hari	Lumpur	Serbuk Bor
1	1500	624,5
2	1500	624,5
3	1500	624,5
4	1500	624,5
5-7	0	0
8	1500	624,5
9	1500	624,5
10	1500	624,5
11-13	0	0
14	1500	624,5
15	1500	624,5
16-18	0	0
19	1500	624,5
20-22	0	0
<b>Total (bbl)</b>	<b>15000</b>	<b>6245</b>

Distribusi ukuran partikel serbuk dan lumpur bor diberikan pada Tabel 11-3 berdasarkan nilai yang didapat pada proyek pengeboran yang serupa sebelumnya. Kepadatan serbuk dan lumpur bor yang digunakan untuk studi ini diberikan pada Tabel 11-4.

**Tabel 11-3 Persebaran Ukuran Partikel Serbuk dan Lumpur Bor**

Serbuk Bor		WBM		SBM	
Ukuran Partikel ( $\mu\text{m}$ )	Fraksi Volume %	Ukuran Partikel ( $\mu\text{m}$ )	Fraksi Volume %	Ukuran Partikel ( $\mu\text{m}$ )	Fraksi Volume %
52	2	1	2,2	52	2
170	9	1,5	3	170	9
450	15	3	8,6	450	15
910	18	5	20,2	910	18
2600	16	7,5	9,1	2600	16
4400	15	15	20,8	4400	15
15000	25	30	19,5	15000	25
		35	2		
		75	11,4		
		150	3,3		

**Tabel 11-4 Berat Jenis Serbuk dan Lumpur Bor**

Materi	Berat Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
Cuttings	2650
WBM	1510
SBM	2059

### 11.3 PEMODELAN FAR-FIELD

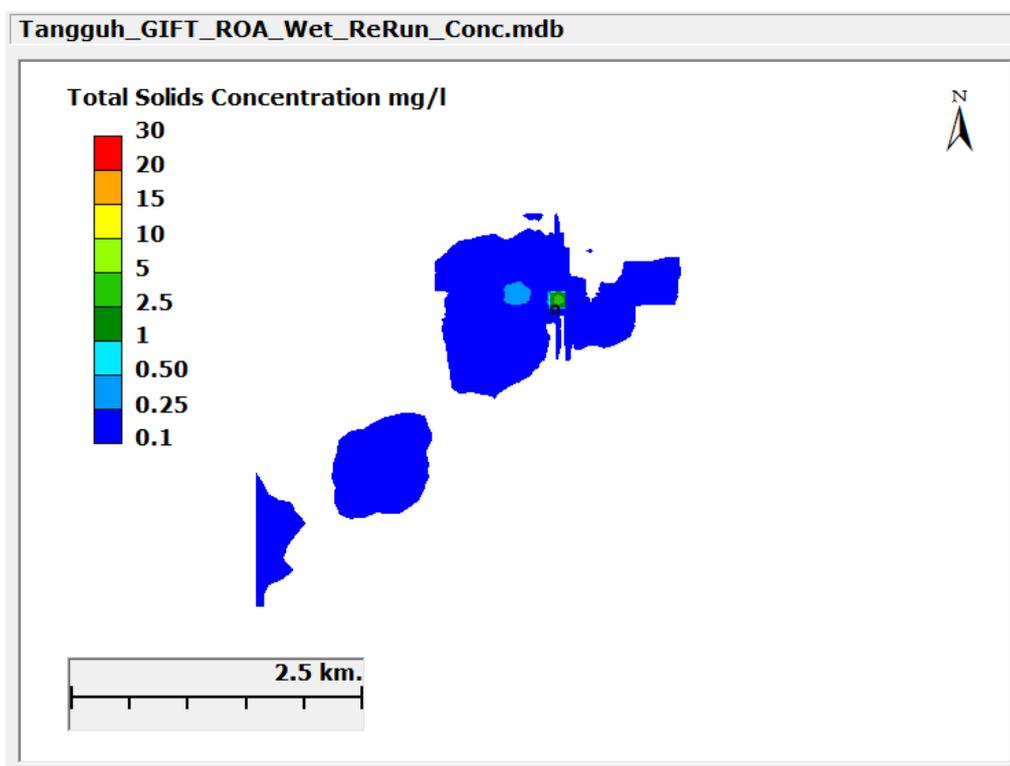
Bagian ini memaparkan hasil yang didapat dari model *far-field* selama pengeboran pada ROA, TTB, WDA, dan UBA. Pada seluruh delapan skenario, total serbuk bor sebesar 991 m<sup>3</sup> dan lumpur bor sebesar 356 m<sup>3</sup> dibuang di ROA. Seluruh operasi pengeboran tempat terjadinya pembuangan ini berlangsung selama 26,5 hari. Model dijalankan untuk tambahan 4 hari setelah pengeboran dihentikan untuk menangkap sebaran dampak (*fate*) dari serbuk dan lumpur bor sampai akhir pembuangannya.

#### 11.3.1 Pengeboran di ROA

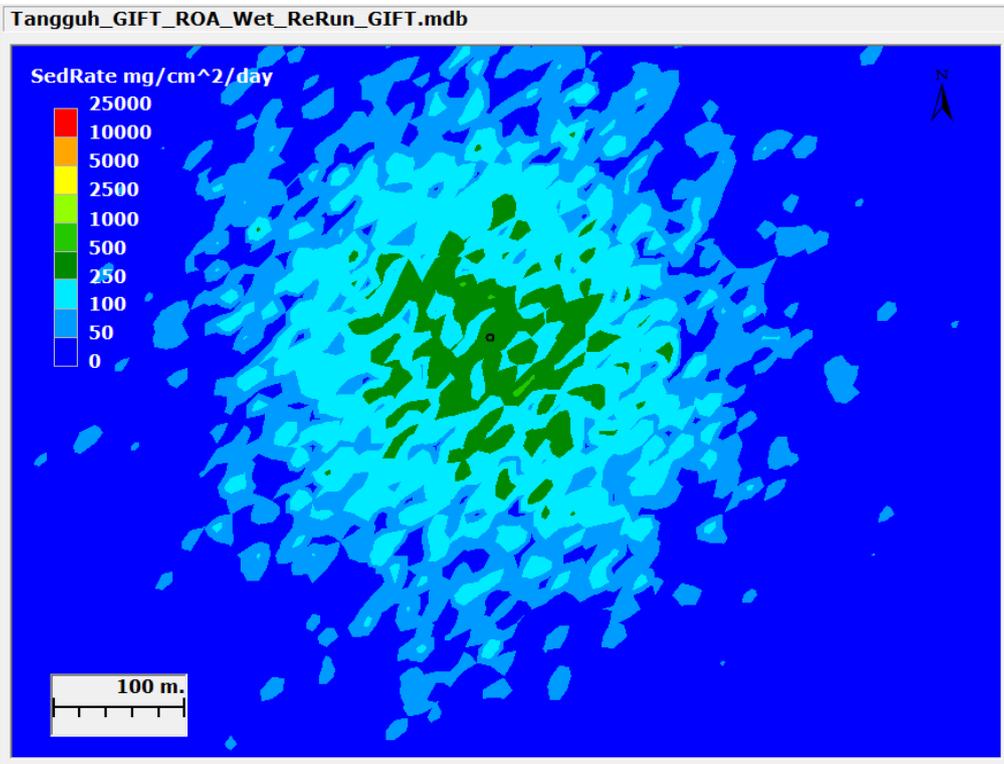
Pada Skenario 3W, nilai penambahan maksimum TSS sesaat adalah 3,0 mg/L. Gambaran (*snapshot*) *plume* TSS selama kegiatan operasi pengeboran sekaligus dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan pada **Gambar 11-2**. *Plume* ini memanjang dan menghadap ke arah timur. Nilai TSS turun drastis di bawah 0,5 mg/L pada jarak lebih dari 250 m dari lokasi pengeboran. Laju sedimentasi maksimum sesaat adalah 594 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan sedimen maksimumnya adalah 10,1 mm, keduanya terjadi pada lokasi pengeboran. **Gambar 11-3** dan

**Gambar 11-4** menunjukkan *snapshot* laju sedimentasi dan ketebalan sedimen pada saat nilai maksimum tercapai. Perhatikan bahwa laju sedimentasi dan ketebalan sedimentasi tersebut bersifat sementara karena proses deposisi yang bersifat menerus (*continuous deposition*) dan terjadinya erosi pada berbagai kondisi hidrodinamika. Baik laju sedimentasi serta ketebalan sedimen keduanya turun sampai kurang dari 100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 3,0 mm, masing-masing secara berurutan, dalam radius 250 m dari lokasi pengeboran. Hasil ini dengan jelas menunjukkan bahwa penambahan TSS serta sedimentasi karena pengeboran merupakan fenomena lokal.

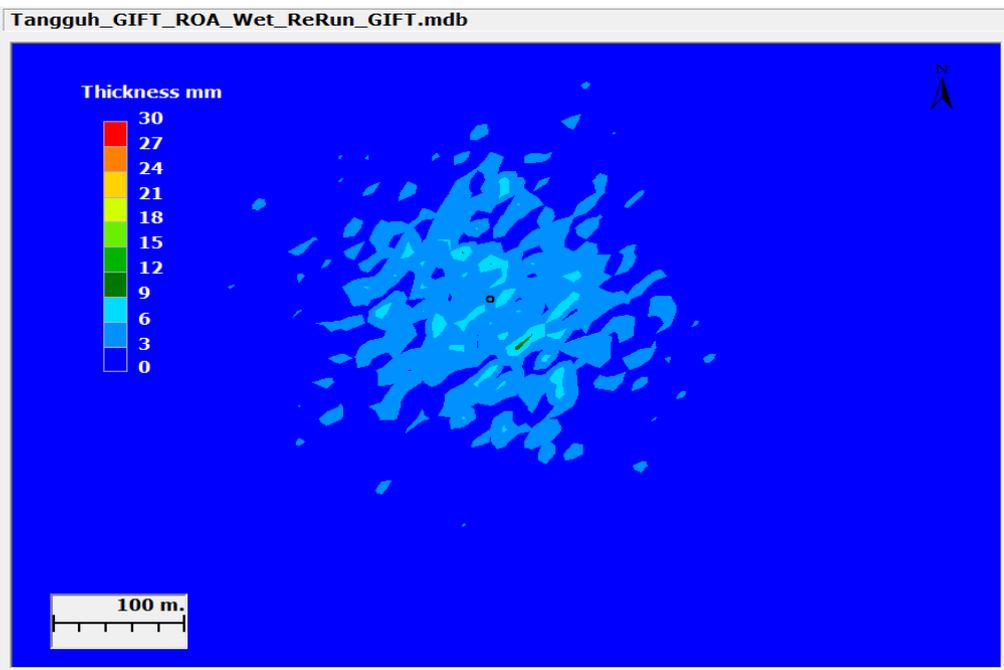
Pada Skenario 3D, penambahan TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimennya tidak terlalu jauh dengan nilai pada musim hujan. Penambahan TSS maksimum diperkirakan 3,0 mg/L dan laju sedimentasi maksimum serta ketebalan sedimen, secara berurutan, diperkirakan mencapai 608 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 11,4 mm. **Gambar 11-5**, **Gambar 11-6** dan **Gambar 11-7** menunjukkan nilai maksimum penambahan sesaat *plume* TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen akibat pengeboran di ROA dalam kondisi musim hujan.



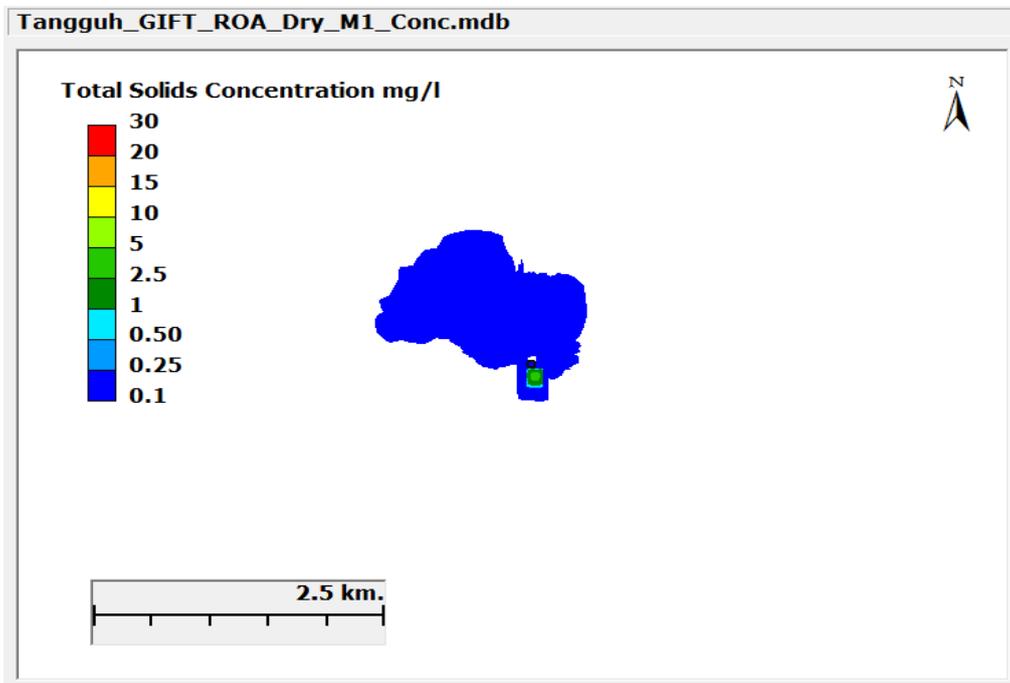
**Gambar 11-2** Pertambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan



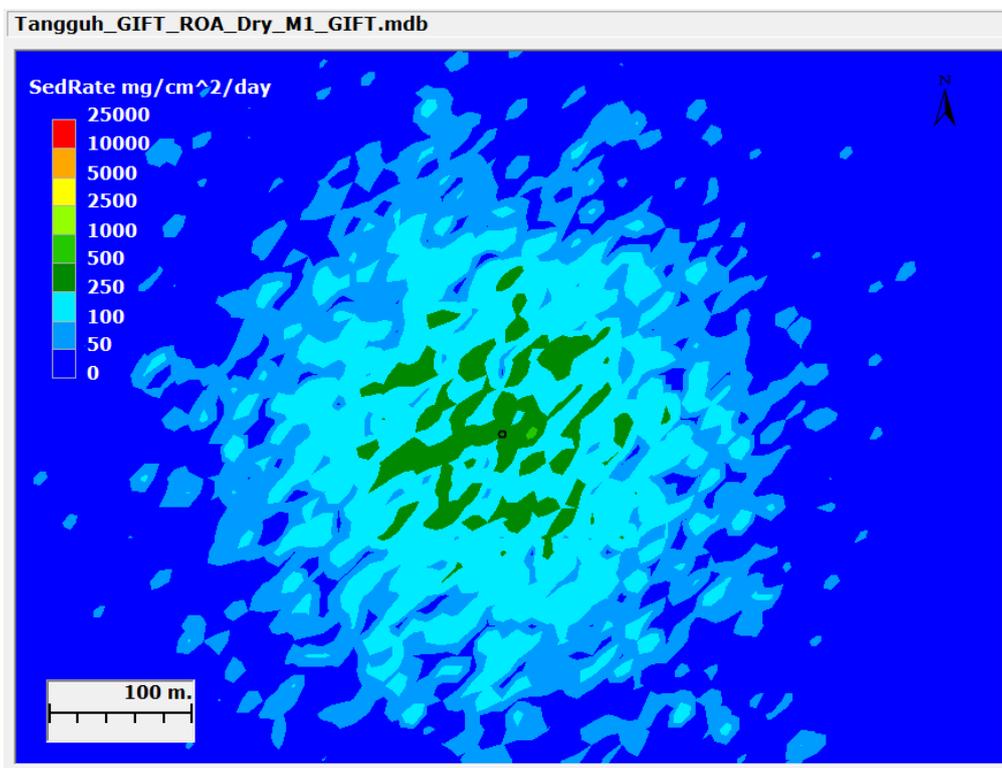
Gambar 11-3 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan



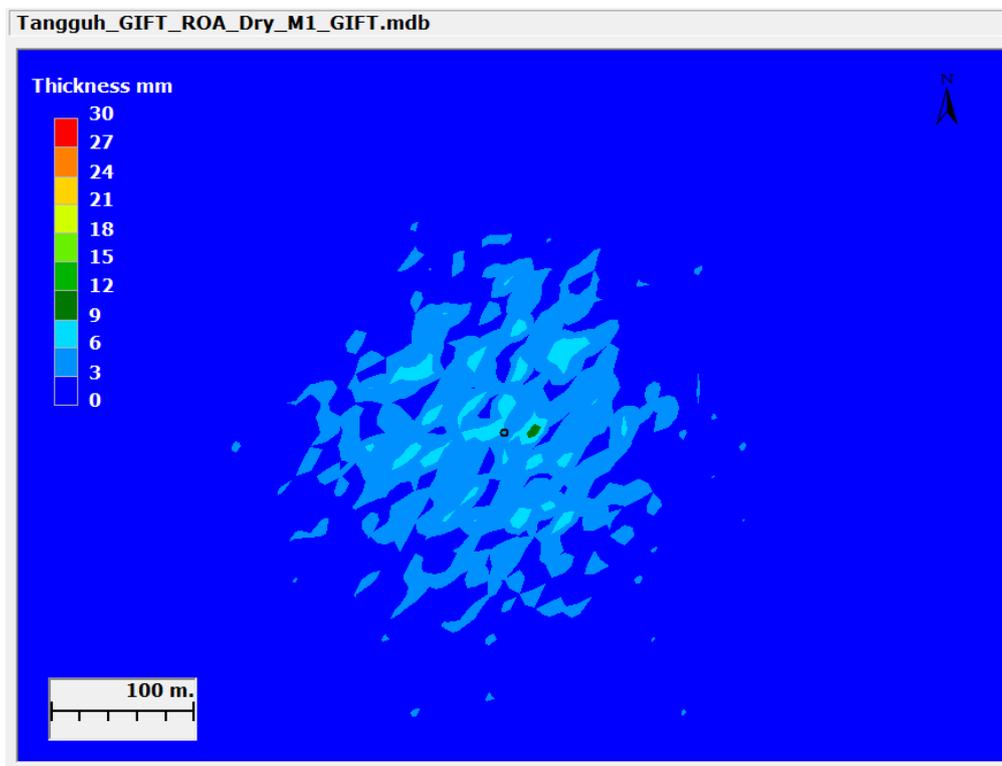
Gambar 11-4 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Hujan



Gambar 11-5 Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau



Gambar 11-6 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau

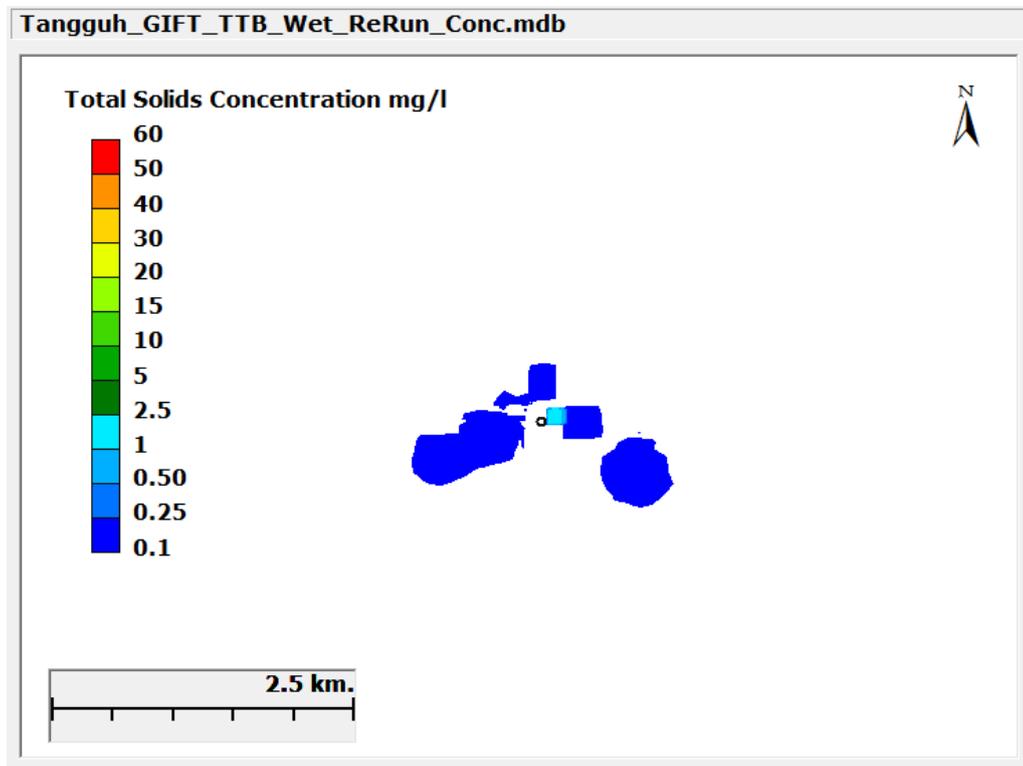


**Gambar 11-7 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di ROA pada Musim Kemarau**

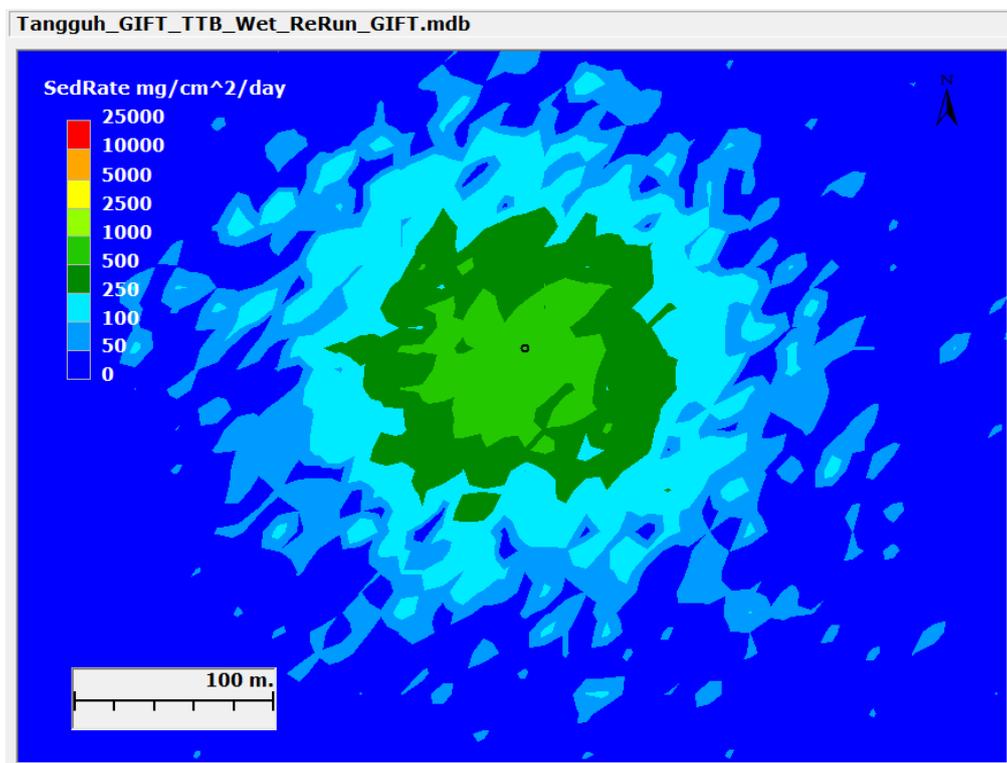
### 11.3.2 Pengeboran di TTB

Pada Skenario 4W, nilai penambahan TSS sesaat adalah 2,0 mg/L. Gambaran *plume* TSS selama operasi pengeboran sekaligus dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan pada **Gambar 11-8**. *Plume* ini memanjang dan menghadap ke tenggara karena orientasi garis pantainya. Nilai TSS turun drastis di bawah 0,25 mg/L pada jarak lebih dari 250 m dari lokasi pengeboran. Laju sedimentasi maksimum sesaat adalah 937 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan sedimen maksimumnya adalah 15 mm di mana keduanya terjadi pada lokasi pengeboran. **Gambar 11-9** dan **Gambar 11-10** menunjukkan gambaran laju sedimentasi dan ketebalan sedimen pada saat nilai maksimum tercapai. Baik laju sedimentasi serta ketebalan sedimen keduanya turun sampai kurang dari 100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 3,0 mm, masing-masing secara berurutan, dalam radius 150 m dari lokasi pengeboran. Hasil ini dengan jelas menunjukkan bahwa TSS serta sedimentasi yang terjadi karena pengeboran TTB merupakan fenomena yang bersifat lokal, hasil serupa dengan yang didapat di ROA.

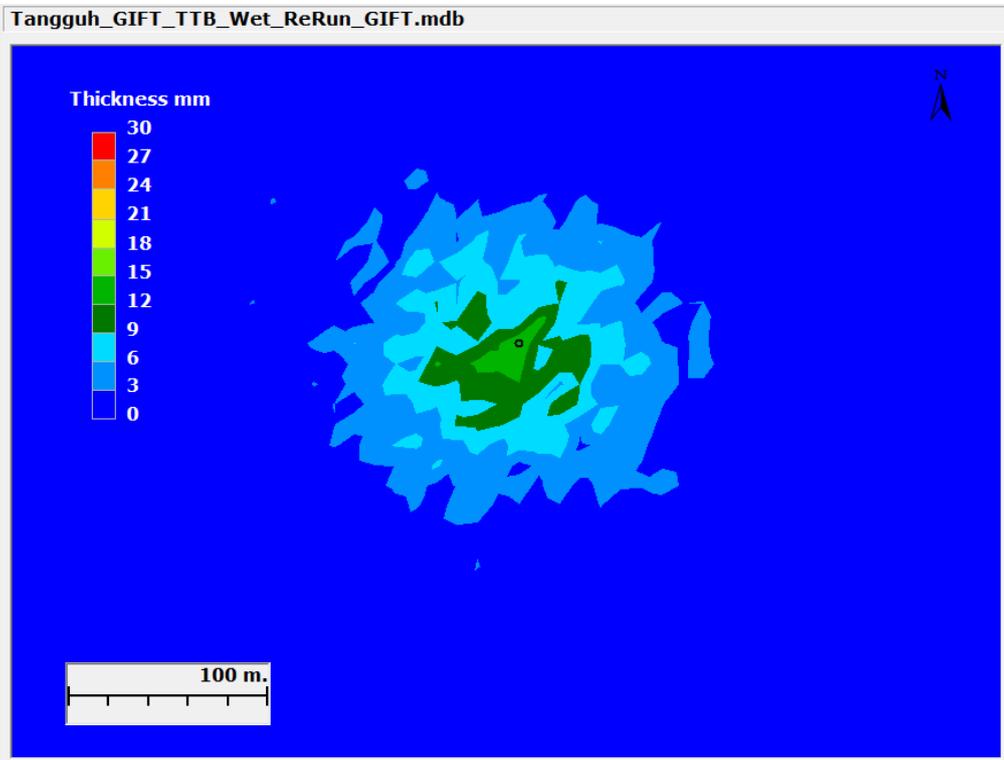
Pada Skenario 4D, penambahan TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen tidak berbeda jauh dengan nilai pada musim hujan. Penambahan TSS maksimum diperkirakan 7,2 mg/L dan laju sedimentasi maksimum serta ketebalan sedimen, secara berurutan, diperkirakan mencapai 799 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 14,9 mm. **Gambar 11-11**, **Gambar 11-12** dan **Gambar 11-13** menunjukkan nilai maksimum penambahan sesaat *plume* TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen sebagai akibat dari pengeboran di TTB pada kondisi musim hujan.



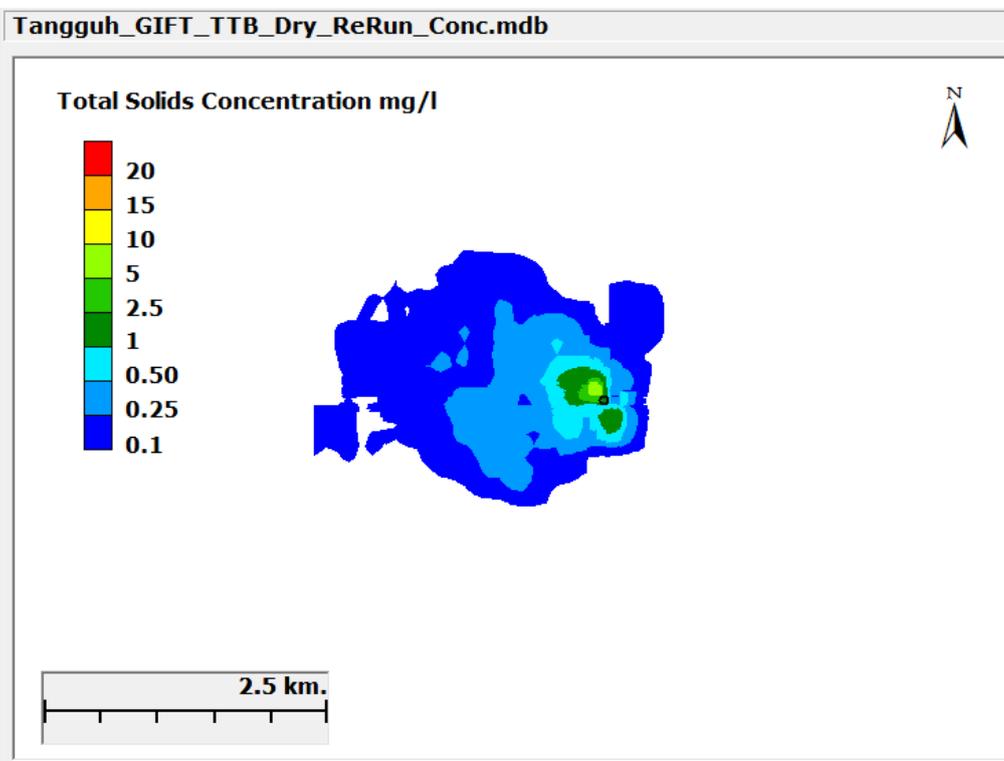
Gambar 11-8 Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan



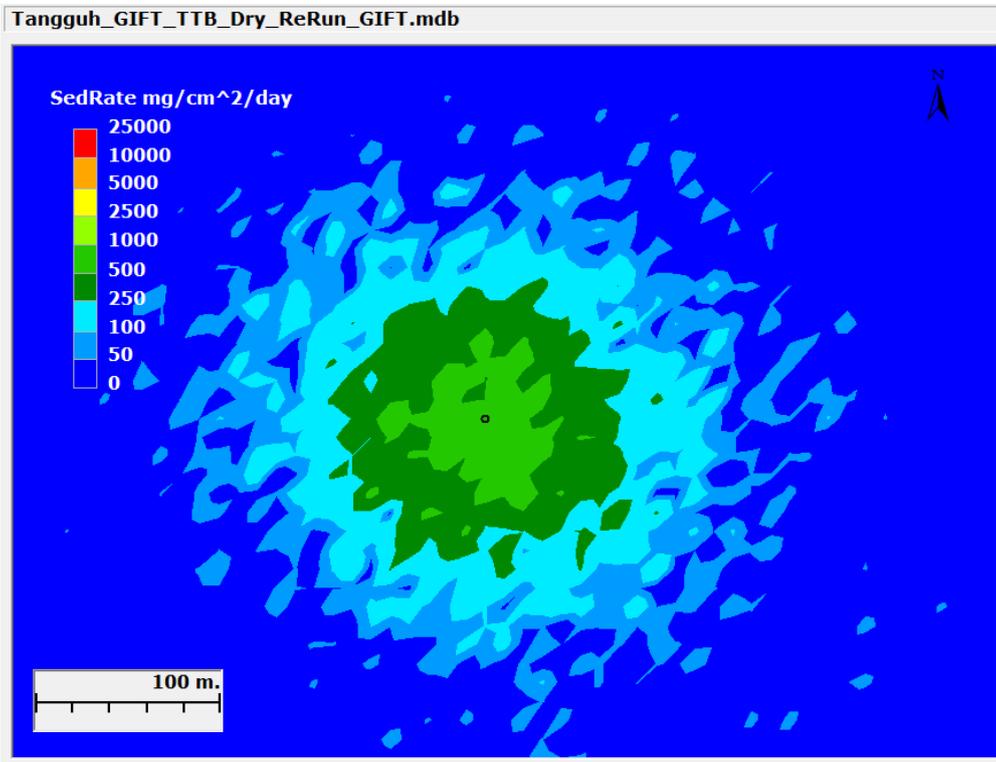
Gambar 11-9 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan



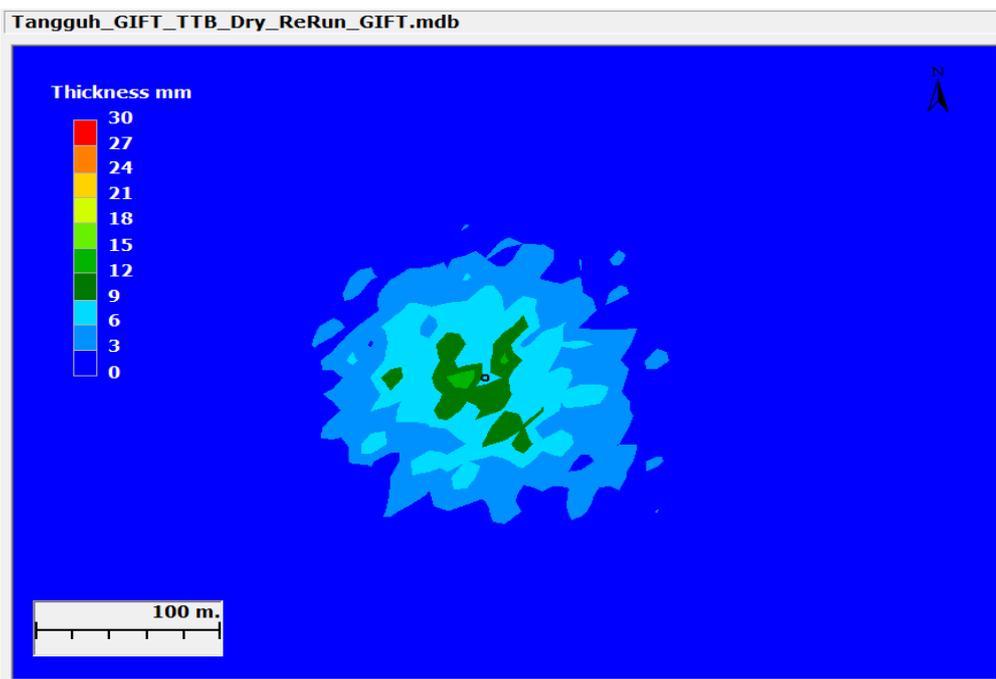
Gambar 11-10 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Hujan



Gambar 11-11 Penambahan Maksimum TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau



Gambar 11-12 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau

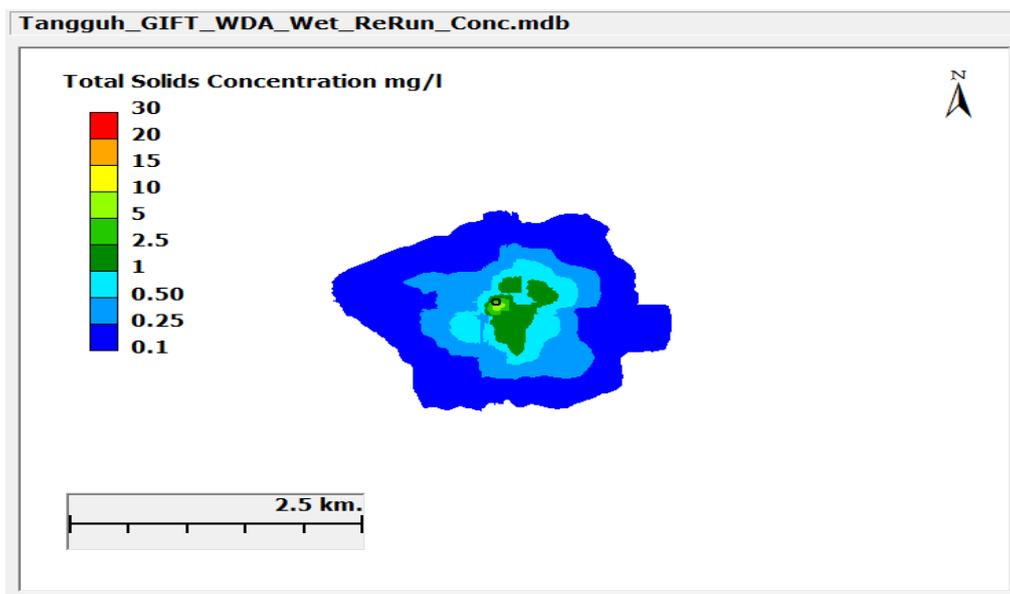


Gambar 11-13 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau

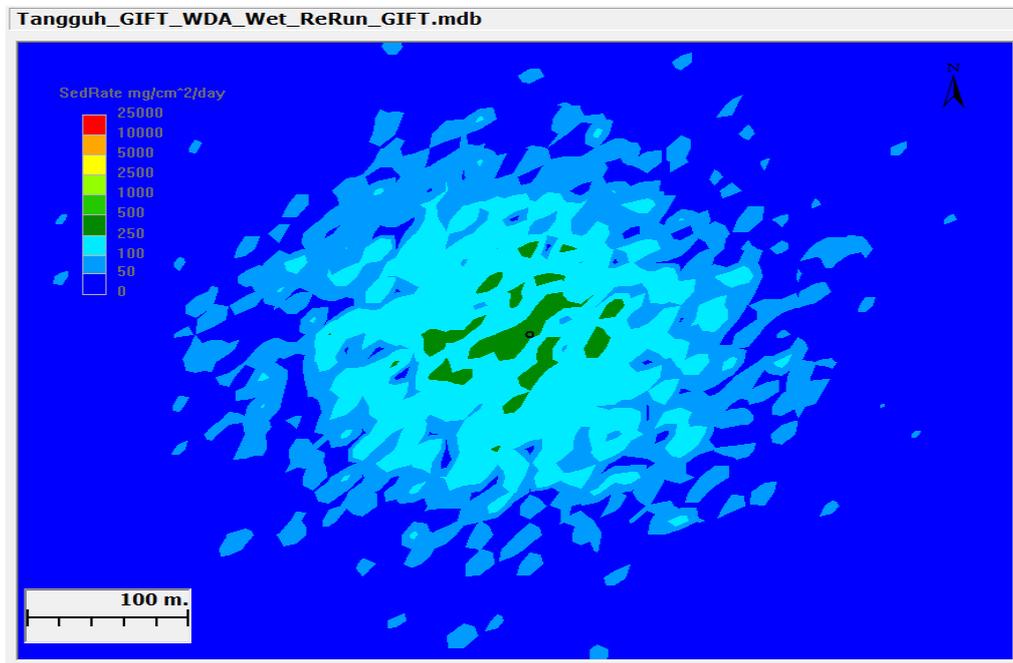
### 11.3.3 Pengeboran di WDA

Pada Skenario 5W, nilai penambahan maksimum TSS sesaat dihitung mencapai 6,8 mg/L. Gambaran *plume* TSS selama proses operasi pengeboran pada saat tersebut dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan pada **Gambar 11-14**. *Plume* memanjang dan menghadap ke timur laut sesuai garis pantai dan arah arus pasang yang dominan. Nilai TSS turun drastis di bawah 0,25 mg/L pada jarak lebih dari 1,5 km dari lokasi pengeboran. Laju sedimentasi maksimum sesaat adalah 382 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan sedimen maksimumnya adalah 7,8 mm keduanya terjadi pada lokasi pengeboran. Laju sedimentasi dan ketebalan sedimen berada di bawah nilai yang didapat di ROA dan TTB. Nilai ini lebih rendah karena WDA jauh lebih dalam (kedalaman 62 meter) dibandingkan ROA (36 m) dan TTB (28 m). Kedalaman badan air yang lebih besar memungkinkan serbuk dan lumpur bor terhanyut lebih jauh secara vertikal yang menghasilkan penyebaran *plume* tambahan dan pelarutan sebelum terjadinya sedimentasi. **Gambar 11-15** dan **Gambar 11-16** menunjukkan gambaran laju sedimentasi dan ketebalan sedimen pada saat tersebut ketika nilai maksimum tercapai. Baik laju sedimentasi serta ketebalan sedimen keduanya turun sampai kurang dari 100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 3,0 mm, masing-masing secara berurutan, dalam radius 150 m dari lokasi pengeboran.

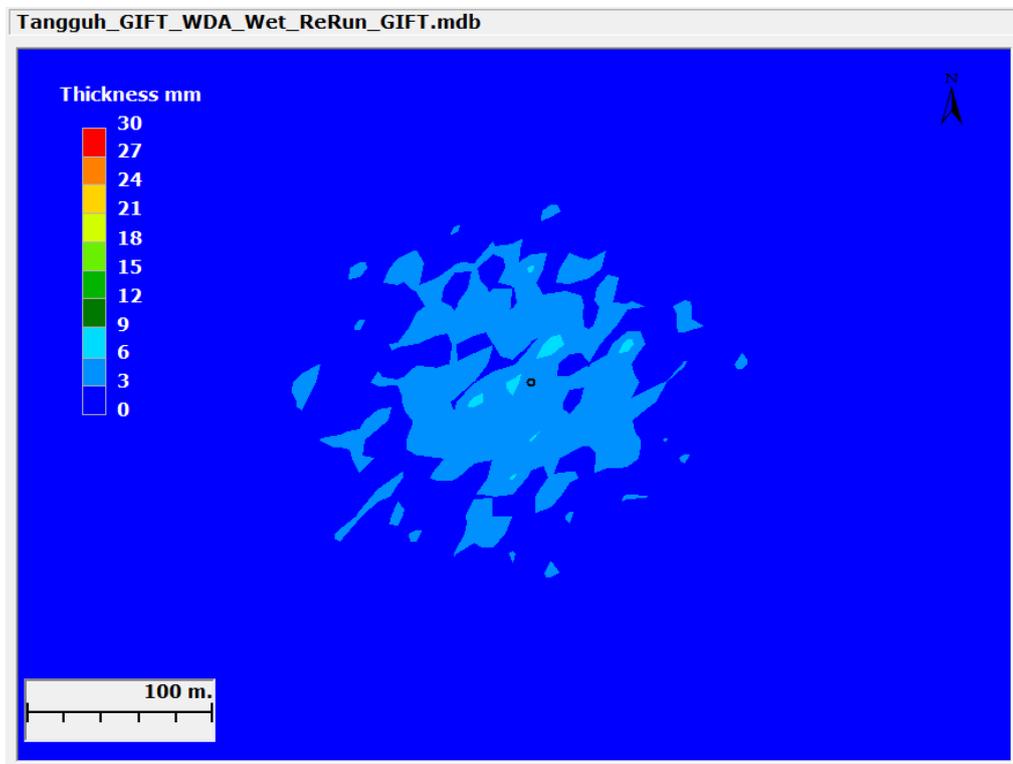
Pada Skenario 5D, penambahan TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimennya tidak berbeda jauh dengan pada musim hujan. Penambahan TSS maksimum diperkirakan 5,9 mg/L dan laju sedimentasi maksimum serta ketebalan sedimen, secara berurutan, diperkirakan mencapai 344 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 6,3 mm. **Gambar 11-17**, **Gambar 11-18** and **Gambar 11-19** menunjukkan nilai maksimum penambahan sesaat *plume* TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen akibat pengeboran di WDA dalam kondisi musim hujan.



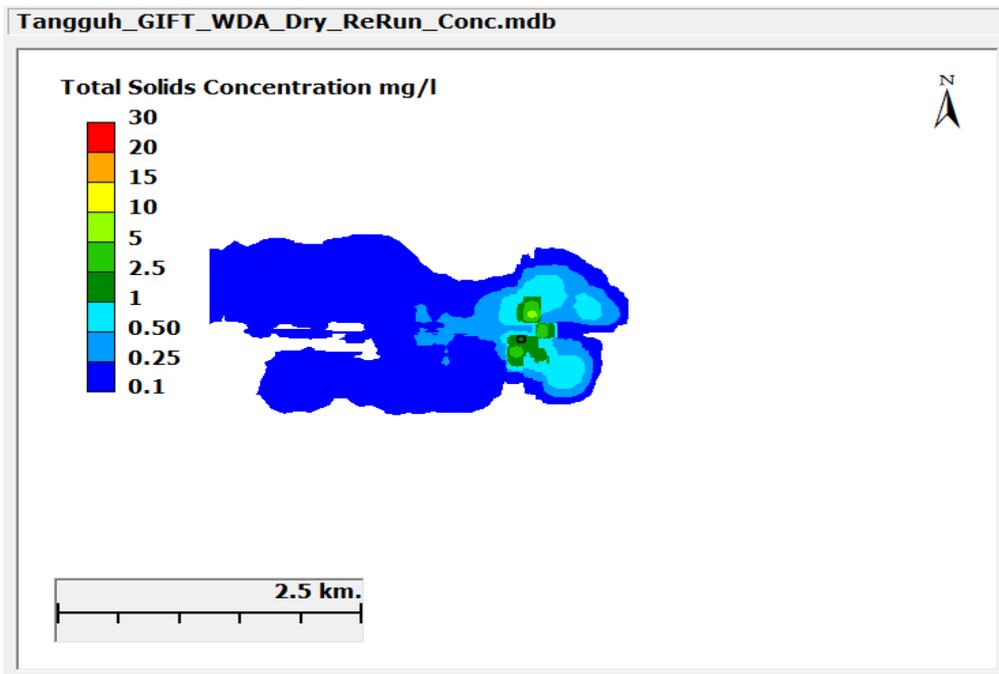
**Gambar 11-14** Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan



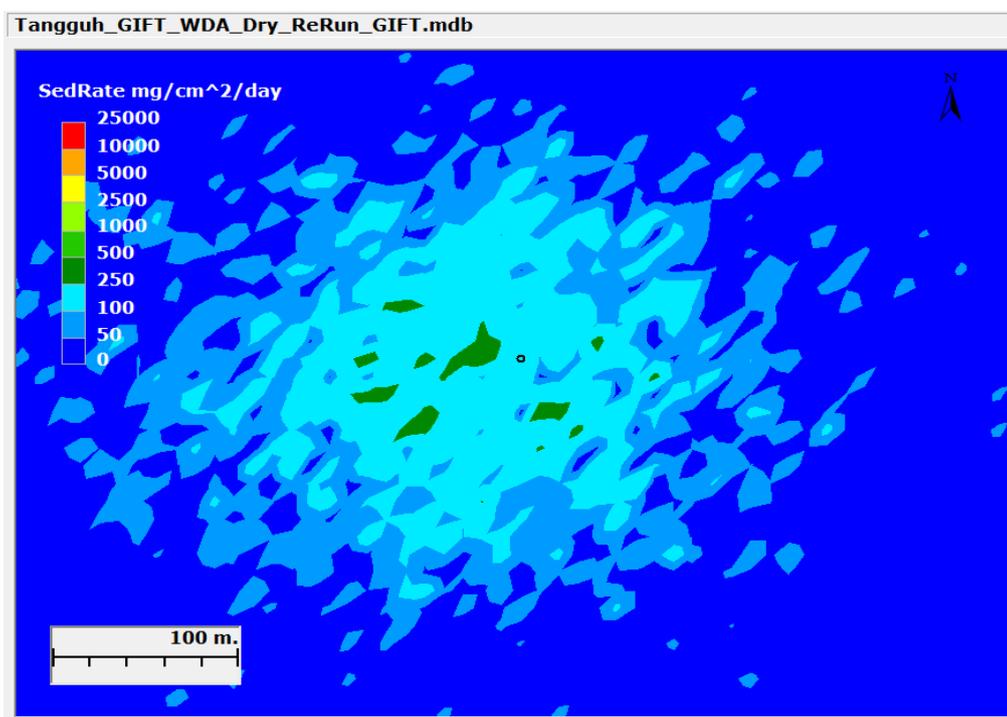
Gambar 11-15 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan



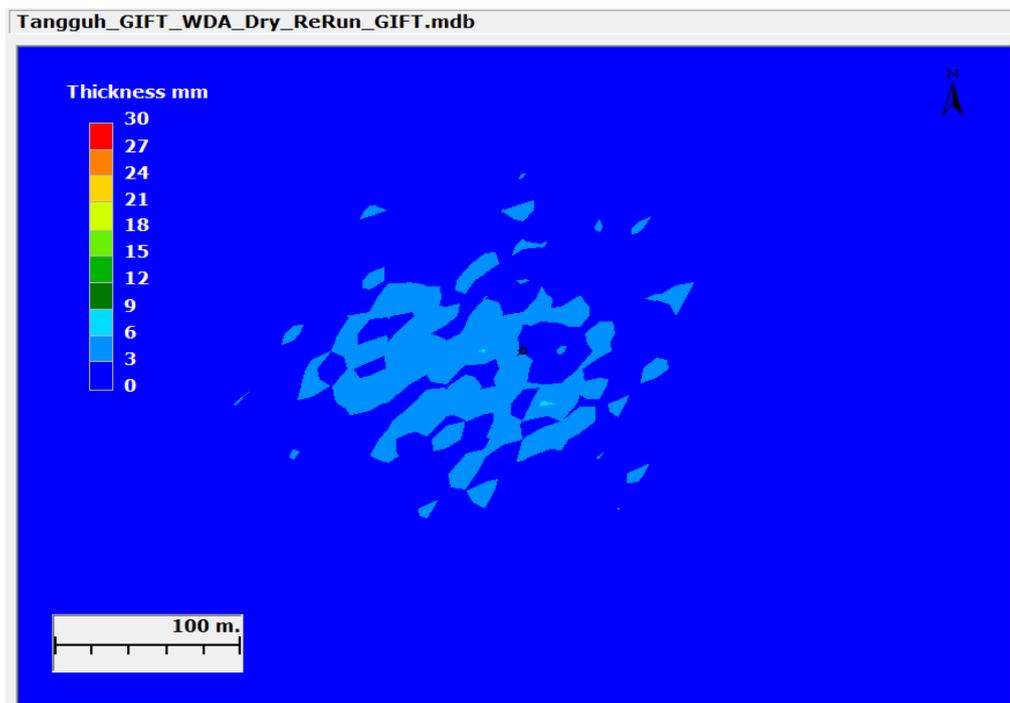
Gambar 11-16 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Hujan



Gambar 11-17 Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau



Gambar 11-18 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau

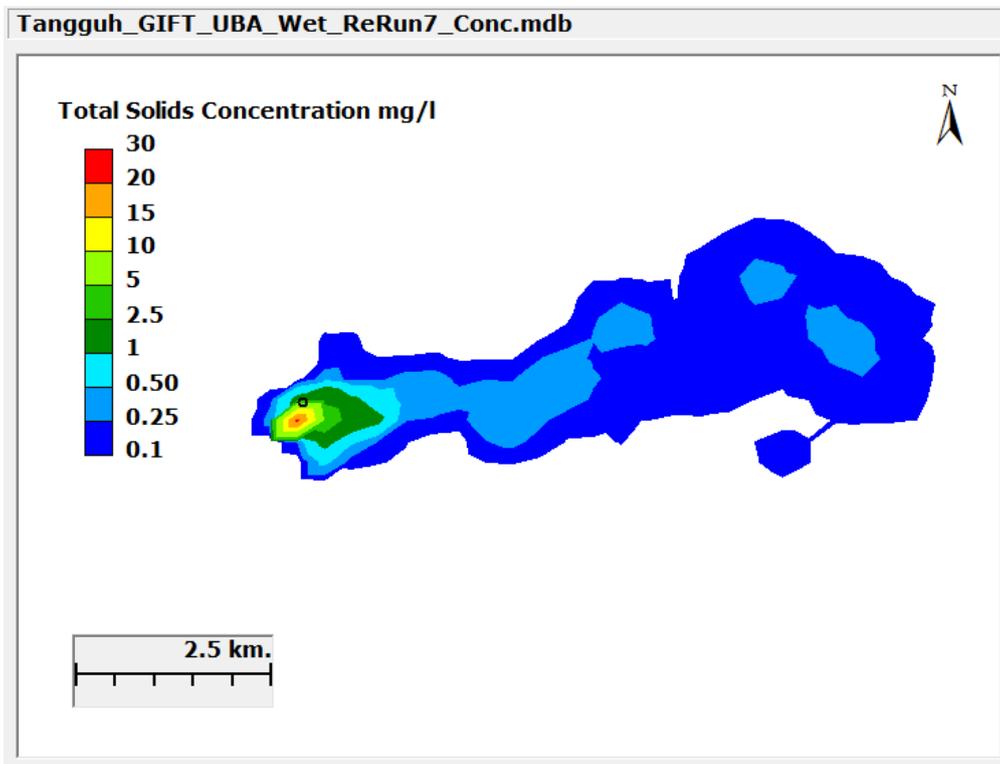


**Gambar 11-19** Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di WDA pada Musim Kemarau

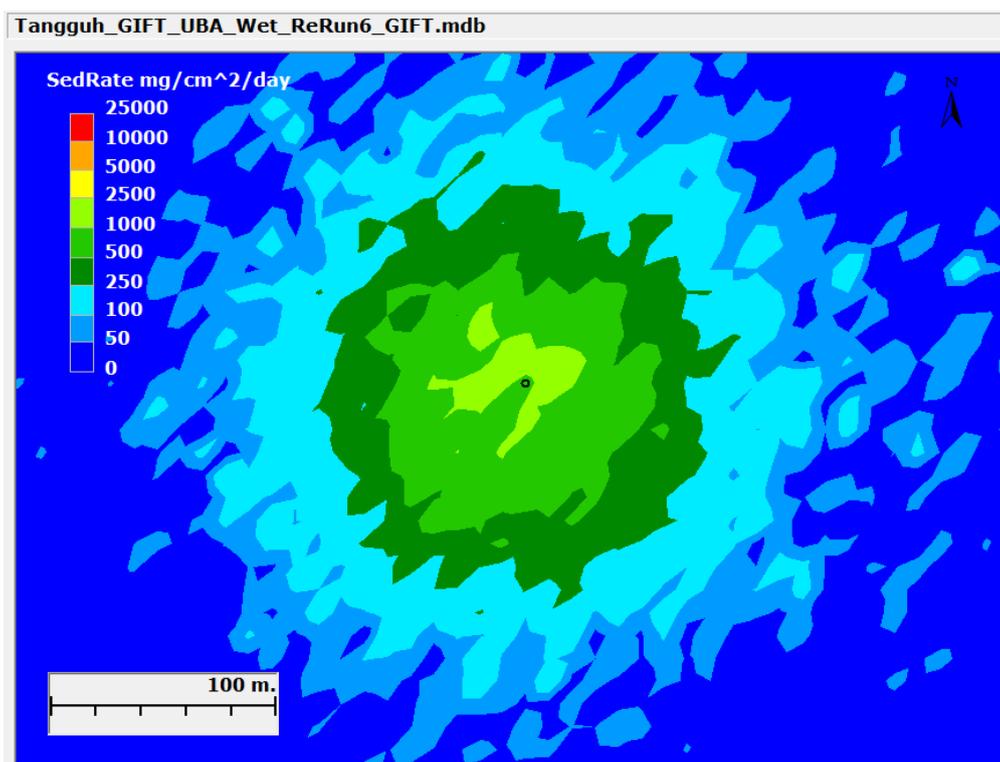
#### 11.3.4 Pengeboran di UBA

Pada Skenario 6W, nilai penambahan maksimum TSS sesaat dihitung mencapai 21,1 mg/L. Gambaran *plume* TSS selama proses operasi pengeboran pada saat tersebut dan lokasi vertikal ketika TSS maksimum terjadi ditunjukkan pada **Gambar 11-20**. *Plume* memanjang dan menghadap ke arah timur laut mengikuti arah arus pasang-surut dominan. Nilai TSS turun drastis di bawah 1 mg/L pada jarak lebih dari 1,0 km dari lokasi pengeboran. Laju sedimentasi maksimum sesaat adalah 1.199 mg/cm<sup>2</sup>-d dan ketebalan sedimen maksimumnya adalah 21,2 mm keduanya terjadi pada lokasi pengeboran. **Gambar 11-21** dan **Gambar 11-22** menunjukkan gambaran laju sedimentasi dan ketebalan sedimentasi pada saat nilai maksimum tercapai. Baik laju sedimentasi serta ketebalan sedimen keduanya turun sampai kurang dari 100 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 3,0 mm, masing-masing secara berurutan, dalam radius 150 m dari lokasi pengeboran.

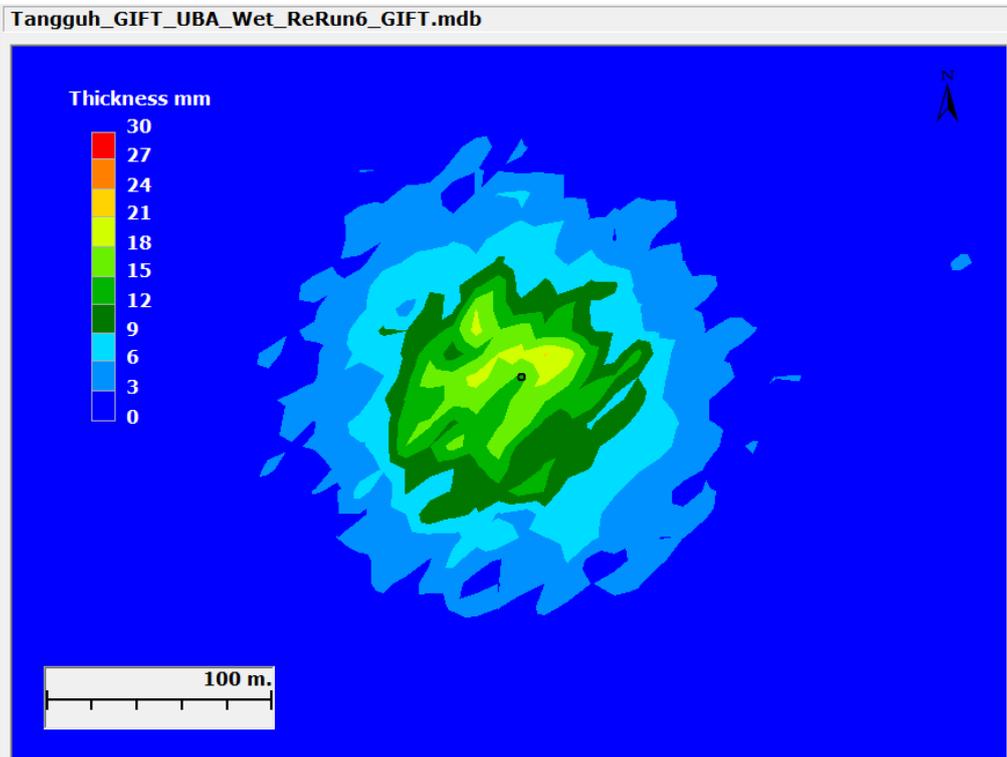
Pada Skenario 6D, penambahan TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen tidak berbeda jauh dengan nilai pada musim hujan. Penambahan TSS maksimum diperkirakan 7,0 mg/L dan laju sedimentasi maksimum serta ketebalan sedimen, secara berurutan, diperkirakan mencapai 1.021 mg/cm<sup>2</sup>-d dan 17,2 mm. **Gambar 11-23**, **Gambar 11-24** dan **Gambar 11-25** menunjukkan nilai maksimum penambahan sesaat *plume* TSS, laju sedimentasi dan ketebalan sedimen akibat pengeboran di UBA dalam kondisi musim hujan.



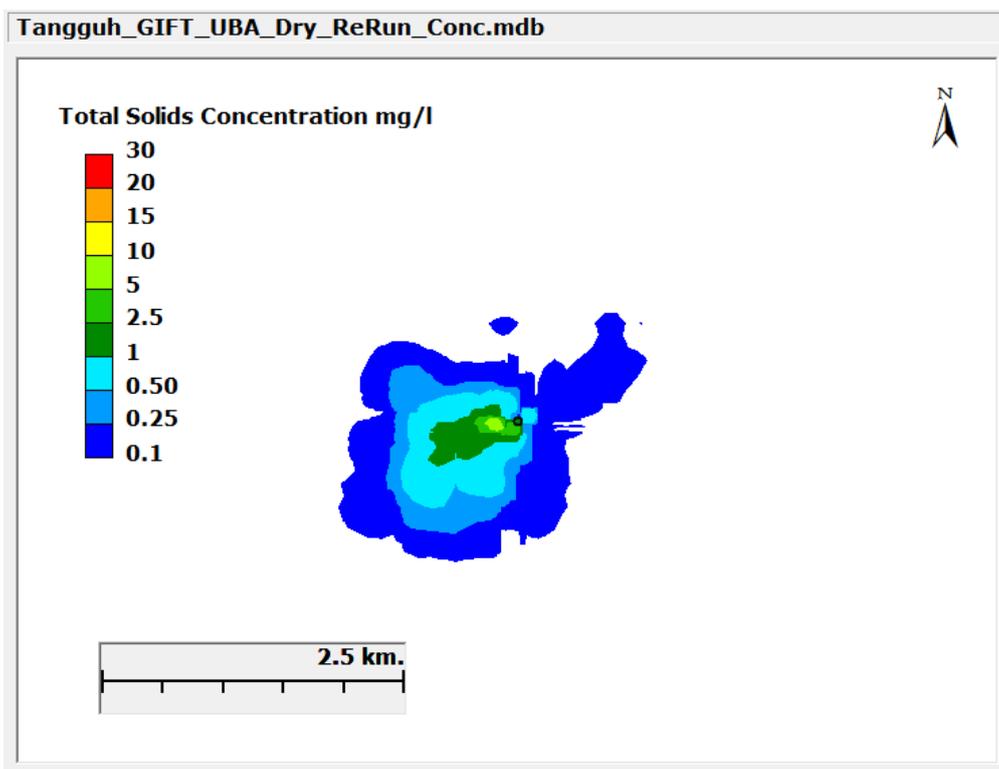
Gambar 11-20 Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan



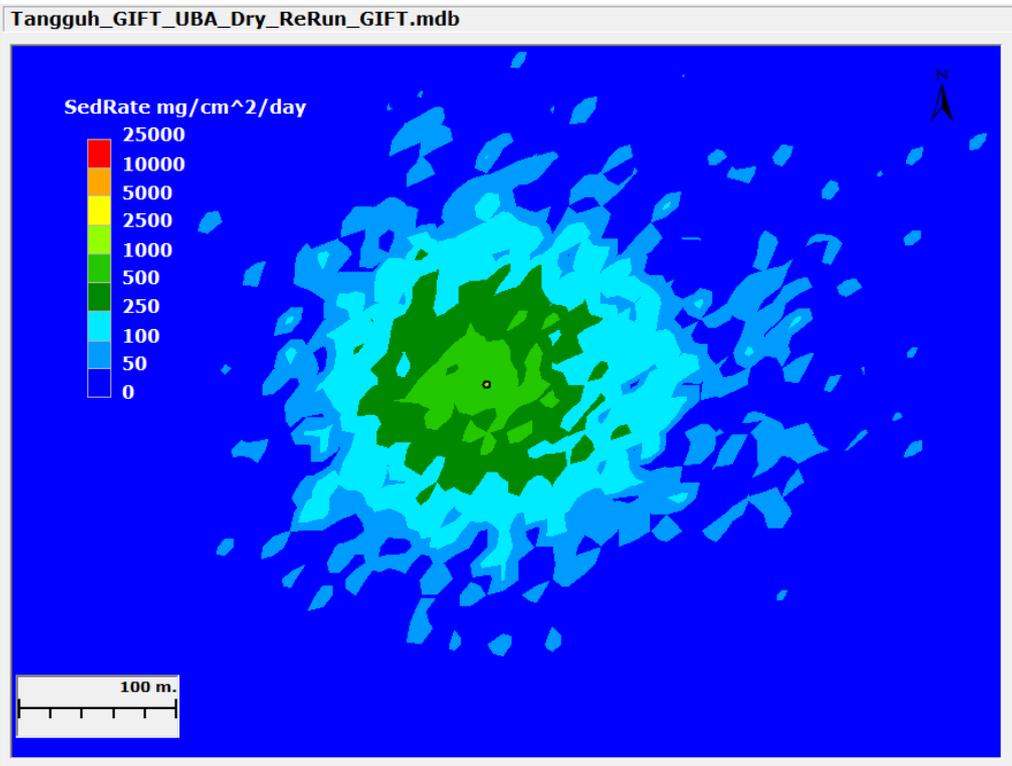
Gambar 11-21 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan



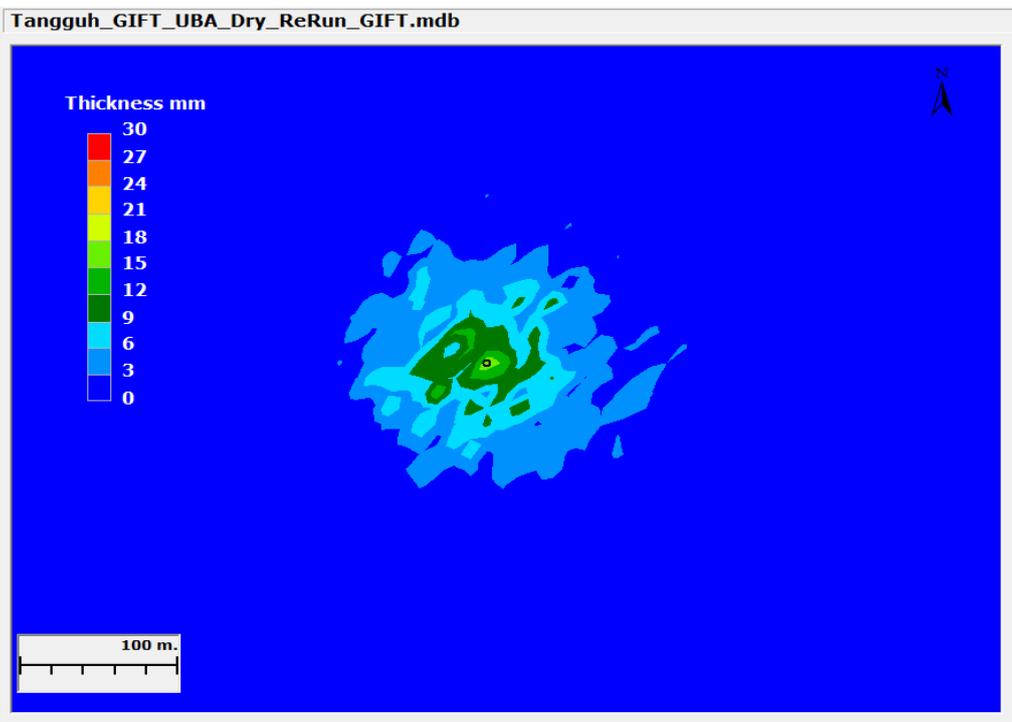
Gambar 11-22 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan



Gambar 11-23 Penambahan Maksimum Konsentrasi TSS selama Pengeboran di TTB pada Musim Kemarau



Gambar 11-24 Laju Sedimentasi Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Kemarau



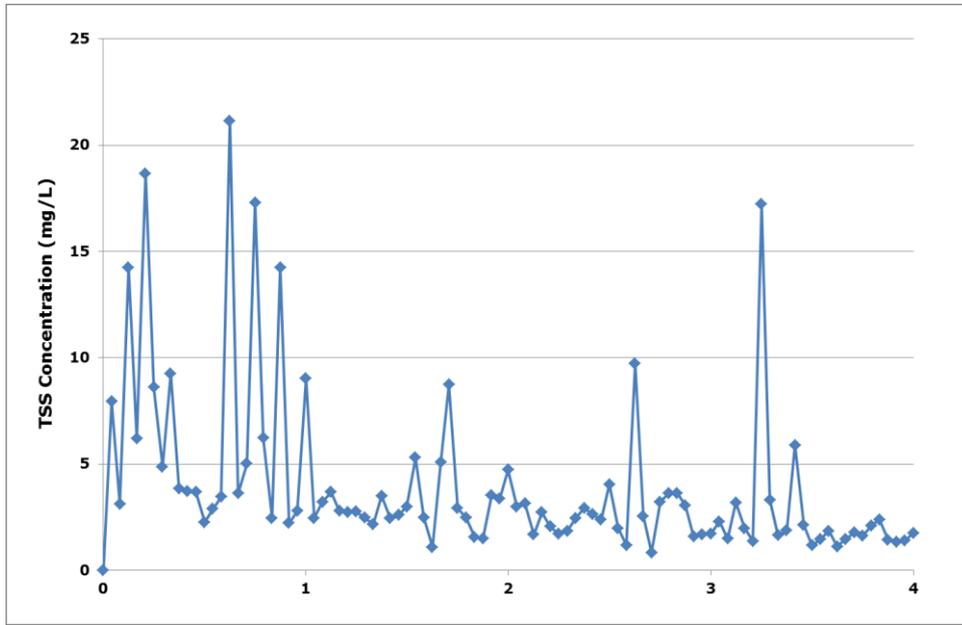
Gambar 11-25 Ketebalan Sedimen Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Kemarau

## 11.4 KESIMPULAN

Hasil dari pemodelan dan plot yang disajikan pada semua skenario mengindikasikan bahwa pengendapan serbuk dan lumpur bor hanya terjadi di area sekitar lokasi pengeboran, sebagian besar dalam radius 150 m. Hasil ini merupakan nilai maksimum yang diperkirakan selama operasi pengeboran ini. Nilai maksimum ini hanya terjadi dalam periode waktu singkat karena kondisi ambien yang bersifat sementara dan *plume* dengan cepat menyebar atau mengendap ke dasar laut. *Plume* TSS menyebar lebih jauh dari jangkauan perkiraan sedimentasi. Namun, nilai maksimum penambahan TSS atas kualitas ambien air laut diperkirakan hanya sekitar 21,1 mg/L. Cakupan area maksimum yang diperkirakan dari batas baku mutu TSS sebesar 1,0 mg/L adalah pada radius 1,5 km. Nilai rona awal TSS maksimum selama musim kemarau adalah 27 mg/L di mana jika ditambahkan dengan nilai maksimum penambahan TSS akibat pengeboran menghasilkan nilai TSS sebesar 48,1 mg/L, sedikit berada di bawah baku mutu kualitas air laut ambien untuk badan air yang berbatasan dengan mangrove, yaitu sebesar 80 mg/L. Selain itu, nilai maksimum konsentrasi TSS yang diperkirakan adalah bersifat sementara dan nilainya berkurang lebih rendah dengan cepat. **Gambar 11-26** menunjukkan konsentrasi TSS selamat empat hari pertama dari pembuangan menerus (*continuous release*). Hasil-hasil yang diperkirakan ini menunjukkan bahwa operasi pengeboran yang direncanakan tidak mungkin mengakibatkan melebihi baku mutu lingkungan yang berlaku atau menimbulkan dampak penting. **Tabel 11-5** menunjukkan ringkasan TSS yang dihasilkan di atas kualitas air laut ambien, laju sedimentasi, ketebalan sedimen, dan area dari ketebalan endapan melebihi 5 cm.

**Tabel 11-5 Ringkasan Hasil Perkiraan untuk Semua Skenario Operasi Pengeboran**

Skenario	TSS Maksimum di atas Kualitas Ambien Air Laut (mg/L)	Laju Sedimentasi Maksimum (mg/cm <sup>2</sup> -day)	Ketebalan Endapan Maksimum (mm)	Area dengan Ketebalan > 5 cm (m <sup>2</sup> )
3W	3,0	594	10,1	0
3D	3,0	608	11,4	0
4W	2,0	937	15,0	0
4D	7,2	799	14,9	0
5W	6,8	382	7,8	0
5D	5,9	344	6,3	0
6W	21,1	1199	21,2	0
6D	7,0	1021	17,2	0



**Gambar 11-26** Konsentrasi TSS Maksimum selama Pengeboran di UBA pada Musim Hujan

ADDAMS:	<i>Automated Dredging and Disposal Alternatives Modelling System</i>
BOF:	<i>Bulk Offloading Facility</i>
CAD:	<i>Computer Aided Design</i>
CORMIX:	<i>Cornell Mixing Zone Model</i>
FF:	<i>Far Field</i>
GEMSS:	<i>Generalized Environmental Modelling System for Surfacewaters</i>
GIFT:	<i>Generalized Integrated Fate and Transport</i>
HDM:	<i>Hydrodynamic Module</i>
LAT:	<i>Lowest Astronomical Tide</i>
LNG:	<i>Liquefied Natural Gas</i>
NF:	<i>Near Field</i>
OSU:	<i>Oregon State University</i>
OTPS:	<i>OSUTidal Prediction Software</i>
RMSE:	<i>Root Mean Square Error</i>
STFATE:	<i>Short Term Fate</i>
TLNG:	<i>Tanggung LNG Coordinates</i>
TGU:	<i>Turbidity Generation Unit</i>
TSS:	<i>Total Suspended Solids</i>
UDC:	<i>User-Defined Constituent</i>
USACE:	<i>United States Army Corps of Engineers</i>

- Adenekan, A.E., V.S. Kolluru, and J.P. Smith. 2009. Transport and Fate of Chlorination By-Products Associated with Cooling Water Discharges. Proceedings of the 1<sup>st</sup> Annual Gas Processing Symposium pp. 1-13.
- Alberson, S., A. Ahmed, M. Roberts, G. Pelletier, and V. Kolluru. 2009. "Model-Derived Hydrodynamics of Inlets in South Puget Sound." Proceedings of the Eleventh Annual Conference on Estuarine and Coastal Modeling. American Society of Civil Engineers. pp. 128-136, 2009.
- Asian Development Bank, 2005. "Summary Environmental Impact Assessment: Tangguh LNG Project in Indonesia" June 2005.
- Buchak, E. M. and J. E. Edinger. 1984. Generalized, Longitudinal-Vertical Hydrodynamics and Transport: Development, Programming and Applications. Prepared for U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss. Contract No. DACW39-84-M-1636. Prepared by J. E. Edinger Associates, Wayne, PA. Document No. 84-18-R. June.
- Edinger J.E., J. Wu and E.M. Buchak. 1997. Hydrodynamic and Hydrothermal Analyses of the Once-through Cooling Water System at Hudson Generating Station. Prepared for Public Service Electric and Gas (PSE&G). Prepared by J. E. Edinger Associates, Inc., June 1997.
- Edinger, J. E. and E. M. Buchak. 1980. Numerical Hydrodynamics of Estuaries in Estuarine and Wetland Processes with Emphasis on Modeling, (P. Hamilton and K. B. Macdonald, eds.). Plenum Press, New York, New York, pp. 115-146.
- Edinger, J. E. and E. M. Buchak. 1980. Numerical Hydrodynamics of Estuaries in Estuarine and Wetland Processes with Emphasis on Modeling, (P. Hamilton and
- Edinger, J. E. and E. M. Buchak. 1985. Numerical Waterbody Dynamics and Small Computers. Proceedings of ASCE 1985 Hydraulic Division Specialty Conference on Hydraulics and Hydrology in the Small Computer Age. American Society of Civil Engineers, Lake Buena Vista, FL. Aug. 13-16.
- Edinger, J. E. and E. M. Buchak. 1995. Numerical Intermediate and Far Field Dilution Modelling. Journal Water, Air and Soil Pollution 83: 147-160, 1995. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Edinger, J. E., E. M. Buchak, and M. D. McGurk. 1994. Analyzing Larval Distributions Using Hydrodynamic and Transport Modelling. Estuarine and Coastal Modeling III. American Society of Civil Engineers, New York.

- Edinger, J. E., V. S. Kolluru, 1999. "Implementation of Vertical Acceleration and Dispersion Terms in an Otherwise Hydrostatically Approximated Three-Dimensional Model." In Spaulding, M.L, H. L. Butler (eds.). Proceedings of the 6th International Conference on Estuarine and Coastal Modeling. pp. 1019 - 1034.
- El-Dessouky, H. T. and H. M. Ettouney, 2002. Fundamentals of Salt Water Desalination, Technology & Engineering.
- Ellis D., C. Heim, 1985. Submersible surveys of benthos near a turbidity cloud. Marine Pollution Bulletin, 16(5), 197-203.
- Febbo E., V. Kolluru, S. Prakash, A. Adenekan. 2012. "Numerical Modeling of Thermal *Plume* and Residual Chlorine Fate in Coastal Waters of the Arabian Gulf". SPE-156813-PP. Presented at the SPE/APPEA International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. Perth, Western Australia. 11-13 September 2012.
- Fichera, M.J., V.S. Kolluru, C. Buahin, C. Daviau, and C.A. Reid. 2013. "Comprehensive Modeling Approach for EIA Studies in the Oil and Gas Industry." IAIA 2013.
- Hawker D.W. & D.W. Connell. 1992. Standards and Criteria for Pollution Control in Coral Reef Areas. Chapter 7 of Pollution in Tropical Aquatic Systems. Connell DW & Hawler DW ed. CRC Press.
- Hayes, D.F. and C.H. Je. 2000. DREDGE Module User's Guide. Department of Civil and Environmental Engineering. University of Utah. July 2000.
- HGL and Aqua Terra. 1999. Selection of Water Quality Components for Eutrophication-Related Total Maximum Daily Load Assessments. Task 4: Documentation of Review and Evaluation of Eutrophication Models and Components EPA Contract Number 68-C6-0020 Work Assignment No. 2-04. Prepared by HydroGeoLogic, Inc. Herndon, VA 20170 and AQUA TERRA Consultants, Mountain View, CA. June.
- ITB and BP, 2012. "Drilling Cutting and Mud Dispersion Simulation". January 2012.
- Johnson, B. H., D.N. McComas, D.C. McVan and M.J. Trawle. 1994. Development and verification of numerical models for predicting the initial fate of dredged material disposed in open water. Report 1, Physical model tests of dredged material disposal from a split-hull barge and a multiple bin vessel. Draft Technical Report, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Koh, R.C.Y. and Y.C. Chang. 1973. Mathematical model for barged ocean disposal of waste. Environmental Protection Technology Series EPA 660/2-73-029, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

- Kolluru, V. S., E. M. Buchak and J. E. Edinger, 1998. "Integrated Model to Simulate the Transport and Fate of Mine Tailings in Deep Waters," in the Proceedings of the Tailings and Mine Waste '98 Conference, Fort Collins, Colorado, USA, January 26-29.
- Kolluru, V. S., E. M. Buchak, J. Wu, 1999. "Use of Membrane Boundaries to Simulate Fixed and Floating Structures in GLLVHT." In Spaulding, M.L, H.L. Butler (eds.). Proceedings of the 6th International Conference on Estuarine and Coastal Modeling. pp. 485 - 500.
- Kolluru, V. S., J. E. Edinger, E. M. Buchak and P. Brinkmann 2003. "Hydrodynamic Modeling of Coastal LNG Cooling Water Discharge." Journal of Energy Engineering. Vol. 129, No. 1, April 1, 2003. pp 16 - 31.
- Kolluru, V.S. and Mike Fichera, 2003. "Development and Application of Combined 1-D and 3-D Modeling System for TMDL Studies." Proceedings of the Eighth International Conference on Estuarine and Coastal Modeling. American Society of Civil Engineers. pp. 108-127, 2003.
- Kolluru, V.S. and S. Prakash. 2012. "Source Water Protection: Protecting our drinking waters". India Water Week 2012. April 10-14. New Delhi, India.
- Kolluru, V.S., E. Buchak, J.E. Edinger, and P.E. Brinkmann. 2005. "Three-Dimensional Thermal Modeling of the RasGas Cooling Water Outfall." 2005.
- Kolluru, V.S., M. J. Fichera, and S. Prakash. 2006. SETAC.
- Kolluru, V.S., S. Prakash and E. Febbo. 2012. "Modeling the Fate and Transport of Residual Chlorine and Chlorine By-Products (CBP) in Coastal Waters of the Arabian Gulf". The Sixth International Conference on Environmental Science and Technology 2012. June 25-29. Houston, Texas, USA.
- Kolluru, V.S., S. R. Chitikela and M. J. Fichera. 2009. "Watershed Water Quality Attainment Using TMDL - A Delaware USA Review." International Conference "Water, Environment, Energy and Society" (WEES-2009), New Delhi. 12-16 January.
- Kruk, M., M. Kempa, T. Tjomsland, D. Durand. 2011. "Vistula Water Quality Modeling." pp. 165-180.
- Mapstone B.D., J. H. Choat, R. L. Cumming and W. G. Oxley. 1989. The fringing reefs of Magnetic Island: benthic biota and sedimentation - a baseline study. A report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- Marine Life Information Network (MarLIN). 2011. Benchmarks for the Assessment of Sensitivity and Recoverability. The Marine Biological Association of the UK, Citadel Hill, Plymouth, Devon, U.K. URL: <http://www.marlin.ac.uk/sensitivitybenchmarks.php> (Accessed April 2011).
- Meteorological Data Collection Program, 2000

- Palermo, M. R., P. R. Schroeder, T. J. Estes, N. R. Francingues, 2008. "Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments". ADA488763.
- Pastorok, R.A. and G.R. Bilyard. 1985. Effects of sewage pollution on coral-reef communities. *Marine Ecology Progress Series* 21: 175-189.
- Pertamina, 2002. "Tanggung LNG, ANDAL: Integrated ANDAL Activities Gas Exploitation, Gas Transmission, LNG Plant, Sea Port, Airfield, and Resettlement, Tangguh LNG Project, Manokwari, Sorong, and Fak-Fak Regencies, Papua Province". October 2002.
- Prakash, S. and V.S. Kolluru. 2006. "Implementation of higher order transport schemes with explicit and implicit formulations in a 3-D hydrodynamic and transport model." Published in the 7<sup>th</sup> International Conference on Hydroscience and Engineering (ICHE 2006), Sep 10 - Sep 13, Philadelphia, USA
- Prakash, S., J.A. Vandenberg and E. Buchak. 2011. "*The Oil Sands Pit Lake Model - Sediment Diagenesis Module*." MODSIM 2011. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 12-16, 2011. Perth, Australia.
- Prakash, S., J.A. Vandenberg and E. Buchak. 2012. "*CEMA Oil Sands Pit Lake Model*". CONRAD 2012 Water Conference. April 20-22. Edmonton, Alberta.
- Prakash, S., V. S. Kolluru, and P. Tutton. 2012. "*Semi-Lagrangian Approach to Studying Grassing Issue on a Nuclear Power Plant Cooling Water Intake*." Proceedings of the 10th Intl. Conf.onHydroscience& Engineering, Nov. 4-7, 2012, Orlando, Florida, U.S.A.
- PT Calmarine, 2000. "Meteorological Data Collection Program (0N-4) Report (Part-1) Tanah Merah". 900-SDY-151. 12 April 2000.
- Schroeder, P.R. and M.R. Palermo. 1990. Automated dredging and disposal alternatives management system, User's Guide. Technical Note EEDP-06- 12, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Environmental Laboratory, Hydraulics Laboratory. 1986. CE-QUAL-W2: A Numerical Two-Dimensional, Laterally Averaged Model of Hydrodynamics and Water Quality; User's Manual. Instruction Report E-86-5. Prepared for Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.Final Report.August.
- Vandenberg, J.A., S. Prakash, N. Lauzon andK. Salzsauler.2011. "*Use of water quality models for design and evaluation of pit lakes*."Australian Center for Geomechanics. Mine Pit Lakes: Closure and Management. Page 63-81.
- Water Environment Federation. 2001. Water Quality Models: A Survey and Assessment. Order No.: D13209WW (Electronic Media).



## Lampiran IV.3

# **Permodelan Dispersi Pencemar Udara dari Kegiatan Operasional Tangguh LNG**

**Laporan**  
**Pemodelan Dispersi Pencemar Udara**  
**dari Kegiatan Operasional**  
**Proyek Pengembangan Tangguh LNG**

---

# Daftar Isi

---

1	Pendahuluan .....	1
1.1	Latar Belakang dan Tujuan Pemodelan .....	1
1.2	Deskripsi Kegiatan .....	1
1.3	Acuan Peraturan.....	3
2	Metodologi .....	4
2.1	ISC-AERMOD View.....	4
2.1.1	<i>AERMOD Meteorological Processor (AERMET)</i> .....	5
2.1.2	<i>AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP)</i> .....	6
2.1.3	<i>AERMIC Dispersion Model (AERMOD)</i> .....	7
	Prediksi Konsentrasi pada CBL .....	8
	Prediksi Konsentrasi pada SBL .....	11
2.2	WRPLOT View .....	11
2.3	MM5 Modeling .....	12
2.4	Prosedur Pengerjaan .....	14
3	Parameter Input dan Data Pendukung .....	15
4	Prakiraan Dispersi Gas dan Partikulat dari Operasional Tangguh LNG.....	23
5	Kesimpulan .....	39
	References.....	40

# Daftar Gambar

---

Gambar 1.1	Lokasi Sumber Emisi pada Tahap Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG .....	2
Gambar 2.1	Aliran Data dalam Sistem Pemodelan Menggunakan AERMOD.....	4
Gambar 2.2	Tahapan Proses dalam AERMET .....	5
Gambar 2.3	Alur Estimasi Parameter PBL dalam AERMET.....	6
Gambar 2.4	Dua Kondisi Pendekatan dalam Menghitung Konsentrasi dalam AERMOD .....	8
Gambar 2.5	Gambaran Plume pada kondisi CBL .....	9
Gambar 2.6	Pendekatan Perlakuan Tiga Jenis <i>Plume</i> di dalam AERMOD pada Kondisi CBL.....	10
Gambar 2.7	WRPLOT View Windows .....	12
Gambar 2.8	Contoh Domain MM5 dengan Stasiun Meteorologi.....	13
Gambar 3.1	Lokasi Sumber Emisi dan .....	15
Gambar 3.2	Peta Topografi untuk Area Pemodelan Dispersi Gas dan Partikulat dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG .....	16
Gambar 3.3	Diagram <i>Windrose</i> untuk Area Tangguh LNG .....	20
Gambar 3.4	Distribusi Kecepatan Angin .....	21
Gambar 4.1	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	27
Gambar 4.2	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	27
Gambar 4.3	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	28
Gambar 4.4	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	28
Gambar 4.5	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	29

Gambar 4.6	Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	29
Gambar 4.7	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	30
Gambar 4.8	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	30
Gambar 4.9	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	31
Gambar 4.10	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	31
Gambar 4.11	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	32
Gambar 4.12	Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Kilang Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	32
Gambar 4.13	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	33
Gambar 4.14	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 1 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	33
Gambar 4.15	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	34
Gambar 4.16	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 24 jam (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	34
Gambar 4.17	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	35
Gambar 4.18	Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata Tahunan (µg/m <sup>3</sup> ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	35

Gambar 4.19	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 1 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	36
Gambar 4.20	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 1 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	36
Gambar 4.21	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 24 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	37
Gambar 4.22	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 24 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	37
Gambar 4.23	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	38
Gambar 4.24	Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	38

# Daftar Tabel

---

Tabel 1.1	Baku Mutu Emisi dan Hasil Pengukuran Manual pada Sumber Emisi Fasilitas yang Ada Saat Ini (Kilang LNG 1 dan 2) .....	3
Tabel 1.2	Standar Kualitas Ambien Indonesia, Acuan WHO, dan Batas Ambien yang direkomendasi untuk Proyek Tangguh LNG .....	3
Tabel 3.1	Karakteristik Fisik dan Kimia Sumber Emisi dari Kilang LNG 1 dan 2 .....	17
Tabel 3.2	Karakteristik Fisik dan Kimia Sumber Emisi dari Kilang LNG 3 dan 4 .....	18
Tabel 3.3	Informasi Data Meteorologi dari <i>Lakes Environmental Met Data Service</i> .....	19
Tabel 3.4	Lokasi Pengambilan Sampel untuk Memperoleh Data <i>Background Concentration</i> di Lokasi sekitar Tangguh LNG .....	21
Tabel 3.5	Data <i>Background Concentration</i> di Lokasi sekitar Tangguh LNG .....	22
Tabel 4.1	Konsentrasi Maksimum NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, dan Partikulat Hasil Prediksi Model Dispersi pada Tahap Operasional Kilang LNG 1, 2, 3, dan 4 dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Elevated Terrain</i> ) .....	25
Tabel 4.2	Konsentrasi Maksimum NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, dan Partikulat Hasil Prediksi Model Dispersi pada Tahap Operasional Kilang LNG 1, 2, 3, dan 4 tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi ( <i>Flat Terrain</i> ) .....	25
Tabel 4.3	Prediksi Total Konsentrasi di Udara Ambien .....	26

# 1 Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang dan Tujuan Pemodelan

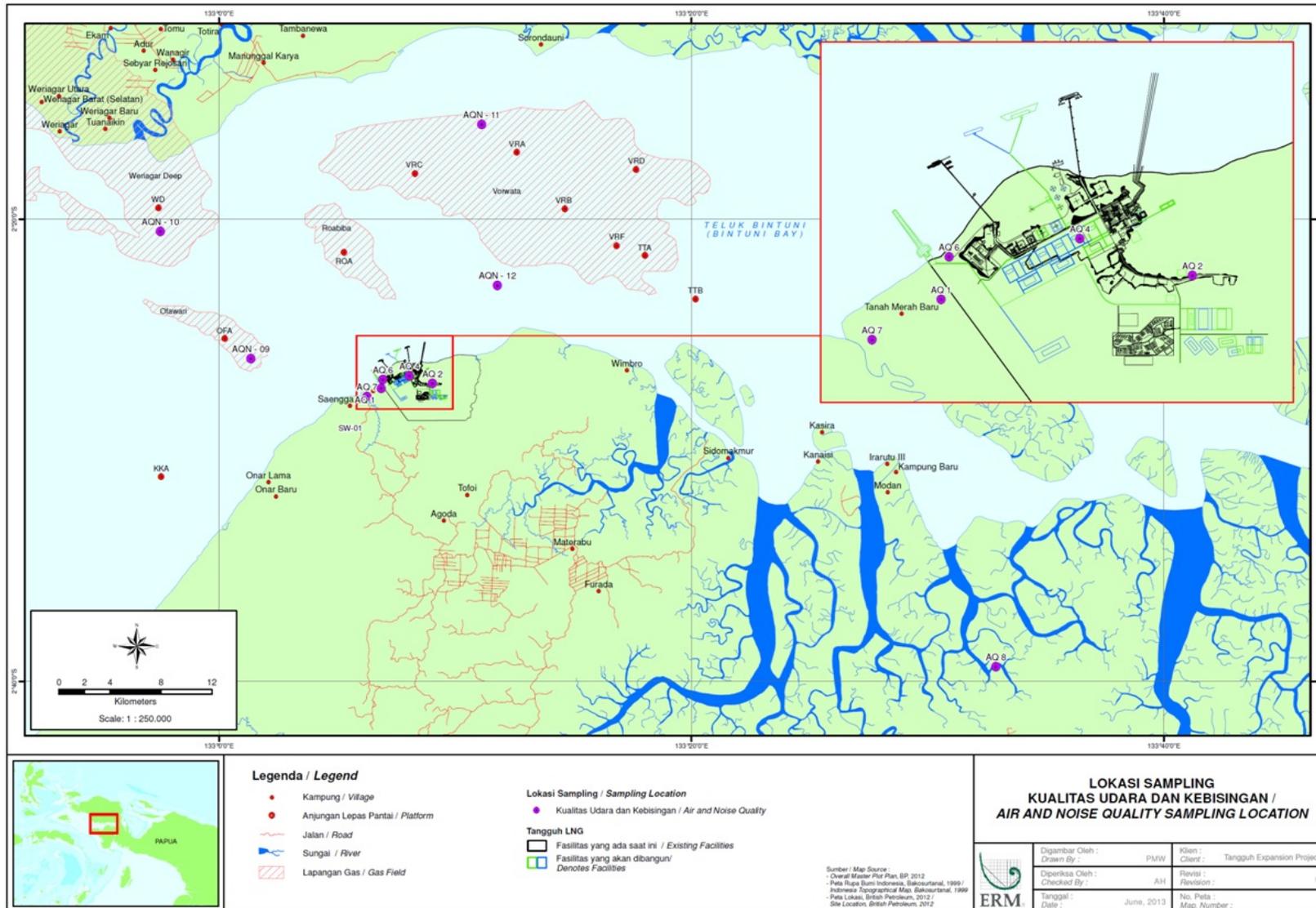
Tangguh LNG berencana untuk mengembangkan operasinya dengan membangun Kilang LNG 3 serta rencana pengembangan tahap selanjutnya di antaranya berupa pembangunan Kilang LNG 4 serta fasilitas pendukung lainnya. Kegiatan ini termasuk pembangunan unit-unit baru yang terkait pengolahan gas seperti insinerator gas kecut (*acid gas incinerator*), *regeneration gas fired heater*, boiler, turbin (*heat recovery steam generator*), dan suar bakar (*flare*).

Pada tahap operasi, unit-unit baru tersebut akan menjadi sumber titik emisi pencemar udara tambahan selain sumber-sumber titik yang sudah ada sebelumnya yang terkait dengan kegiatan operasional kilang LNG 1 dan kilang LNG 2. Karena emisi pencemar udara akan berlangsung terus-menerus selama masa operasi Tangguh LNG, maka perlu dilakukan pemodelan dispersi pencemar udara dengan tujuan untuk memprediksikan konsentrasi pencemar udara ambien ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , CO dan partikulat) yang diakibatkan oleh emisi sumber-sumber titik pada saat berlangsungnya operasional kilang LNG 1, 2, 3, dan 4.

## 1.2 Deskripsi Kegiatan

Pada tahap operasi kilang LNG 1, 2, 3, dan 4, akan terdapat 28 sumber titik yang mengemisikan gas dan partikulat ke udara ambien. Lokasi ke 28 sumber tadi diperlihatkan pada **Gambar 1.1**, yang terdiri dari :

- 14 sumber titik yang berasal dari pengoperasian kilang 1 dan kilang 2:
  - Dua unit *acid gas incinerator* (AGI)
  - Dua unit *regeneration gas-fired heater* (RGH)
  - Empat unit *heat Recovery Steam Generator* (HRSG)
  - Tiga unit boiler
  - Satu unit *dry gas flare*, satu unit *wet gas flare*, dan satu unit *tankage flare*
- 14 sumber titik lainnya yang berasal dari kilang 3 dan kilang 4:
  - Dua unit *acid gas incinerator* (AGI)
  - Dua unit *regeneration gas-fired heater* (RGH)
  - Empat unit *heat Recovery Steam Generator* (HRSG)
  - Tiga unit boiler
  - Satu unit *dry gas flare*, satu unit *wet gas flare*, dan satu unit *tankage flare*



Gambar 1.1 Lokasi Sumber Emisi pada Tahap Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG

### 1.3 Acuan Peraturan

Acuan baku mutu emisi dan ambien yang terkait dengan operasional Tangguh LNG pada tahap operasional diperlihatkan pada **Tabel 1.1** dan **Tabel 1.2**.

**Tabel 1.1** Baku Mutu Emisi dan Hasil Pengukuran Manual pada Sumber Emisi Fasilitas yang Ada Saat Ini (Kilang LNG 1 dan 2)

Sumber Emisi	Baku Mutu (mg/Nm <sup>3</sup> )					Hasil Pengukuran Manual(mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Parti- kulat	Opa- sitas	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Parti- kulat	Opa- sitas
<i>Acid Gas Incinerator</i>	1000	320	ta	ta	ta	<1	<1	2860	-	
<i>Heat Recovery Steam Generator</i>	150 <sup>2</sup>	320 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	ta	ta	6	82	-	0,2	
<i>Boiler</i>	150 <sup>3</sup>	400 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup>	ta	20	<1	24,5	<1	9	<5
<i>Regeneration Gas- Fired Heater</i>	150 <sup>3</sup>	400 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup>	ta	20	87,9	31,5	<1	92	<5
<i>Flare</i>	ta	ta	ta	ta	40 <sup>4</sup>					31

Catatan:

- ta = tidak ada
- <sup>1</sup>Hasil pengukuran tertinggi yang pernah terukur dengan pengukuran secara manual
- <sup>2</sup>Lampiran 1b, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Nomor 13 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi, dengan volume gas diukur dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atmosfer) dan semua parameter dikoreksi dengan O<sub>2</sub> sebesar 15% dalam keadaan kering.
- <sup>3</sup>Lampiran 1c, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Nomor 13 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi, dengan
  - o Volume gas diukur dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atmosfer).
  - o Semua parameter dikoreksi dengan O<sub>2</sub> sebesar 5% untuk bahan bakar minyak dalam keadaan kering kecuali opasitas.
  - o Semua parameter dikoreksi dengan O<sub>2</sub> sebesar 3% untuk bahan bakar gas dalam keadaan kering kecuali opasitas.
- <sup>4</sup>Lampiran 1d, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Nomor 13 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Minyak dan Gas Bumi

**Tabel 1.2.** Standar Kualitas Ambien Indonesia, Acuan WHO, dan Batas Ambien yang direkomendasi untuk Proyek Tangguh LNG

Polutan	Waktu Rerata	Indonesia <sup>1</sup> (µg/Nm <sup>3</sup> )	WHO <sup>2</sup> (µg/Nm <sup>3</sup> )	Tangguh (µg/Nm <sup>3</sup> )
CO	1 jam	30.000	-- <sup>3</sup>	30.000
	24 jam	10.000	--	10.000
NO <sub>2</sub>	1 jam	400	190-320	320
	24 jam	150	--	150
	Tahun	100	--	100
SO <sub>2</sub>	1 jam	900	--	900
	24 jam	365	100-150	150
	Tahun	60	40-60	60
PM <sub>10</sub>	24 jam	150	--	150
PM <sub>2,5</sub>	24 jam	65	--	65
	Tahun	15	--	15
TSP	24 jam	230	150-230	230
	Tahun	90	80-90	90

Catatan:

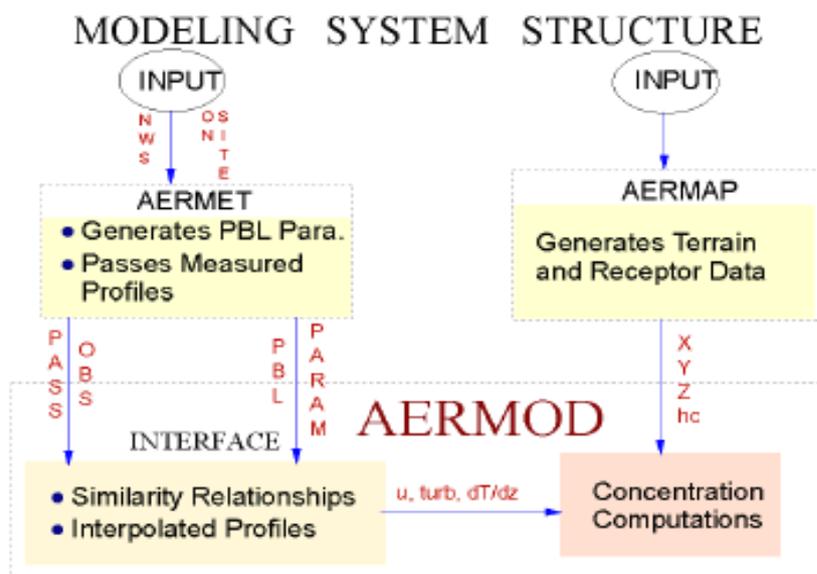
1. Acuan: Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara
2. Acuan: *Pollution Prevention and Abatement Handbook*, 1998.

## 2 Metodologi

Untuk mendapatkan hasil modeling yang dapat diandalkan, studi dispersi pencemar udara ini menggunakan *software* yang sudah banyak digunakan secara nasional maupun internasional, yang dapat memperkirakan konsentrasi pencemar di udara ambien bersumber dari sumber titik yang banyak (*multiple sources*), menggunakan data meteorologi selama sepuluh tahun dengan pencatatan data parameter meteorologi per jam serta mempertimbangkan pengaruh dari topografi di sekitar lokasi Tangguh LNG.

### 2.1 ISC-AERMOD View

*Software* ISC-AERMOD View, adalah *software* yang dikeluarkan oleh US EPA yang merupakan pengembangan dari *software* yang telah ada sebelumnya seperti ISCST3, ISC-PRIME and AERMOD. *Software* ini sudah banyak digunakan untuk menghitung konsentrasi pencemar udara dari berbagai sumber emisi. AERMOD merupakan *software* yang menggabungkan tiga macam program yang berbeda yaitu AERMET (*AERMOD Meteorological Preprocessor*) untuk mengolah data meteorologi, AERMAP (*AERMOD Terrain Preprocessor*) untuk mengolah data topografi, and AERMOD (*AERMIC Dispersion Model*) untuk mengestimasi konsentrasi pencemar di udara ambien. **Gambar 2.1** memperlihatkan struktur sistem pemodelan di dalam AERMOD yang terdiri dari satu program utama (AERMOD) dan dua program pendukung (AERMET and AERMAP).



**Gambar 2.1** Aliran Data dalam Sistem Pemodelan Menggunakan AERMOD

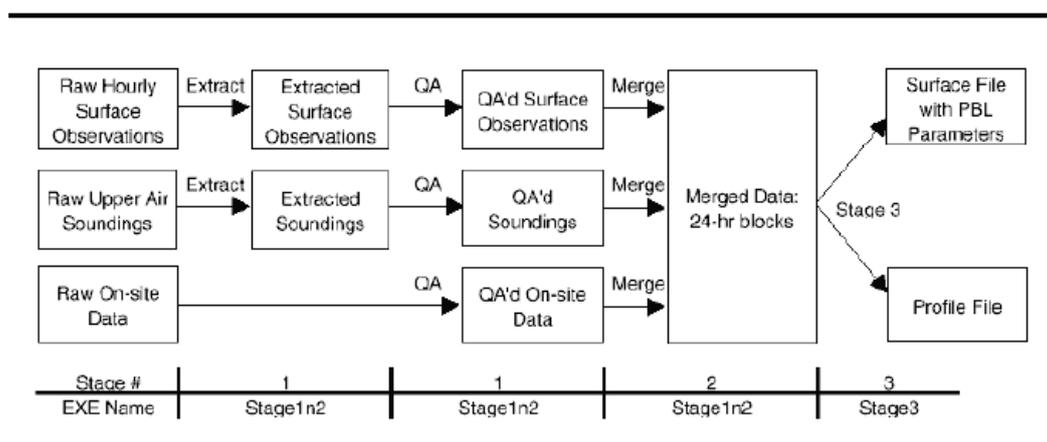
### 2.1.1 AERMOD Meteorological Processor (AERMET)

Salah satu pengembangan AERMOD dalam modeling dispersi terapan adalah kemampuannya untuk mengkarakterisasi parameter meteorologi pada *Planetary Boundary Layer (PBL)*<sup>1</sup> berdasarkan data di atas permukaan tanah dan pada skala vertikal. AERMOD membangun profil vertikal yang membutuhkan beberapa variabel berdasarkan pengukuran dan ekstrapolasi. Profil vertikal dari kecepatan angin, arah angin, turbulensi, dan perubahan temperatur dapat diperkirakan menggunakan data observasi parameter meteorologi di atas permukaan bumi.

Program AERMET adalah prosessor data meteorologi yang menyiapkan data parameter meteorologi per jam untuk data di atas permukaan tanah (*hourly surface data*) dan data pada skala vertical (*hourly upper air data*) yang akan menjadi input data meteorologi pada program AERMOD. AERMET didisain dengan percepatan pengembangan untuk mengolah berbagai jenis data yang berbeda untuk menghitung parameter pada PBL melalui algoritma perhitungan tertentu. AERMET memproses data meteorologi dalam tiga tahap yang menghasilkan dua file sebagai berikut:

1. Data parameter meteorologi di atas permukaan tanah (file dengan *extention \*.SFC*)
2. Data profil vertikal dari kecepatan angin, arah angin, temperatur dan standar deviasi dari komponen angin yang berfluktuasi (file dengan *extention \*.PFL*)

Aliran pemrosesan data di dalam AERMET diperlihatkan pada gambar berikut ini :



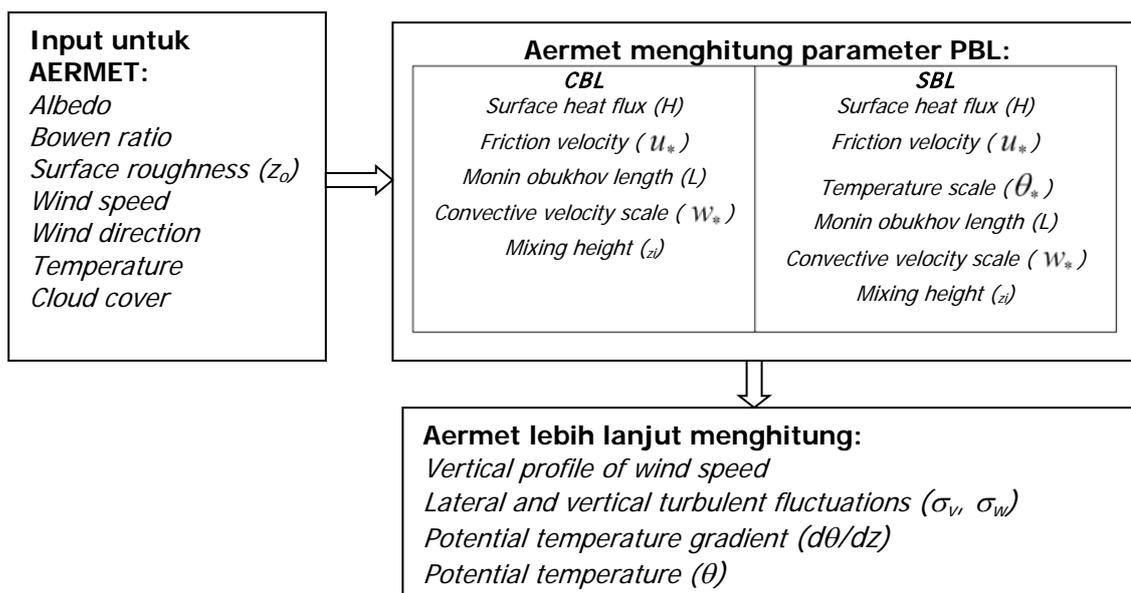
**Gambar 2.2** Tahapan Proses dalam AERMET  
(sumber: *U.S. EPA User's Guide for AERMET*)

Karakteristik permukaan dalam bentuk albedo<sup>2</sup>, kekasaran permukaan (*surface roughness*) dan Bowen ratio<sup>3</sup>, dan observasi data meteorologi standar (kecepatan angin, arah angin,

<sup>1</sup> *Planetary Boundary Layer (PBL)* atau *atmospheric Boundary Layer*: adalah lapisan terbawah dari atmosfer yang kontak dengan permukaan bumi

<sup>2</sup> Albedo: adalah kejadian direfleksikannya sinar matahari

temperatur, dan tutupan awan) merupakan input untuk AERMET. AERMET akan menghitung parameter seperti kecepatan friksi (*friction velocity* -  $u_*$ ), panjang Monin-Obukhov ( $L$ ), skala kecepatan konvektif ( $w_*$ ), skala temperatur ( $\theta_*$ ), tinggi pencampuran ( $z_i$ ), dan fluks panas permukaan (*surface heat flux* -  $H$ ). Parameter ini kemudian diantarkan ke *interface* (di dalam AERMOD) untuk menghitung profil vertikal kecepatan angin ( $u$ ), fluktuasi turbulensi lateral dan vertikal ( $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$ ), gradien potensial temperatur ( $d\theta/dz$ ), dan potensial temperatur ( $\theta$ ). AERMET mendefinisikan stabilitas dalam PBL menggunakan  $H$  (konvektif untuk  $H > 0$  dan stabil untuk  $H < 0$ ). Alur estimasi parameter PBL dalam AERMOD diperlihatkan pada **Gambar 2.3** berikut ini:



**Gambar 2.3** Alur Estimasi Parameter PBL dalam AERMET

### 2.1.2 AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP)

Dengan menggunakan pendekatan yang relatif sederhana, AERMOD memasukkan konsep aliran dan dispersi dengan memperhitungkan pengaruh medan (topografi). *Plume* dimodelkan mempengaruhi atau mengikuti kondisi medan. Pendekatan ini didisain agar realistis secara fisik dan sederhana untuk diimplementasikan, sekaligus untuk menghindari kebutuhan membedakan kondisi medan/lahan berdasarkan medan yang sederhana, menengah atau kompleks yang dibutuhkan oleh regulatori model lainnya. Hasilnya, AERMOD menghilangkan kebutuhan untuk mendefinisikan regim medan yang kompleks (*complex terrain*). Seluruh medan ditangani secara konsisten dan kontinu dengan tetap mempertimbangkan pembagian konsep *streamline* pada kondisi terstratifikasi stabil.

<sup>3</sup> Bowen ratio: adalah rasio panas yang digunakan untuk "Sensible Heat" (konduksi dan konveksi) terhadap panas yang digunakan untuk "Latent Heat" (penguapan air), dan dinyatakan dalam persen.

AERMIC terrain pre-processor AERMAP menggunakan medan yang terbagi dalam grid untuk menghitung pengaruh tinggi medan ( $h_c$ ), atau disebut juga skala tinggi medan (*terrain height scale*). Skala tinggi medan ini ditetapkan untuk masing-masing lokasi reseptor, dan digunakan untuk menghitung tinggi pembagian *streamline*. Data yang sudah terbagi dalam grid dan diperlukan oleh AERMAP kemudian diseleksi dari *data Digital Elevation Model* (DEM). Elevasi untuk masing-masing reseptor secara otomatis akan ditempatkan oleh AERMAP. Untuk setiap reseptor, AERMAP akan memberikan informasi sebagai berikut kepada AERMOD: lokasi reseptor ( $x,y$ ), ketinggian di atas permukaan laut ( $z$ ), dan skala ketinggian medan spesifik dari reseptor ( $h_c$ ).

### 2.1.3 AERMIC Dispersion Model (AERMOD)

AERMOD merupakan *steady-state plume model*, yang mengasumsikan konsentrasi pada semua jarak saat jam yang dimodelkan ditentukan oleh rata-rata temporal kondisi meteorologi pada jam tersebut. Asumsi *steady state* memberikan hasil yang berguna karena statistik dari distribusi konsentrasi lebih utama daripada konsentrasi pada waktu dan lokasi tertentu saja.

Pada kondisi atmosfer stabil (*Stabel boundary layer - SBL*)<sup>4</sup>, AERMOD mengasumsikan distribusi gauss baik pada skala vertikal maupun horizontal. Pada *convective boundary layer* (CBL)<sup>5</sup>, distribusi horizontal diasumsikan sebagai gaussian, tetapi distribusi vertikalnya berupa *bi-gaussian probability density function* (pdf). Kondisi distribusi konsentrasi pada CBL diperlihatkan oleh Willis and Deardorff (1981) dan Briggs (1993). Pada kondisi CBL, AERMOD memberlakukan “*plume lofting*,” di mana sebagian massa *plume* akan dilepaskan dari sumber, kemudian naik dan berhenti di dekat puncak dari *boundary layer* sebelum dapat tercampur ke dalam CBL. AERMOD juga dapat menentukan massa *plume* yang menembus ke dalam *elevated Stabel layer*, dan kemudian dapat masuk kembali ke *boundary layer* jika memungkinkan. Untuk sumber baik pada kondisi CBL dan SBL, AERMOD memberlakukan percepatan dispersi lateral sebagai akibat dari pola *plume* yang berliku (*plume meander*).

Secara umum, AERMOD memodelkan *plume* sebagai kombinasi dari dua kasus pembatas yaitu *plume* horizontal (*terrain impacting*) dan medan yang mengikuti *plume* (*terrain-following plume*). Karena itu, untuk semua situasi, total konsentrasi pada setiap receptor, dibatasi oleh prediksi konsentrasi pada kedua kondisi tersebut. Pada medan yang datar, kedua kondisi tersebut bersifat ekuivalen. Dengan memasukkan konsep pembagian tinggi *streamline* pada medan yang berelevasi, total konsentrasi dihitung sebagai jumlah konsentrasi berbobot pada kedua kondisi pembatas (Venkatram et al. 2001).

---

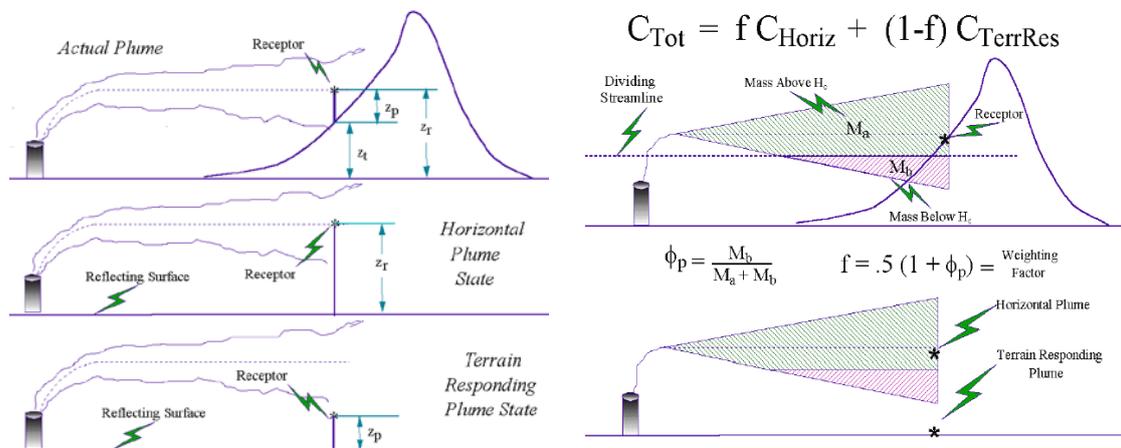
<sup>4</sup> *Stabel Boundary Layer* (SBL): lapisan udara yang hangat berada di dekat permukaan bumi yang dingin, dimana semakin tinggi ketinggiannya maka temperatur pada lapisan tersebut naik secara statis dan stabil.

<sup>5</sup> *Convective Boundary Layer* (SBL): lapisan atmosfer yang ditandai dengan turbulensi yang kuat sehingga cenderung terjadi pencampuran dengan cepat terutama pada arah vertikal.

Persamaan umum untuk menghitung konsentrasi pada kondisi stabil atau kondisi tidak stabil (konvektif) dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$C_T \{x_r, y_r, z_r\} = f \cdot C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1-f) C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\} \quad \text{Persamaan 1}$$

Dengan  $C_T \{x_r, y_r, z_r\}$  adalah total konsentrasi,  $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$  adalah kontribusi dari kondisi *plume* horizontal (*subscripts* c dan s menyatakan kondisi konvektif dan stabil),  $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$  adalah kontribusi dari *terrain-following state*,  $f$  adalah *plume state weighting function*,  $\{x_r, y_r, z_r\}$  merupakan representasi koordinat dari reseptor (dengan  $z_r$  relatif terhadap tinggi cerobong),  $z_p = z_r - z_t$  adalah ketinggian reseptor di atas permukaan tanah, dan  $z_t$  adalah ketinggian medan dari reseptor. **Gambar 2.4** memperlihatkan hubungan antara kondisi *plume* sebenarnya dan karakterisasi dalam AERMOD.



**Gambar 2.4** Dua Kondisi Pendekatan dalam Menghitung Konsentrasi dalam AERMOD

Persamaan umum untuk menghitung konsentrasi pada setiap bagian pada persamaan satu untuk kondisi CBL maupun SBL dinyatakan sebagai berikut:

$$C \{x, y, z\} = \left( Q / \tilde{u} \right) P_y \{y; x\} P_z \{z; x\} \quad \text{Persamaan 1}$$

dengan  $Q$  berupa laju emisi,  $\tilde{u}$  adalah kecepatan angin efektif,  $P_y$  and  $P_z$  adalah *probability density functions* (pdf) yang mendeskripsikan distribusi lateral dan vertikal.

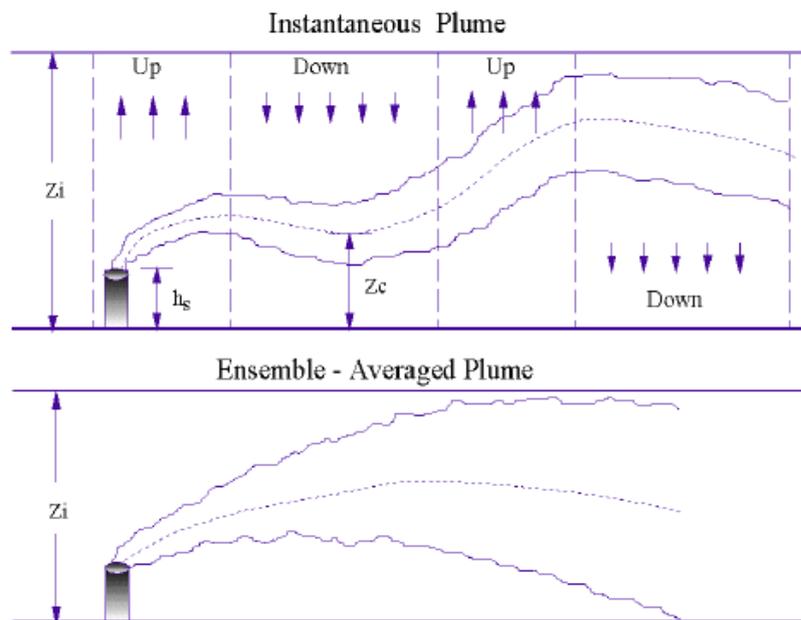
### Prediksi Konsentrasi pada CBL

Di dalam AERMOD, formula dispersi untuk kondisi CBL menggunakan model yang paling maju dibandingkan dengan model lainnya. *Plume* diasumsikan memasuki elemen konvektif baik *updrafts* maupun *downdrafts*, yang bergerak seiring dengan gerakan angin. Kecepatan angin vertikal dan lateral pada setiap elemen diasumsikan berupa variabel random dan dikarakterisasi

oleh *probability density functions* (pdf). Rata-rata konsentrasi diperoleh dari pdf, seperti dideskripsikan oleh Weil et al. (1997); Misra (1982), Venkatram (1983), dan Weil (1988a).

Pada kondisi CBL, pdf dari kecepatan vertikal  $y$  ( $w$ ) merupakan *skewed* positif dan menghasilkan distribusi konsentrasi vertikal *non-gaussian*  $F_z$  (Lamb 1982). *Skewness* positif ini bersifat konsisten dengan frekuensi kemunculan *downdrafts* yang lebih banyak dibandingkan *updrafts*; untuk *elevated non-buoyant source*, *skewness* juga mengarah ke pusat *plume* tempat terjadinya konsentrasi maksimum (Lamb 1982; Weil 1988a).

**Gambar 2.5** memperlihatkan skematik dari *instantaneous plume* pada suatu CBL berikut rata-ratanya. Dasar prediksi konsentrasi pada AERMOD dilakukan berdasarkan rata-rata satu jam.



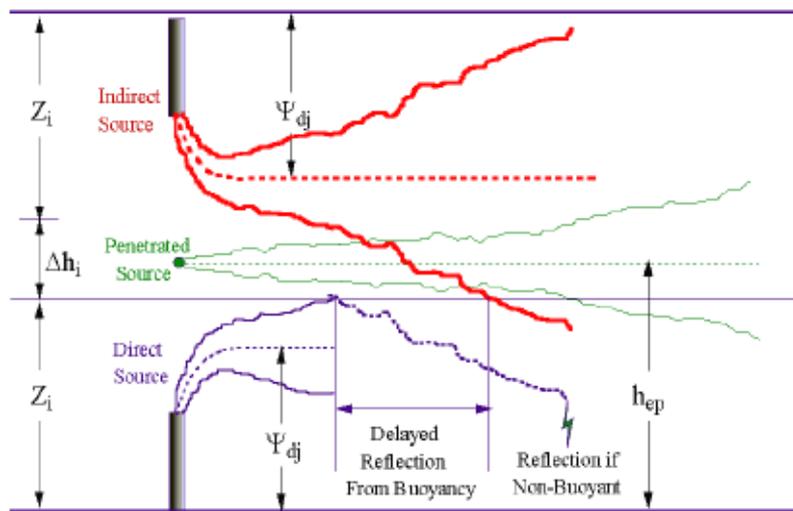
**Gambar 2.5** Gambaran Plume pada kondisi CBL

Perpindahan langsung materi *plume* ke tanah ditentukan oleh sumber langsung yang terletak di cerobong. Karena itu, sumber langsung memberlakukan bahwa bagian dari massa *plume* akan mencapai tanah dan refleksi berikutnya dari massa terjadi pada  $z = z_i$  and 0 (dimana  $z_i$  adalah tinggi lapisan pencampuran pada CBL (Cimorelli et al., 2004)).

Untuk suatu segmen *plume* atau partikel yang pada awalnya akan naik di dalam *updraft*, ditambahkan suatu sumber tidak langsung di atas lapisan pencampuran untuk menunjukkan kondisi quasi refleksi awal dari materi *plume* pada  $z = z_i$ , untuk materi yang tidak menembus inversi bertingkat (*elevated inversion*). Sumber ini disebut tidak langsung karena bukan sumber yang sebenarnya, tetapi berupa sumber imajiner. Karena itu, sumber tidak langsung

memperlakukan porsi dari massa *plume* akan pertama kali mencapai  $z_i$  dan kemudian diikuti dengan refleksi selanjutnya dari massa tertentu pada  $z = 0$  and  $z_i$ .

Untuk sumber tidak langsung, kenaikan *plume* (*plume rise* -  $\Delta h_i$ ) ditambahkan untuk memperlambat dispersi ke bawah dari materi *plume* dari puncak CBL (lihat **Gambar 2.6**); yang menunjukkan perilaku *plume's lofting*, yaitu tendensi dari *buoyant plume* untuk tinggal sementara di dekat  $z_i$  dan menghambat pencampuran ke bawah. Sumber yang menembus (*penetrated sources*) atau *plume* di atas puncak CBL dimasukkan untuk menghitung materi yang mulanya menembus inversi bertingkat tetapi kemudian masuk kembali dan terdispersi di dalam CBL.



**Gambar 2.6** Pendekatan Perlakuan Tiga Jenis *Plume* di dalam AERMOD pada Kondisi CBL

Sejalan dengan konsep di atas, terdapat tiga sumber matematis yang berkontribusi terhadap perhitungan konsentrasi model yaitu: 1) Sumber langsung (dari *stack*), 2) Sumber tidak langsung, dan 3) Sumber yang berpenetrasi. Kekuatan dari sumber langsung adalah  $f_p Q$  dengan  $Q$  adalah laju emisi sumber dan  $f_p$  fraksi terhitung dari massa *plume* yang terperangkap dalam CBL ( $0 \leq f_p \leq 1$ ). Demikian pula untuk kekuatan sumber tidak langsung dihitung sebagai  $f_p Q$  karena sumber imajiner ini dimasukkan untuk memenuhi kondisi tidak ada fluks pada  $z = z_i$  untuk materi yang terperangkap pada PBL. Kekuatan dari sumber berpenetrasi adalah  $(1 - f_p)Q$ , merupakan fraksi dari emisi sumber yang pada mulanya berpenetrasi ke dalam lapisan stabil (*elevated stable layer*).

Di dalam AERMOD, total konsentrasi ( $C_c$ ) dalam CBL dihitung dengan menjumlahkan kontribusi dari ketiga sumber tadi. Untuk *horizontal plume state*,  $C_c$  dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$C_c \{x_r, y_r, z_r\} = C_d \{x_r, y_r, z_r\} + C_r \{x_r, y_r, z_r\} + C_p \{x_r, y_r, z_r\} \quad \text{Persamaan 2}$$

dengan  $C_d$ ,  $C_r$ , dan  $C_p$  adalah kontribusi dari sumber langsung, tidak langsung, sumber berpenetrasi. Menurut Weil et al. (1997), konsentrasi karena sumber langsung dihitung sebagai berikut:

$$C_d \{x_r, y_r, z\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi}\bar{u}} F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{y_j}} \left[ \exp\left(-\frac{(z - \Psi_{d_j} - 2mz_i)^2}{2\sigma_{z_j}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{d_j} + 2mz_i)^2}{2\sigma_{z_j}^2}\right) \right] \quad \text{Persamaan 3}$$

Konsentrasi akibat sumber tidak langsung dihitung sebagai berikut

$$C_r \{x_r, y_r, z\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi}\bar{u}} F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{y_j}} \left[ \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{r_j} - 2mz_i)^2}{2\sigma_{z_j}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z - \Psi_{r_j} + 2mz_i)^2}{2\sigma_{z_j}^2}\right) \right] \quad \text{Persamaan 4}$$

Untuk sumber berpenetrasi, konsentrasi dinyatakan dalam bentuk gaussian pada kedua arah vertikal dan horizontal, sebagai berikut:

$$C_p \{x_r, y_r, z\} = \frac{Q(1-f_p)}{\sqrt{2\pi}\bar{u}\sigma_{z_p}} F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ \exp\left(-\frac{(z - h_{ep} + 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{z_p}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + h_{ep} + 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{z_p}^2}\right) \right] \quad \text{Persamaan 5}$$

### Prediksi Konsentrasi pada SBL

Untuk kondisi atmosfer yang stabil, perhitungan konsentrasi dalam AERMOD berbentuk *gaussian*, dan mirip dengan bentuk yang umum digunakan pada model *steady state plume* lainnya (misalnya., HPDM (Hanna and Paine 1989)). Persamaan tersebut dinyatakan sebagai berikut:

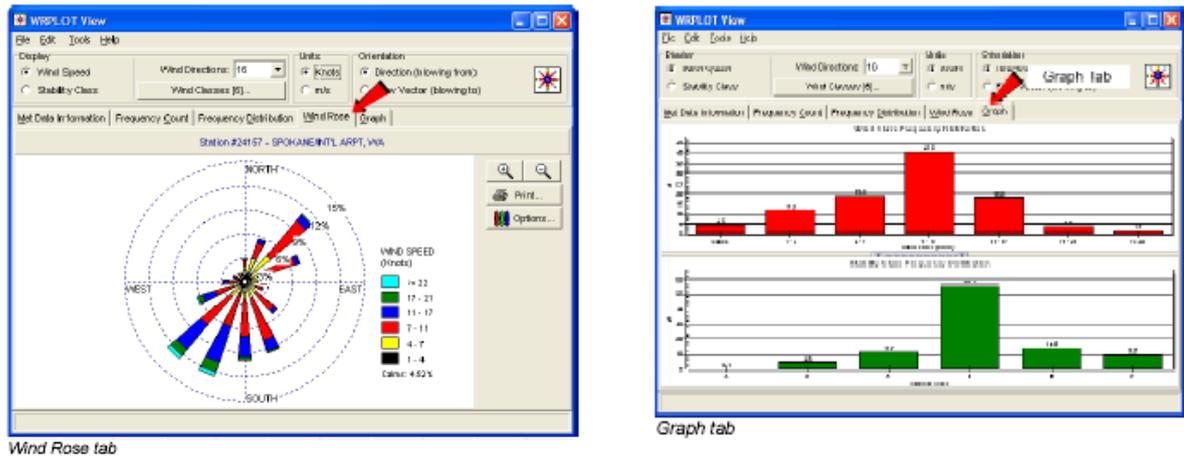
$$C_s \{x_r, y_r, z\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\bar{u}\sigma_{z_s}} F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ \exp\left(-\frac{(z - h_{es} - 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{z_s}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + h_{es} + 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{z_s}^2}\right) \right] \quad \text{Persamaan 6}$$

dengan  $z_{ieff}$  adalah ketinggian lapisan pencampuran efektif,  $F_{z_s}$  adalah total dispersi vertikal dalam SBL dan  $h_{es}$  adalah ketinggian efektif (yaitu tinggi cerobong di tambah dengan *plume rise*).

## 2.2 WRPLOT View

WRPLOT View merupakan program window yang menghasilkan statistik bunga angin, tabel frekuensi dan grafik untuk mengolah data observasi meteorologi dalam berbagai format seperti

(SCRAM, CD144, HUSWO, SAMSON, etc.). Presentasi statistik data arah dan kecepatan angin diperlihatkan pada **Gambar 2.7**.



**Gambar 2.7** WRPLOT View Windows

### 2.3 MM5 Modeling

Karena terdapat kesulitan di dalam memperoleh data parameter meteorologi per jam untuk AERMOD dari stasiun pengamat meteorologi di Indonesia, data meteorologi dipesan dari *Lakes Environment Software* ([www.weblakes.com](http://www.weblakes.com)). Bagian ini menjelaskan deskripsi singkat dari MM5 (*5th-generation Mesoscale Model*) modeling yang digunakan oleh *Lakes Environmental Software* untuk menghasilkan data meteorologi dengan resolusi tinggi dengan tujuan untuk mendapatkan sumber informasi yang cukup dalam menyediakan input data meteorologi untuk AERMOD.

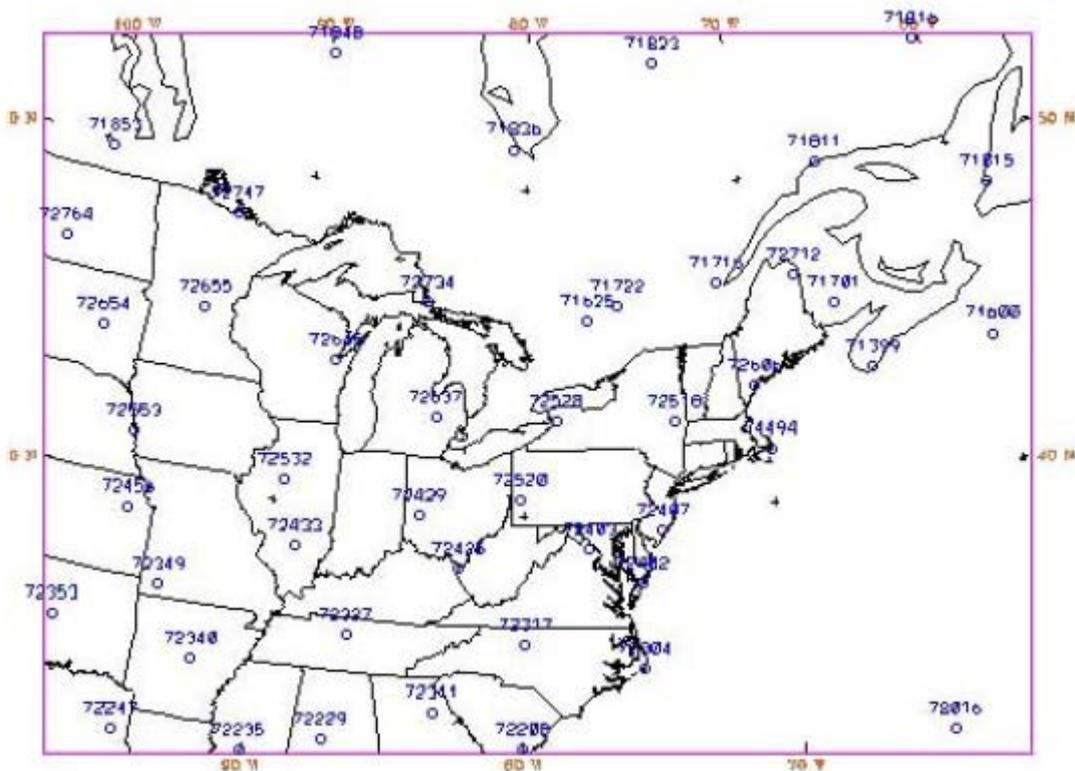
*Lakes Environmental Software* dapat menyediakan data meteorologi permukaan (*surface met file*) dalam bentuk SAMSON dan *upper air met file* dalam bentuk TD-6201 yang merupakan hasil dari MM5 modeling. Kedua file tersebut merupakan input untuk *software* AERMET yang dapat mengolah data *surface* dan *upper air* tersebut sehingga menghasilkan file dalam format \*.SFC and \*.PFL yang diperlukan oleh AERMOD. *Lakes Environmental Software* telah memilih pemodelan menggunakan MM5 berdasarkan publikasi dari beberapa studi untuk pemodelan dengan resolusi tinggi (grid yang kecil).

MM5 merupakan model *prognostic meteorology* yang dikembangkan oleh U.S. *National Center for Atmospheric Research* (NCAR). Model berlaku pada kondisi terbatas, non hidrostatis, untuk sirkulasi atmosfer pada skala meso dan regional. MM5 dikembangkan terutama menggunakan kode FORTRAN, dan masih banyak digunakan sebagai *community model* walaupun pengembangan formal model tersebut sudah berakhir.

MM5 tidak dapat secara langsung menggunakan data meteorologi konvensional dari pengukuran di bandara. Model ini menggunakan analisis objektif dari pelaporan cuaca secara

global. Analisis objektif adalah suatu proses untuk menganalisis data observasi dan menempatkannya pada suatu grid reguler. Medan meteorologi diseimbangkan untuk memperhitungkan persamaan energi dan momentum dari atmosfer. Analisis objektif ini merupakan produk dari model global, yang ditangani oleh *National Weather Centers* atau *Federal Agencies* seperti UKMO (*United Kingdom Meteorological Office*) or NCEP (*National Center for Environmental Protection*).

*Lakes Environmental Software* telah mendapatkan *Global Reanalysis data* sebagai input untuk MM5 dari tahun 1999 sampai 2008 (ditambah dengan data baru). NCEP *reanalysis* memiliki resolusi 2,5 derajat x 2,5 derajat untuk seluruh dunia, yang diberikan setiap 6 jam. **Gambar 2.8** memperlihatkan contoh dari *Great Lakes region* di Amerika Utara yang memuat nomor stasiun cuaca yang digunakan untuk *reanalysis* data. Stasiun tersebut menyediakan data input untuk MM5 model.



**Gambar 2.8** Contoh Domain MM5 dengan Stasiun Meteorologi

## 2.4 Prosedur Pengerjaan

Prosedur pengerjaan model secara singkat dapat dideskripsikan sebagai berikut:

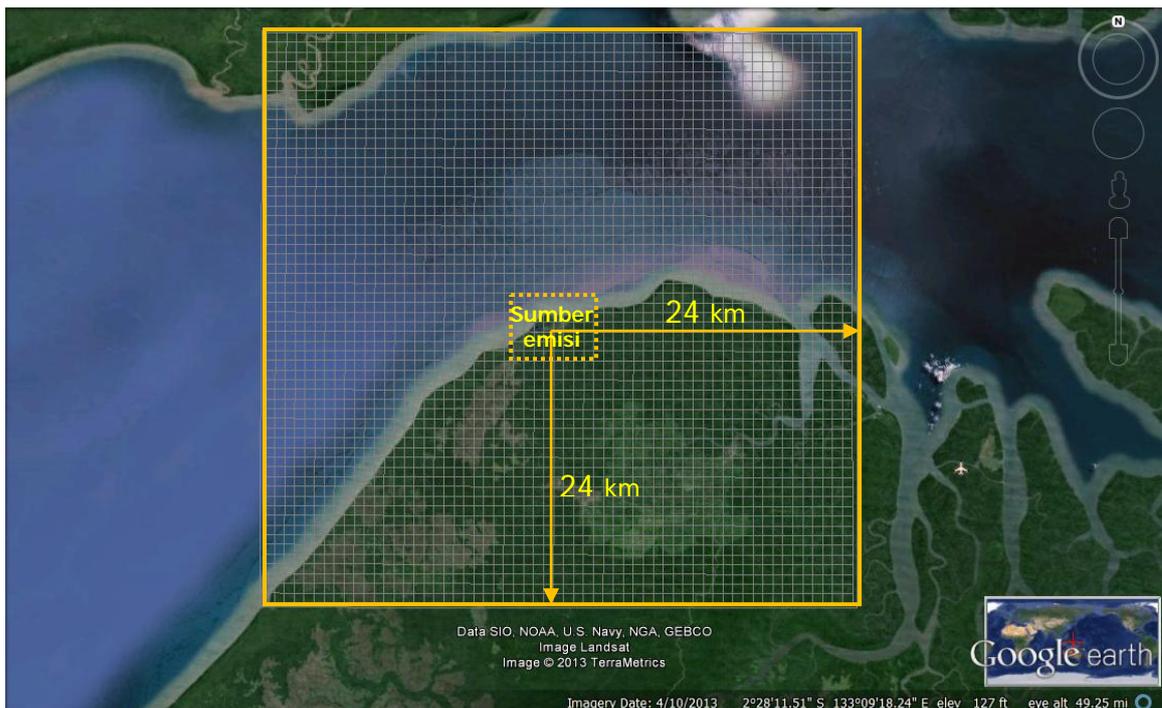
1. Pengumpulan semua data input yang diperlukan untuk model termasuk di antaranya parameter pencemar yang akan dimodelkan, data sumber emisi (lokasi sumber, karakteristik fisik sumber, dan laju emisi pencemar), data reseptor, data pendukung lainnya yang berguna untuk analisis hasil modeling.
2. Pengecekan terhadap kualitas data yang dikumpulkan untuk (*quality control* dan *quality assurance*)
3. Pemakaian *software* AERMET View untuk memproses data meteorologi
4. Pemakaian *software* WRPLOT View untuk presentasi statistik data meteorologi
5. Pemakaian *software* AERMAP untuk menghasilkan peta topografi di lokasi pemodelan
6. Pemakaian *software* AERMOD untuk menghitung dispersi pencemar dan presentasi dalam bentuk isopleth konsentrasi
7. Interpretasi dan analisis data hasil pemodelan

### 3 Parameter Input dan Data Pendukung

Pemodelan dispersi pencemar di atmosfer melibatkan data yang saling berhubungan satu dengan lainnya di antaranya adalah karakteristik fisik dan kimia dari efluen, karakteristik meteorologi dari lokasi yang akan dimodelkan, lokasi dari sumber terkait dengan gangguan terhadap pergerakan udara, dan kondisi topografi daerah pemodelan. Karena itu, ketersediaan data yang lengkap dan terpercaya sangat menentukan akurasi dari hasil modeling. Berikut ini adalah data terkait pemodelan Tangguh LNG yang menjadi masukan bagi model.

#### Lokasi Sumber Emisi dan Reseptor

Sumber emisi dari kegiatan operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG berupa 28 buah sumber titik yang terdapat pada Kilang 1, 2, 3 dan 4. Ke-28 sumber tersebut terletak di teluk Bintuni dengan peta situasi diperlihatkan menggunakan citra satelit dari *Google earth* yang terkoneksi langsung dengan *Software ISC AERMOD* seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.1**. Dispersi gas dan partikulat akan dihitung sampai dengan jarak sekitar 24 km dari pusat sumber emisi, dengan pembagian grid menggunakan *Uniform Cartesian Grid* dengan jumlah reseptor sebanyak 3600, seperti diperlihatkan pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1** Lokasi Sumber Emisi dan Pembagian Lokasi Reseptor menggunakan *Uniform Cartesian Grid* (Sumber peta: *Imagery map from Google Earth*)

### **Peta Lokasi dan Data Topografi**

Data topografi untuk area pemodelan diperoleh dari [www.webgis.com](http://www.webgis.com), data tersebut dikumpulkan pada saat *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) dan memiliki data global dari 56 derajat lintang selatan sampai 60 derajat lintang utara dengan pendekatan resolusi sebesar 90 x 90 meter. Ketinggian dinyatakan dalam meter dengan referensi WGS84/EGM96 geoid. File STRM kemudian diproses menggunakan *AERMAP software* untuk menghasilkan data elevasi dengan skala ketinggian untuk masing-masing reseptor yang telah ditentukan seperti diperlihatkan **Gambar 3.2**.



**Gambar 3.2** Peta Topografi untuk Area Pemodelan Dispersi Gas dan Partikulat dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG

### **Deskripsi Karakteristik Sumber Emisi**

Deskripsi karakteristik 28 sumber titik yang menjadi input model diperlihatkan pada **Tabel 4-1** dan **Tabel 4-2**. Data tersebut terdiri dari jenis sumber emisi, kode sumber, koordinat lokasi, temperatur gas di cerobong, kecepatan gas di cerobong, dimensi cerobong, elevasi sumber di atas permukaan laut, serta data laju emisi gas ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ) dan partikulat.

**Tabel 3.1.** Karakteristik Fisik dan Kimia Sumber Emisi dari Kilang LNG 1 dan 2

No.	Sumber Emisi	Kode sumber	Koordinat lokasi		Temperatur gas di cerobong		Kecepatan gas di cerobong	Dimensi cerobong		Elevasi di atas permukaan laut	Laju Emisi			
								Dia.	Tinggi		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Parti- kulat
			x	y	°C	K	m/s	m	m	m	gram/detik			
1	<i>Acid Gas Incinerator</i>	AGI1	293163,95	9729682,55	405	678,15	15,6	3	42	15	0,525	2,33	120,12	0,029
2	<i>Acid Gas Incinerator</i>	AGI2	293156,92	9729696,48	405	678,15	15,6	3	42	15	2,52	4,195	120,12	0,029
3	<i>Regeneration Gas Fired Heater</i>	RGFH1	293098,01	9729666,42	234	507,15	15	1,22	41,1	15	1,541	0,552	0,004	0,018
4	<i>Regeneration Gas Fired Heater</i>	RGFH2	293107,01	9729671,41	234	507,15	15	1,22	41,1	15	1,104	0,07	0,004	0,018
5	<i>Heat Recovery Steam Generator</i>	HRS1A	293223,71	9729822,75	232	505,15	15	5,268	32	14	1,961	28,919	0	1,929
6	<i>Heat Recovery Steam Generator</i>	HRS1B	293121,22	9730014,6	232	505,15	15	5,268	32	15	1,961	28,919	0	1,929
7	<i>Heat Recovery Steam Generator</i>	HRS2A	293071,88	9729741,37	232	505,15	15	5,268	32	15	1,961	28,919	0	1,929
8	<i>Heat Recovery Steam Generator</i>	HRS2B	292969,39	9729933,21	232	505,15	15	5,268	32	15	1,961	28,919	0	1,929
9	<i>Boiler</i>	Boiler12A	293024,12	9729609,15	300	573,15	15	2,6	30	15	0,478	17,5	0,034	0,659
10	<i>Boiler</i>	Boiler12B	293037,17	9729584,17	300	573,15	15	2,6	30	15	0,478	17,5	0,034	0,659
11	<i>Boiler</i>	Boiler12C	293050,21	9729560,19	300	573,15	15	2,6	30	15	0,478	17,5	0,034	0,659
12	<i>Dry Gas Flare</i>	Flare1	293273,77	9730218,96	123	1273	15	0,915	55	19	0	6,1	0	0,662
13	<i>Wet Gas Flare</i>	Flare2	293272,77	9730220,95	300	1273	15	1,016	55	19	0	6,1	0	0,662
14	<i>Tankage Flare</i>	Flare3	292341,91	9730500,01	300	1273	15	0,712	35	6	0	6,1	0	0,662

**Tabel 3.2.** Karakteristik Fisik dan Kimia Sumber Emisi dari Kilang LNG 3 dan 4

No.	Sumber Emisi	Kode sumber	Koordinat lokasi		Temperatur gas di cerobong		Kecepatan gas di cerobong	Dimensi cerobong		Elevasi di atas permukaan laut	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Partikulat
								Dia.	Tinggi					
			x	y	°C	°K		m/s	m					
15	Kilang 3 Turbine Stack	HRS3A	292573,69	9729638,27	232	505,15	15	5,268	32	18	1,961	28,92	0,00	1,929
16	Kilang 3 Turbine Stack	HRS3B	292677,30	9729445,21	232	505,15	15	5,268	32	20	1,961	28,92	0,00	1,929
17	Kilang 4 Turbine Stack	HRS4A	292311,71	9729498,23	232	505,15	15	5,268	32	18	1,961	28,92	0,00	1,929
18	Kilang 4 Turbine Stack	HRS4B	292415,31	9729305,17	232	505,15	15	5,268	32	18	1,961	28,92	0,00	1,929
19	U3/4 Boiler Stack	Boiler34A	292500,57	9729187,62	300	573,15	15	2,6	30	18	0,478	17,50	0,03	0,659
20	U3/4 Boiler Stack	Boiler34B	292513,73	9729162,98	300	573,15	15	2,6	30	18	0,478	17,50	0,03	0,659
21	U3/4 Boiler Stack	Boiler34C	292526,89	9729138,22	300	573,15	15	2,6	30	18	0,478	17,50	0,03	0,659
22	U3/4 Regen Heater Stack	RGFH34A	292574,46	9729244,57	234	507,15	15	1,22	41,1	18	1,541	0,552	0,00	0,018
23	U3/4 Regen Heater Stack	RGFH34B	292584,13	9729249,67	234	507,15	15	1,22	41,1	18	1,541	0,552	0,00	0,018
24	U3/4 AGI Stack	AGI34A	292633,37	9729274,95	405	678,15	15,6	3	42	18	2,52	4,195	120,12	0,029
25	U3/4 AGI Stack	AGI34B	292641,07	9729260,59	405	678,15	15,6	3	42	19	2,52	4,195	120,12	0,029
26	Dry Gas Flare 3 4	Flare4			123	1273	15	0,915	55	18	0	6,09	0,00	0,662
27	Wet Gas Flare 3 4	Flare5			300	1273	15	1,016	55	19	0	6,09	0,00	0,662
28	Tankage Flare 3 5	Flare5			300	1273	15	0,712	35	6	0	6,1	0,00	0,662

### **Data Meteorologi**

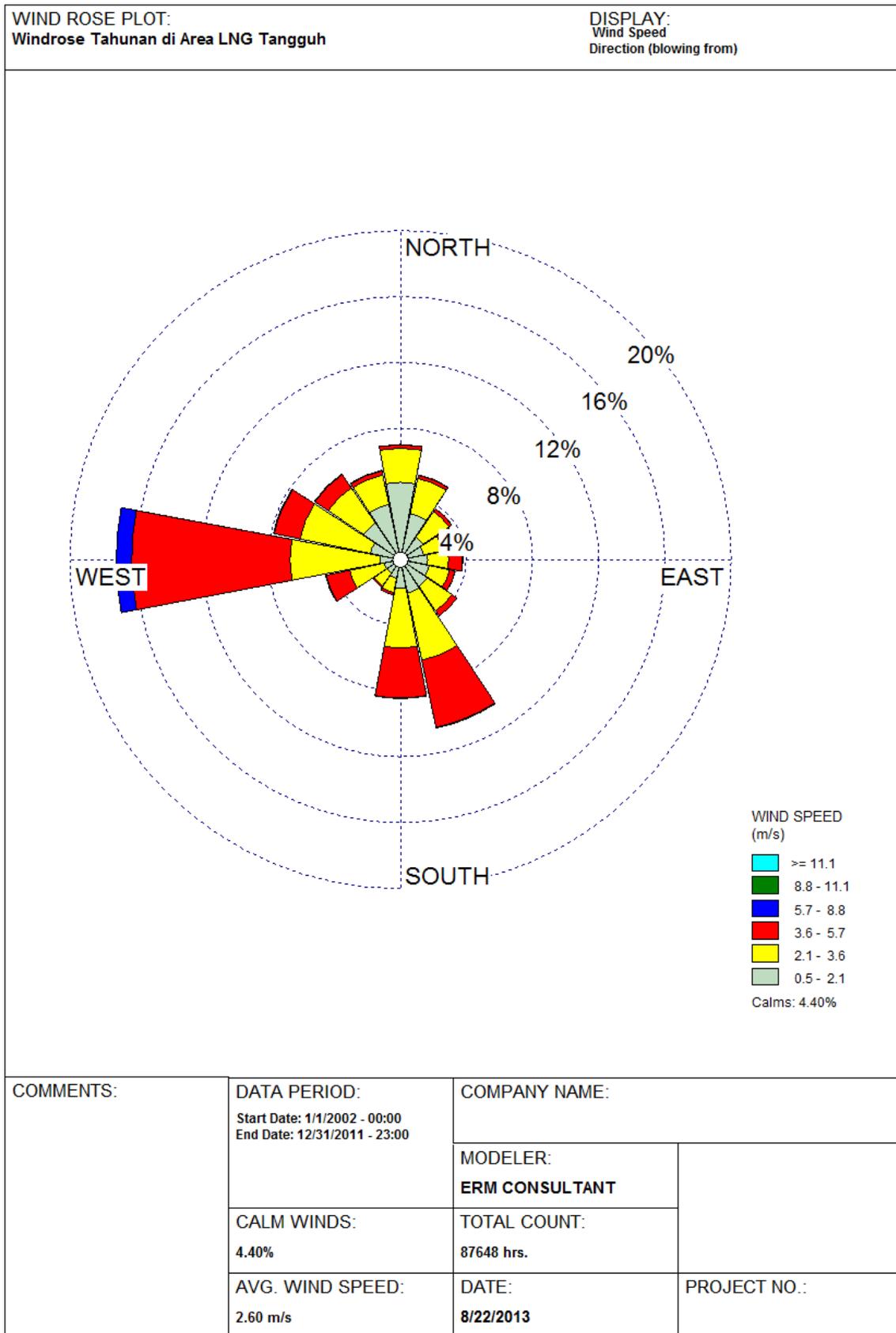
Data meteorologi *surface* dan *upper air* selama 10 tahun (2002-2011) yang terdiri dari data per jam dari kecepatan dan arah angin, tutupan awan, tekanan dan temperatur untuk Tangguh LNG diperoleh dari *Lakes Environmental software* dengan informasi data diperlihatkan pada **Tabel 3.3**. Data ini diperoleh dari output model MM5 terdekat ke daerah Tangguh LNG. MM5 menggunakan grid 1 km kali 1 km untuk mengestimasi karakteristik daerah model. MM5 juga menggunakan *pre-processed wind field* untuk simulasi cuaca global yang *digunakan sebagai initial time boundary condition* pada  $t=0$  dan pada  $t$  lainnya.

**Tabel 3.3** Informasi Data Meteorologi dari *Lakes Environmental Met Data Service*

<b>Informasi Data Meteorologi</b>	
Jenis data meteorologi	AERMET Ready ( <i>Surface and Upper Data</i> )
Awal - akhir	Jan 01 2002 – Des 31 2011
Koordinat lokasi dari stasiun meteorologi ( <i>Pseudo Met Station</i> )	2,444475 Lintang Selatan; 133,134175 Bujur Timur
Datum	WGS 84
<i>Site Time Zone</i>	UTC/GMC UTC +9 hour(s)
<b><i>Calculated Pseudo Met Station Parameters</i></b>	
Ketinggian anemometer	15m
Elevasi stasiun pengamatan	0 m
<i>Upper Air Adjustment</i>	-9hour(s)

**Source:** [www.weblakes.com](http://www.weblakes.com)

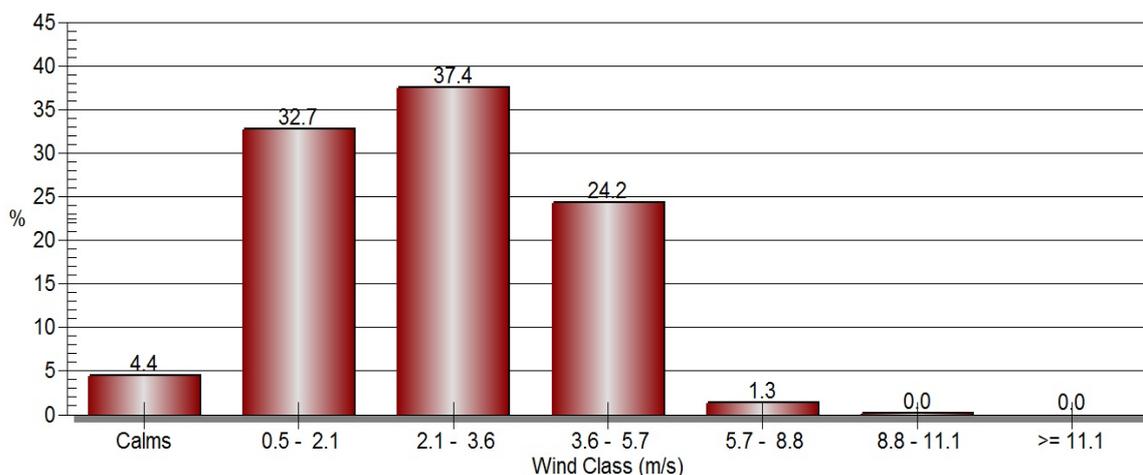
Diagram bunga angin (*windrose*) dibuat menggunakan WRPLOT VIEW yang diperlihatkan pada **Gambar 3.3**. Diagram tersebut merupakan ringkasan informasi statistik terkait arah dan kecepatan angin. Segmen garis digambarkan pada 16 arah kompas, dengan panjang garis proporsional terhadap frekuensi kejadian angin bertiup dari arah tertentu, sedangkan tebal garis menggambarkan frekuensi kejadian kecepatan angin menurut kelasnya. Secara umum, **Gambar 3.3** memperlihatkan bahwa dominan angin bertiup dari arah Barat ke Timur, dan sebagian lagi bertiup dari Tenggara ke Barat Laut dan dari Selatan ke Utara. Selain itu angin bertiup pula dengan frekuensi yang lebih kecil dari arah Barat Laut, Utara, dan Timur Laut ke arah Tenggara, Selatan dan Barat Daya.



WRPLOT View - Lakes Environmental Software

Gambar 3.3 Diagram Windrose untuk Area Tangguh LNG

Grafik frekuensi distribusi kelas kecepatan angin diperlihatkan pada **Gambar 3.4**. Gambar tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 37,4% angin memiliki kecepatan antara 2,1-3,6 m/detik, dan hanya 4,4% dikategorikan sebagai *calm wind*<sup>6</sup>. Rata-rata kecepatan angin berada di atas 0,5 m/s, yang menunjukkan bahwa area tersebut memiliki kecepatan angin yang cukup baik untuk mendispersikan gas ataupun partikulat yang diemisikan dari berbagai sumber titik di area Tangguh LNG.



**Gambar 3.4** Distribusi Kecepatan Angin

### **Rona Awal (*Background Concentration*) di Area Tangguh LNG**

Data *background concentration* atau konsentrasi parameter kualitas udara pada saat kilang LNG 3 dan 4 belum beroperasi diperoleh dari hasil pengukuran di lokasi sekitar Tangguh LNG dengan lokasi pengukuran diperlihatkan tabel berikut ini.

**Tabel 3.4** Lokasi Pengambilan Sampel untuk Memperoleh Data *Background Concentration* di Lokasi sekitar Tangguh LNG

Titik Sampel	Lokasi		Koordinat	
			Lintang Selatan	Bujur Timur
AQN-1	<i>Onshore</i> (Tangguh LNG - Hutan)	Rencana Jetty	02° 27' 18.8"	133° 06' 52.0"
AQN-2	<i>Onshore</i> (Tangguh LNG - Hutan)	Rencana Lapangan Terbang	02° 27' 06.1"	133° 09' 02.1"
AQN-4	<i>Onshore</i> (Tangguh LNG – Daerah Terbuka)	Rencana Kilang LNG	02° 26' 46.7"	133° 08' 03.8"
AQN-6	<i>Onshore</i> (Tangguh LNG – Daerah Terbuka)	Rencana Jetty	02° 26' 56.3"	133° 06' 56.1"
AQN-7	<i>Onshore</i> (Permukiman)	Tanah Merah Baru	02° 27' 40.1"	133° 06' 16.2"
AQN-8	<i>Onshore</i> (Permukiman)	Arguni	02° 39' 22.2"	133° 32' 53.4"

<sup>6</sup> Angin dengan kecepatan kurang dari 0,5 m/s

Titik Sampel	Lokasi		Koordinat	
			Lintang Selatan	Bujur Timur
AQN-9	<i>Offshore</i>	<i>Offshore - OFA</i>	02° 26' 02"	133° 01' 21."
AQN-10	<i>Offshore</i>	<i>Offshore – WD</i>	02° 20' 32"	132° 57' 31"
AQN-11	<i>Offshore</i>	<i>Offshore - VRA</i>	02° 15' 54"	133° 11' 07"
AQN-12	<i>Offshore</i>	<i>Offshore</i>	02° 22' 52"	133° 11' 47"

Data pengukuran yang dijadikan sebagai *background concentration* adalah data pengukuran dengan nilai paling tinggi seperti diperlihatkan pada **Tabel 3.5**. Data hasil modeling dan data *background concentration* harus dijumlahkan untuk merefleksikan efek kumulatif dari berbagai sumber lainnya yang berada di daerah studi.

**Tabel 3.5** Data *Background Concentration* di Lokasi sekitar Tangguh LNG

Parameter	Maksimum konsentrasi terukur	Waktu rata-rata
	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	
NO <sub>2</sub>	12	1 jam
SO <sub>2</sub>	355	1 jam
CO	1490	1 jam
TSP	115	24 jam

**Sumber:** Data hasil pemantauan udara ambien tahun 2012

#### 4 Prakiraan Dispersi Gas dan Partikulat dari Operasional Tangguh LNG

Pencemar yang dimodelkan menggunakan software AERMOD diasumsikan sebagai pencemar konservatif yang berarti tidak mengalami transformasi fisik-kimia di atmosfer. Perubahan konsentrasi hanya diakibatkan oleh volume dispersi akibat pengaruh arah dan kecepatan angin, stabilitas atmosfer serta topografi. Karena NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan partikulat bukan merupakan pencemar konservatif dan akan mengalami proses fisik kimia di atmosfer termasuk deposisi basah dan kering, maka konsentrasi ambien aktual kemungkinan besar akan lebih kecil dari nilai konsentrasi yang diperkirakan. Untuk menganalisis pengaruh dari topografi di daerah studi dengan lebih jelas, maka prediksi dilakukan dalam dua kondisi yaitu:

- Kondisi *elevated terrain*: artinya memperhitungkan topografi di sekitar Tangguh LNG (ketinggian reseptor di atas permukaan laut)
- Kondisi *flat terrain*: artinya tidak memperhitungkan atau mengabaikan topografi, kondisi ini mengasumsikan daerah model seluruhnya merupakan daerah yang mendatar.

Hasil prakiraan dispersi ditampilkan dalam bentuk peta isopleth konsentrasi di atas permukaan tanah (*ground level concentration*). Peta isopleth merangkum dan menyederhanakan data sebaran secara kontinyu, serta menampilkan data dalam bentuk tiga dimensi pada sebuah peta. Dimensi ketiga merupakan rangkaian garis yang disebut isopleth yang menghubungkan titik-titik dengan konsentrasi sama. Prakiraan dilakukan untuk menghitung rata-rata konsentrasi pencemar dalam satu jam, 24 jam dan tahunan. Konsentrasi merupakan hasil perhitungan model dispersi tanpa melibatkan konsentrasi awal (*background concentration*), yaitu konsentrasi pencemar yang telah ada sebelumnya. Karena itu, untuk memperkirakan konsentrasi sebenarnya di udara ambien, konsentrasi hasil model dispersi harus dikoreksi (ditambah) dengan *background concentration*.

Rekapitulasi hasil prediksi pada tahap operasional Kilang 1, 2, 3, dan 4 Tangguh LNG khusus untuk konsentrasi maksimum parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan partikulat di udara ambien diperlihatkan pada **Tabel 4.1** untuk prediksi dengan memperhitungkan topografi (*elevated terrain*) dan **Tabel 4.2** untuk prediksi dengan mengabaikan topografi (*flat terrain*). Gambar isopleth konsentrasi yang memperlihatkan sebaran konsentrasi NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan partikulat di wilayah sekitar Tangguh LNG untuk rata-rata 1 jam, 24 jam, dan tahunan diperlihatkan pada **Gambar 4.1** sampai dengan **Gambar 4.24**.

Hasil perhitungan model dispersi menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi maksimum yang terhitung untuk semua parameter baik untuk rata-rata 1 jam, 24 jam maupun tahunan berada di bawah baku mutu yang berlaku (data terdapat pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2**). Berdasarkan kedua tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa topografi memberikan pengaruh yang besar di dalam penentuan konsentrasi pencemar karena adanya efek refleksi dari permukaan bumi bagi sebagian *plume* yang membentur permukaan bumi (mekanisme perhitungan diperlihatkan pada

**Gambar 2.4).** Pola dispersi antara *elevated terrain* dan *flat terrain* hampir serupa mengikuti pola yang terbalik dengan bunga angin (*windrose*), di mana jika angin bertiup dari arah tertentu (misalkan dari arah Barat) maka pencemar akan tersebar ke arah sebaliknya (arah Timur). Topografi juga memberikan pengaruh dalam merubah lokasi terjadinya konsentrasi maksimum. Untuk prediksi dengan *elevated terrain*, konsentrasi maksimum terjadi pada daerah dengan dataran paling tinggi yaitu pada arah Tenggara dari sumber emisi walaupun pola sebaran secara keseluruhan masih selaras dengan bunga angin. Sedangkan untuk prediksi dengan *flat terrain*, konsentrasi maksimum terjadi pada daerah di sebelah Timur dari sumber emisi, selaras dengan pola angin yang dominan bertiup dari arah Barat.

Berdasarkan pola dispersi yang diperlihatkan **Gambar 4.1** sampai dengan **Gambar 4.24**, konsentrasi maksimum dapat terjadi pada lokasi yang jauh dari sumber emisi, yaitu pada jarak lebih dari 10 km. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi stabilitas atmosfer di daerah studi cenderung stabil yang ditandai dengan kondisi sub adiabatik di mana gradien perubahan temperatur terhadap ketinggian relatif kecil. Sebaran  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , CO, dan partikulat dapat mencapai kampung-kampung di sekitar Tangguh LNG, seperti yang terdapat dalam batas model (*site domain boundary*) seperti kampung Tanah Merah Baru, kampung Saengga, kampung Onar Lama, kampung Onar Baru, kampung Tofoi dan kampung Wimro. Sebaran juga dapat mencapai desa-desa lainnya di luar batas model. Seluruh konsentrasi  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , CO, dan partikulat yang mencapai kampung-kampung tersebut jauh di bawah baku mutu, sehingga tidak akan berdampak negatif terhadap kesehatan penduduk yang tinggal di kampung-kampung tersebut.

**Tabel 4.1** Konsentrasi Maksimum NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan Partikulat Hasil Prediksi Model Dispersi pada Tahap Operasional Kilang LNG 1, 2, 3, dan 4 dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)

Rata-rata waktu perhitungan	NO <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>			CO			Partikulat		
	Hasil Prediksi		Baku Mutu ***									
	Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar**		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*	
	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )
Rata-rata 1 jam	155,4	156,8	400	15,6	15,7	900	115,0	116,0	30.000	8,3	8,3	
	Gambar 4.1			Gambar 4.7			Gambar 4.13			Gambar 4.19		
Rata-rata 24 jam	23,66	23,88	150	2,21	2,23	365	10,48	10,57	10.000	1,57	1,59	230
	Gambar 4.3			Gambar 4.9			Gambar 4.15			Gambar 4.21		
Rata-rata Tahunan	1,6700	1,6855	100	0,1579	0,1594	60	0,6594	0,6655		0,1089	0,1099	90
	Gambar 4.5			Gambar 4.11			Gambar 4.17			Gambar 4.23		

**Catatan:** \* Pada temperatur dan tekanan ambien: 26,6°C dan 757 mmHg

\*\* Pada temperatur dan tekanan standar: 25°C dan 760 mmHg dengan konversi dihitung berdasarkan hukum Boyle-Charles  $V_s m^3 = \frac{P_a V_a T_s}{T_a P_s} = \frac{P_a (mmHg) * V_a (m^3) * (273.15 + 25)(K)}{T_a (K) * 760(mmHg)}$

\*\*\* Baku Mutu Udara Ambien Nasional berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999

**Tabel 4.2** Konsentrasi Maksimum NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan Partikulat Hasil Prediksi Model Dispersi pada Tahap Operasional Kilang LNG 1, 2, 3, dan 4 tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)

Rata-rata waktu perhitungan	NO <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>			CO			Partikulat		
	Hasil Prediksi		Baku Mutu ***									
	Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar**		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*		Kondisi Udara Ambien*	Kondisi Standar*	
	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )	(µg/Nm <sup>3</sup> )
Rata-rata 1 jam	52,4	52,8	400	7,2	7,3	900	68,2	68,9	30000	2,89	2,92	
	Gambar 4.2			Gambar 4.8			Gambar 4.14			Gambar 4.20		
Rata-rata 24 jam	9,89	9,98	150	1,00	1,01	365	7,65	7,72	10000	0,643	0,649	9,89
	Gambar 4.4			Gambar 4.10			Gambar 4.16			Gambar 4.22		
Rata-rata Tahunan	0,3877	0,391	100	0,03233	0,0326	60	0,1594	0,1609		0,0245	0,0247	0,3877
	Gambar 4.6			Gambar 4.11			Gambar 4.18			Gambar 4.22		

**Catatan:** \* Pada temperatur dan tekanan ambien: 26,6°C dan 757 mmHg

\*\* Pada temperatur dan tekanan standar: 25°C dan 760 mmHg dengan konversi dihitung berdasarkan hukum Boyle-Charles  $V_s m^3 = \frac{P_a V_a T_s}{T_a P_s} = \frac{P_a (mmHg) * V_a (m^3) * (273.15 + 25)(K)}{T_a (K) * 760(mmHg)}$

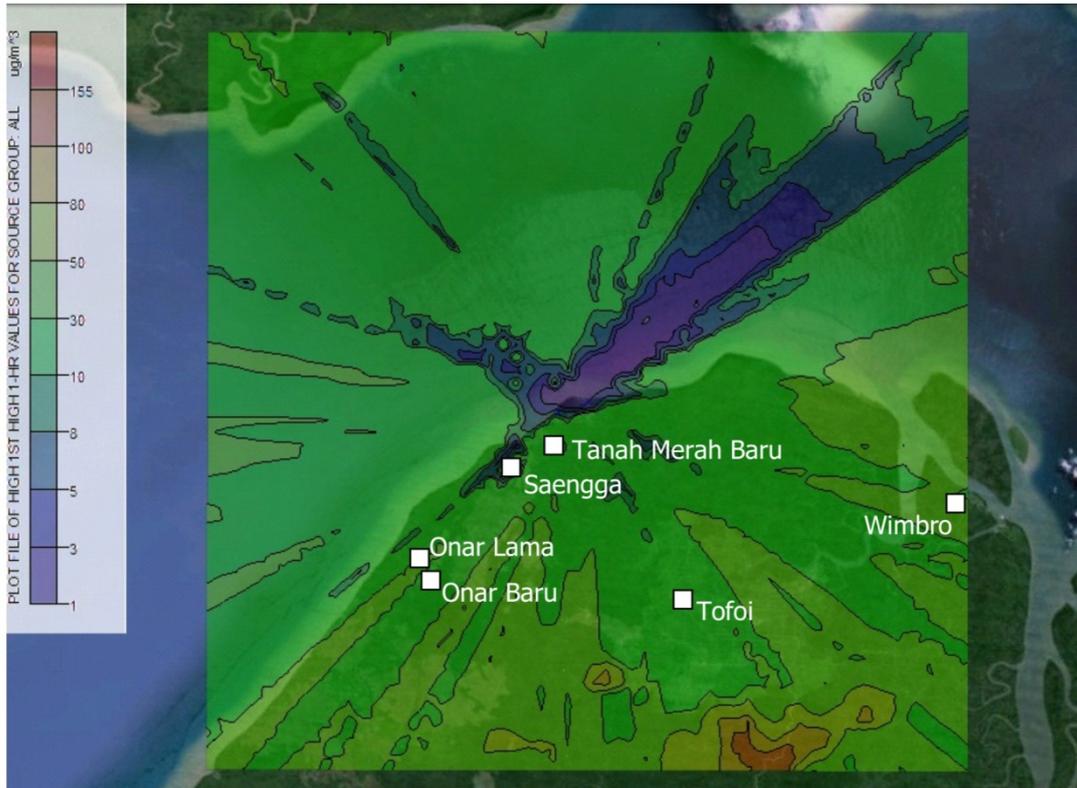
\*\*\* Baku Mutu Udara Ambien Nasional berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999

Untuk memperkirakan total konsentrasi pencemar di udara ambien pada saat operasional kilang LNG 1, 2, 3 dan 4, maka dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan hasil model dengan *background concentration* untuk masing-masing parameter (perhitungan terdapat pada **Tabel 4.3**). Karena keterbatasan data *background concentration* yang tersedia (seperti diperlihatkan **Tabel 3.5**), maka untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan CO dilakukan perhitungan untuk rata-rata satu jam, sedangkan untuk partikulat dilakukan perhitungan untuk rata-rata 24 jam. Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO dan partikulat di udara ambien setelah dikoreksi dengan *background concentration* berada di bawah baku mutu menurut PP 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

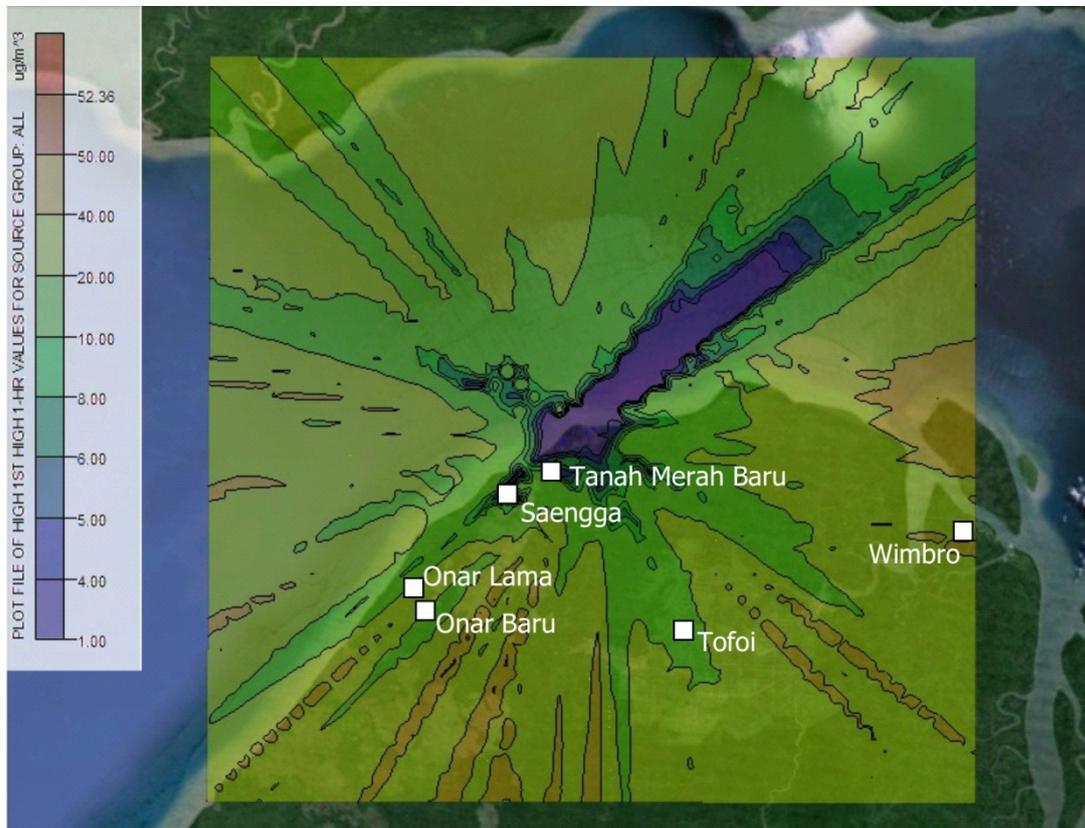
**Tabel 4.3** Prediksi Total Konsentrasi di Udara Ambien

Parameter	<i>Background concentration</i>	<i>Elevated Terrain</i>		<i>Flat Terrain</i>		Baku Mutu*	
		Prediksi model	Prediksi total konsentrasi di udara ambien	Prediksi model	Prediksi total konsentrasi di udara ambien		
NO <sub>2</sub>	12	156,8	<b>168,8</b>	52,8	<b>64,8</b>	400	1 jam
SO <sub>2</sub>	355	15,7	<b>370,7</b>	7,3	<b>362,3</b>	900	1 jam
CO	1490	116,0	<b>1606,0</b>	68,9	<b>1558,9</b>	30000	1 jam
Partikulat	115	1,59	<b>116,6</b>	2,92	<b>117,9</b>	230	24 jam

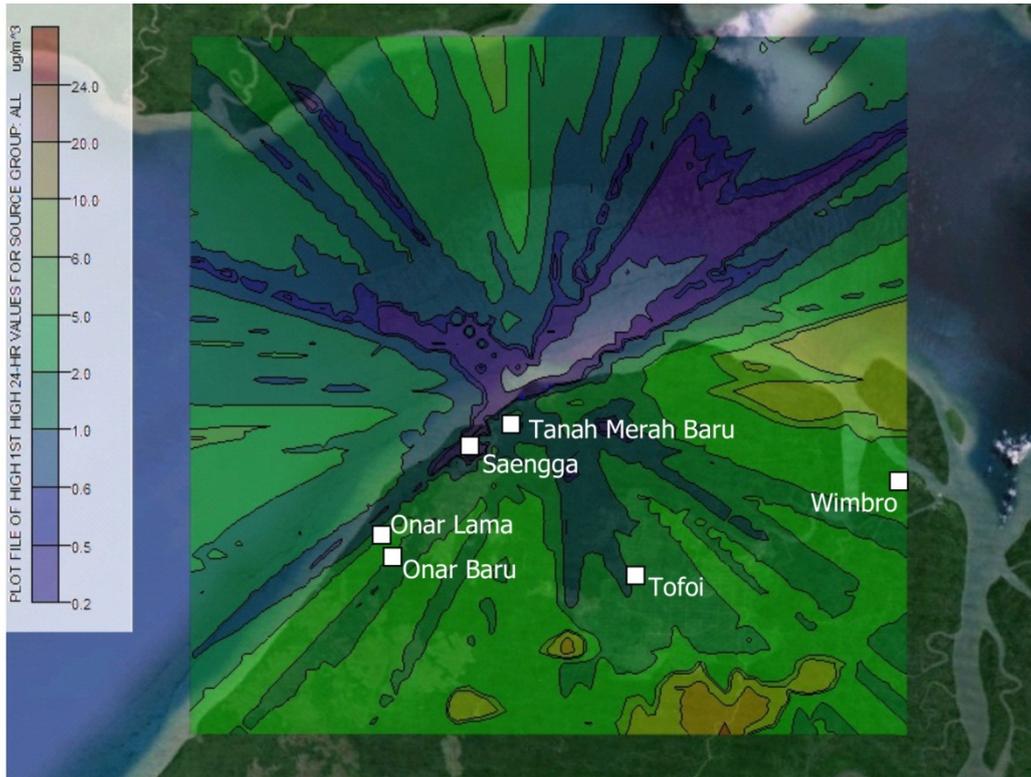
Keterangan: Baku mutu berdasarkan PP 42 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara



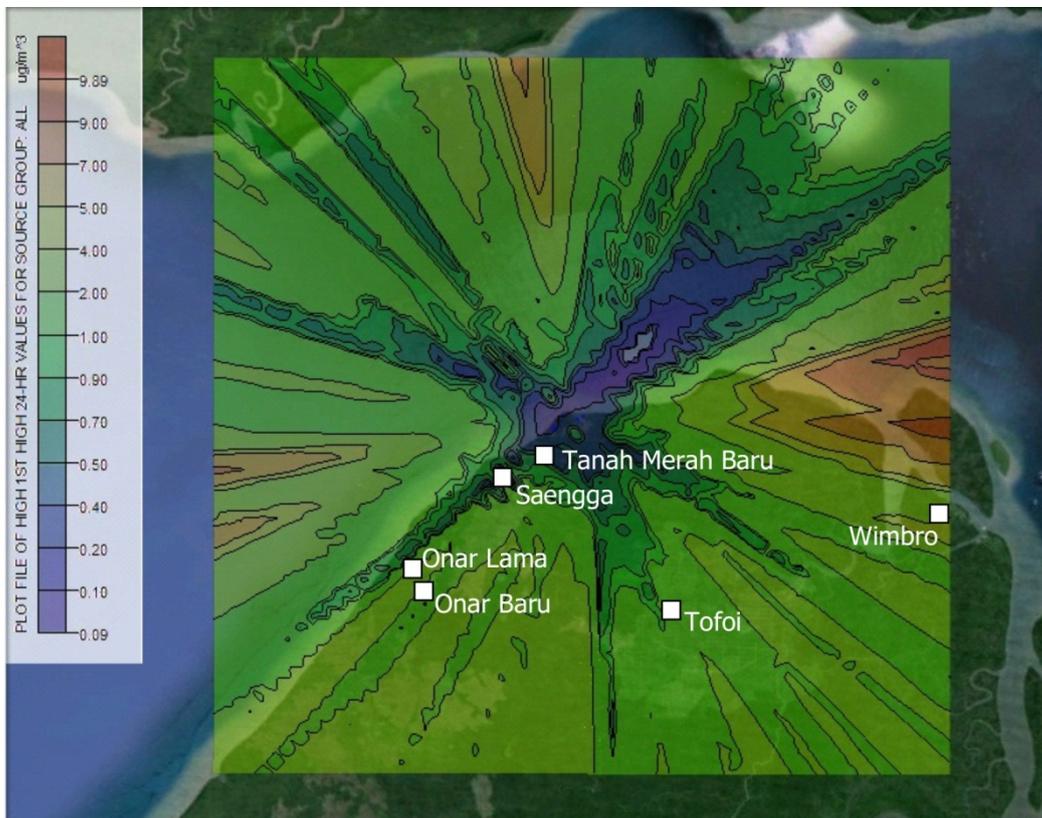
**Gambar 4.1** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



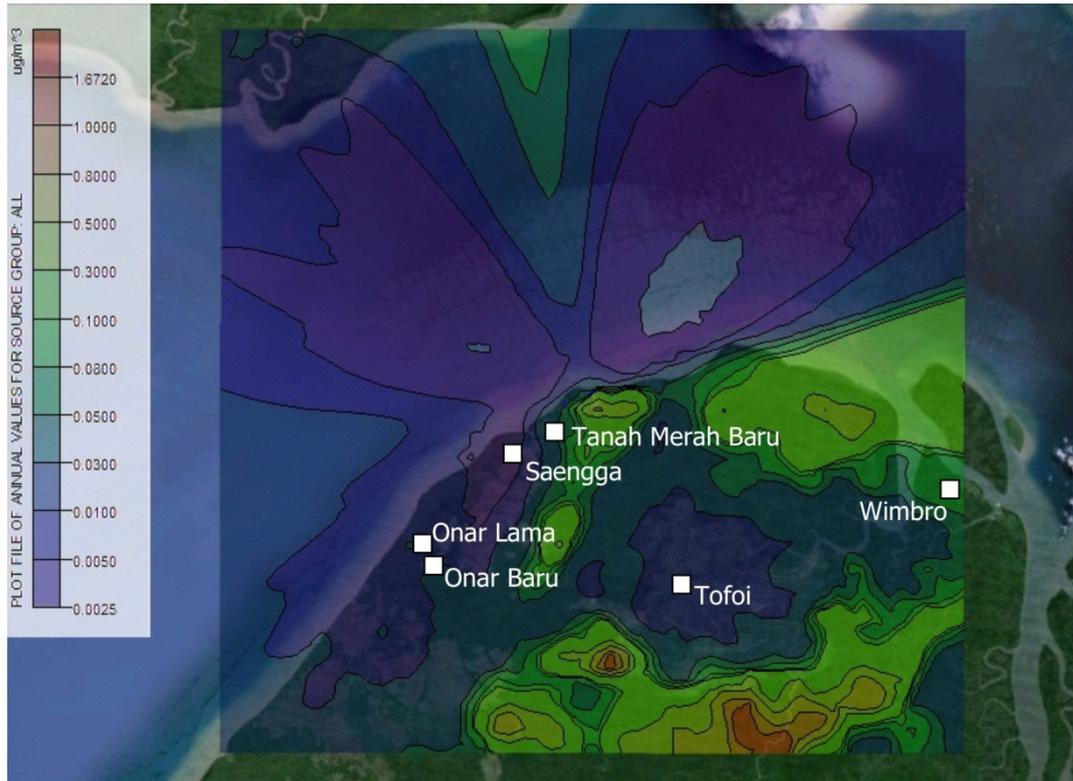
**Gambar 4.2** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)



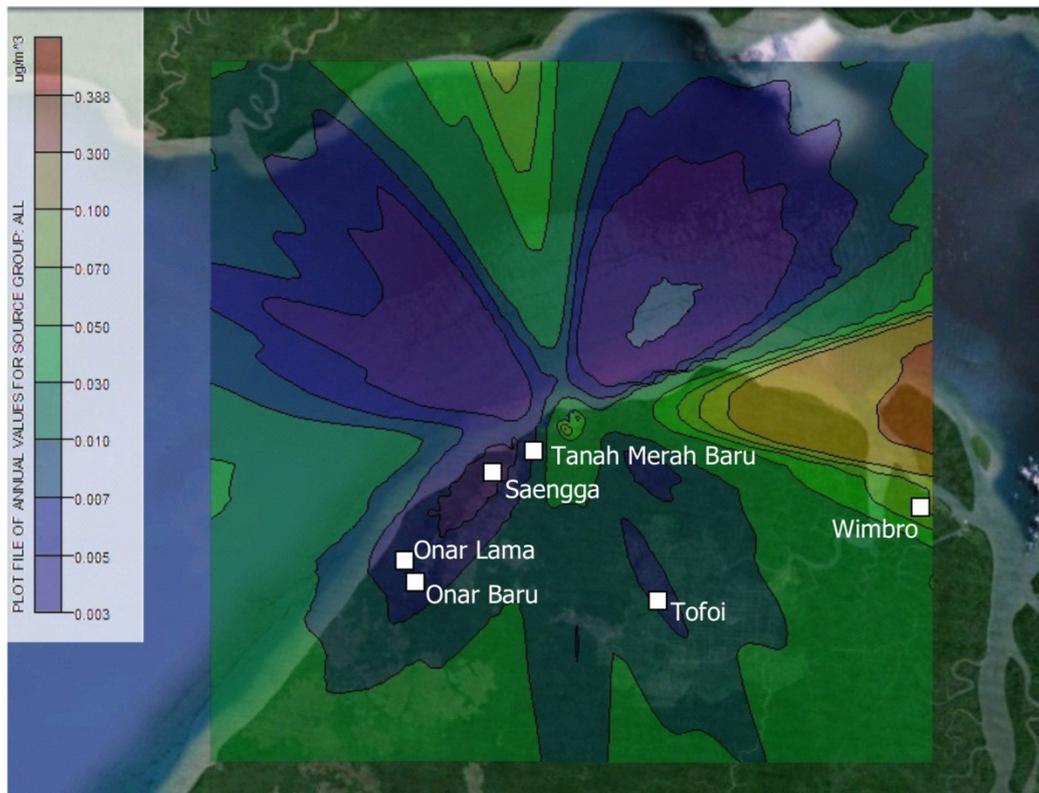
**Gambar 4.3** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



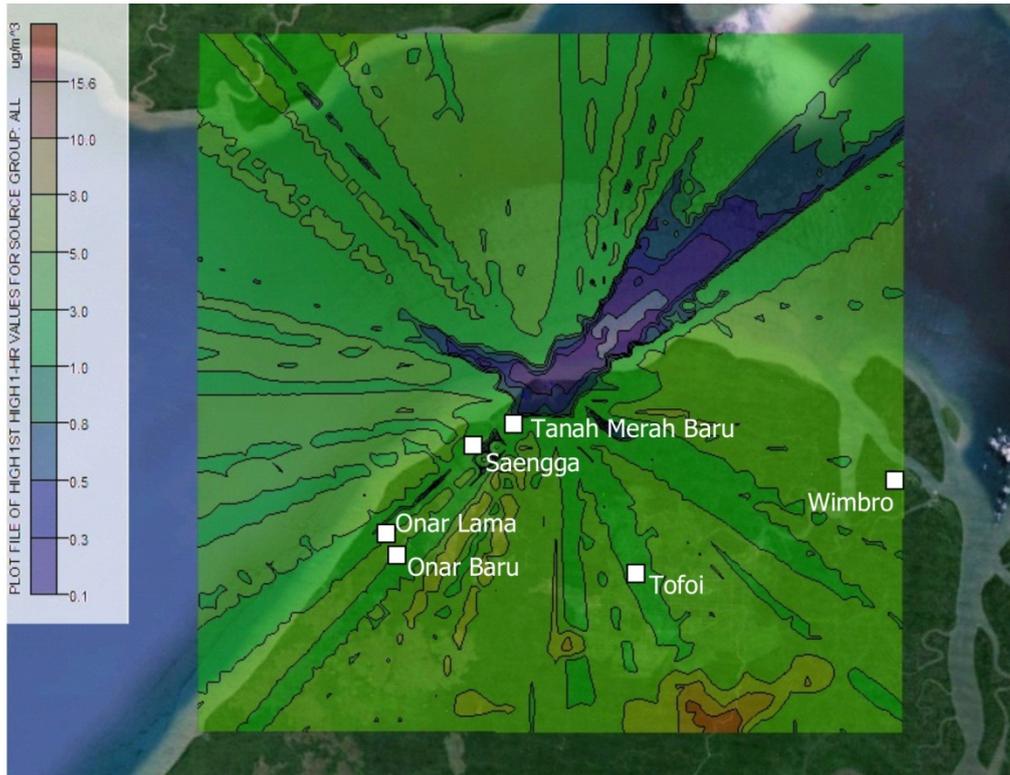
**Gambar 4.4** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



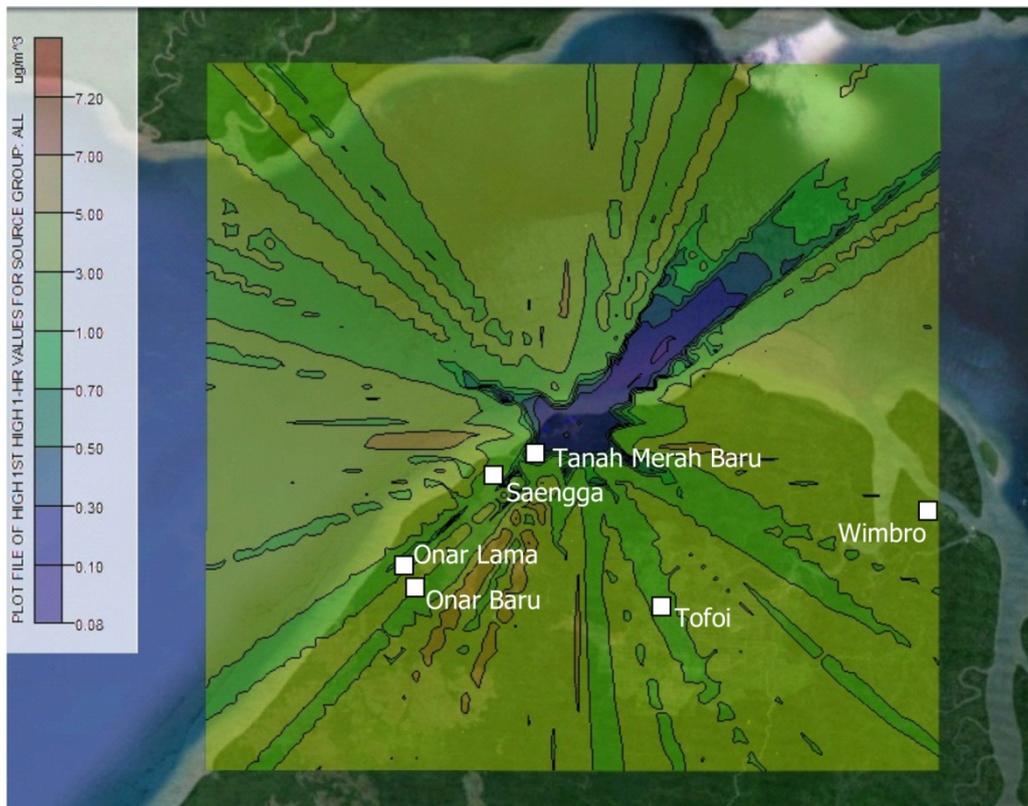
**Gambar 4.5** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



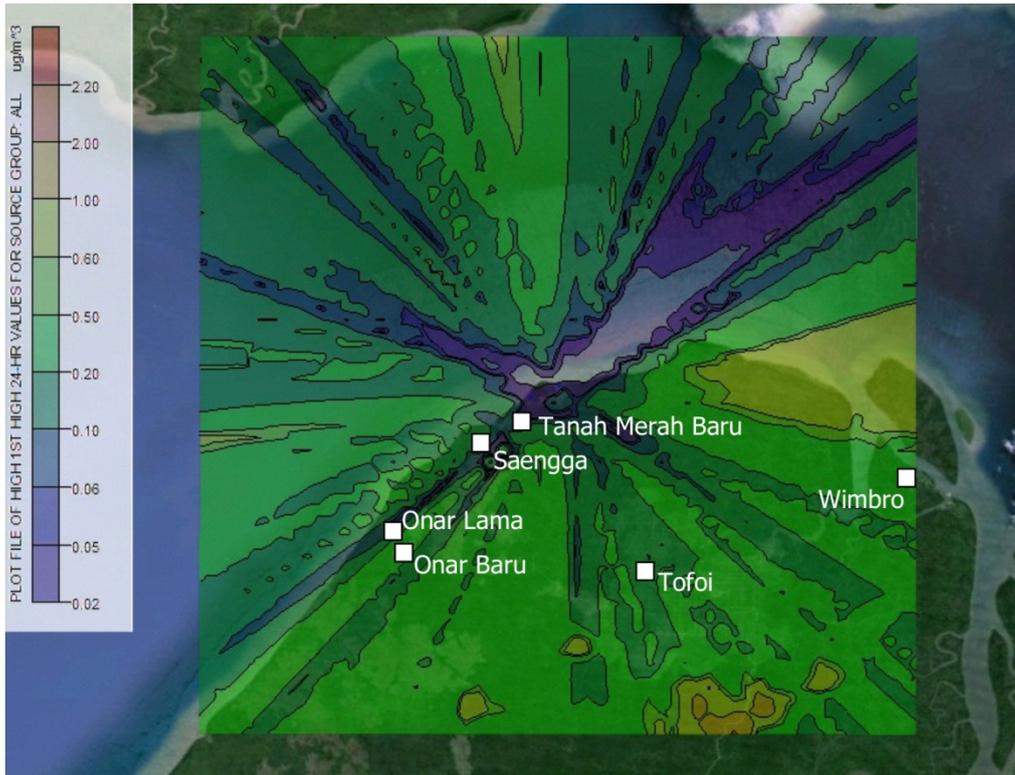
**Gambar 4.6** Prakiraan Sebaran Konsentrasi NO<sub>2</sub> Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)



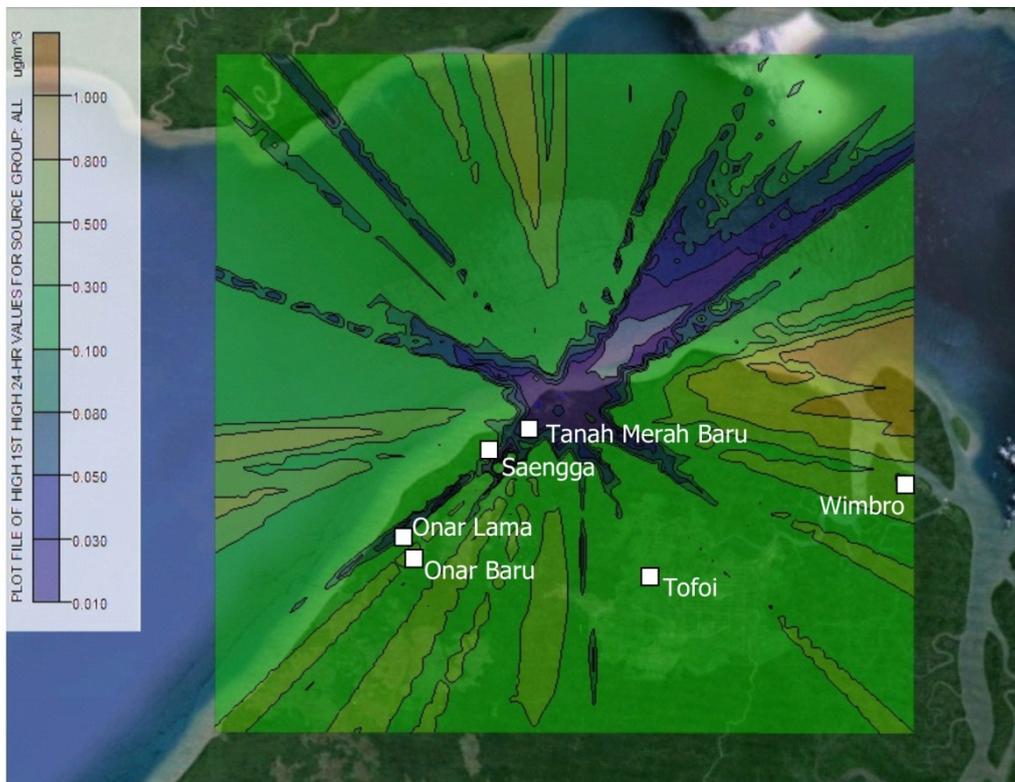
**Gambar 4.7** Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO<sub>2</sub> Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



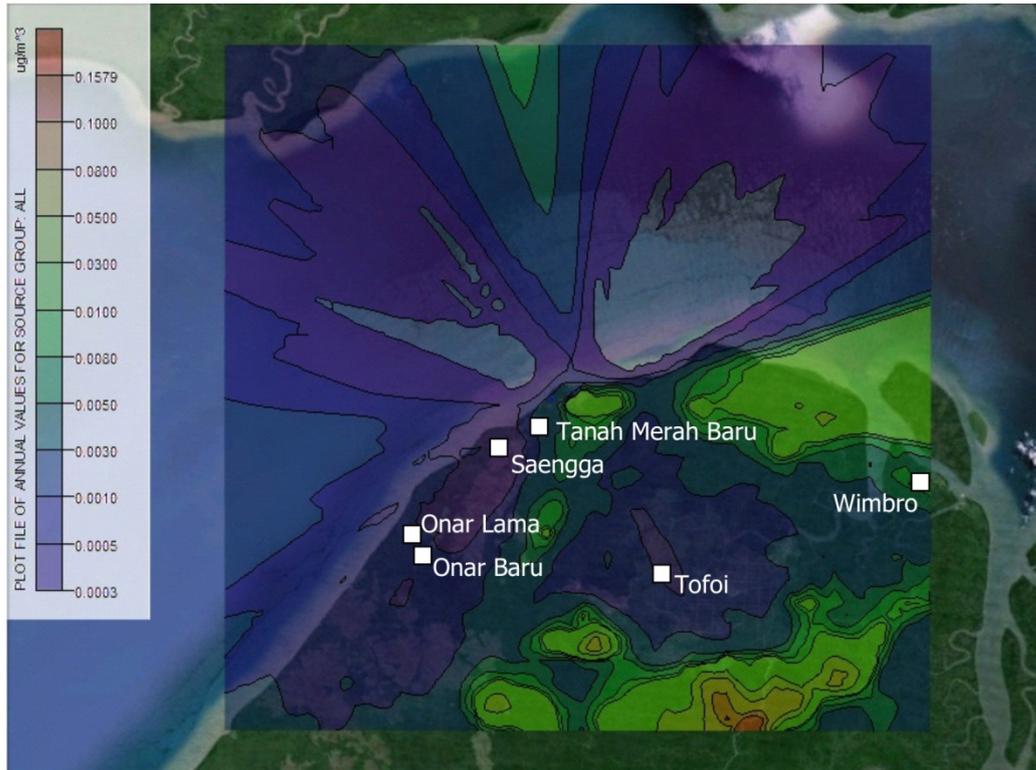
**Gambar 4.8** Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO<sub>2</sub> Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)



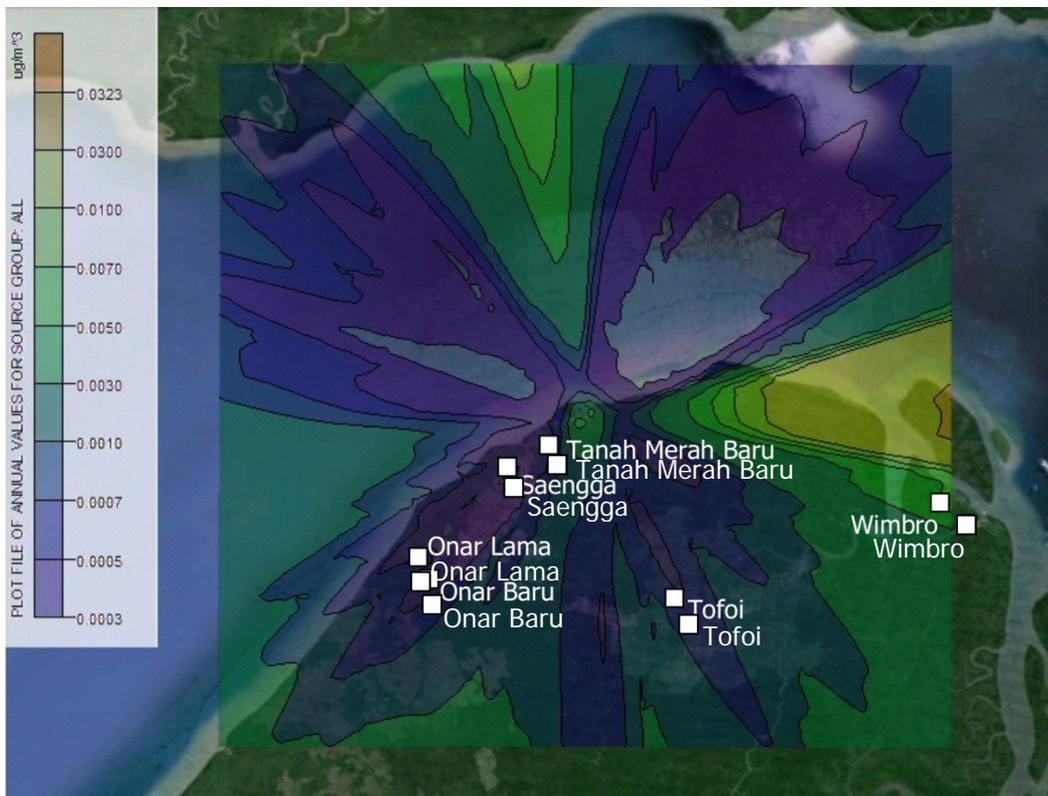
**Gambar 4.9** Prakiraan Sebaran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



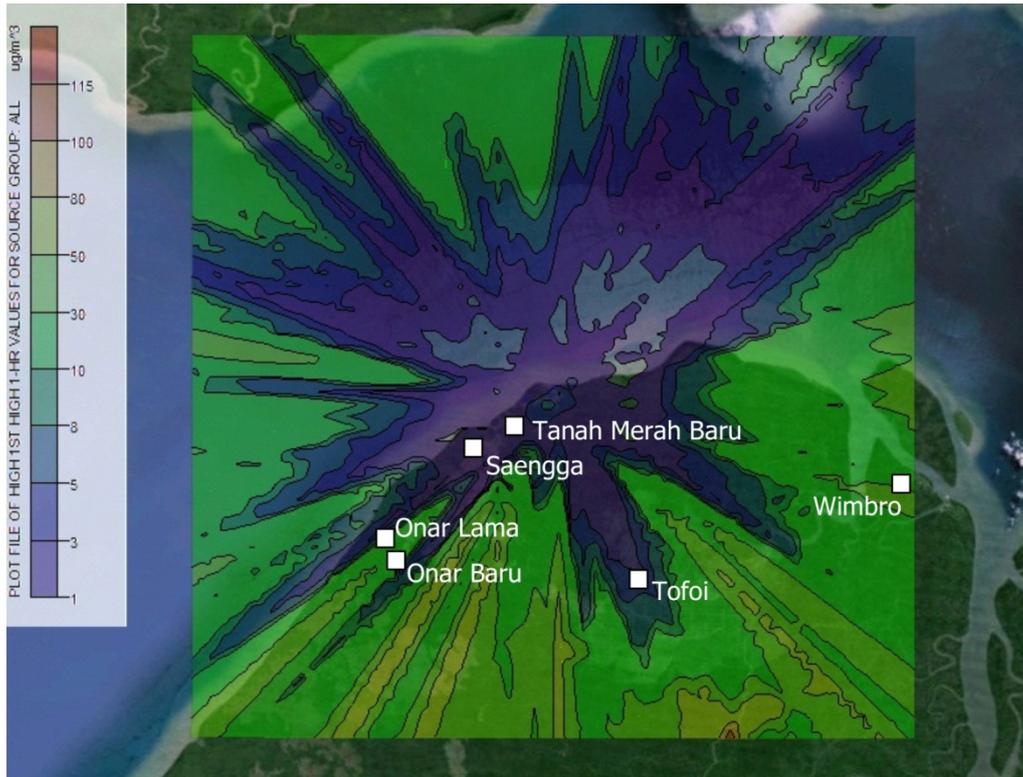
**Gambar 4.10** Prakiraan Sebaran Konsentrasi  $\text{SO}_2$  Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)



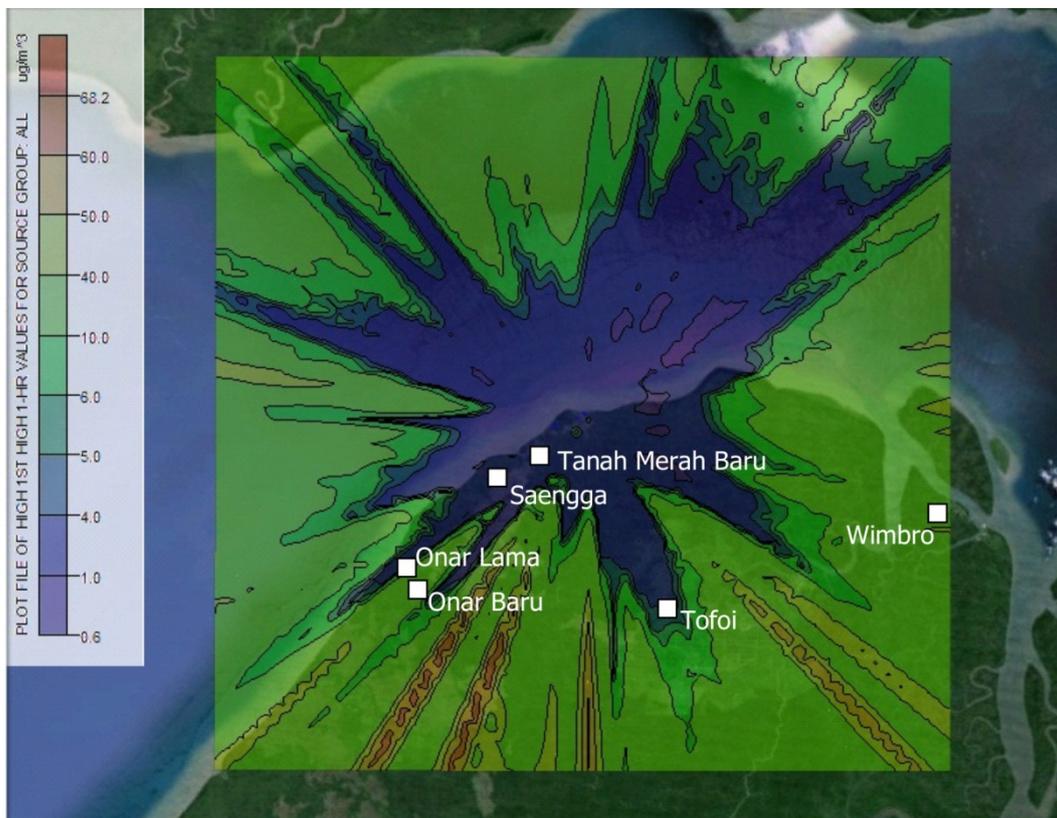
**Gambar 4.11** Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO<sub>2</sub> Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Elevated Terrain*)



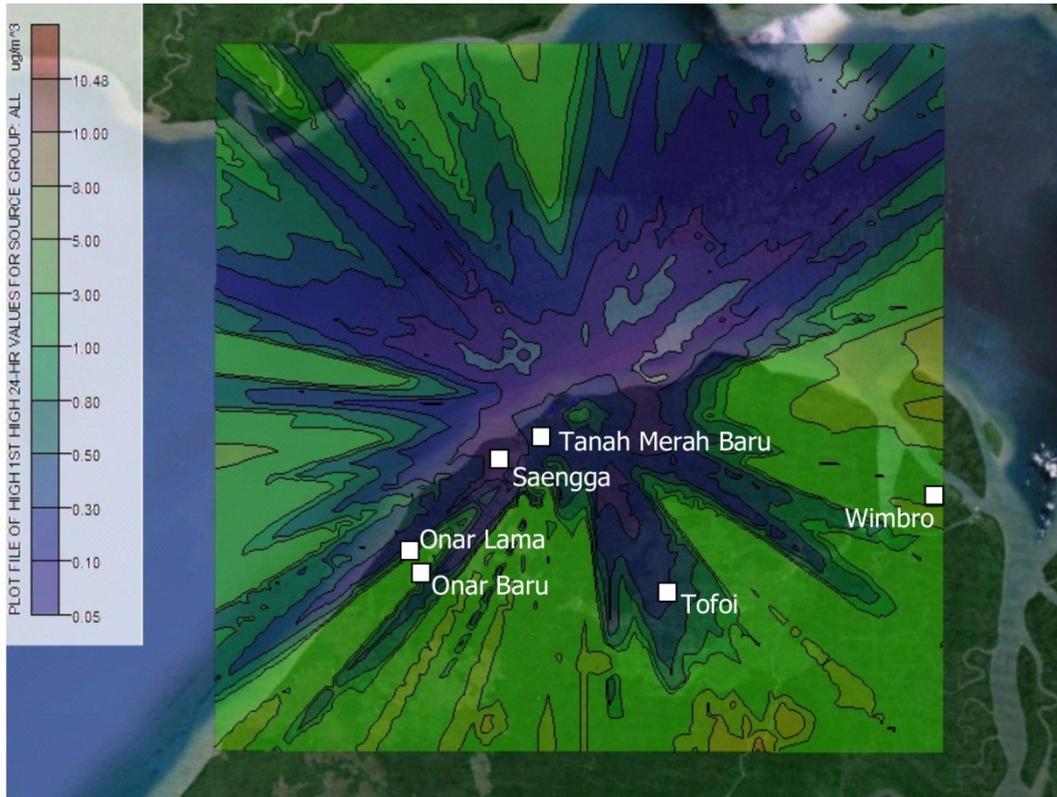
**Gambar 4.12** Prakiraan Sebaran Konsentrasi SO<sub>2</sub> Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Kilang Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Pengaruh Topografi (*Flat Terrain*)



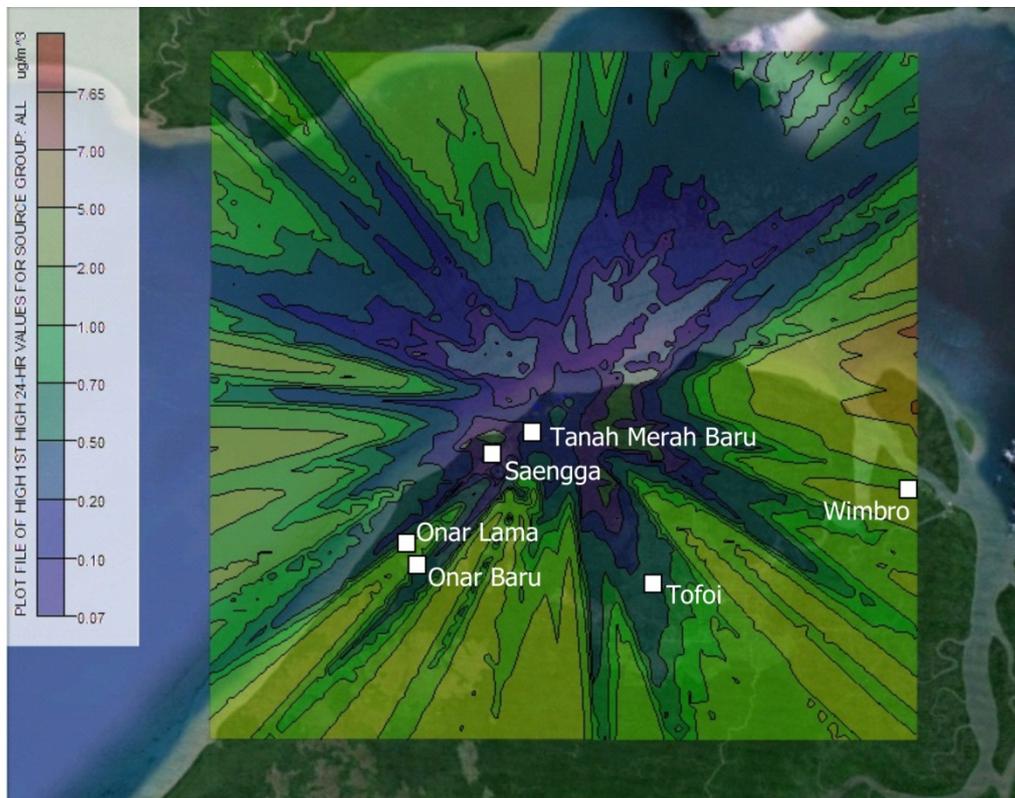
**Gambar 4.13** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



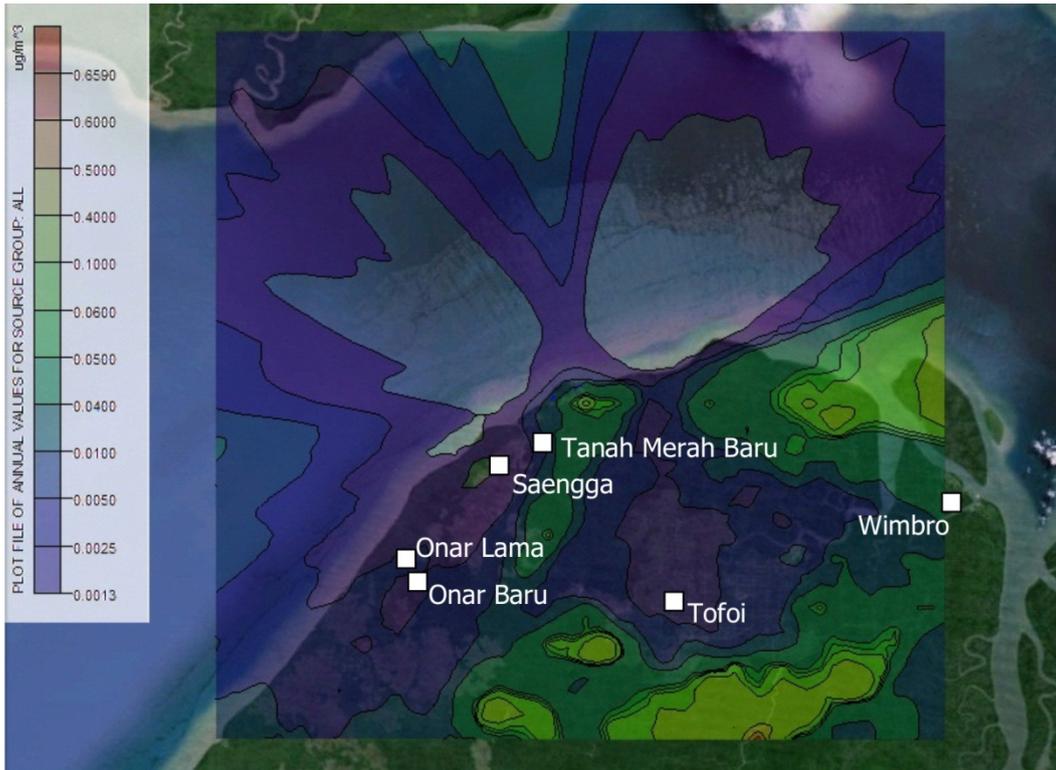
**Gambar 4.14** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 1 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



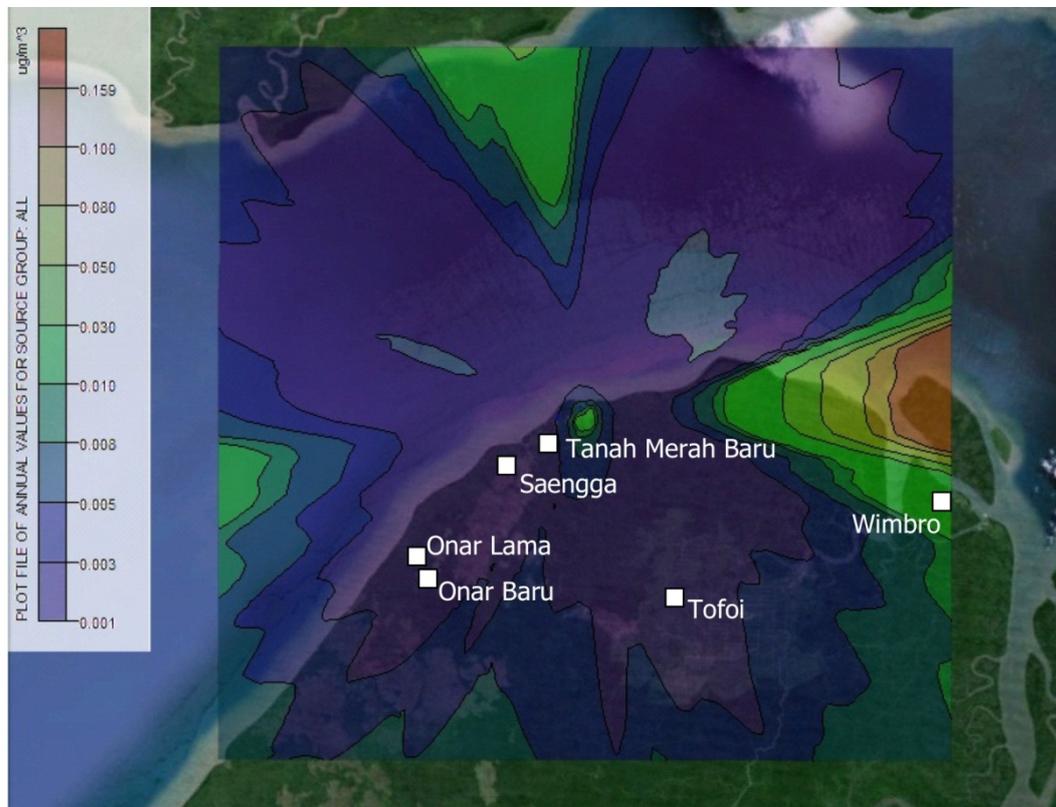
**Gambar 4.15** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



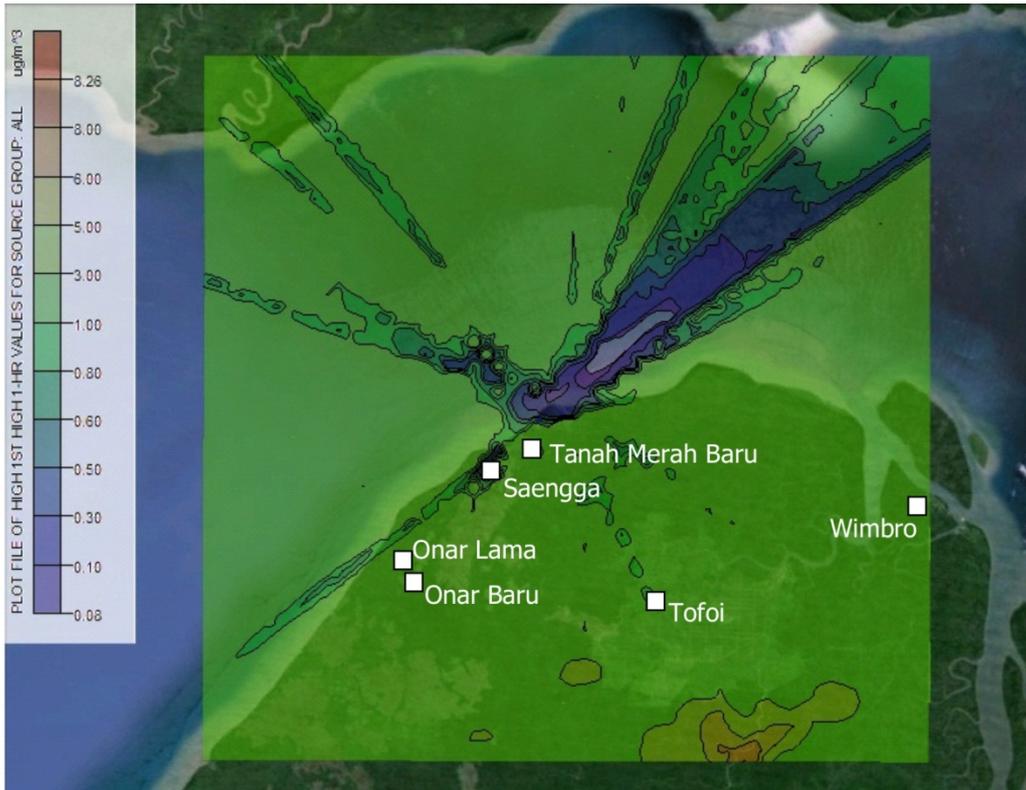
**Gambar 4.16** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata 24 jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



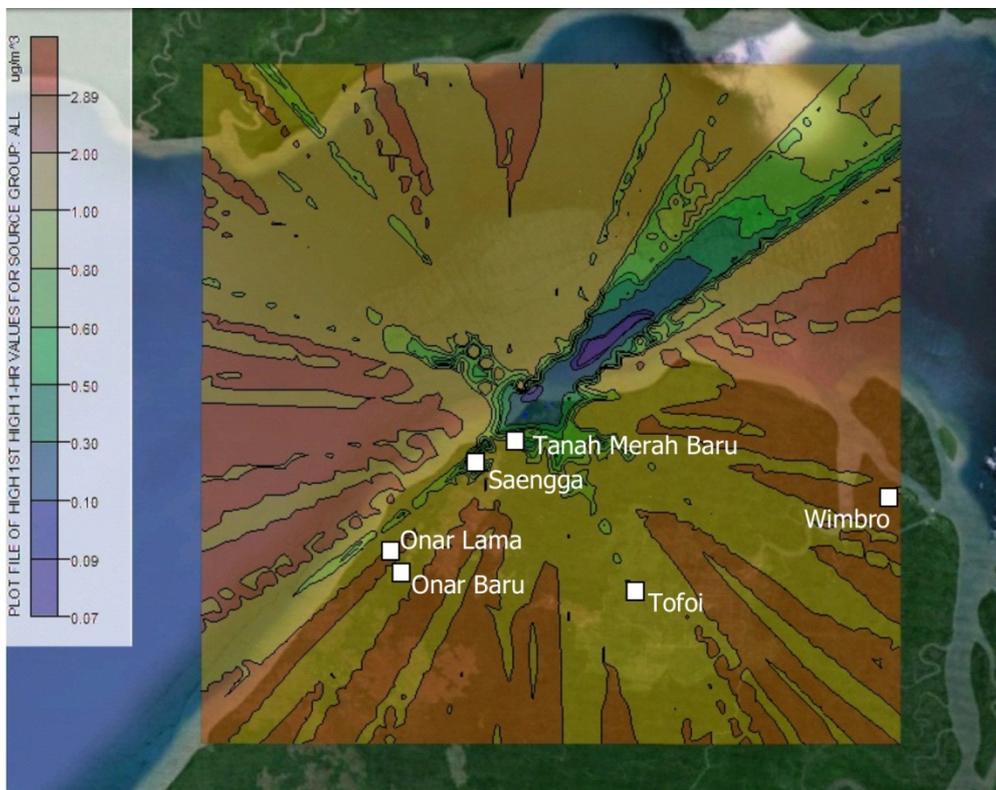
**Gambar 4.17** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



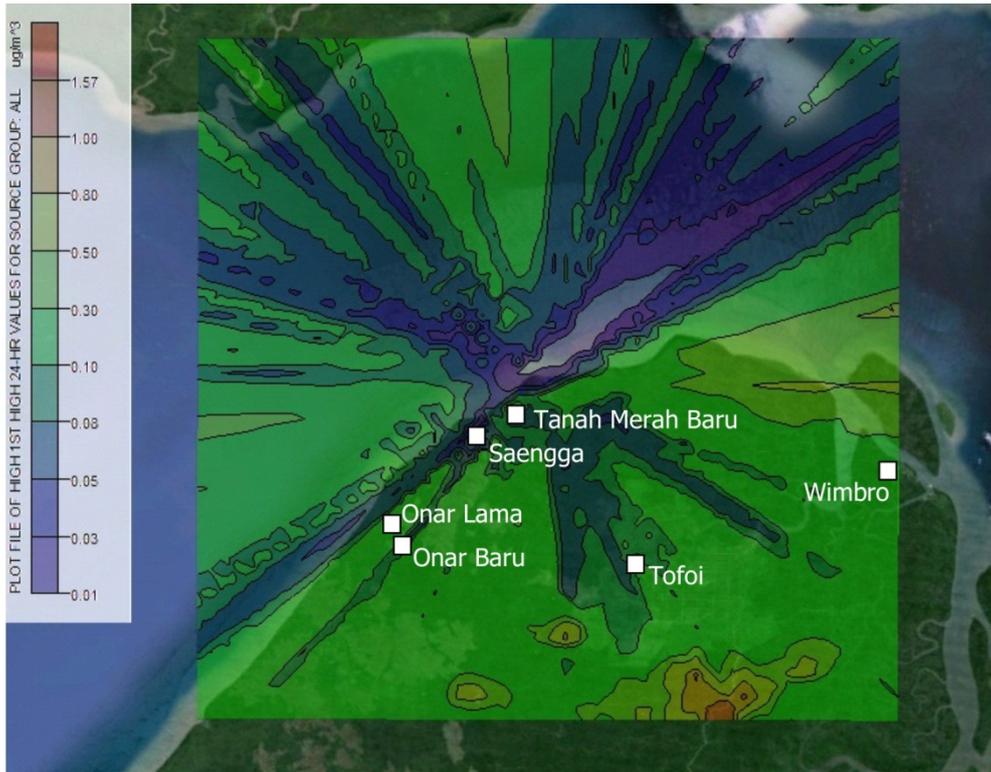
**Gambar 4.18** Prakiraan Sebaran Konsentrasi CO Rata-rata Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



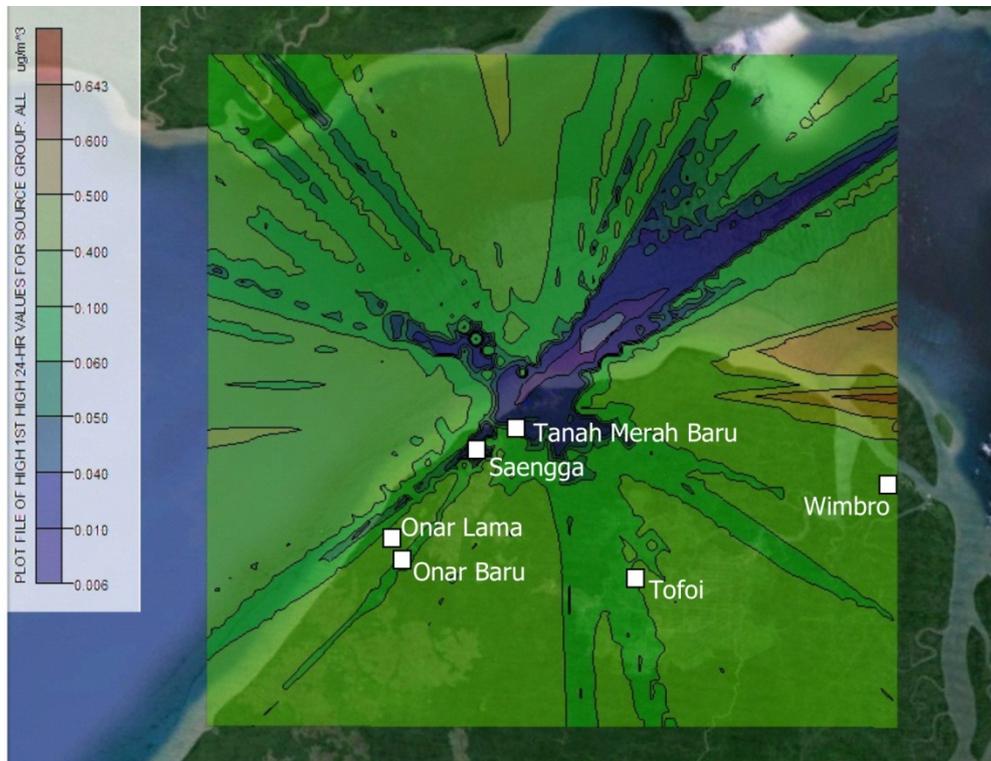
**Gambar 4.19** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 1 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



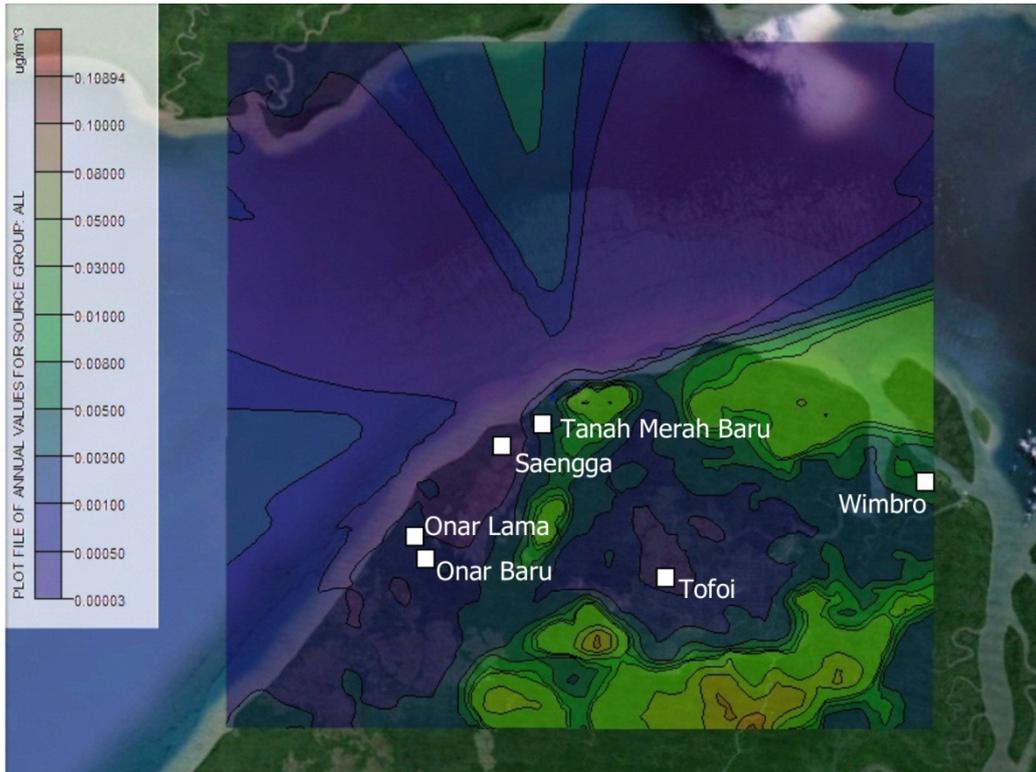
**Gambar 4.20** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 1 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



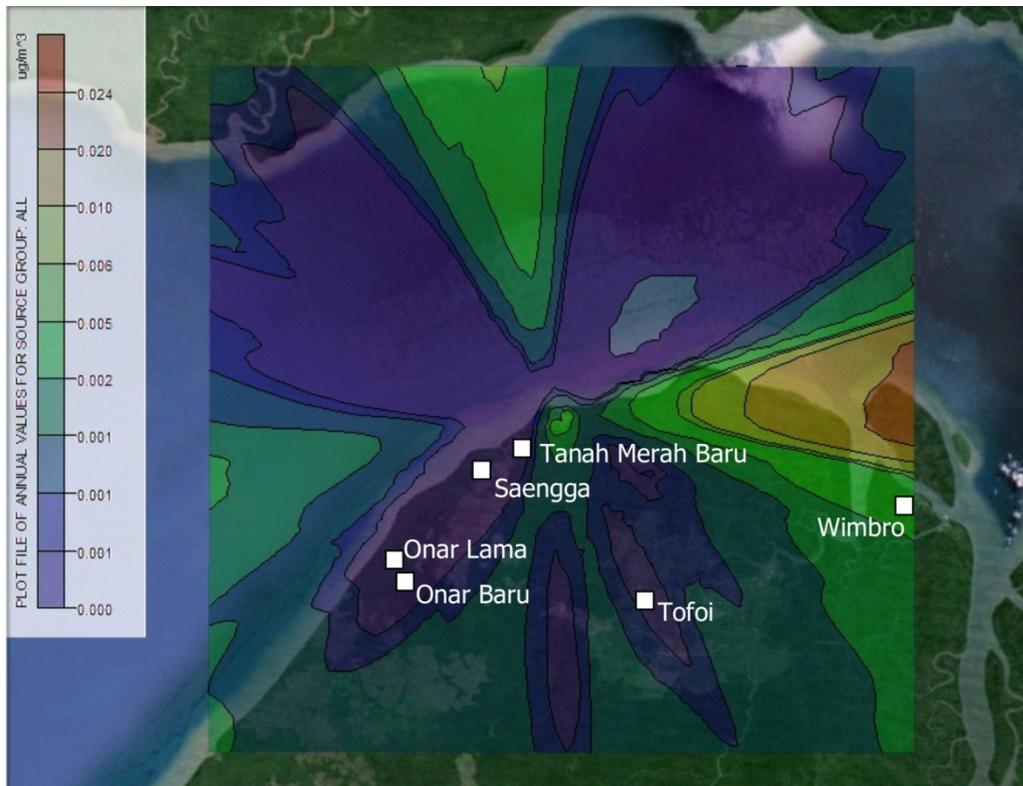
**Gambar 4.21** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 24 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



**Gambar 4.22** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Rata-rata 24 Jam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)



**Gambar 4.23** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG dengan Memperhitungkan Topografi (*Elevated Terrain*)



**Gambar 4.24** Prakiraan Sebaran Konsentrasi Partikulat Tahunan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dari Kegiatan Operasional Proyek Pengembangan Tangguh LNG tanpa Memperhitungkan Topografi (*Flat Terrain*)

## 5 Kesimpulan

Pada tahap operasional, Kilang LNG 3 dan 4 akan menambah 14 sumber emisi baru (berupa *acid gas incinerator*, *regeneration gas-fired heater*, *heat recovery steam generator*, *boiler* dan *flare*), sama dengan jumlah sumber emisi lama yang berasal dari operasional kilang 1 dan 2, sehingga secara keseluruhan total sumber emisi menjadi 28 buah. Ke-28 sumber tersebut mengemisikan pencemar dalam bentuk NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan partikulat ke udara ambien dengan laju emisi dihitung berdasarkan data sekunder hasil pengukuran atau hasil inventarisasi emisi yang dilakukan oleh Tangguh LNG. Prediksi dispersi pencemar dilakukan dengan menggunakan software AERMOD pada dua kondisi, yaitu *elevated terrain* (memperhitungkan pengaruh topografi) dan *flat terrain* (mengabaikan topografi, dengan permukaan tanah di area model diasumsikan seluruhnya mendatar).

Hasil model prediksi dispersi pencemar menunjukkan bahwa nilai konsentrasi untuk semua parameter lebih tinggi terjadi pada rata-rata waktu perhitungan yang lebih pendek, misalnya rata-rata satu jam > rata-rata 24 jam > rata-rata tahunan. Hal ini dapat terjadi, karena semakin lama waktu dispersi, maka semakin besar kemungkinan bagi pencemar untuk mengalami berbagai proses transformasi fisik kimia di atmosfer. Secara umum pola sebaran sesuai dengan pola arah tiupan angin, dimana pencemar yang diemisikan dari sumber-sumber titik Tangguh LNG sebagian besar tersebar ke arah Timur, ke arah Tenggara, Timur Laut dan Barat Laut, sesuai dengan arah berlawanan dari angin yang paling sering terjadi (*prevailing wind*).

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa topografi sangat berpengaruh dalam meningkatkan konsentrasi yang terhitung akibat adanya pengaruh dari refleksi *plume* yang membentur permukaan bumi. Hasil prediksi menunjukkan bahwa konsentrasi maksimum untuk semua parameter dengan kondisi *elevated terrain* lebih tinggi daripada konsentrasi maksimum untuk semua parameter pada kondisi *flat terrain*. Konsentrasi maksimum semua parameter untuk kondisi *elevated terrain* terjadi pada daerah yang paling tinggi dalam batas area model, yaitu pada arah Tenggara dari sumber emisi. Konsentrasi maksimum semua parameter untuk kondisi *flat terrain* terjadi pada arah Timur dari sumber emisi, berlawanan arah dengan arah tiupan angin yang paling sering terjadi yaitu dari arah Barat.

Daerah sensitif seperti daerah pemukiman seperti kampungTanah Merah Baru, kampungSaengga, kampungOnar Lama, kampungOnar Baru, kampungTofoi dan kampungWimro yang terletak pada area model dapat terpengaruh oleh dispersi pencemar yang diemisikan dari sumber-sumber titik pada tahap operasional kilang. Kampung-kampung lain di luar area model dapat pula terpengaruh oleh sebaran dispersi pencemar tersebut, namun dengan konsentrasi yang lebih kecil daripada konsentrasi pada area model.

Secara keseluruhan, konsentrasi maksimum dari parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO dan partikulat yang terhitung pada rata-rata 1 jam, 24 jam dan tahunan berada di bawah baku mutu yang berlaku menurut PP 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa operasional Kilang Tangguh LNG dengan penambahan Kilang LNG 3 dan 4 terhadap dua kilang yang sudah ada saat ini (Kilang LNG 1 dan 2) dapat mempengaruhi kondisi udara ambien. Namun walaupun kondisi udara ambien akan terpengaruh, jika kondisi operasi dan pemeliharaan dipertahankan seperti pada kondisi eksisting saat ini, konsentrasi pencemar diprediksikan akan tetap berada di bawah baku mutu yang berlaku menurut PP 41 tahun 1999 selama berlangsungnya masa operasional Tangguh LNG.

## **References**

Indonesian Government Regulation, No. 41/1999 concerning Air Pollution Control

US EPA, AERMOD: Description of Model Formulation, September 2004



## Lampiran IV.4

# **Pemodelan Sebaran Kebisingan dari Kegiatan Konstruksi Tangguh LNG**

**Laporan**  
**Pemodelan Sebaran Kebisingan dari**  
**Kegiatan Konstruksi**  
**Proyek Pengembangan Tangguh LNG**

---

# Daftar Isi

---

1	Pendahuluan .....	1
1.1	Latar Belakang dan Tujuan Pemodelan .....	1
1.2	Deskripsi Kegiatan .....	1
1.3	Acuan Peraturan.....	4
2	Metodologi .....	5
2.1	Pemodelan propagasi kebisingan dengan MATLAB® .....	5
2.1.1	Atenuasi akibat jarak ( <i>Geometrical divergence <math>A_{div}</math></i> ) .....	6
2.1.2	Atenuasi akibat absorpsi atmosferik ( <i>Atmospheric Absorption <math>A_{atm}</math></i> ).....	6
2.1.3	Atenuasi akibat <i>ground effect</i> ( $A_{gr}$ ) .....	7
2.1.4	Atenuasi akibat adanya penghalang/ <i>barrier</i> ( $A_{bar}$ ).....	9
2.1.5	Koreksi meteorologi .....	10
2.1.6	Atenuasi lainnya ( $A_{misc}$ ) .....	10
2.2	SURFER .....	12
2.3	Prosedur Pengerjaan .....	13
3	Parameter Input dan Data Pendukung .....	14
4	Prakiraan Dampak Paparan Kebisingan di Tangguh LNG .....	19
5	Kesimpulan .....	36
	Referensi .....	37

# Daftar Gambar

---

Gambar 1.1 Lokasi Sumber Kebisingan pada Tahap Konstruksi Tangguh LNG .....	3
Gambar 2.1 Pembagian area untuk menentukan atenuasi akibat ground effect .....	7
Gambar 2.2 Metoda untuk evaluasi $h_m$ .....	9
Gambar 2.3 Penampang dua buah objek/penghalang yang berada pada jalur propagasi .....	9
Gambar 2.4 Atenuasi $A_{fol}$ meningkat linear terhadap panjang kurva $d_f$ yang melalui pepohonan/hutan .....	11
Gambar 2.5 Atenuasi $A_{site}$ meningkat linear terhadap panjang kurva $d_s$ di kawasan industri .....	12
Gambar 2.7 Contoh tampilan data visualisasi keluaran SURFER .....	13
Gambar 3.1 Peta lokasi pengukuran kebisingan untuk rona awal lingkungan .....	15
Gambar 3.2 Contoh positioning peralatan untuk pemodelan (skenario kegiatan piling di area 1A, semester awal tahun 2015) .....	16
Gambar 4.1 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario tahun 2014. ....	21
Gambar 4.2 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015 dengan seluruh kegiatan dilaksanakan bersamaan .....	22
Gambar 4.3 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015: kegiatan piling di area 1A, earthwork di area 6A, piling di area 7B. ....	23
Gambar 4.4 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015: kegiatan concrete di area 1A, foundation di area 6A, concrete di area 7B .....	24
Gambar 4.5 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015: kegiatan installation di area 1A, construct di area 6A, concrete di area 7B .....	25
Gambar 4.6 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2015. ....	26
Gambar 4.7 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2016. ....	27
Gambar 4.8 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2016. ....	28
Gambar 4.9 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2017. ....	29
Gambar 4.10 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2017. ....	30
Gambar 4.11 Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario tahun 2018. ....	31
Gambar 4.12 Grafik penurunan tingkat tekanan suara terhadap jarak dari sumber kebisingan untuk .....	32

# Daftar Tabel

---

Tabel 1.1 Aktivitas Konstruksi Pengembangan di area Tangguh LNG .....	2
<b>Tabel 1.2.</b> Baku Mutu Kebisingan.....	4
<b>Tabel 2.1.</b> Contoh koefisien atenuasi atmosferik $\alpha$ .....	6
<b>Tabel 2.2.</b> Persamaan untuk menghitung atenuasi <i>ground effect</i> di area sumber, penerima, dan tengah. ....	8
<b>Tabel 2.3.</b> Atenuasi suara saat berpropagasi pada jarak $d_f$ melalui pepohonan .....	10
<b>Tabel 2.4.</b> Estimasi besar atenuasi suara akibat adanya kawasan industri .....	11
Tabel 3.1. Hasil pengukuran $L_{avg}$ serta perhitungan $L_{eq}$ .....	14
Tabel 3.2. Data peralatan yang digunakan untuk pemodelan paparan kebisingan kegiatan konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG.....	18
<b>Tabel 4.1</b> Dampak kebisingan terhadap satwa liar (Ref: Air and Noise Compliance, 2012. Effects of Noise on Animals) .....	35

## **1 Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang dan Tujuan Pemodelan**

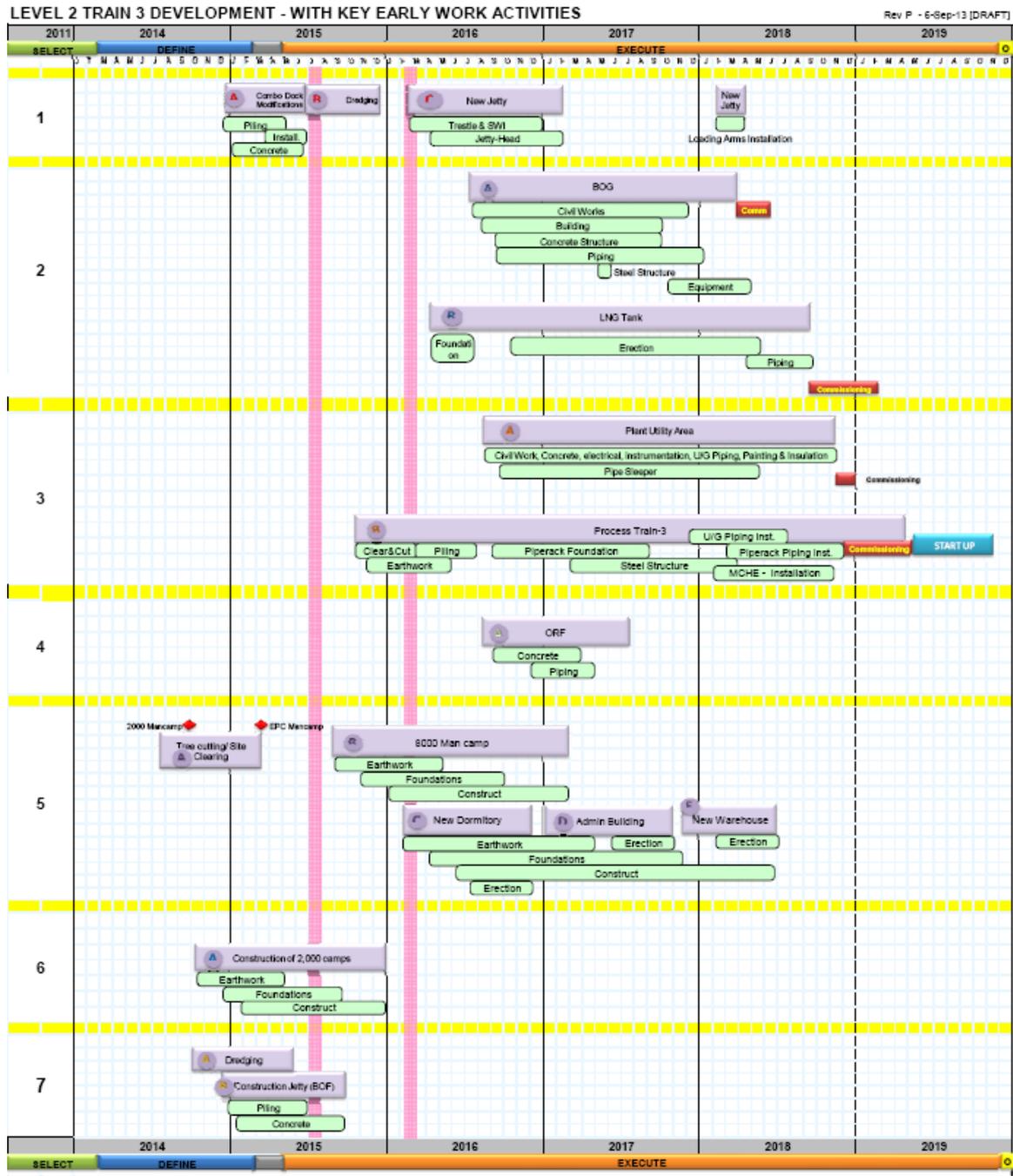
Tangguh LNG berencana untuk mengembangkan operasinya dengan membangun Kilang LNG 3 sebagai pengembangan tahap awal serta rencana pengembangan tahap selanjutnya di antaranya berupa pembangunan Kilang LNG 4 serta fasilitas pendukung lainnya. . Kegiatan ini termasuk pembangunan unit-unit baru yang terkait dengan kegiatan tersebut.

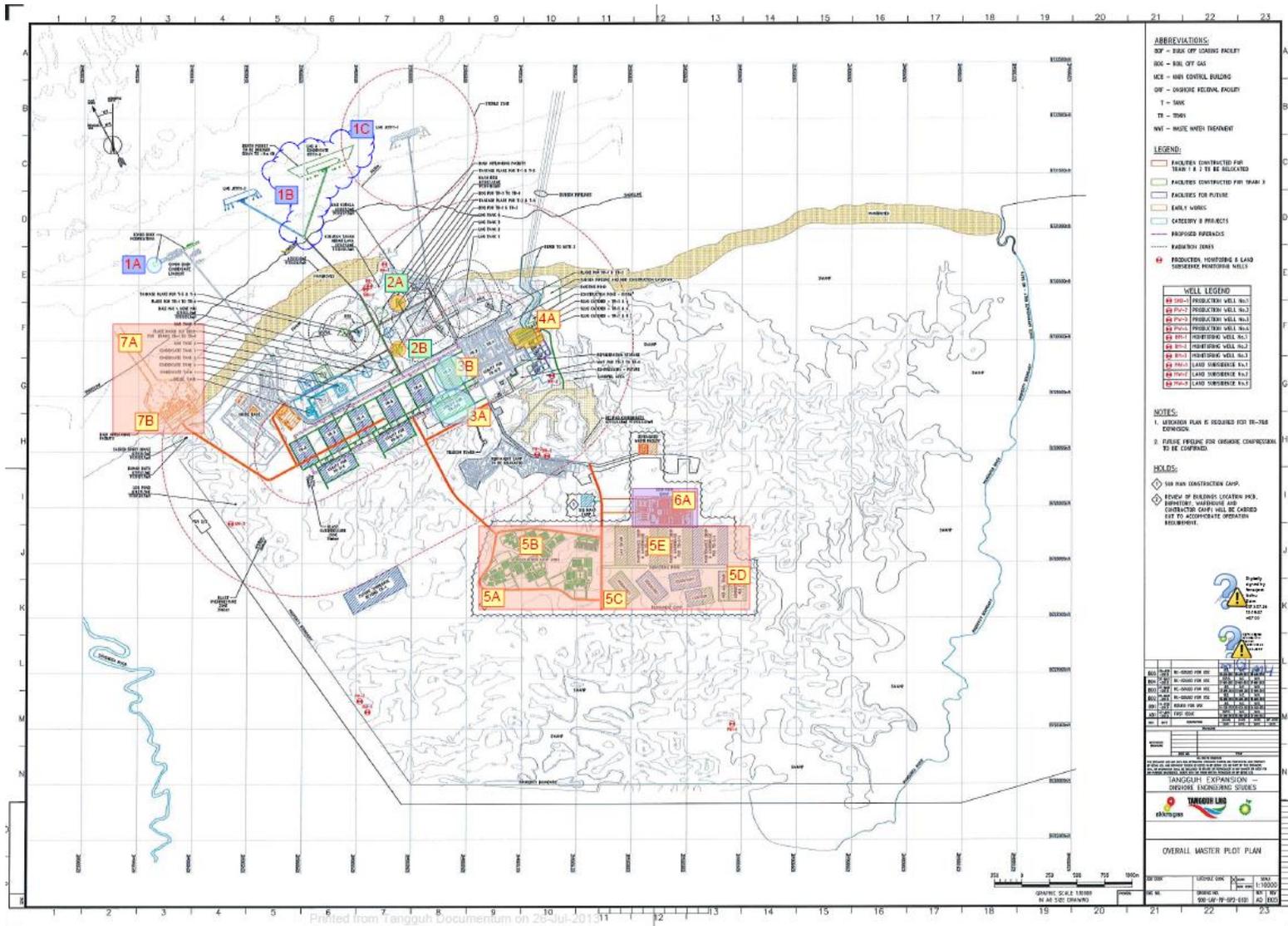
Pada tahap konstruksi, peralatan-peralatan berat yang digunakan akan menjadi sumber kebisingan baru di area Tangguh LNG. Karena emisi kebisingan akan berlangsung terus menerus selama masa konstruksi Tangguh LNG, maka perlu dilakukan pemodelan sebaran kebisingan dengan tujuan untuk memprediksi sebaran kebisingan yang diakibatkan oleh kegiatan konstruksi di Tangguh LNG.

### **1.2 Deskripsi Kegiatan**

Kegiatan konstruksi Proyek PengembanganTangguh LNG direncanakan berlangsung dari tahun 2014 hingga tahun 2018. Selama periode tersebut, jenis aktivitas yang dilakukan beragam serta dilakukan tidak bersamaan serta dilaksanakan tersebar di seluruh area tangguh. Area kegiatan konstruksi dibagi menjadi tujuh area, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1.1** dan **Gambar 1.1**.

Tabel 1.1 Aktivitas Konstruksi Pengembangan di area Tangguh LNG





Gambar 1.1 Lokasi Sumber Kebisingan pada Tahap Konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG

### 1.3 Acuan Peraturan

Acuan baku mutu tingkat kebisingan didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996, seperti yang diperlihatkan pada **Tabel 1.2**. Baku mutu tingkat kebisingan yang paling rendah adalah 55 dBA yang berlaku pada kawasan pemukiman serta lingkungan kegiatan yang peka terhadap kebisingan, seperti rumah sakit, sekolah, serta tempat ibadah.

**Tabel 1.2.** Baku Mutu Kebisingan

Peruntukan kawasan/Lingkungan kegiatan	Tingkat kebisingan (dBA)
<b>1. Peruntukan kawasan</b>	
a. Perumahan dan pemukiman	55
b. Perdagangan dan jasa	70
c. Perkantoran dan perdagangan	65
d. Ruang terbuka hijau	50
e. Industri	70
f. Pemerintahan dan fasilitas umum	60
g. Rekreasi	70
h. Khusus:	
• Bandar udara	
• Stasiun Kereta api	60
• Pelabuhan laut	70
• Cagar budaya	
<b>2. Lingkungan kegiatan</b>	
a. Rumah sakit atau sejenisnya	55
b. Sekolah atau sejenisnya	55
c. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

## 2 Metodologi

Untuk mendapatkan hasil pemodelan yang dapat diandalkan, studi mengenai dampak sebaran kebisingan dilakukan dengan menggunakan piranti lunak yang sudah banyak digunakan secara nasional maupun internasional, yaitu MATLAB® dengan mengacu pada ISO 9613, mengenai *Attenuation of Sound during Propagation Outdoors*. Hasil pemodelan dari Matlab, kemudian diplot dengan menggunakan piranti lunak Surfer.

### 2.1 Pemodelan propagasi kebisingan dengan MATLAB®

MATLAB® merupakan piranti lunak yang sapat digunakan untuk analisa data, pengembangan algoritma, serta untuk pemodelan dan berbagai aplikasi lainnya. MATLAB® dilengkapi dengan *syntax, tools*, serta berbagai fungsi matematis yang memudahkan analisa serta pemodelan dengan berbagai pendekatan, sehingga hasil yang diharapkan dapat dihasilkan dengan lebih cepat.

Pemodelan ini dilakukan dengan berdasarkan pada ISO 9613, mengenai *Attenuation of Sound during Propagation Outdoors*. Standar ini berisi metoda perhitungan atenuasi suara ketika mengalami propagasi di luar ruangan. Tujuannya adalah untuk memperkirakan tingkat kebisingan lingkungan pada suatu titik yang berasal dari berbagai jenis sumber bising.

Atenuasi yang terjadi ketika gelombang suara mengalami propagasi di luar ruangan dapat berupa atenuasi akibat jarak (divergensi) dari sumber suara ke titik pengamatan, atenuasi akibat absorpsi atmosferik, atenuasi akibat *ground effect*, atenuasi akibat adanya objek-objek yang menghalangi propagasi suara, dan sebagainya.

Persamaan dasar tingkat tekanan suara pada titik penerima adalah:

$$L_{fT} = L_w + D_c - A \quad \text{Persamaan 1}$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad \text{Persamaan 2}$$

dengan:  $L_w$  : Tingkat daya suara sumber bising  
 $D_c$  : Faktor direktivitas sumber bising  
 $A$  : Atenuasi (*octave band*)  
 $A_{div}$  : Atenuasi akibat jarak (divergensi)  
 $A_{atm}$  : Atenuasi akibat absorpsi atmosferik  
 $A_{gr}$  : Atenuasi akibat *ground effect*  
 $A_{bar}$  : Atenuasi akibat adanya *barrier*  
 $A_{misc}$  : Atenuasi akibat efek lainnya, seperti keberadaan pepohonan (hutan), adanya kawasan industri, adanya kawasan perumahan

Karena keterbatasan data (tidak tersedia data *octave band*, serta tidak tersedia data *barrier*), pada pemodelan ini hanya memperhitungkan atenuasi akibat jarak (divergensi), atenuasi akibat *ground effect*, serta atenuasi akibat keberadaan hutan.

### 2.1.1 Atenuasi akibat jarak (*Geometrical divergence A<sub>div</sub>*)

Atenuasi akibat jarak dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{div} = [20\text{Log}\left(\frac{d}{d_o}\right) + 11] \text{ dB} \quad \text{Persamaan 3}$$

Dengan:  $d$  : jarak dari sumber ke titik pengamatan  
 $d_o$  : jarak referensi (umumnya = 1 meter)

### 2.1.2 Atenuasi akibat absorpsi atmosferik (*Atmospheric Absorption A<sub>atm</sub>*)

Atenuasi akibat adanya absorpsi atmosferik dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{atm} = \frac{\alpha d}{1000} \quad \text{Persamaan 4}$$

$\alpha$  merupakan koefisien atenuasi atmosferik (dalam satuan dB/km), untuk setiap *octave band*. Contoh data koefisien  $\alpha$  ditunjukkan pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1.** Contoh koefisien atenuasi atmosferik  $\alpha$

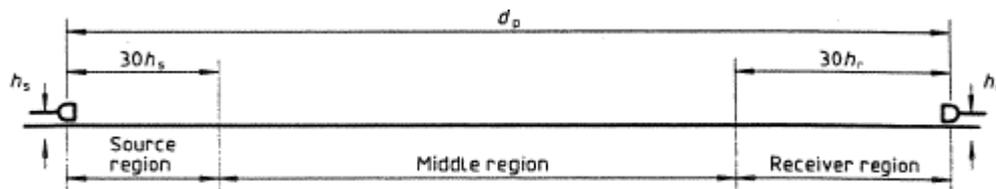
Suhu °C	Kelembaban Relatif %	Koefisien atenuasi atmosferik $\alpha$ , dB/km							
		Frekuensi, Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,0	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

### 2.1.3 Atenuasi akibat *ground effect* ( $A_{gr}$ )

Atenuasi akibat *ground effect* paling besar diakibatkan oleh suara pantulan dari permukaan tanah yang mengalami interferensi dengan suara yang berpropagasi secara langsung dari sumber ke penerima.

Untuk menghitung atenuasi ini, didefinisikan tiga area pada jalur propagasi suara, yaitu;

1. Area sumber (*source*), yaitu area yang berada di antara sumber hingga jarak  $30h_s$  dengan jarak maksimum  $d_p$ .  $h_s$  merupakan tinggi sumber dan  $d_p$  merupakan jarak propagasi dari sumber ke penerima.
2. Area penerima (*receiver*), yaitu area yang berada di antara penerima hingga jarak  $30h_r$  dengan jarak maksimum  $d_p$ .  $h_r$  merupakan tinggi penerima dan  $d_p$  merupakan jarak propagasi dari sumber ke penerima.
3. Area tengah (*middle*), yaitu area yang berada di antara area sumber dan area penerima. Jika  $d_p < (30h_s + 30h_r)$ , area sumber dan area penerima akan saling tindih, sehingga tidak ada area tengah.



**Gambar 2.1** Pembagian area untuk menentukan atenuasi akibat *ground effect*

Selain itu, permukaan tanah pada tiap area tersebut dikategorikan menjadi:

1. **Hard ground**, termasuk di antaranya adalah permukaan yang tertutup semen, ubin, air, es, beton, dan permukaan lainnya dengan porositas yang rendah. Untuk permukaan keras,  $G=0$ .
2. **Porous ground** atau permukaan berpori, termasuk di antaranya adalah permukaan yang tertutup rerumputan, pepohonan, dan vegetasi lainnya, serta permukaan tanah yang biasanya digunakan untuk pertumbuhan vegetasi, misalnya sawah. Untuk permukaan berpori,  $G=1$ .
3. **Mixed ground**. Jika permukaan tanah merupakan gabungan dari permukaan keras dan permukaan berpori, maka nilai  $G$  bervariasi dari 0 hingga 1.

Untuk menghitung atenuasi permukaan, perlu dihitung atenuasi pada area sumber  $A_s$  dengan memperhitungkan faktor permukaan  $G_s$ , atenuasi pada area penerima  $A_p$  dengan memperhitungkan faktor permukaan  $G_p$ , serta atenuasi pada area tengah  $A_m$  dengan memperhitungkan faktor permukaan  $G_m$  dengan menggunakan **Tabel 2.2**. Kemudian atenuasi akibat *ground effect* dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad \text{Persamaan 5}$$

**Tabel 2.2.** Persamaan untuk menghitung atenuasi *ground effect* di area sumber, penerima, dan tengah.

Frekuensi Hz	$A_s$ atau $A_r$ <sup>1)</sup> dB	$A_m$ dB
63	-1,5	$-3q^{2)}$
125	$-1,5 + G \times a'(h)$	$-3q(1-G_m)$
250	$-1,5 + G \times a'(h)$	
500	$-1,5 + G \times a'(h)$	
1000	$-1,5 + G \times a'(h)$	
2000	$-1,5 + (1-G)$	
4000	$-1,5 + (1-G)$	
8000	$-1,5 + (1-G)$	
Notes $a'(h)=1,5 + 3,0 \times e^{-0,12(h-5)^2} (1-e^{-dp/50}) + 5,7 \times e^{-0,09h^2} (1-e^{-2,8 \times 10^6 \times dp^2})$ $b'(h)=1,5 + 8,6 \times e^{-0,09h^2} (1-e^{-dp/50})$ $c'(h)=1,5 + 14,0 \times e^{-0,46h^2} (1-e^{-dp/50})$ $d'(h)=1,5 + 5,0 \times e^{-0,9h^2} (1-e^{-dp/50})$		
1) Untuk menghitung $A_s$ , maka digunakan $G=G_s$ dan $h=h_s$ . Untuk menghitung $A_r$ , maka digunakan $G=G_r$ dan $h=h_r$ .		
2) $q=0$ , jika $d_p \leq (30h_s + 30h_r)$ $q=1-(30*(h_s+h_r)/d_p)$ , jika $d_p > (30h_s + 30h_r)$		

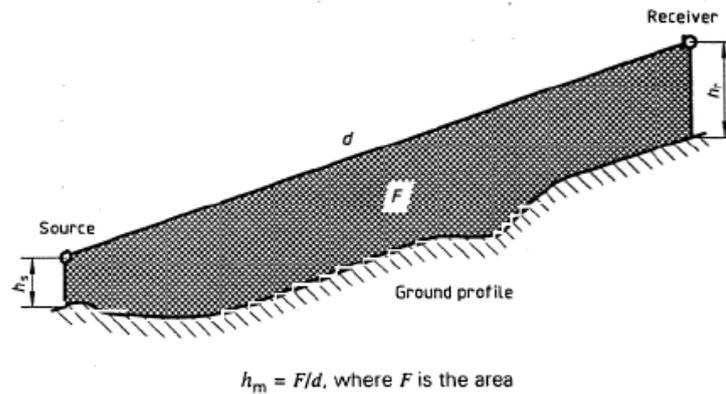
Pada kondisi tertentu, yaitu:

1. Jika yang diperhitungkan hanya tingkat tekanan suara pada posisi penerima
2. Jika propagasi suara terjadi pada area dengan permukaan berpori atau *mixed ground* yang sebagian besar adalah permukaan berpori
3. Jika suara yang berpropagasi bukan merupakan *pure tone*

Maka atenuasi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{gr} = 4.8 - (2h_m / d) \left[ 17 + (300 / d) \right] \geq 0 \quad dB \quad \text{Persamaan 6}$$

Dengan  $h_m$  adalah tinggi rata-rata jalur propagasi di atas permukaan tanah (meter) dan  $d$  merupakan jarak antara sumber dengan posisi penerima (lihat **Gambar 2.2**).



**Gambar 2.2** Metoda untuk evaluasi  $h_m$

Dalam perhitungan atenuasi akibat *ground effect*, permukaan tanah di sekitar area Tangguh LNG dianggap permukaan berpori karena permukaan tanah ditutup oleh rerumputan, pepohonan, serta vegetasi lainnya. Efek impedansi akibat permukaan tanah, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P \sim R^{-b}$$

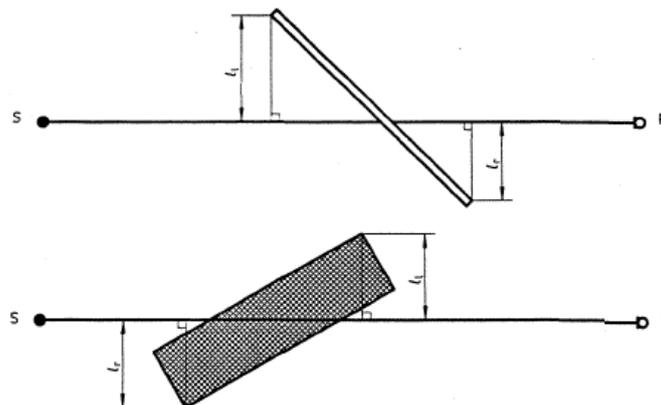
**Persamaan 7**

R merupakan jarak propagasi, sedangkan b merupakan faktor efek impedansi permukaan tanah. Untuk permukaan tanah yang tertutup rerumputan, digunakan nilai  $b=1,2$  (Albert, 2004).

#### 2.1.4 Atenuasi akibat adanya penghalang/barrier ( $A_{bar}$ )

Suatu objek dikatakan sebagai suatu penghalang apabila:

1. Densitas permukaan sekurang-kurangnya  $10 \text{ kg/m}^2$ ;
2. Objek tersebut permukaannya tertutup tanpa adanya retakan atau celah;
3. Tinggi objek dari permukaan propagasi lebih besar dari panjang gelombang *octave band* ( $l_r + l_s > \lambda$ ) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Penampang dua buah objek/penghalang yang berada pada jalur propagasi

Efek difraksi yang terjadi pada ujung atas penghalang, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{bar} = D_z - A_{gr} > 0 \quad \text{Persamaan 8}$$

Sedangkan efek difraksi yang terjadi di sekitar ujung-ujung vertikal dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{bar} = D_z > 0 \quad \text{Persamaan 9}$$

$D_z$  merupakan atenuasi penghalang untuk setiap frekuensi *octave band*, yang dihitung dengan persamaan:

$$D_z = 10 \text{Log} \left[ 3 + (C_2 / \lambda) C_3 z K_{met} \right] \text{ dB} \quad \text{Persamaan 10}$$

dengan  $C_2 = 20$ , sudah termasuk faktor refleksi akibat *ground effect*. Jika faktor refleksi akibat *ground effect* diperhitungkan secara terpisah,  $C_2 = 40$ .  
 $C_3 = 1$  untuk *single diffraction*. Untuk *double diffraction*,  
 $C_3 = [1 + (5\lambda/e)^2] / [(1/3) + (5\lambda/e)^2]$   
 $\lambda$  : panjang gelombang untuk setiap *octave band*  
 $z$  : perbedaan antara panjang jalur propagasi suara langsung dan suara terdifraksi  
 $K_{met}$  : faktor koreksi untuk efek meteorologi  
 $e$  : jarak antara dua ujung difraksi apabila terjadi *double diffraction*

### 2.1.5 Koreksi meteorologi

Koreksi meteorologi dihitung dengan menggunakan persamaan

$$C_{met} = 0, \text{ jika } d_p \leq 10(h_s + h_r) \quad \text{Persamaan 11}$$

$$C_{met} = C_0 \left[ 1 - 10(h_s + h_r) / d_p \right], \text{ jika } d_p > 10(h_s + h_r)$$

### 2.1.6 Atenuasi lainnya ( $A_{misc}$ )

Atenuasi lainnya yang diperhitungkan adalah atenuasi akibat adanya pepohonan, atenuasi akibat adanya kawasan industri, serta atenuasi akibat adanya perumahan.

#### Atenuasi akibat keberadaan hutan $A_{fol}$

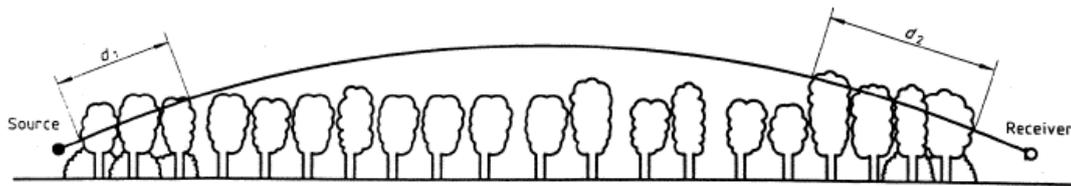
Keberadaan pepohonan dapat menimbulkan atenuasi jika densitas pepohonan tersebut benar-benar menghalangi jalur propagasi. Besar atenuasi akibat adanya pepohonan tersebut ditunjukkan pada **Tabel 2.3**. Atenuasi akibat keberadaan hutan dapat juga dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A_{fol} = [8.5 + 0.12d] \text{ dB} \quad \text{Persamaan 12}$$

dengan  $d$  merupakan diameter hutan/*foliage*. (Albert, 2004)

**Tabel 2.3.** Atenuasi suara saat berpropagasi pada jarak  $d_f$  melalui pepohonan

Jarak propagasi $d_f$ , meter	Frekuensi, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$10 \leq d_f \leq 20$	Atenuasi, dB:							
	0	0	1	1	1	1	2	3
$20 \leq d_f \leq 200$	Atenuasi, dB/m:							
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12



NOTE —  $d_f = d_1 + d_2$

For calculating  $d_1$  and  $d_2$ , the curved path radius may be assumed to be 5 km.

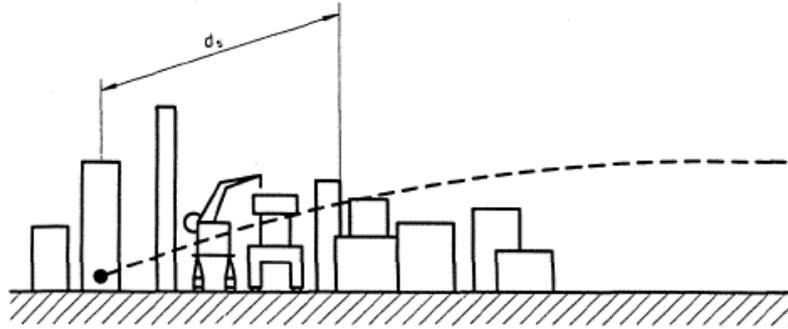
**Gambar 2.4** Atenuasi  $A_{fol}$  meningkat linear terhadap panjang kurva  $d_f$  yang melalui pepohonan/hutan

#### Atenuasi akibat adanya kawasan industri $A_{site}$

Pada kawasan industri, atenuasi dapat terjadi akibat adanya *scattering* dari pemasangan peralatan serta benda-benda lainnya di kawasan industri. Besar atenuasinya sangat tergantung pada jenis *site* dan peralatannya, oleh karena itu sangat besar atenuasi yang akurat ditentukan dengan cara pengukuran. **Tabel 2.4** merupakan estimasi besar atenuasi akibat adanya kawasan industri. Besar atenuasi meningkat linear terhadap panjang kurva  $d_s$  sepanjang peralatan-peralatan (lihat **Gambar 2.4**), dengan atenuasi maksimum sebesar 10 dB.

**Tabel 2.4.** Estimasi besar atenuasi suara akibat adanya kawasan industri

Frekuensi, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{site}$ , dB/m	0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015



**Gambar 2.5** Atenuasi  $A_{site}$  meningkat linear terhadap panjang kurva  $d_s$  di kawasan industri

### Atenuasi akibat adanya perumahan $A_{hous}$

Adanya perumahan di sekitar sumber, penerima, serta pada jalur propagasi suara, dapat berkontribusi memberikan atenuasi akibat terhalanginya propagasi sumber suara. Besar atenuasi  $A_{hous}$  sangat tergantung pada kondisi sebenarnya, oleh karena itu perhitungan  $A_{hous}$  pada dasarnya merupakan nilai estimasi. Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung  $A_{hous}$  adalah:

$$A_{hous} = A_{hous,1} + A_{hous,2} \quad \text{Persamaan 13}$$

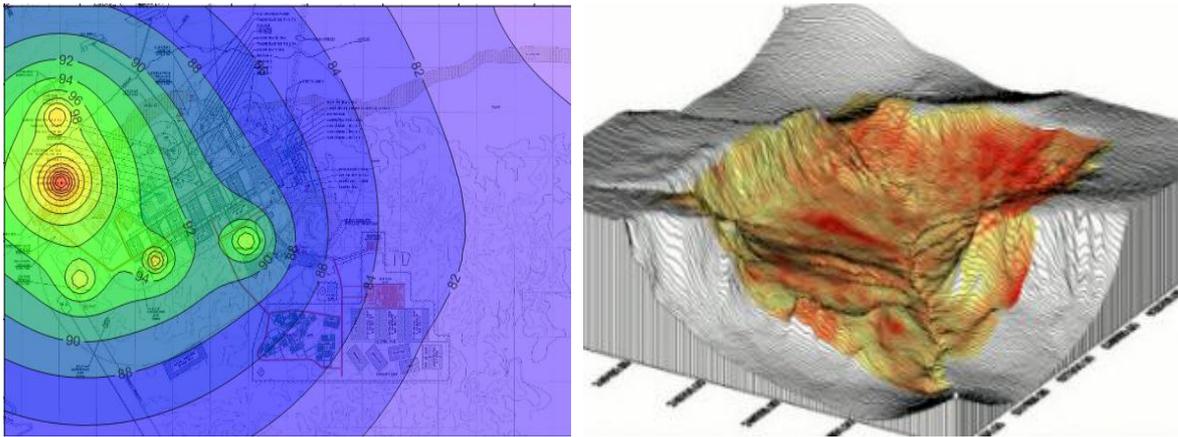
$$A_{hous,1} = 0.1Bd_b \quad dB \quad \text{Persamaan 14}$$

$$A_{hous,2} = -10\text{Log} \left[ 1 - (p/100) \right] \quad dB \quad \text{Persamaan 15}$$

- dengan
- $A_{hous,2}$  : diperhitungkan jika terdapat barisan bangunan di dekat jalanan, rel kereta, dan koridor lainnya.
  - B : kerapatan bangunan atau perumahan sepanjang jalur propagasi, yaitu luas area yang terisi bangunan dibagi dengan luar area keseluruhan
  - $d_b$  : panjang total jalur propagasi, dihitung sama dengan prosedur pada **Gambar 2.4**.
  - p : persentasi panjang selubung (*façade*) relatif terhadap panjang total jalan atau rel kereta

## 2.2 SURFER

*Surfer* merupakan piranti lunak yang dapat digunakan untuk menghasilkan data pemodelan berupa visualisasi 3D, kontur, serta *surface*. Pada dasarnya, *Surfer* mentransformasikan data XYZ menjadi pemetaan dalam bentuk 3D, kontur, atau *surface*. Keunggulan *Surfer* adalah adanya pilihan beberapa metoda *gridding* serta parameter *gridding* yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan.



**Gambar 2.6** Contoh tampilan data visualisasi keluaran SURFER

### 2.3 Prosedur Pengerjaan

Prosedur pengerjaan model secara singkat dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1. Pengumpulan semua data input yang diperlukan untuk model diantaranya parameter dan data sumber kebisingan (lokasi sumber dan daya suara yang dihasilkan sumber), serta data pendukung lainnya yang berguna untuk analisis hasil pemodelan;
2. Pengecekan terhadap kualitas data yang dikumpulkan (*quality control* dan *quality assurance*);
3. Pemakaian piranti lunak MATLAB® untuk pemodelan;
4. Pemakaian piranti lunak SURFER untuk presentasi statistik data meteorologi;
5. Interpretasi dan analisis data hasil pemodelan.

### 3 Parameter Input dan Data Pendukung

Pemodelan paparan kebisingan melibatkan data yang saling berhubungan satu dengan lainnya diantaranya adalah karakteristik dan lokasi sumber bising, serta skenario yang digunakan dalam pemodelan. Karena itu, ketersediaan data yang lengkap dan terpercaya sangat menentukan akurasi dari hasil pemodelan. Berikut ini adalah data terkait yang menjadi masukan bagi model.

#### Lokasi Sumber Bising dan Reseptor

Sumber bising dari kegiatan konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG terbagi menjadi 7 area yang masing-masing memiliki aktivitas kegiatan yang berbeda. Lokasi serta aktivitas kegiatan ditunjukkan pada **Gambar 1.1** dan **Tabel 1.1**.

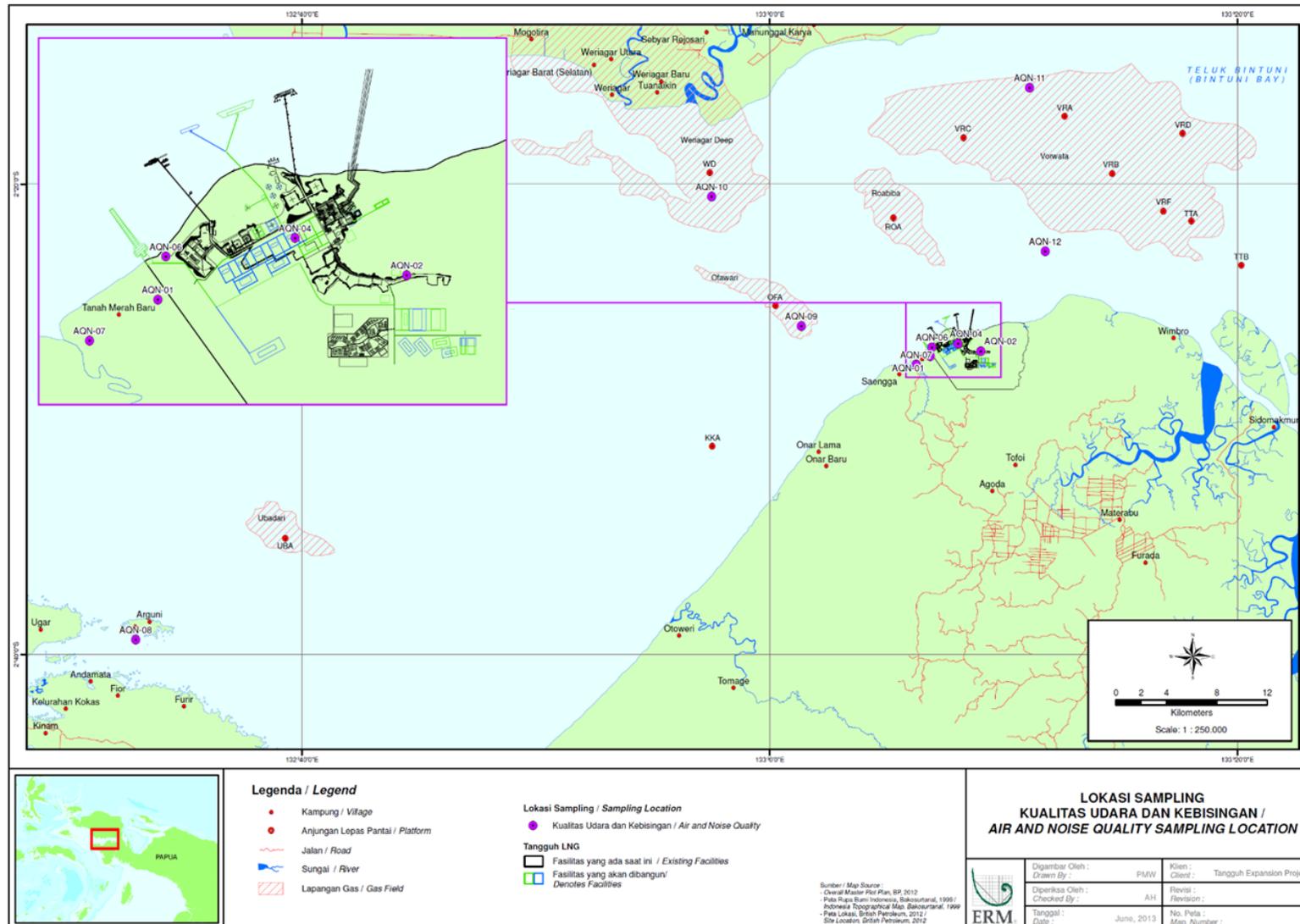
#### Rona awal lingkungan

Untuk mengetahui rona lingkungan awal di Tangguh LNG dilakukan pengukuran nilai  $L_{eq}$  setiap 5 detik, dengan pengukuran selama 10 menit. Pada dasarnya, pengukuran kebisingan dilakukan untuk menggambarkan aktivitas selama 24 jam di Tangguh LNG, yaitu dengan melakukan pengukuran minimum 4 waktu pengukuran pada siang hari dan 3 waktu pengukuran pada malam hari. Setiap pengukuran tingkat kebisingan tersebut harus dapat mewakili selang waktu 16 jam pada siang hari (06.00-22.00) dan 8 jam pada malam hari (22.00-06.00).

Akan tetapi, pada pengukuran tingkat kebisingan di Tangguh LNG, dikarenakan alasan *safety* maka hanya dilakukan tiga kali pengukuran pada siang hari di 12 titik terpilih (data yang didapat dari Intertek hanya 6 titik). Dengan demikian, nilai  $L_{eq}$  yang didapatkan setara dengan  $L_s$  ( $L_{eq}$  selama siang hari), dengan nilai yang dianggap mewakili selama 16 jam selang waktu siang hari (06.00-22.00). Rekapitulasi data hasil tiga kali pengukuran  $L_{avg}$  pada setiap titik, serta perhitungan  $L_{eq}$  dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1.** Hasil pengukuran  $L_{avg}$  serta perhitungan  $L_{eq}$

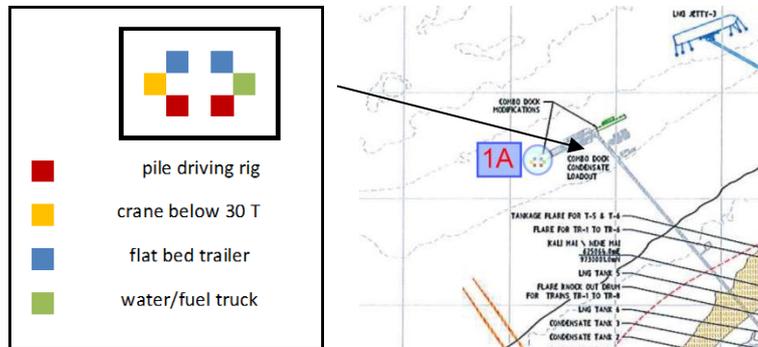
Titik	$L_{avg}$ (dBA) terukur			$L_{eq}$ per titik
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
AQN-01	46,4	43,9	37,5	43,9
AQN-02	47,6	37,2	38,5	43,7
AQN-04	52,7	52	57,8	54,9
AQN-06	41	40,8	40,7	40,8
AQN-07	49	48,9	50,7	49,7
AQN-08	53,2			53,2



Gambar 3.1 Peta lokasi pengukuran kebisingan untuk rona awal lingkungan di area Proyek Pengembangan Tangguh LNG

### Jumlah, jenis, dan besar daya suara peralatan

Besar paparan kebisingan sangat ditentukan dengan jumlah sumber bising serta daya suara yang diradiasikan. **Tabel 3.2** berisi data jenis dan jumlah peralatan yang digunakan pada kegiatan konstruksi Tangguh LNG beserta daya suara yang diradiasikan. Data daya suara peralatan diambil dari *FHWA Highway Construction Noise Handbook*. Sedangkan contoh *positioning* peralatan pada skenario Tahun 2014 di area 1A ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



**Gambar 3.2** Contoh *positioning* peralatan untuk pemodelan (skenario kegiatan *piling* di area 1A, semester awal tahun 2015)

### Skenario Pemodelan

Kegiatan konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG direncanakan berlangsung dari tahun 2014 hingga tahun 2018. Selama periode tersebut, jenis aktivitas yang dilakukan beragam serta dilakukan tidak bersamaan serta dilaksanakan tersebar di seluruh area tangguh. Skenario pemodelan yang digunakan berdasarkan pada rencana aktivitas tersebut (lihat **Tabel 1.1**). Untuk mendapatkan hasil pemodelan yang lebih akurat, skenario untuk pemodelan dibagi menjadi 8 skenario berdasarkan kelompok aktivitas yang dilakukan bersamaan, yaitu skenario 2014, skenario semester 1 2015, skenario semester II 2015, skenario semester 1 2016, skenario semester II 2016, skenario semester 1 2017, skenario semester II 2017, dan skenario 2018.

Skenario yang digunakan untuk pemodelan tingkat kebisingan adalah skenario terburuk, yaitu ketika semua peralatan pada skenario tahun tersebut digunakan. Variasi nilai kebisingan sebenarnya akan tergantung pada variasi kegiatan, variasi serta jumlah peralatan yang digunakan. Untuk mengetahui variasi nilai kebisingan, dilakukan juga pemodelan dengan mempertimbangkan jumlah penggunaan peralatan sebesar 50%, serta 25% dari keseluruhan peralatan. Pemodelan ini menghasilkan kontur Leq yang didapatkan dengan mengombinasikan nilai tingkat tekanan suara saat jam kerja konstruksi (asumsi jam kerja: 08.00 – 16.00), serta tingkat kebisingan ambien pada saat kegiatan konstruksi tidak berlangsung (asumsi waktu: jam 16.00 – 08.00).

Nilai kebisingan ambien yang digunakan pada siang hari sesuai dengan hasil pengukuran rona awal lingkungan. Sedangkan nilai kebisingan ambien yang digunakan pada malam hari 40 dB, mengacu pada *Environmental Quality Standards for Noise* negara Jepang. Pada pemodelan ini diasumsikan jarak referensi sumber suara dihitung dari titik tengah sumber suara. Hal ini dikarenakan dimensi sumber suara tidak diketahui. Dalam pemodelan ini, diperhitungkan juga atenuasi akibat *ground effect* serta atenuasi akibat keberadaan hutan di sekitar area Tangguh LNG.



#### 4 Prakiraan Dampak Paparan Kebisingan di Tangguh LNG

Kebisingan yang ditimbulkan oleh pengoperasian peralatan dan kegiatan-kegiatan konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG yang terkait diprediksi akan menimbulkan dampak terhadap reseptor di sekitarnya, baik manusia serta satwa liar. Walaupun sifat fisik kebisingan dan pendengaran dapat dipahami dengan baik, namun konsep gangguan (*annoyance*) dan kebisingan masih belum dipahami dengan baik. [AMDAL BP Tangguh 2002]

Untuk tujuan prakiraan dampak, Baku Mutu Tingkat Kebisingan yang berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 diterapkan untuk mengetahui signifikan atau tidaknya dampak tersebut terjadi, yaitu sebagaimana yang ditunjukkan dalam **Tabel 1.2**.

Secara umum, dampak kebisingan bagi satwa liar dapat ditentukan oleh sejauh mana kebisingan mengganggu fungsi ekosistem. Kebisingan memiliki potensi untuk mempengaruhi satwa liar dalam berbagai hal, bervariasi untuk berbagai jenis hewan. Tingkat reaksi satwa liar terhadap kebisingan bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, musim, situasi, paparan sebelumnya terhadap kebisingan, tingkat kebisingan, dan spektrum frekuensi.

Penelitian mengenai dampak kebisingan terhadap satwa liar telah banyak dilakukan sejak puluhan tahun yang lalu. Berdasarkan penelitian Klein pada tahun 1971, kebisingan dapat menyebabkan reaksi terkejut dan ketakutan pada satwa. Hal ini menyebabkan terjadinya interupsi terhadap aktivitas satwa. Misalnya, bising jala-jala listrik menyebabkan penurunan aktivitas reproduksi pada rusa. Jika kebisingan berlangsung secara terus menerus, satwa liar akan bermigrasi dan lebih jauh lagi dapat menyebabkan kepunahan bila habitat yang baru tidak sesuai. (Dufour, 1980)

Berdasarkan data dari Tangguh LNG, satwa liar yang tinggal di sekitar area Tangguh LNG terdiri dari 62 jenis burung, 31 jenis herpetofauna (terbagi menjadi 11 jenis amfibia dan 17 jenis reptil) sebagaimana ditunjukkan pada Sub-bab 2.2.1.2 tentang rona fauna terrestrial di Tangguh LNG.

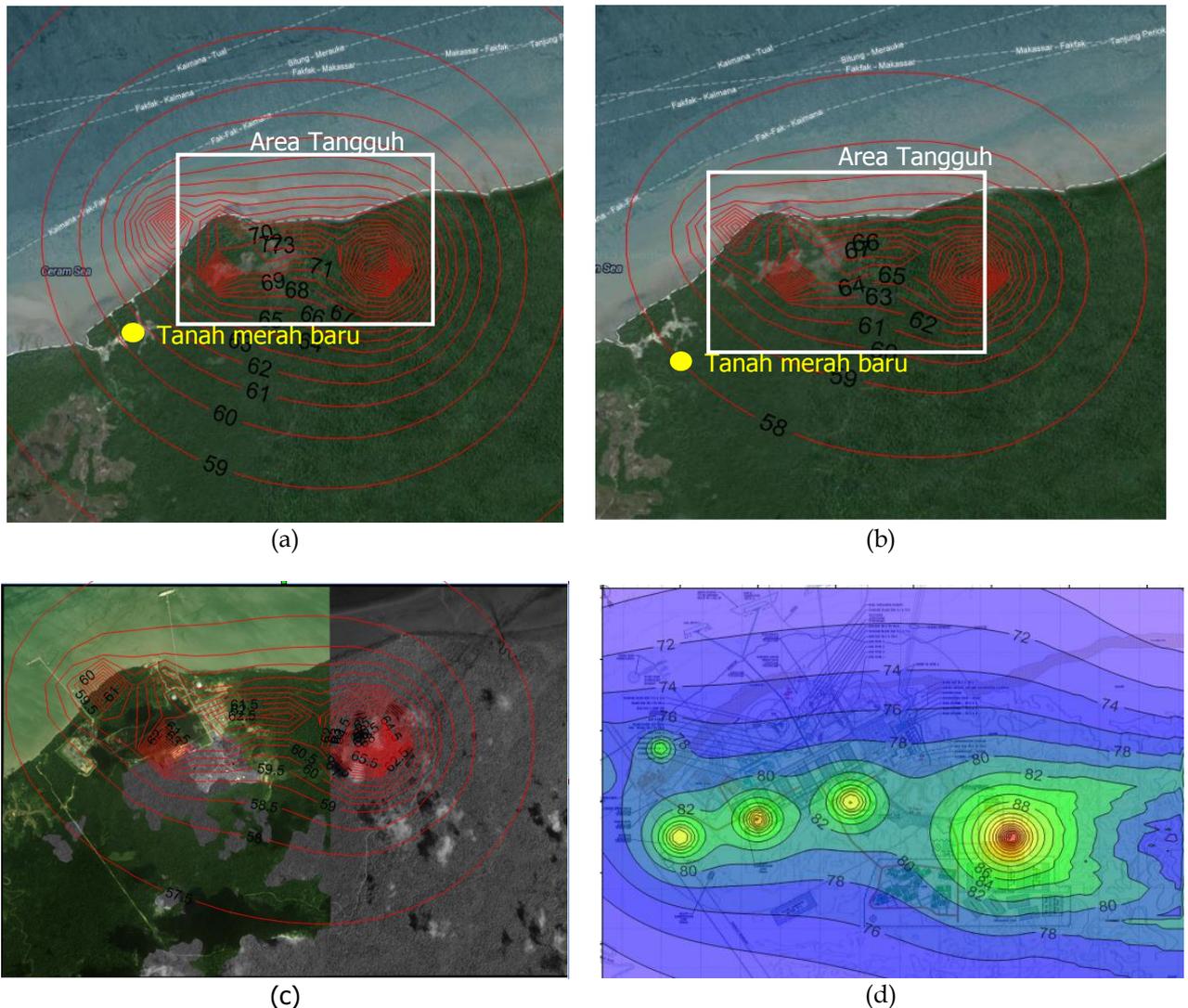
Seperti yang telah dipaparkan pada Bab 3, skenario pemodelan yang digunakan didasarkan pada rencana aktivitas konstruksi di Proyek Pengembangan Tangguh LNG (lihat **Tabel 1.1**) yang kemudian dibagi menjadi 8 skenario berdasarkan kelompok aktivitas yang dilakukan bersamaan, yaitu skenario 2014, skenario semester 1 2015, skenario semester II 2015, skenario semester 1 2016, skenario semester II 2016, skenario semester 1 2017, skenario semester II 2017, dan skenario 2018.

Skenario yang digunakan untuk pemodelan tingkat kebisingan adalah skenario terburuk, yaitu ketika semua peralatan pada skenario tahun tersebut digunakan. Variasi nilai kebisingan

sebenarnya akan tergantung pada variasi kegiatan, variasi serta jumlah peralatan yang digunakan. Untuk mengetahui variasi nilai kebisingan, dilakukan juga pemodelan dengan mempertimbangkan jumlah penggunaan peralatan sebesar 50%, serta 25% dari keseluruhan peralatan. Pemodelan ini menghasilkan kontur Leq yang didapatkan dengan mengombinasikan nilai tingkat tekanan suara saat jam kerja konstruksi (asumsi jam kerja: 08.00 – 16.00), serta tingkat kebisingan ambien pada saat kegiatan konstruksi tidak berlangsung (asumsi waktu: jam 16.00 – 08.00).

Nilai kebisingan ambien yang digunakan pada siang hari sesuai dengan hasil pengukuran rona awal lingkungan. Sedangkan nilai kebisingan ambien yang digunakan pada malam hari 40 dB, mengacu pada *Environmental Quality Standards for Noise* negara Jepang. Pada pemodelan ini diasumsikan jarak referensi sumber suara dihitung dari titik tengah sumber suara. Hal ini dikarenakan dimensi sumber suara tidak diketahui. Dalam pemodelan ini, diperhitungkan juga atenuasi akibat *ground effect* serta atenuasi akibat keberadaan hutan di sekitar area Tangguh LNG.

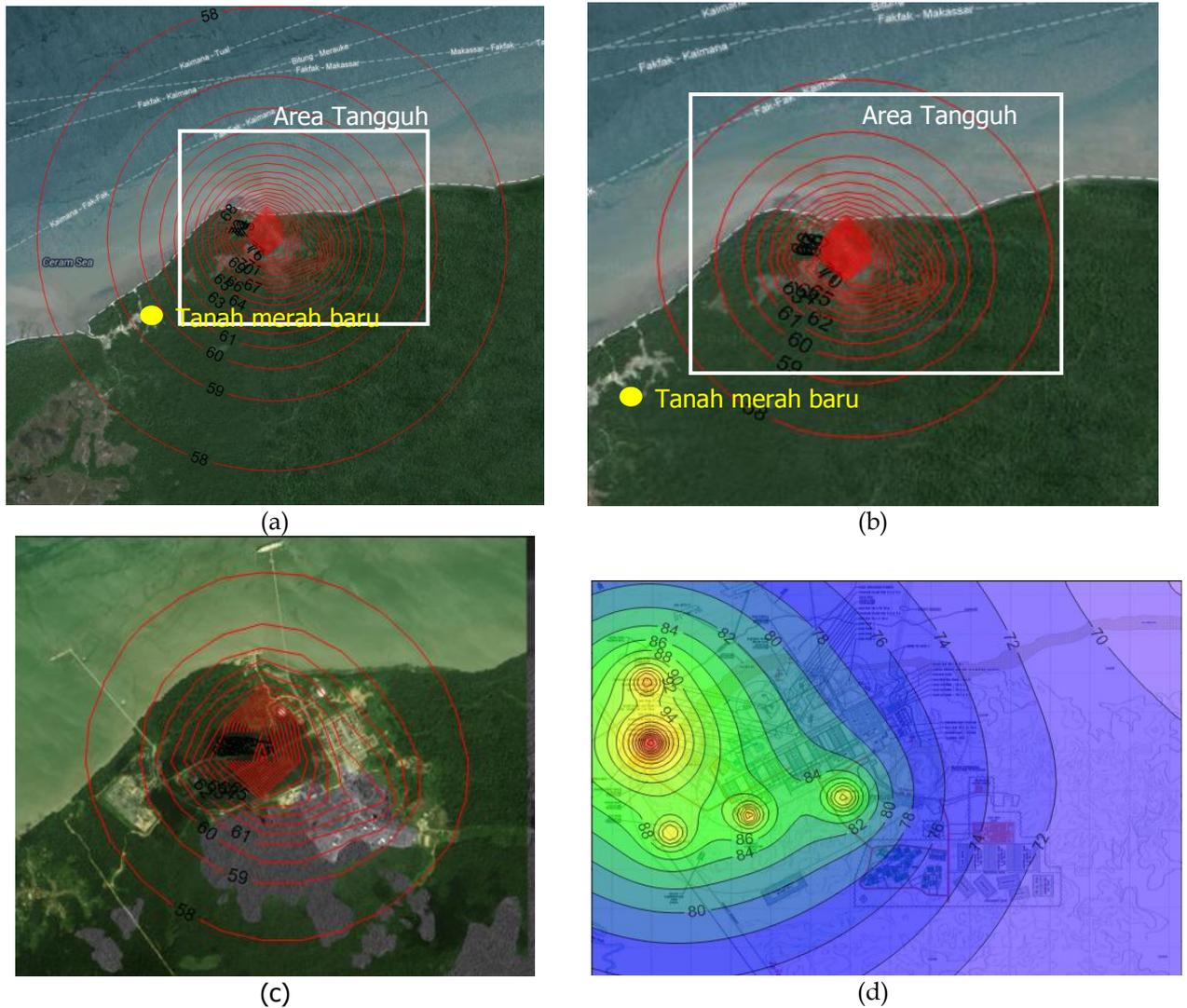
Hasil pemodelan



**Gambar 4.1** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario tahun 2014.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

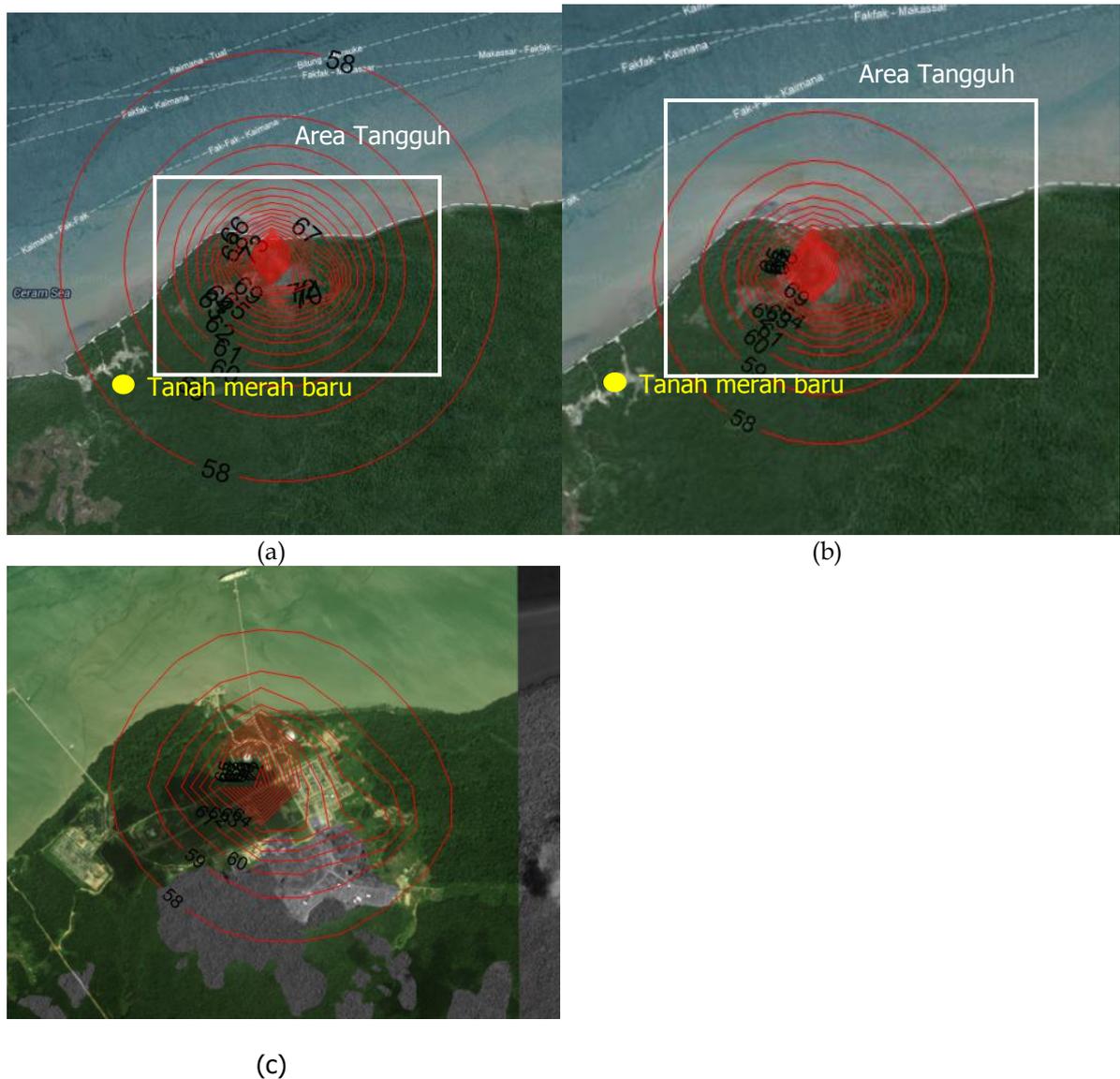
Pada pemodelan dengan skenario tahun 2014, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 61 dB. Bila peralatan yang digunakan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 58 dB. Pengurangan peralatan hingga hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan menyebabkan penurunan tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru menjadi 57 dB. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 68 dB.



**Gambar 4.2** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015 dengan seluruh kegiatan dilaksanakan bersamaan.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

Jika pada pemodelan skenario semester I tahun 2015 seluruh aktivitas konstruksi di area 1A, 6A, dan 7B dilakukan bersamaan (Area 1A: *piling, concrete, installation*; Area 6A: *earthwork, foundation, dan construct*; Area 7B: *piling dan concrete*), tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 60 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga sekitar 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru kurang dari 58 dB. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 68 dB.

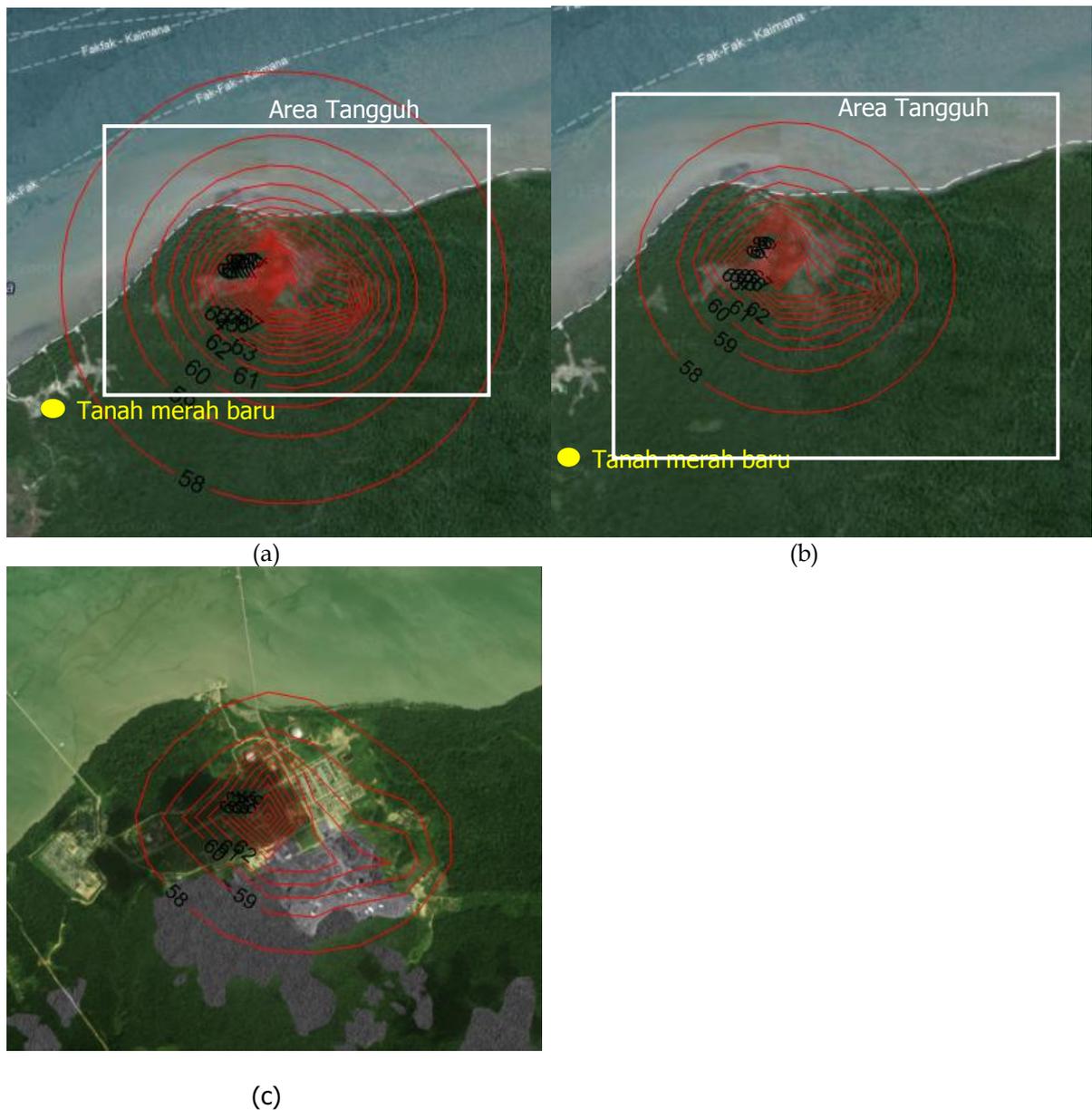


**Gambar 4.3** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015: kegiatan *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, *piling* di area 7B.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan.

Jika pada pemodelan skenario semester I tahun 2015 aktivitas yang dilakukan adalah *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, *piling* di area 7B, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 58 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga kurang dari 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan 58 dB dicapai di dalam area konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG.



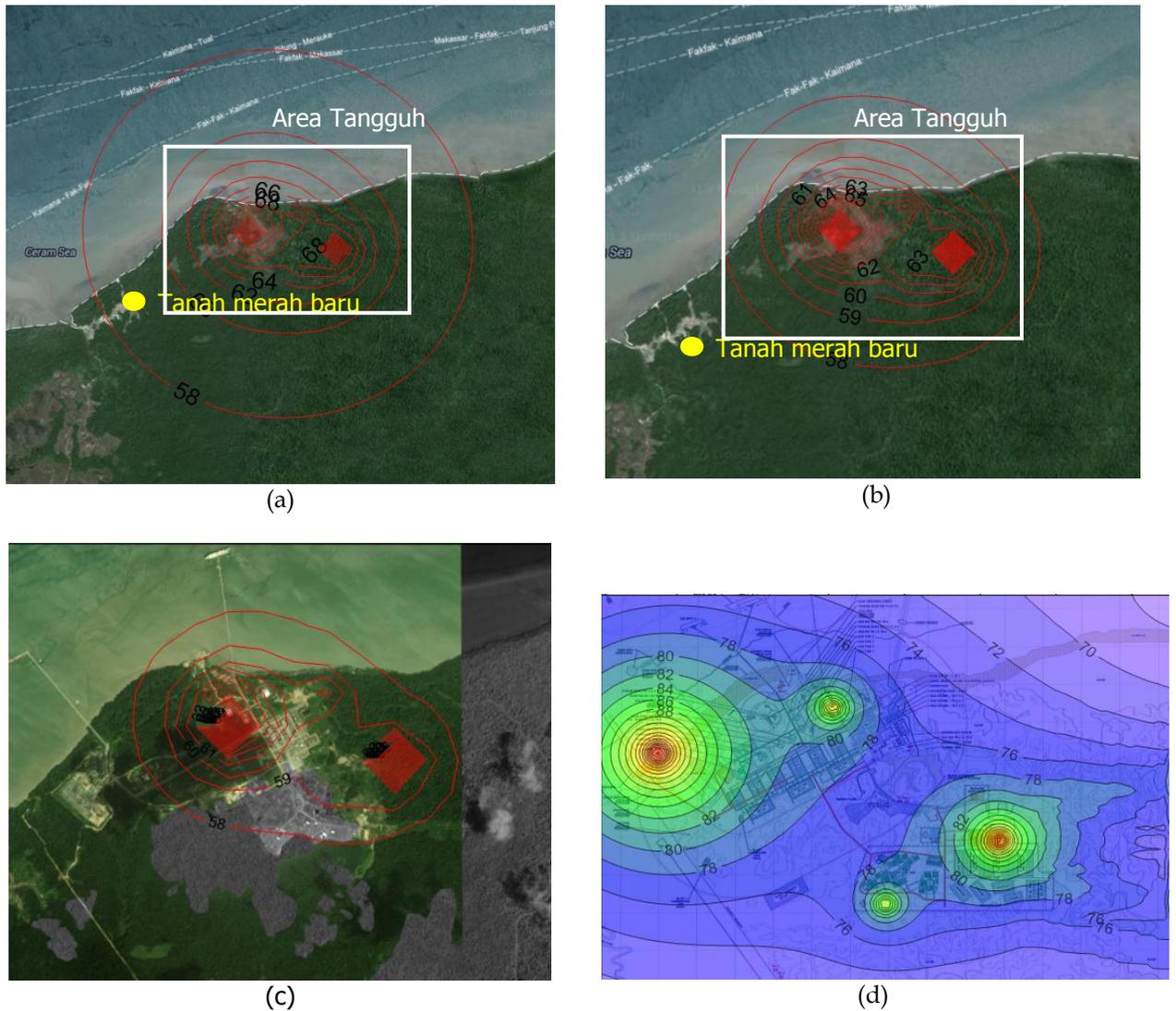


**Gambar 4.5** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2015:

kegiatan *installation* di area 1A, *construct* di area 6A, *concrete* di area 7B

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan.

Jika pada pemodelan skenario semester I tahun 2015 aktivitas yang dilakukan adalah *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, *piling* di area 7B, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 58 dB. Jika peralatan yang digunakan 50% dan 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan 58 dB dicapai di dalam area konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG.



**Gambar 4.6** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2015.

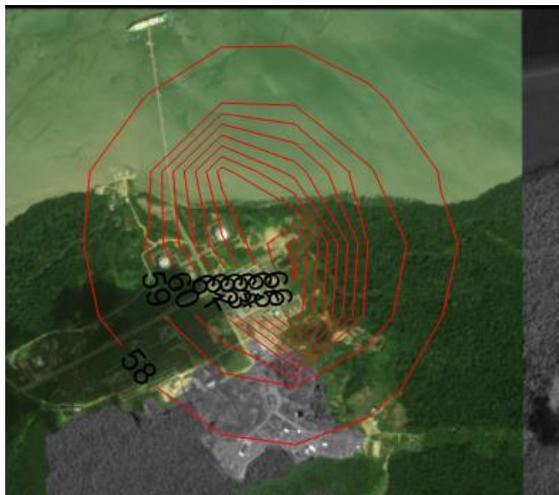
(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

Pada pemodelan skenario semester II tahun 2015, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 59 dB. Jika peralatan yang digunakan 50% dan 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan 58 dB dicapai di dalam area konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 68 dB.

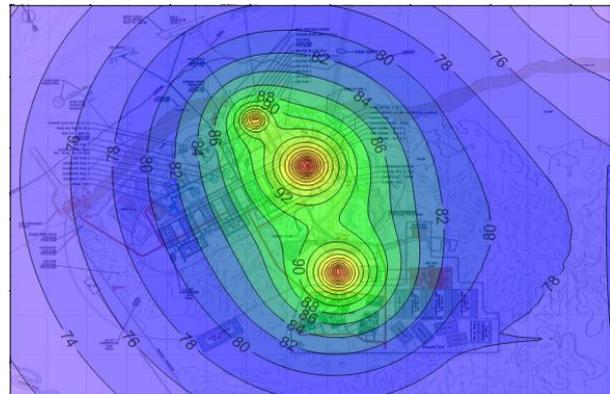


(a)

(b)



(c)

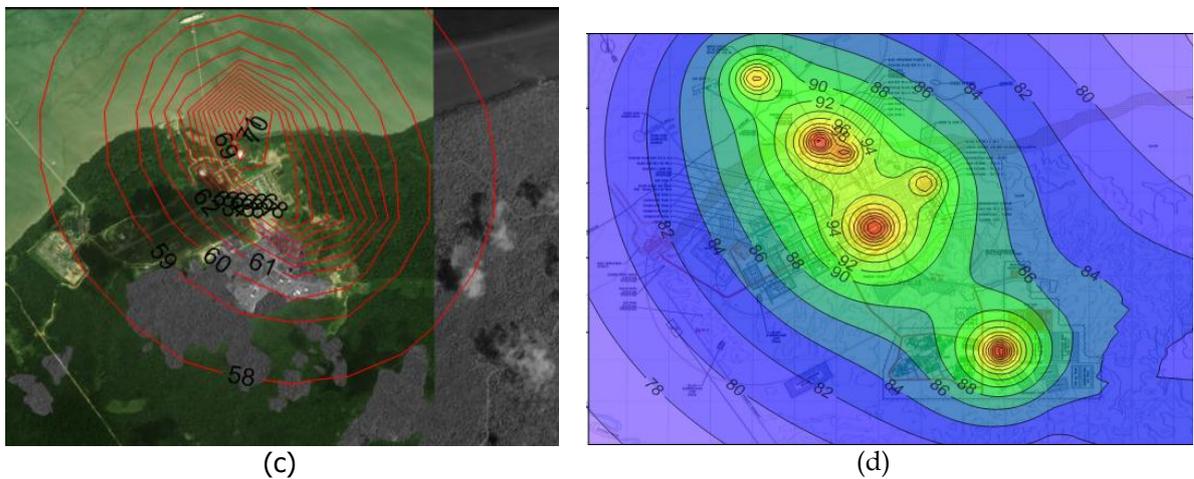
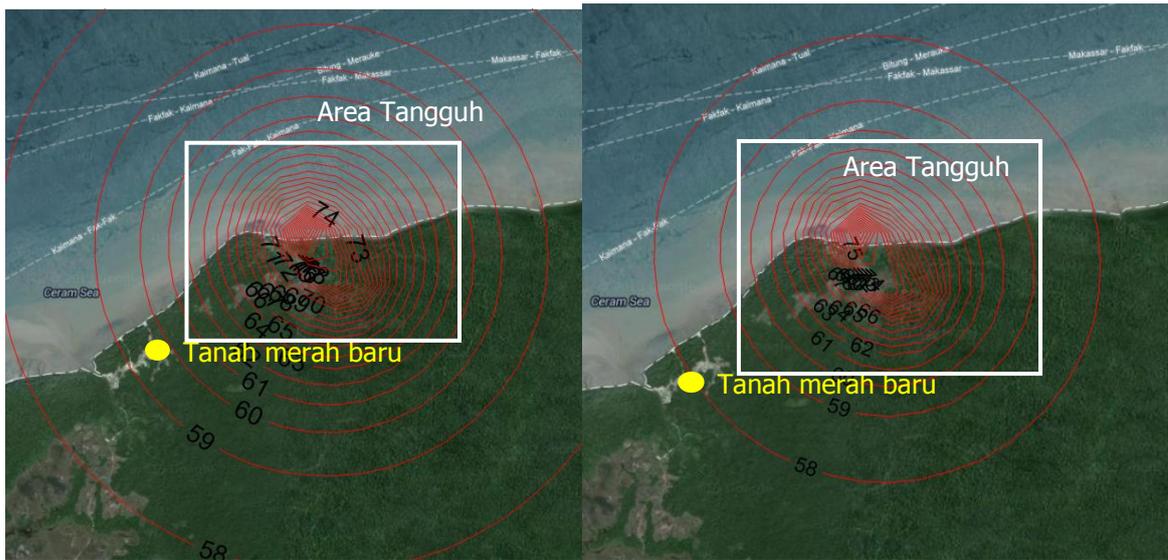


(d)

**Gambar 4.7** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2016.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

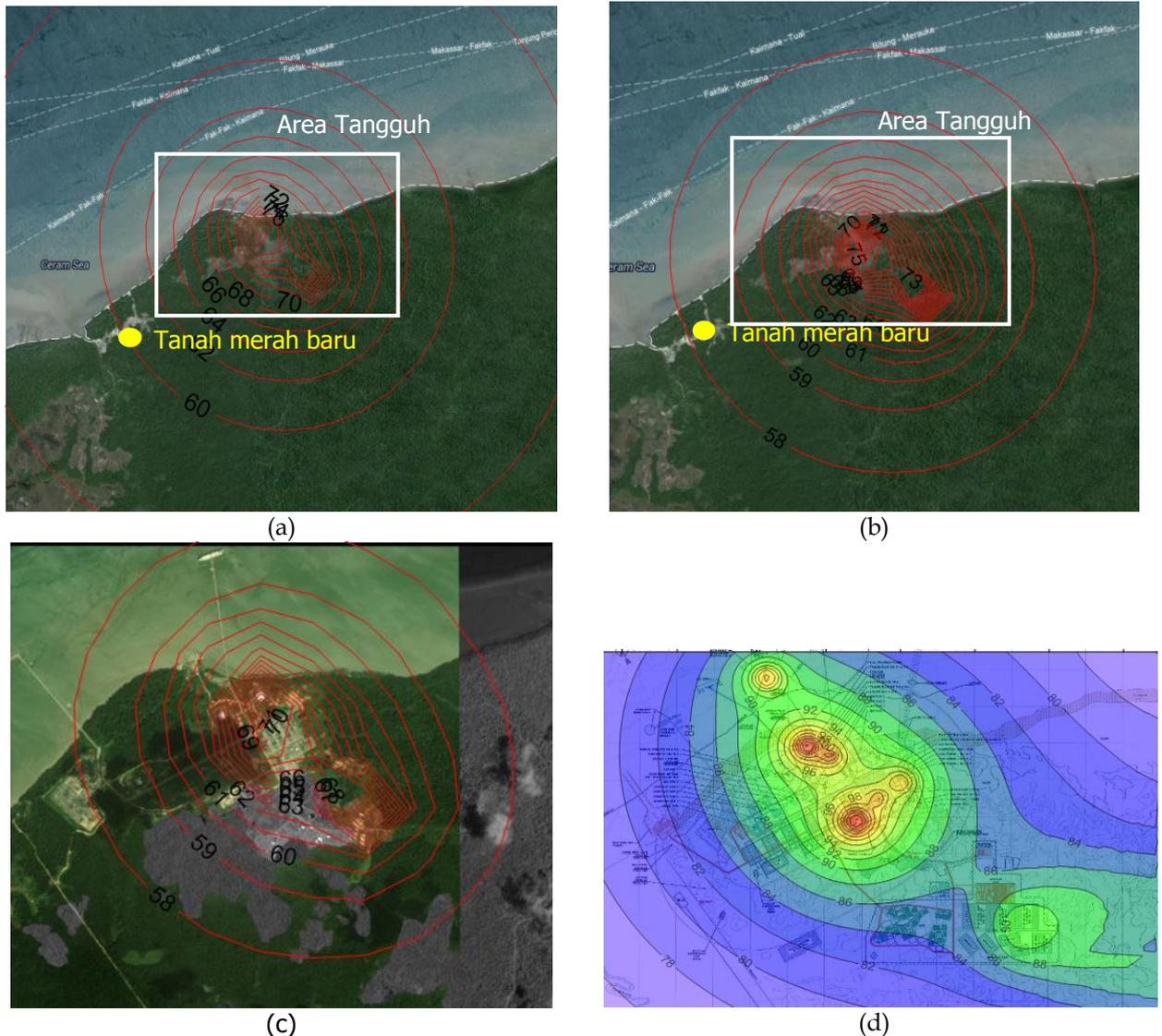
Pada pemodelan skenario semester I tahun 2016, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 59 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga kurang dari 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan 58 dB dicapai di dalam area konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 70 dB.



**Gambar 4.8** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2016.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

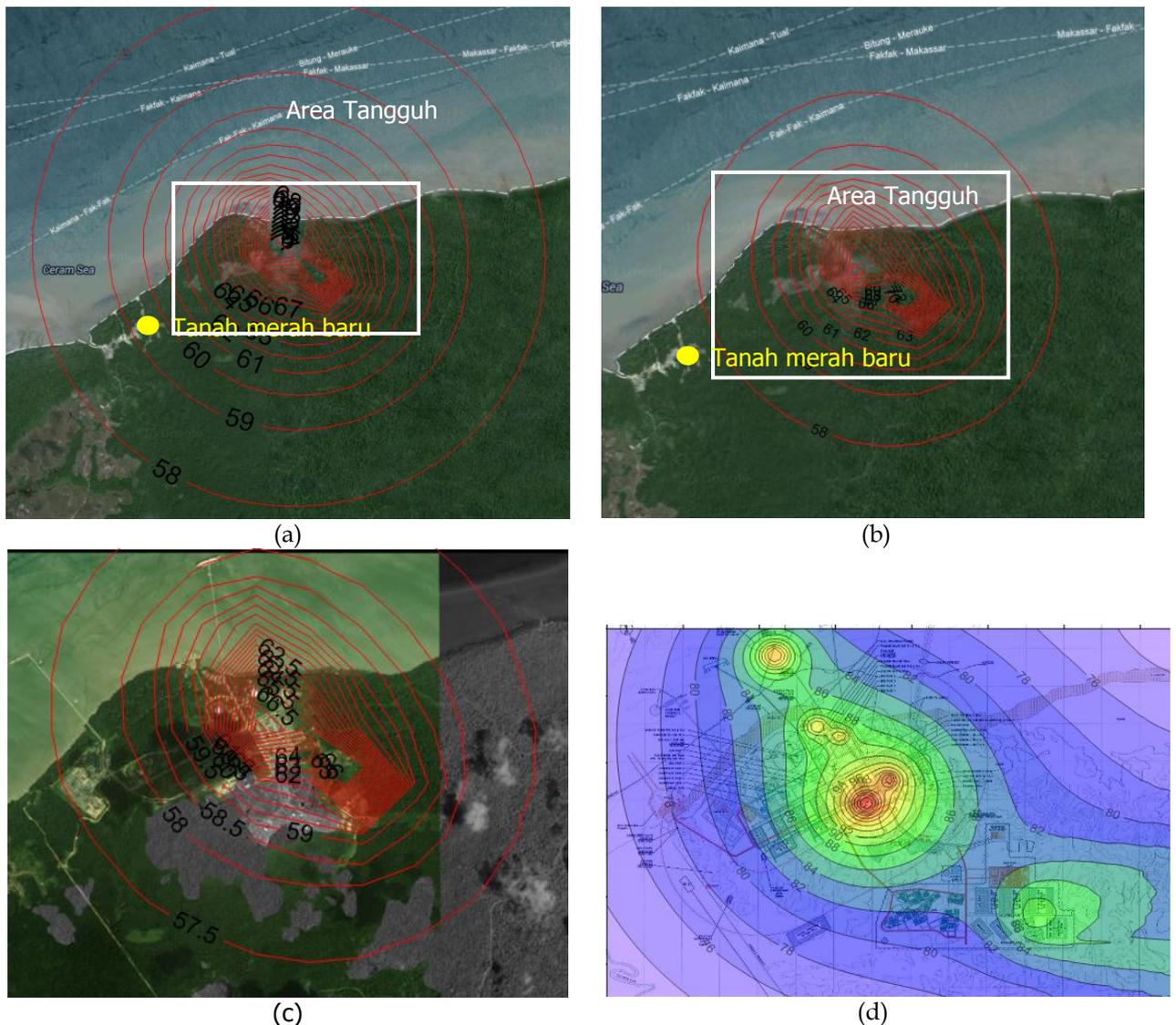
Pada pemodelan skenario semester II tahun 2016, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 61 dB. Penggunaan peralatan sebesar 60% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga sekitar 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan 58 dB dicapai di dalam area konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 76 dB.



**Gambar 4.9** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester I tahun 2017.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

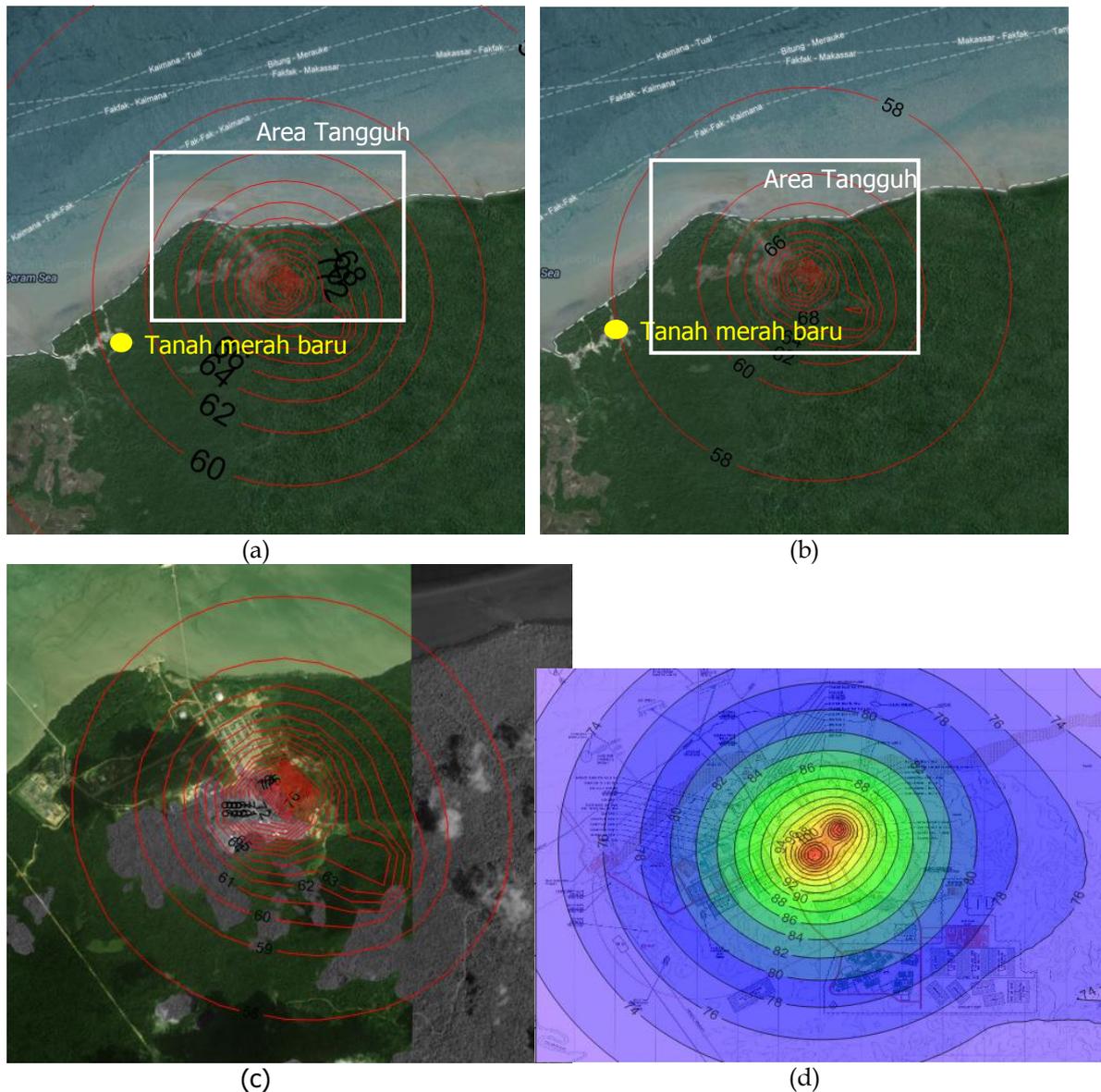
Pada pemodelan skenario semester I tahun 2017, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 60 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga kurang dari 59 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru kurang dari 58 dB. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 76 dB.



**Gambar 4.10** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario semester II tahun 2017.

(a)Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

Pada pemodelan skenario semester II tahun 2017, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 59 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga sekitar 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru kurang dari 58 dB. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 74 dB.

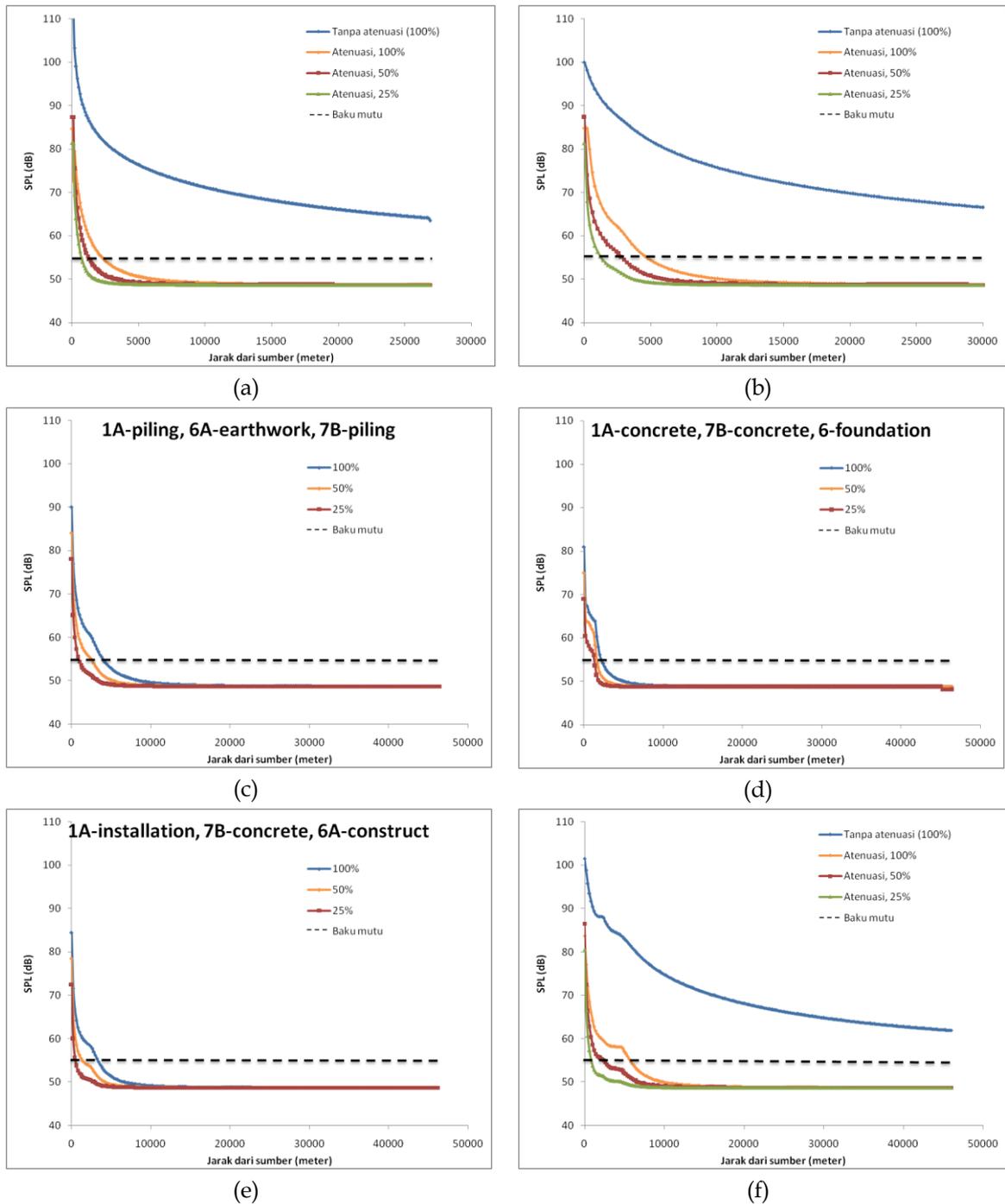


**Gambar 4.11** Hasil pemodelan tingkat kebisingan berdasarkan skenario tahun 2018.

(a) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 100% dari keseluruhan, (b) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 50% dari keseluruhan, (c) Kontur kebisingan area di sekitar Tangguh LNG yang mengalami paparan kebisingan di atas 55 dBA dengan jumlah peralatan 25% dari keseluruhan, (d) Paparan kebisingan di area Tangguh LNG.

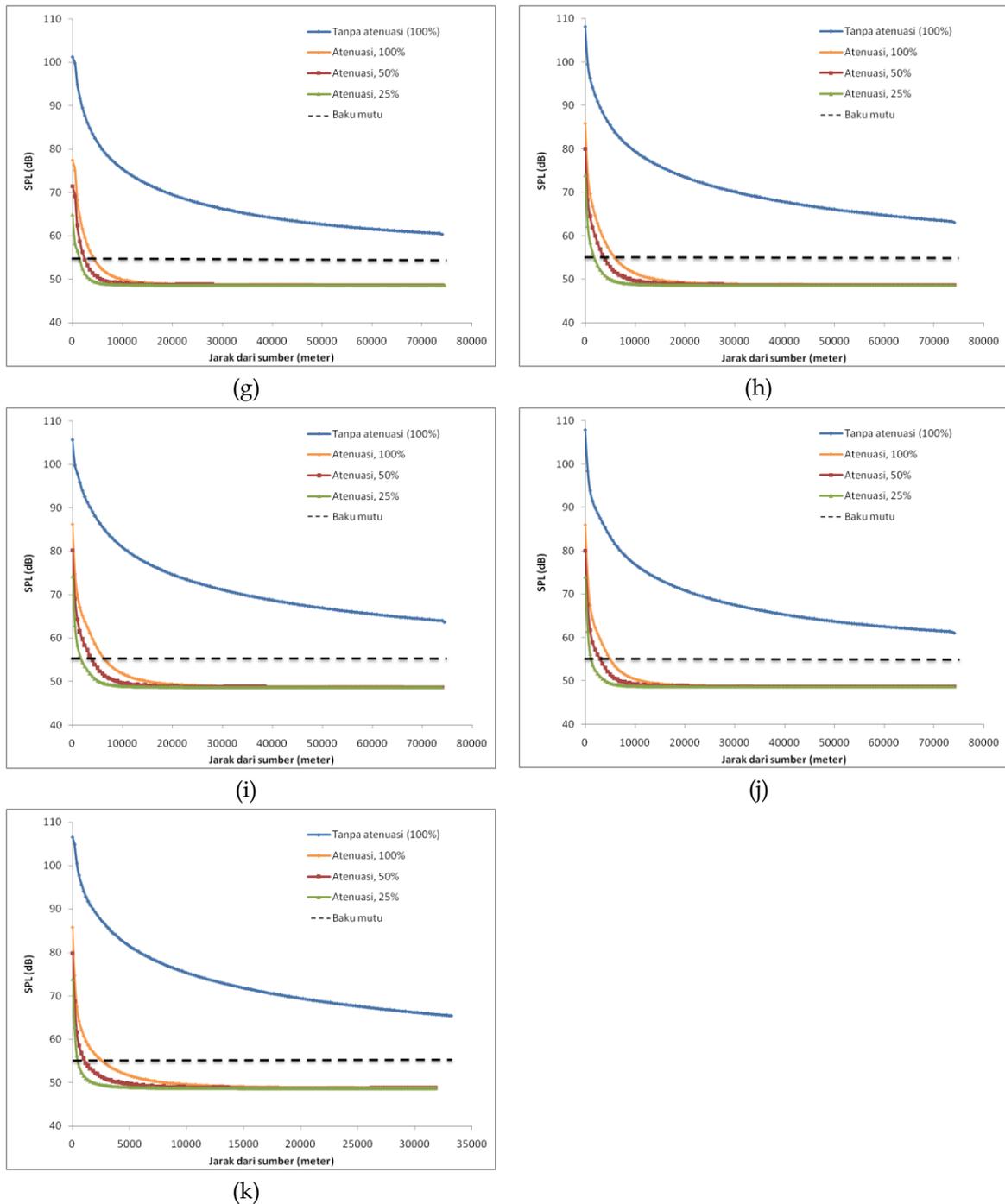
Pada pemodelan skenario tahun 2018, tingkat kebisingan yang diterima di daerah Tanah Merah Baru sekitar 60 dB. Penggunaan peralatan sebesar 50% dari total seluruh peralatan, menurunkan tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru hingga sekitar 58 dB. Jika peralatan yang digunakan hanya 25% dari keseluruhan peralatan yang digunakan, tingkat kebisingan di daerah Tanah Merah Baru kurang dari 58 dB. Sedangkan di area Tangguh LNG, tingkat kebisingan yang diterima lebih dari 72 dB.

Penurunan tingkat tekanan suara terhadap jarak dari sumber kebisingan



**Gambar 4.12** Grafik penurunan tingkat tekanan suara terhadap jarak dari sumber kebisingan untuk :

(a) skenario 2014, (b) skenario semester I tahun 2015 semua kegiatan bersamaan, (c) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, *piling* di area 7B, (d) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *concrete* di area 1A, *foundation* di area 6A, *concrete* di area 7B, (e) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *installation* di area 1A, *construct* di area 6A, *concrete* di area 7B, (f) ) skenario semester II tahun 2015, (g) skenario semester I tahun 2016, (h) skenario semester II tahun 2016, (i) skenario semester I tahun 2017, (j) skenario semester II tahun 2017, dan (k) skenario semester I tahun 2018.



**Gambar 4.12** Grafik penurunan tingkat tekanan suara terhadap jarak dari sumber kebisingan untuk :

(a) skenario 2014, (b) skenario semester I tahun 2015 semua kegiatan bersamaan, (c) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, *piling* di area 7B, (d) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *concrete* di area 1A, *foundation* di area 6A, *concrete* di area 7B, (e) skenario semester I tahun 2015 kegiatan *installation* di area 1A, *construct* di area 6A, *concrete* di area 7B, (f) skenario semester II tahun 2015, (g) skenario semester I tahun 2016, (h) skenario semester II tahun 2016, (i) skenario semester I tahun 2017, (j) skenario semester II tahun 2017, dan (k) skenario semester I tahun 2018. (lanjutan)

Untuk skenario tahun 2014, dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 3.000 meter (3 km) dari sumber. Untuk skenario semester I tahun 2015, dengan penggunaan 100% peralatan serta bila seluruh kegiatan dilakukan secara bersamaan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 5.000 meter (5 km) dari sumber. Bila kegiatan yang dilakukan hanya piling di area 1A, *earthwork* di area 6A, dan *piling* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 4.000 meter (4 km). Bila kegiatan yang dilakukan hanya *concrete* di area 1A, *foundation* di area 6A, *concrete* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 2.200 meter (2,2 km). Sedangkan bila kegiatan yang dilakukan hanya *installation* di area 1A, *construct* di area 6A, *concrete* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 3.400 meter (3,4 km).

Sedangkan untuk skenario semester I tahun 2016, dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 4.500 meter (4,5 km) dari sumber. Untuk skenario semester II tahun 2016 dengan aktivitas yang melibatkan lebih banyak peralatan berat, penggunaan 100% peralatan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 6.000 meter (6 km) dari sumber.

Pada skenario semester I tahun 2017, penggunaan 100% peralatan menyebabkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 7.800 meter (7,8 km) dari sumber. Sedangkan simulasi skenario semester II tahun 2017, penggunaan 100% peralatan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 5.000 meter (5 km) dari sumber.

Pada skenario tahun 2018, aktivitas konstruksi berkurang, sehingga dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dapat dicapai pada jarak sekitar 2.600 meter (2,6 km) dari sumber.

Berdasarkan hasil pemodelan prakiraan dampak, dapat dilihat bahwa kegiatan pembukaan lahan dan konstruksi kilang Tangguh LNG memiliki dampak yang tidak terlalu signifikan terhadap kenaikan tingkat bising di area sekitar Tangguh LNG, termasuk area hutan.

Kebisingan memiliki dampak signifikan pada satwa liar, yang sangat bergantung pada sinyal pendengaran untuk dapat bertahan hidup. Peningkatan tingkat tekanan suara ambien dapat mengganggu atau menutupi sinyal komunikasi yang digunakan dalam perkawinan atau kelangsungan hidup, yang berakibat mempengaruhi aktivitas kawin, distribusi populasi, serta deteksi predator atau pemangsa.

Pada serangga seperti kumbang, capung, dan kepik, spektrum frekuensi yang dapat mengganggu adalah spektrum frekuensi *inaudible*, yaitu frekuensi lebih tinggi dari 20 MHz. Oleh karena itu, dampak kebisingan konstruksi tidak terlalu berpengaruh pada serangga. Satwa liar yang paling terkena dampak adalah burung, karena sensitivitas burung terhadap kenaikan tingkat kebisingan relatif tinggi.

Potensi dampak kebisingan terhadap satwa liar meliputi kerusakan pendengaran, perubahan fisiologis, dan perubahan perilaku. Dampak ini dibagi lagi kedalam dampak primer dan sekunder. Dampak primer adalah dampak fisik secara langsung ke hewan. Dampak sekunder adalah perubahan secara tidak langsung yang terjadi antara hewan dan lingkungannya. Dampak kebisingan terhadap satwa liar dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Dampak pendengaran berhubungan dengan tingkat kebisingan yang sangat tinggi. Dampak ini akan menyebabkan gangguan pendengaran atau pergeseran ambang batas pendengaran, yaitu menurunnya sensitivitas telinga seperti gangguan pendengaran parsial. Pergeseran ambang batas pendengaran memiliki potensi mengganggu komunikasi serta mengurangi kemampuan hewan.

Dampak fisiologis, seperti perubahan metabolik dan hormonal, sering dikaitkan dengan stres. Tingkat stres pada satwa liar umumnya sulit untuk diukur. Untuk satwa liar, reaksi stres adalah bagian dari kelangsungan hidup dan kejadian rutin.

Perubahan pola perilaku merupakan dampak kebisingan yang paling signifikan pada satwa liar. Ketika kebisingan menjadi intrusi pada habitat satwa, dampak yang terjadi dapat berupa perubahan lokasi habitat dan pola migrasi, serta perilaku abnormal yang dapat menyebabkan kesulitan dalam perkawinan dan kelangsungan hidup.

**Tabel 4.1** Dampak kebisingan terhadap satwa liar (Ref: Air and Noise Compliance, 2012. Effects of Noise on Animals)

Jenis Dampak	Dampak Primer	Dampak Sekunder
Auditory (pendengaran)	Gangguan pendengaran	Perubahan hubungan antara predator dan umpan
	Pergeseran ambang batas pendengaran	Interferensi dalam perkawinan
		Penurunan dalam berbagai fungsi
Fisiologis	Stress	Penurunan kapasitas reproduksi
	Perubahan metabolisme	Penurunan imunitas
	Perubahan hormonal	Penurunan dalam berbagai fungsi
Perilaku	<i>Signal masking</i>	Perubahan hubungan antara predator dan umpan
	<i>Avoidance Behavior</i>	Penurunan jumlah populasi
		Migrasi dan hilangnya habitat
		Interferensi dalam perkawinan

## 5 Kesimpulan

Tangguh LNG berencana untuk mengembangkan operasinya dengan membangun Kilang LNG 3 sebagai pengembangan tahap awal serta rencana pengembangan tahap selanjutnya di antaranya berupa pembangunan Kilang LNG 4 serta fasilitas pendukung lainnya. Kegiatan ini termasuk pembangunan unit-unit baru yang terkait dengan kegiatan tersebut. Pada tahap konstruksi, peralatan-peralatan berat yang digunakan akan menjadi sumber kebisingan baru di area Tangguh LNG. Karena emisi kebisingan akan berlangsung terus menerus selama masa konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG, maka dilakukan pemodelan sebaran kebisingan dengan tujuan untuk memprediksi sebaran kebisingan yang diakibatkan oleh kegiatan konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Pemodelan dilakukan dengan piranti lunak MATLAB® yang didasarkan pada ISO 9613 mengenai Atenuasi Suara pada Propagasi di Luar Ruangan (*Attenuation of Sound during Propagation Outdoors*).

Hasil pemodelan sebaran kebisingan menunjukkan, untuk skenario tahun 2014, dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 3.000 meter (3 km) dari sumber. Untuk skenario semester I tahun 2015, dengan penggunaan 100% peralatan serta bila seluruh kegiatan dilakukan secara bersamaan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 5.000 meter (5 km) dari sumber. Bila kegiatan yang dilakukan hanya *piling* di area 1A, *earthwork* di area 6A, dan *piling* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 4.000 meter (4 km). Bila kegiatan yang dilakukan hanya *concrete* di area 1A, *foundation* di area 6A, *concrete* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 2.200 meter (2,2 km). Sedangkan bila kegiatan yang dilakukan hanya *installation* di area 1A, *construct* di area 6A, *concrete* di area 7B, baku mutu dicapai pada jarak sekitar 3.400 meter (3,4 km).

Sedangkan untuk skenario semester I tahun 2016, dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 4.500 meter (4,5 km) dari sumber. Untuk skenario semester II tahun 2016 dengan aktivitas yang melibatkan lebih banyak peralatan berat, penggunaan 100% peralatan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 6.000 meter (6 km) dari sumber. Pada skenario semester I tahun 2017, penggunaan 100% peralatan menyebabkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 7.800 meter (7,8 km) dari sumber. Sedangkan simulasi skenario semester II tahun 2017, penggunaan 100% peralatan menghasilkan baku mutu kebisingan dicapai pada jarak sekitar 5.000 meter (5 km) dari sumber. Sedangkan pada skenario tahun 2018, dengan penggunaan 100% peralatan baku mutu kebisingan dapat dicapai pada jarak sekitar 2.600 meter (2,6 km) dari sumber.

Secara keseluruhan, hasil pemodelan prakiraan dampak menunjukkan bahwa kegiatan pembukaan lahan dan konstruksi kilang Tangguh LNG memiliki dampak yang tidak terlalu signifikan terhadap kenaikan tingkat bising di area sekitar Tangguh LNG, termasuk area hutan. Meskipun pada beberapa skenario pemodelan, tingkat kebisingan di daerah pemukiman Tanah Merah Baru sedikit di atas baku mutu kebisingan.

## Referensi

Albert, DG. 2004. *Past Research on Sound Propagation Through Forest*. US Army Engineer Research and Engineering Laboratory. New Hampshire.

Air and Noise Compliance, 2012. *Effects of Noise on Animals*. [Online] Available at: <http://www.airandnoise.com/Animals.html> [Accessed 08 11 2012].

Dufour. 1980. *Effects of Noise on Wildlife and Other Animals: Review of Research since 1971*. United States Environmental Protection Agency. Washington DC.

ISO 9613. 1996. *Attenuation of Sound during Propagation Outdoors*. First Edition.



## Lampiran IV.5

# **Pemodelan Air Tanah**

**DATE** 16 April 2014

**REFERENCE No.** 138716004-016-TM-Rev2 ES

**TO** Rustam Effendi  
BP Berau Ltd

**CC**

**FROM** Budi Satriyo  
Geoff Perryman

**EMAIL** [batriyo@golder.co.id](mailto:batriyo@golder.co.id)  
[gperryman@golder.co.id](mailto:gperryman@golder.co.id)

**TANGGUH EXPANSION PROJECT – GROUNDWATER STUDY  
PRELIMINARY ANALYSIS OF SUBSIDENCE DUE TO GROUNDWATER ABSTRACTION**

**EXECUTIVE SUMMARY (ENGLISH)**

Golder has conducted a preliminary settlement analysis to estimate potential ground subsidence due to proposed groundwater abstraction from 4 proposed production wells at the Tangguh LNG facility site. The subsidence calculation was based on the conceptual groundwater model developed and corresponding drawdown results from the interim groundwater modelling for the Tangguh Expansion Project Groundwater Study. The subsidence was calculated at selected locations including the proposed wells along Tangguh LNG facility boundary. Drawdown data from the upper and lower aquifers within the Steenkool Formation was taken into account in the subsidence calculation. The drawdown causes compression in the affected aquifers and aquitards due to decreased pore water pressures and corresponding increase in effective stresses in the soil layers. It was assumed that the compression in the aquifers occurs concurrently with the drawdown, whilst compression the low permeability aquitards is a time dependent process which depends on the degree of consolidation. A site plan depicting contours of predicted subsidence within Tangguh LNG facility property boundary was produced by interpolating subsidence at the selected locations. Plots of subsidence over time at selected points including at the proposed wells and along the Tangguh LNG facility boundary were also derived from consolidation settlement analysis in the subsidence calculation.

The estimated subsidence after 29 years (end of operation) along the Tangguh LNG facility property boundary ranges from 1.2 cm to 2.8 cm and up to 4.0 cm locally at PW3 near the western boundary where a subsidence monitoring station is proposed. The maximum calculated subsidence was 4.3 cm coinciding with Production Wells PW-1 and PW-2. The estimated subsidence during the operation of the wells (29 years) is therefore less than the adopted mitigation trigger of 5 cm for the Tangguh LNG facility boundary. About 30% of the subsidence occurs during the 4 year construction period, whilst the average degree of consolidation taking into account all the affected aquitards is around 90% at the end of operations and pumping (29 years). It is anticipated that on closure (29 years) that groundwater abstraction will cease, hence pore pressures should increase and cause a reduction in effective stress in the ground which will result in partial rebound.



## EXECUTIVE SUMMARY (BAHASA INDONESIA)

Golder melakukan perhitungan amblasan sebagai akibat dari rencana pemanfaatan air tanah Tangguh LNG dari 4 sumur produksi. Perhitungan amblasan dilakukan berdasarkan pemodelan air tanah konseptual yang dilakukan untuk Studi Air Tanah Proyek Pengembangan Tangguh LNG dan penurunan muka air tanah hasil dari pemodelan tersebut. Data penurunan muka air tanah dari akuifer-akuifer atas dan bawah dalam Formasi Steenkool hasil pemodelan menjadi dasar dalam perhitungan amblasan. Penurunan muka air tanah menyebabkan pemampatan pada akuifer-akuifer dan akuitar-akuitar yang dipengaruhi oleh pemanfaatan air tanah akibat dari penurunan tekanan air pori tanah dan kenaikan tegangan efektif. Perhitungan amblasan mengikuti asumsi diambil bahwa pemampatan pada akuifer-akuifer terjadi bersamaan dengan penurunan muka air tanah, sementara merupakan proses yang bergantung pada waktu berdasarkan derajat konsolidasi di akuitar-akuitar. Denah rencana yang memperlihatkan kontur amblasan di dalam wilayah batas pagar Tangguh LNG dibuat berdasarkan dari hasil interpolasi amblasan pada titik-titik yang telah kami tentukan. Perubahan amblasan terhadap waktu yang disajikan dalam bentuk plot pada titik-titik tertentu sepanjang batas pagar Tangguh LNG dan pada lokasi-lokasi sumur produksi dibuat berdasarkan perhitungan pemampatan akibat konsolidasi pada perhitungan amblasan.

Perkiraan amblasan yang terjadi setelah masa pemanfaatan air selama 29 tahun sepanjang batas pagar Tangguh LNG berkisar antara 1,2 cm sampai 2,8 cm dan bisa sampai 4,0 cm pada lokasi sumur PW3 dekat batas pagar bagian barat yang disarankan dipasang alat pemantauan amblasan. Amblasan maksimum hasil perhitungan adalah 4,3 cm yang berada pada lokasi sumur PW-1 dan PW-2. Dengan demikian, perkiraan amblasan yang terjadi selama masa pemanfaatan air (29 tahun) di wilayah batas pagar Tangguh LNG lebih kecil dari 5 cm yang merupakan batas amblasan yang memerlukan mitigasi. Sekitar 30% dari amblasan terjadi selama masa konstruksi sumur-sumur (4 tahun) dengan derajat konsolidasi rata-rata mempertimbangkan semua aquitar yang terkena dampak pemanfaatan air tanah adalah sekitar 90 % setelah akhir pemanfaatan air tanah (29 tahun). Pada akhir pemanfaatan air tanah, tekanan air pori akan bertambah yang mengakibatkan berkurangnya tegangan efektif tanah sehingga amblasan diperkirakan akan berkurang sebagian.

# MEMORANDUM TEKNIS

---

<b>TANGGAL</b>	16 April 2014	<b>No. REFERENSI</b>	138716004-013-TM-Rev4
<b>KEPADA</b>	Rustam Effendi BP Berau Ltd		
<b>SALINAN</b>	Hendro Sasongko BP Berau Ltd		
<b>DARI</b>	Craig Wicenciak Geoff Perryman	<b>EMAIL</b>	cwicenciak@golder.co.id gperryman@golder.co.id

## PETA ZONA KONSERVASI AIR TANAH UNTUK FASILITAS TANGGUH LNG, PROVINSI PAPUA BARAT

---

### 1.0 LATAR BELAKANG

#### 1.1 Pendahuluan

Fasilitas Tangguh LNG terletak di Teluk Bintuni dan Teluk Berau pada bagian “Kepala Burung” Papua Barat, Indonesia, sekitar 3.000 kilometer timur laut Jakarta. Seperti yang terlihat pada **Gambar 1** fasilitas tersebut terletak di daerah terpencil dengan infrastruktur dan dukungan logistik yang minimal. Tata letak dari fasilitas Tangguh LNG yang ada diperlihatkan pada **Gambar 2**.

Tangguh LNG sedang mengembangkan fasilitas gas lepas pantai (*off-shore*) dan fasilitas darat (*on-shore*). Pengembangan yang diusulkan termasuk pembangunan dua Kilang LNG baru (yaitu Kilang LNG 3 dan Kilang LNG 4 di area Tangguh LNG), terkait dengan pembangunan fasilitas *on-shore*, sebuah dermaga gabungan LNG-Kondensat (Dermaga LNG 2) dan *Bulk Offloading Facility* (BOF) akan dibangun, serta pengembangan lapangan gas ROA dan WDA, bersama dengan perpipaan transmisi terkait.

Sebagai bagian dari pengembangannya, Tangguh LNG sedang merencanakan penggunaan air tanah untuk menggantikan atau sebagai tambahan dari sistem desalinasi yang telah ada serta telah melakukan penyelidikan pada potensi *sustainable yield* dari akuifer dalam di bawah kedalaman 150 meter pada lokasi proyek tersebut. Kebutuhan air operasional terbesar untuk semua fasilitas yang sudah ada dan Kilang LNG yang sedang direncanakan di fasilitas Tangguh LNG diperkirakan sekitar 4.320 m<sup>3</sup>/hari (50 L/detik), dengan kebutuhan puncak saat konstruksi adalah 8.500 m<sup>3</sup>/hari (95 L/detik) selama kira-kira 100 hari. Fasilitas Tangguh LNG diharapkan memiliki umur operasional selama 25 tahun.

Penggunaan air tanah sebelumnya tidak dimasukkan ke dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL, 2002), sehingga air tanah tidak dapat digunakan pada proyek dan operasi Tangguh LNG sebelumnya. Oleh karena itu, untuk memfasilitasi penggunaan air tanah di masa mendatang, opsi penggunaan air tanah telah dimasukkan dalam AMDAL Proyek Pengembangan Tangguh LNG.

Kementerian Lingkungan Hidup telah meminta untuk memasukkan peta Zona Konservasi Air tanah (ZKAT) dalam AMDAL Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Peta ZKAT dipersiapkan berdasarkan deskripsi yang tercantum pada Peraturan Pemerintah No. 48 tahun 2008 tentang Air tanah, dan sesuai lingkup kerja kontrak terbatas pada batas properti Fasilitas Tangguh LNG.

Fasilitas Tangguh LNG termasuk ke dalam cekungan air tanah Kanoka-Babo menurut Kepres No. 26 tahun 2011. Cekungan tersebut mencakup tiga Kabupaten, yaitu Fakfak, Teluk Bintuni dan Teluk Wondamae Bintuni dan memiliki area seluas 16.870 km<sup>2</sup>.

Memorandum Teknis ini berisi tentang Peta ZKAT yang dipersiapkan untuk Fasilitas Tangguh LNG. Selain itu, juga mendeskripsikan masukan informasi dalam pembuatan Peta ZKAT untuk akuifer pada dan di bawah fasilitas serta

termasuk Model Konseptual Air tanah untuk properti dan sekitarnya yang mana digunakan dalam pembuatan Peta ZKAT.

Dipahami bahwa Peta ZKAT yang disajikan dalam Memorandum Teknis ini diharapkan dapat memberikan masukan awal untuk pengembangan Peta ZKAT untuk cekungan air tanah Kanoka-Babo oleh Pemerintah Daerah Teluk Bintuni, dan kemungkinan juga oleh Pemerintah Daerah Fak Fak dan Teluk Wondamae Bintuni.

## 1.2 Pelaksanaan Proyek

Pekerjaan yang dideskripsikan dalam Memorandum Teknis ini telah sesuai dengan ketentuan yang ada dalam Kontrak No. 4420000665 (Kontrak) antara BP Berau Ltd dengan Konsorsium Perusahaan Golder Associates (Golder) yaitu PT. Geotechnical and Environmental Services Indonesia (GESI) dan Golder Associates Pty Ltd (GAP).

Secara spesifik Peta ZKAT ini berhubungan dengan tugas yang dideskripsikan dalam Struktur Perincian Kerja (SPK) 9 tentang Pemetaan Zona Konservasi Air Tanah pada Kontrak, yang mana informasi dalam Memorandum Teknis ini memenuhi bagian komponen laporan untuk dimasukkan dalam Laporan Awal sebagaimana disinggung dalam SPK 10 pada Kontrak.

## 1.3 Referensi Kedalaman yang Digunakan Dalam Memorandum Teknis ini

Seluruh kedalaman yang digunakan dalam Memorandum Teknis ini merujuk kepada muka tanah (yaitu: m bawah muka tanah – m bmt). Dapat dipahami bahwa di masa lalu, akuifer-akuifer pada Formasi *Steenkool* bagian Atas, baik di bawah Fasilitas Tangguh LNG maupun di bawah Kampung Saengga atau Tanah Merah Baru memakai 'bawah muka tanah' sebagai dasar pengukuran kedalaman, maka dari itu dokumen ini pun memakai sistem yang sama untuk konsistensi.

## 2.0 SUMBER INFORMASI UNTUK PETA ZKAT DAN MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI

Peta ZKAT dan model konseptual hidrogeologi dalam Memorandum Teknis ini telah dikembangkan dengan menggunakan sejumlah sumber data termasuk:

- Peta Geologi dan Hidrogeologi resmi serta referensi-referensi untuk wilayah Bintuni dan wilayah “Kepala Burung” yang lebih luas di Provinsi Papua Barat;
- Diskusi dengan Pakar Hidrogeologi dan Staf Senior dari Pusat Survei Geologi Indonesia tentang karakteristik air tanah maupun sumber-sumber informasi untuk area Teluk Bintuni dan cekungan air tanah Kanoka-Babo yang lebih luas;
- Laporan terdahulu mengenai kondisi geologi, hidrogeologi dan hidrologi di Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya;
- Laporan terdahulu tentang pemodelan numerik dari abstraksi air tanah yang diprediksi dari sistem akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG;
- Kualitas air tanah dan data muka air tanah dari setiap sumur pantau di sekeliling tempat pembuangan sampah organik, *inert landfill*, *landfill* limbah organik, maupun *inert landfill* dan *landfill* limbah organik yang baru di Fasilitas Tangguh LNG;
- Data salinitas air tanah dari beberapa sumur eksplorasi minyak dan gas dari Formasi *Steenkool*, Formasi Kais dan Formasi Faumai pada kedalaman sampai dengan 300 m;
- Salinan dari profil refleksi seismik dari 3 bagian yang melewati Fasilitas Tangguh LNG;
- Peta topografi dan drainase;
- Lokasi dari sumur eksplorasi gas dan sumur produksi terdahulu yang telah dibuat Tangguh LNG dan perusahaan lain, termasuk pemboran di dalam dan di sekitar properti Tangguh LNG yang baru dilaksanakan oleh Genting Oil;
- Lokasi penyelidikan/profil seismik tambahan di dalam dan di sekitar properti fasilitas Tangguh LNG yang mungkin dapat memperbaharui Peta ZKAT di masa depan; dan
- Foto udara dan citra satelit terdahulu untuk Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya.

Informasi selengkapnya tentang sumber data/informasi, ketersediaan data dan relevansinya terhadap pengembangan Peta ZKAT untuk Fasilitas Tangguh LNG disampaikan dalam **Lampiran A**.

### 3.0 MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI

Suatu model konseptual hidrogeologi dari sistem air tanah di bawah daerah penelitian dan juga tentunya untuk daerah yang lebih luas yaitu sub-cekungan air tanah dimana Fasilitas Tangguh LNG berada, telah dipersiapkan sebelum pembuatan Peta ZKAT. Tujuan utama dari model konseptual ini adalah untuk:

- Mengetahui karakteristik dari tata geologi daerah penelitian dan sub-cekungan air tanah yang lebih luas;
- Mengidentifikasi aspek geologi yang mana dapat mempengaruhi karakteristik aliran air tanah;
- Mengidentifikasi zona akuifer utama;
- Memastikan kemungkinan daerah imbuhan (*recharge*) dan pelepasan (*discharge*) dari zona akuifer utama;
- Memastikan kemungkinan salinitas dari air tanah pada zona akuifer utama di bawah lokasi proyek;
- Mengidentifikasi pemakaian air tanah di Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya; dan
- Mengidentifikasi daerah air tanah yang mungkin terkena dampak dan/atau daerah pada Fasilitas Tangguh LNG yang mungkin dapat mempengaruhi kualitas air tanah.

Model Konseptual Hidrogeologi yang dibuat untuk Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya disajikan pada **Lampiran B**. Aspek utama dari Model Konseptual Hidrogeologi meliputi:

- Fasilitas Tangguh LNG terletak di atas beberapa lapisan sistem akuifer yang terdapat pada bagian selatan Cekungan Bintuni dan secara regional pada bagian utara Cekungan Air tanah Kanoka-Babo;
- Cekungan Bintuni terletak pada depresi batuan dasar tersier dalam (*a deep tertiary basement depression*) yang (pada ketebalannya) didominasi oleh akumulasi 4.000 m sedimen yang relatif muda dan pemilahan bervariasi yang dikenal sebagai Formasi *Steenkool*;

Formasi *Steenkool* di bawah Fasilitas Tangguh LNG berdasarkan perkiraan dari lintasan seismik memiliki ketebalan sampai 2.000 m. Profil seismik menunjukkan bahwa tumpukan pembentukan sedimen secara umum terhampar rata hingga kedalaman 500 m, namun demikian ada kemiringan sekitar 2° atau 3° ke arah tenggara seiring bertambahnya kedalaman tumpukan pembentukan sedimen. Berdasarkan penampang seismik di Properti Tangguh LNG dan sekitarnya tidak ada yang merefleksikan keberadaan perlipatan lokal atau regional pada Formasi *Steenkool*.

Salinan dari tiga profil reflesi seismik yang memperlihatkan pendugaan ketebalan dan orientasi struktur dari Formasi *Steenkool*, Kais dan Faumai di bawah Properti Tangguh LNG dan sekitarnya terdapat pada **Gambar 3**. Sebuah diagram yang dipersiapkan oleh Tangguh LNG berupa pendugaan orientasi struktur formasi-formasi ini yang melalui arah utara – selatan di bawah Properti Tangguh LNG dan Teluk Bintuni diperlihatkan pada **Gambar 4**.

- Cekungan air tanah Kanoka-Babo disusun oleh akumulasi sedimen berumur Miosen hingga Kuartar pada bagian selatan dari Cekungan Bintuni, yang lebih dikenal sebagai Formasi *Steenkool*;

Menurut Peta Cekungan Air Tanah Papua lembar No. 11, rata-rata imbuhan (*recharge*) pertahun dari akuifer tidak tertekan di Cekungan Air tanah Kanoka-Babo diperkirakan sekitar 11.267 juta m<sup>3</sup> (360.000 L/detik).

Rata-rata imbuhan (*recharge*) pertahun untuk akuifer tertekan diperkirakan sekitar 558 juta m<sup>3</sup> (17.700 L/detik).

- Fasilitas Tangguh LNG terletak pada daerah aliran sub-cekungan di bagian ujung utara dari Cekungan Air tanah Kanoka-Babo. Sub-cekungan ini dibatasi oleh Teluk Bintuni di sebelah utara, timur dan barat laut, dan batas tangkapan air permukaan mengarah ke selatan, tenggara dan barat daya. Sub-cekungan tersebut memiliki luas sekitar 750 km<sup>2</sup> (75.000 ha) di mana Properti Tangguh LNG menempati areal seluas kurang lebih 3.200 ha (32 km<sup>2</sup>).

Dengan asumsi bahwa curah hujan dan imbuhan (*recharge*) secara relatif sama di setiap bagian dari Cekungan Air tanah Kanoka-Babo, maka imbuhan (*recharge*) pertahun untuk akuifer tidak tertekan di daerah aliran sub-cekungan berkisar 500 juta m<sup>2</sup> (16.000 L/detik) sedangkan imbuhan (*recharge*) pertahun untuk akuifer tertekan di daerah aliran sub-cekungan berkisar 25 juta m<sup>2</sup> (800 L/detik).

Lokasi dari Cekungan Air tanah Kanoka-Babo dan sub-cekungan dimana Fasilitas Tangguh LNG berada ditunjukkan pada **Gambar 5**.

- Formasi *Steenkool* berada di atas Formasi Kais dan Faumai. Kedua formasi ini merupakan unit batu gamping yang secara regional termasuk dalam Super Group Batu Gamping Papua New Guinea pembentuk unit batuan dasar dari Cekungan Bintuni dan Cekungan Air Tanah Kanoka-Babo di bawah Fasilitas LNG dan sekitarnya (**Gambar 3 dan 4**).
- Di bawah bagian barat laut Properti Tangguh LNG ada lima subdivisi utama pada 300 m bagian atas dari Formasi *Steenkool*. Dari yang termuda sampai yang tertua:
  - 1) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan antara 10 hingga 60 m;
  - 2) Lapisan dominasi pasir bagian atas dengan ketebalan antara 60 hingga 90 m;
  - 3) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan antara 130 hingga 250 m yang tampaknya menebal ke arah timur;
  - 4) Lapisan dominasi pasir bagian bawah dengan ketebalan antara 30 hingga 70 m yang tampaknya menipis ke arah timur; dan
  - 5) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan yang tidak diketahui.

Rangkaian alluvial yang melapisi dasar lembah di seluruh area dengan litologi dan ketebalan yang bervariasi juga menghampar di bagian batas utara, timur dan sebagian selatan daerah penelitian.

Telah diketahui bahwa profil geologi di bawah bagian sudut barat laut Properti Tangguh LNG hingga kedalaman kira-kira 300 m relatif telah diketahui dari beberapa usaha eksplorasi air tanah di lokasi ini, usaha ini berupa pengeboran eksplorasi, instalasi sumur dan survei geofisika sumur bor dan permukaan. Tata geologi dan hidrogeologi pada kedalaman antara 300 hingga 600 m di bawah Properti Tangguh LNG telah diketahui dari pendugaan lintasan profil refleksi seismik dari properti Tangguh LNG tersebut dan sekitarnya.

- Beberapa sesar telah dipetakan dan diduga berada pada Fasilitas Tangguh LNG. Sebagian besar terletak di bagian barat laut dari Properti Tangguh LNG, yang berorientasi barat laut ke tenggara atau timurlaut ke barat-daya, dan diduga oleh Baynes Geologic (2006) sebagai patahan *strike-slip*.

Lembar Peta Geologi Fak Fak dengan skala 1:250.000 menyatakan ada dua sesar yang berada di sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG, yaitu:

- Sesar berarah timur – barat dengan panjang 10 km sekitar 1 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG; dan
- Sesar berarah barat laut - tenggara dengan panjang 8 km sekitar 10 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG.

Kedua sesar tersebut dinyatakan sebagai pergeseran kecil, sesar mendatar dengan pergerakan ke kiri, dimana keduanya bukan merupakan penghalang yang signifikan untuk aliran air tanah.

- Ada tiga zona akuifer berlapis yang telah diidentifikasi sampai dengan kedalaman 300 m di bawah Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya, yaitu:
  - 1) Beberapa akuifer tidak tertekan yang terkait dengan endapan kuartar (*Quaternary deposits*) di kedalaman kurang dari 15 m di sekeliling area, terutama pada lembah dan jalan air di sebelah timur, barat laut dan baratdaya dari daerah penelitian; beberapa sumur gali dangkal masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru merupakan bagian dari akuifer ini;

- 2) Kumpulan akuifer tertekan yang umumnya terdapat pada kedalaman 30 sampai 150 m: ini adalah akuifer yang diambil untuk sumber air tanah masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru dan disebut sebagai 'akuifer *Steenkool* bagian atas' (*the 'upper Steenkool aquifers'*) dalam Memorandum Teknis ini, dan
  - 3) Kumpulan dari akuifer tertekan dengan kedalaman antara 200 sampai 300 m: ini adalah akuifer yang dapat diambil dalam setiap sumur pengambilan air tanah produksi yang dipasang di properti Fasilitas Tangguh LNG dan disebut sebagai 'akuifer *Steenkool* bagian dalam' (*the 'lower Steenkool aquifers'*) dalam Memorandum Teknis ini.
- Sebuah penampang yang menunjukkan pendugaan distribusi akuifer dan akuitard pada formasi *Steenkool* di bawah bagian barat laut daerah penelitian disajikan pada **Gambar 6**.

Kedalaman, ketebalan dan kontinuitas akuifer dan akuitard yang diperlihatkan pada **Gambar 6** diperkirakan dari lintasan geolistrik vertikal (*Vertical Electrical Sounding*) yang dilakukan pada bagian ujung barat daya Fasilitas Tangguh LNG oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dilanjutkan dengan kalibrasi kembali kumpulan data geologi dan profil geofisika sumur bor dari '*Slim Hole*' yang digali dekat batas utara dari properti. Lapisan warna kuning dan jingga dari penampang ini masing-masing mewakili lapisan pasir dan lapisan dengan dominasi kerikil dari Formasi *Steenkool*, keduanya membentuk akuifer produktif di daerah penelitian. Lapisan hijau pada potongan ini merupakan lapisan dengan dominasi lempung pada Formasi *Steenkool*; yang diduga merupakan akuitard regional yang signifikan.

Log Geologi dan geofisika dari sumur bor penelitian air tanah terdahulu yang dibor di Fasilitas Tangguh LNG, sumur uji pemompaan air tanah TW-2, dan sumur untuk penyediaan air masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga menunjukkan bahwa lapisan akuifer dan akuitard hingga kedalaman 150 m di Formasi *Steenkool* pada umumnya menerus pada bagian barat laut Fasilitas LNG (**Gambar 7**). Log ini juga menyarankan bahwa akuifer yang ditargetkan untuk penggunaan penyediaan air masyarakat sedikit miring ke arah timur dan juga menipis pada arah ini.

Log geologi untuk *Slim Hole* mengindikasikan bahwa lapisan dengan dominasi pasir pada kedalaman antara 260 dan 295 m di sumur bor ini terpisah dari akuifer yang dipakai dalam sumur untuk penyediaan air masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru, oleh lapisan dengan dominasi lempung dari formasi *Steenkool* dengan tebal lebih dari 100 m di sekitar *Slim Hole*.

Kondisi hidrogeologi yang diperkirakan terletak antara sumur untuk penyediaan air masyarakat di Saengga (tenggara) dan *Slim Hole* (timur) di bawah Fasilitas Tangguh LNG bagian barat laut diperlihatkan pada **Gambar 7**.

- Zona akuifer tertekan terpisah oleh apa yang disebutkan dengan akuitard yang secara regional signifikan dengan ketebalan antara 10 sampai 200 m. Akuitard ini diharapkan bocor/tidak kedap air (*leaky*) walaupun besaran untuk meloloskan air (kebocoran) tidak diketahui;
- Akuifer individu di dalam zona akuifer yang lebih luas diharapkan terdiri atas satuan daya dukung air (*water-bearing units*) baik yang bersifat homogen dan anisotropik maupun (lebih umumnya) heterogen dan anisotropik. Dikedua situasi, permeabilitas diharapkan sama pada lapisan horizontal ( $K_x \approx K_y$ ), akan tetapi permeabilitas antar lapisan ( $K_z$ ) diharapkan secara signifikan lebih kecil, kemungkinan dengan satu tingkat besaran atau lebih;
- Interpretasi akuifer dan akuitard hingga kedalaman sekitar 500 m secara umum medatar (*flat-lying*) dengan aliran air tanah dikendalikan oleh elevasi area imbuhan (*recharge*) dan pelepasan (*discharge*);
- Daerah imbuhan (*recharge*) untuk akuifer tertekan bagian bawah dan bagian atas Formasi *Steenkool* terletak paling dekat 5 km dan paling jauh 40 km sebelah selatan dan barat daya dari fasilitas di mana singkapan dominasi pasir dari Formasi *Steenkool* terdapat (lihat *insert Gambar 8* bagian kiri bawah).
- Aliran air tanah pada akuifer tertekan dari Formasi *Steenkool* diharapkan menuju ke arah utara atau barat laut daerah penelitian di bawah Teluk Bintuni dengan kemungkinan pelepasan (*discharge*) menuju:
  - (i) Teluk Bintuni melalui sesar atau tinggian struktur dimana satuan dominasi pasir dari Formasi *Steenkool* dapat terangkat menuju permukaan dasar teluk; atau
  - (ii) Menuju jauh ke arah barat dan berakhir di laut Banda.

- Salinitas air tanah di dalam akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifers*) pada endapan alluvial di Fasilitas Tangguh LNG diharapkan rendah. Akan tetapi, diharapkan keberadaan air asin terjadi pada akuifer sepanjang bibir pantai daerah properti Tangguh LNG, terutama pada kedalaman.

Sumberdaya air tanah pada akuifer tidak tertekan disinyalir cocok untuk pertanian, industri, ekologi atau pemakaian domestik walaupun berpotensi terkena kontaminasi – dalam kadar yang berbeda – dari berbagai aktivitas setempat.

Ada empat *landfill* yang diberi lapisan untuk sampah *inert* dan sampah organik di daerah penelitian yang memiliki (walaupun rendah) potensi merembesnya lindi ke akuifer dangkal (*shallow perched aquifers*) dan akuifer tidak tertekan. *Landfill* ini tergantung pada pemantauan detail oleh laboratorium eksternal mandiri sebagai bagian dari komitmen AMDAL dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) di Fasilitas Tangguh LNG. Lokasi *landfill* diperlihatkan pada **Gambar 2** dan **Gambar 8**.

Secara historis, air tanah dangkal pada (bekas) sumur di Tanah Merah Baru telah tercemar oleh limbah domestik dan pencucian. Demikian juga dengan sumur dangkal milik masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga yang tercemar seperti yang dideskripsikan dalam AMDAL untuk Proyek Pengembangan Tangguh LNG.

- Air tanah pada 150 m bagian atas dari Formasi *Steenkool* memiliki salinitas rendah (berdasarkan data yang ada) dan tampaknya bisa digunakan sebagai air minum.

Sample air tanah yang diambil dari sumur masyarakat bersumber dari kedalaman hingga 150 m memiliki Total Padatan Terlarut (TDS) kurang dari 300 mg/L sementara sifat kimia ion utama menunjukkan *flushing* air asin dari akuifer-akuifer ini. Air tanah dari sumur-sumur ini digunakan untuk keperluan domestik yang dipahami termasuk air minum.

PT. ERM Indonesia (ERM) mengindikasikan bahwa informasi yang diperoleh dari resistensi pada titik tunggal yang dikumpulkan selama proses logging geofisika pada *Slim Hole* menunjukkan bahwa air tanah dari akuifer-akuifer Formasi *Steenkool* bagian bawah bersalinitas rendah dan kemungkinan mempunyai konsentrasi Total Padatan Terlarut (TDS) kurang dari 500 mg/L.

Letak dari pertemuan antara air tawar / air asin pada akuifer-akuifer ini tidak diketahui. Untuk akuifer-akuifer di dalam Formasi *Steenkool* hingga kedalaman 600 m diperkirakan bahwa pertemuan antara air tawar / air asin berada di bawah Teluk Bintuni. Pada kedalaman lebih dari 600 m diantisipasi akan secara progresif bergerak maju ke arah darat di bawah Fasilitas Tangguh LNG.

Detail lebih lanjut tentang model konseptual hidrogeologi yang dipakai dalam pengembangan peta ZKAT (termasuk gambar yang menunjukkan *domain* model dan representasi visual dari tata letak air tanah pada skala regional dan lokal) disajikan pada **Lampiran B**.

## 4.0 PEMBUATAN PETA ZKAT

### 4.1 Tujuan dari Peta ZKAT

Peta ZKAT yang disajikan dalam Memorandum Teknis ini disusun berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 2008 Pasal 3 Ayat 24 (Penetapan Zona Konservasi). Oleh karena itu, tujuan dari Peta ZKAT adalah untuk memberikan informasi mengenai:

- Zona proteksi air tanah yang meliputi daerah imbuhan (*recharge*) air tanah; dan
- Zona pemanfaatan air tanah, yang akan dibagi menjadi zona aman, rawan, kritis dan rusak.

Sesuai dengan lingkup kerja yang terdapat dalam Bab B-1 dari Kontrak No. 4420000665 maka Peta ZKAT terbatas pada Batas Properti Fasilitas Tangguh LNG.

### 4.2 Zona Akuifer dan Peta ZKAT

Dari informasi yang diberikan di **Bagian 3.0** dan **Lampiran B** diketahui bahwa:

- Fasilitas Tangguh LNG terletak di atas sistem akuifer berlapis

- Sejumlah zona akuifer di bawah Properti Tangguh LNG memiliki karakteristik hidrogeologi yang hampir sama (walaupun berbeda), terutama daerah imbuhan (*recharge*) dan pelepasan (*discharge*); dan
- Sumber daya air tanah di kedua zona akuifer tertekan Formasi *Steenkool* di bawah Properti Tangguh LNG telah atau akan dimanfaatkan untuk kebutuhan berbeda, yaitu:
  - Sumber daya air tanah pada akuifer antara 0 m sampai 150 m bmt di Properti Tangguh LNG akan dilindungi dari pengambilan/abstraksi air tanah berdasarkan kondisi-kondisi dalam RKL-RPL dan AMDAL untuk Proyek Pengembangan Tangguh LNG, dengan tujuan untuk melindungi akses masyarakat sekitar terhadap sumber air tanah yang berada pada akuifer yang dapat diakses ini (dengan demikian pengambilan lebih lanjut sumberdaya air tanah pada akuifer ini di bawah Properti Tangguh LNG tidak diizinkan); dan juga
  - Sumber daya air tanah pada akuifer antara 150 sampai 600 m bmt direncanakan untuk dikembangkan untuk Proyek Pengembangan Tangguh LNG.
 

Bilamana ada kebutuhan tambahan yang dikhususkan untuk akuifer ini oleh pengguna lain (misalnya industri baru atau eksplorasi gas baru) maka dampak kumulatif yang dapat terjadi perlu dikaji ulang sebelum pemanfaatan air tanah tambahan disetujui.

Mempertimbangkan tata hidrogeologi di atas, ada dua Peta ZKAT yang telah dibuat untuk Fasilitas Tangguh LNG yang mencakup keberadaan air tanah pada kedalaman berbeda, yaitu:

- Akuifer tidak tertekan yang berada pada endapan alluvial kuartar (*Quaternary Alluvial Sediments*) dan akuifer dangkal (*perched aquifer*) dan tertekan pada Formasi *Steenkool* antara 0 m sampai 150 m bmt – Peta ZKAT 1; dan
- Akuifer tertekan pada Formasi *Steenkool* antara 150 sampai 600 m bmt – Peta ZKAT 2.

Pembuatan kedua Peta ZKAT dipahami paling mewakili perbedaan mekanisme imbuhan (*recharge*), mekanisme pelepasan (*discharge*) dan pemakaian air tanah dari zona akuifer yang bersangkutan di bawah Fasilitas Tangguh LNG dan memberikan manajemen sumberdaya air tanah yang sesuai untuk akuifer-akuifer tersebut.

### 4.3 Kualitas Air Tanah di Bawah Fasilitas LNG

Kualitas sumberdaya air tanah pada zona akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG adalah pertimbangan utama dalam penggambaran penggunaan zona air tanah potensial dan pembuatan Peta ZKAT untuk daerah tersebut. Dalam hal Fasilitas Tangguh LNG, air tanah pada akuifer-akuifer tersebut hingga kedalaman 600 m diharapkan memiliki salinitas kurang dari 1.000 mg/L (dan sekurang-kurangnya 500 mg/L pada kedalaman sekitar 300 m). Diperkirakan salinitas meningkat seiring kedalaman.

Untuk sementara waktu salinitas air tanah diduga akan kurang dari 1.000 mg/L hingga kedalaman 600 m.

Sebuah ikhtisar tentang kualitas air tanah (terutama salinitas) di setiap akuifer-akuifer dibawah Properti Tangguh LNG pada Formasi *Steenkool* hingga kedalaman 600 m diuraikan sebagai berikut.

#### Alluvial Tidak tertekan dan Akuifer Dangkal Pada Formasi *Steenkool*

Salinitas air tanah di alluvial tidak tertekan dan akuifer dangkal pada Formasi *Steenkool* tidak diketahui; bahkan diperkirakan rendah karena imbuhan (*recharge*) dari curah air hujan dan pergerakan air tanah yang tinggi di akuifer-akuifer ini.

Keterdapatannya air asin pada akuifer-akuifer tersebut kemungkinan ada di bibir pantai Properti Tangguh LNG, khususnya pada kedalaman di bawah pertemuan air tawar / air asin. Diketahui bahwa ada kemungkinan variasi kualitas air tanah di sumberdaya air tanah tawar pada pasir dan kerikil dengan kualitas air yang rendah (bukan berarti tak dapat dipakai) yang mungkin karena pencampuran dengan satuan lempung (*clay-rich units*) dan adanya tanah asam-sulfat di endapan ini.

Pemantauan air tanah dangkal yang dilakukan di sekitar *landfill* di area Tangguh LNG yang dilapisi oleh Polyethylene berdensitas tinggi (HDPE) dan memiliki sistem penyerapan lindi di bawah permukaan] tidak menunjukkan bukti adanya kontaminasi air tanah. Beberapa konsentrasi logam terlarut yang melebihi ketentuan dari pemerintah Indonesia tentang

kelayakan kualitas air telah teridentifikasi pada beberapa sumur pantau, namun konsentrasi ini diyakini sebagai indikasi dari kondisi alamiah dan bukan berasal dari *landfill*.

Salinan dari tabel yang menunjukkan hasil analisis pemantauan kualitas air tanah untuk setiap sumur pantau air tanah di sekeliling tempat pembuangan sampah organik, *landfill inert*, *landfill organik* maupun *landfill inert* dan *landfill* sampah organik yang baru disajikan pada **Lampiran C**. Lokasi dari *landfill* ini serta sumur-sumur pantauannya disajikan pada **Gambar 2** dan **Gambar 8**.

Air tanah dengan pH rendah (biasanya sekitar pH 2 sampai 3) juga telah diamati mengalir dari apa yang dianggap sebagai akuifer dangkal (*perched aquifers*) pada Formasi Steenkool pada Barak Konstruksi Sementara No. 2. Air tanah diduga menjadi asam setelah adanya pengaliran parsial/sebagian dan oksidasi lanjutan dari air tanah dalam akuifer ini akibat dari penggalian beberapa tanggul di area ini. Tanah mengandung asam sulfat juga terekspos saat pengerjaan penggalian dan pengukuran untuk pembangunan Kilang LNG 1 dan Kilang LNG 2.

Tidak ada informasi yang diketahui mengenai kualitas air tanah pada akuifer-akuifer di bawah infrastruktur Kilang LNG di Fasilitas Tangguh LNG.

#### Akuifer Tertekan pada Formasi Steenkool antara 30 sampai 150 m bmt

Air tanah di akuifer tertekan pada Formasi Steenkool antara 30 sampai 150 m bmt secara umum berkualitas baik dan memiliki kadar salinitas rendah. Sumberdaya air ini dipakai sebagai sumber air minum oleh masyarakat Kampung Tanah Merah Baru dan Saengga dan pernah dipakai sebagai sumber air minum untuk survei Tangguh LNG dan *camp* konstruksi di Tanah Merah pada masa lampau.

Empat sampel air tanah diambil dari sumur uji TW-2 (walaupun sekarang hilang) di sudut barat laut dari Properti Tangguh LNG. Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki konsentrasi Total Padatan Terlarut (TDS) antara 350 hingga 400 mg/L, konsentrasi Besi terlarut sekitar 0,8 mg/L, konsentrasi Mangan terlarut umumnya kurang dari 0,1 mg/L, dan konsentrasi ammonia hingga berkisar 4 mg/L.

Tercatat bahwa saringan pada sumur ini tidak dipasang pada posisi yang tepat dengan akuifer yang ditargetkan saat pembuatan sumur sehingga sumur mengeluarkan sejumlah besar lanau (*silt*) pada saat pengeboran sumur; hal ini menandakan bahwa zona akuifer mungkin tidak terisolasi dengan baik sehingga sampel air tanah mungkin telah tercemar oleh air lain. Air tanah ini dianggap dapat digunakan sebagai air minum, namun demikian konsentrasi ammonia dan besi dapat menghalangi penggunaan air ini untuk diminum karena pertimbangan estetika (rasa, presipitasi besi dari larutan, dll).

Sampel air tanah yang diperoleh dari sumur masyarakat di Kampung Tanah Merah Baru dan Saengga yang terletak di sebelah barat dan barat daya Properti Tangguh LNG mempunyai kadar konsentrasi Total Padatan Terlarut (TDS) umumnya kurang dari 300 mg/L, konsentrasi Besi terlarut umumnya kurang dari 0,3 mg/L dan konsentrasi Mangan terlarut kurang dari 0,1 mg/L. Air tanah ini dianggap dapat digunakan untuk kebutuhan domestik akan tetapi konsentrasi Besi terlarut dapat mengganggu penggunaan air untuk diminum karena rasanya. Akan tetapi telah diketahui bahwa air tanah dalam dari sumur masyarakat yang dibuat pada interval yang sama seperti TW-2 (mengacu pada penampang hidrogeologi yang diperlihatkan di **Gambar 7**) tidak memperlihatkan kenaikan konsentrasi besi dan ammonia, maka kemungkinan hasil analisa dari TW-2 adalah anomali.

Reaksi kimia ion utama di TW-2 dan beberapa sumur masyarakat mengindikasikan bahwa air tanah pada akuifer ini memiliki kadar sodium dan bikarbonat yang dominan. Hal ini menunjukkan bahwa 'penjernihan' sumberdaya air tanah pada akuifer mungkin terjadi karena adanya air tanah tawar dengan tekanan hidrolik yang tinggi dari daerah imbuhan (*recharge*) di sebelah selatan dan barat daya Fasilitas Tangguh LNG menekan airlaut bawaan dari akuifer ini.

Tidak ada informasi mengenai lokasi pertemuan antara air tawar / air asin di zona akuifer ini. Dengan reaksi kimia ion utama dari TW-2 dan beberapa sumur masyarakat maka dianggap bahwa pertemuan air tawar / air asin berlokasi di sebelah utara atau barat laut dari sumur-sumur ini, kemungkinan besar di bawah Teluk Bintuni.

#### Akuifer Tertekan di Formasi Steenkool Antara 150 sampai 600 m bmt

Informasi mengenai salinitas air tanah di akuifer Steenkool bagian bawah hanya terbatas dari pengukuran resistensi pada titik tunggal yang dikumpulkan selama proses logging geofisika pada *Slim Hole* di bagian barat laut dari Properti Tangguh LNG; pengukuran ini meluas antara permukaan tanah sampai pada kedalaman 300 m. ERM mengindikasikan

bahwa dari hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa akuifer hingga kedalaman 300 m memiliki konsentrasi Total Padatan Terlarut (TDS) kurang dari 500 mg/L, sedangkan menurut Penasihat Teknik Tangguh LNG, air tanah pada akuifer antara kedalaman 300 sampai 600 m kemungkinan memiliki salinitas kurang dari 1.000 mg/L. Dengan demikian air tanah pada rentang kedalaman tersebut diharapkan cocok untuk pemakaian air industri, pertanian, dan ekologi, dan mungkin cocok untuk pemakaian domestik termasuk untuk diminum.

Lokasi pertemuan antara air tawar / air asin pada akuifer ini tidak diketahui, walaupun demikian kemungkinan terletak jauh ke utara dan barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG.

#### Akuifer Tertekan Potensial pada Formasi *Steenkool* di bawah 600 m bmt

Tidak ada informasi mengenai salinitas air tanah pada setiap akuifer tertekan di Formasi *Steenkool* di bawah 600 m bmt. Diduga salinitas akan meningkat seiring kedalaman akuifer-akuifer ini.

Lokasi pertemuan antara air tawar / air asin pada akuifer ini tidak diketahui, walaupun demikian kemungkinan terletak jauh ke utara dan barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG.

## **4.4 Pemanfaatan Air tanah**

### **4.4.1 Pemanfaatan Air Tanah Saat Ini pada Fasilitas Tangguh LNG**

Pemakaian sumberdaya air tanah tidak diizinkan di dalam AMDAL yang lalu (AMDAL 2002) untuk Fasilitas Tangguh LNG. Dengan demikian, air tanah sama sekali belum diambil atau dimanfaatkan di Properti Tangguh LNG.

Telah diketahui bahwa AMDAL yang sedang disiapkan untuk Proyek Pengembangan Tangguh LNG ini akan mencakup penggunaan air tanah selama tahap konstruksi dan operasi dari Fasilitas Tangguh LNG. Setelah mempertimbangkan larangan pemakaian sumberdaya air tanah pada kedalaman antara 30 sampai 150 m bmt di Formasi *Steenkool* di bawah Properti Tangguh LNG selain untuk penyediaan air untuk masyarakat, Tangguh LNG merencanakan pengambilan air tanah dari zona akuifer yang lebih dalam, yaitu antara 150 sampai 600 m bmt pada Formasi *Steenkool*. Dengan demikian akuifer-akuifer di antara kedalaman ini dapat menjadi zona pemakaian air tanah terkait dengan izin resmi pengambilan air tanah oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Bintuni.

### **4.4.2 Potensi Pemanfaatan Sumberdaya Air tanah di Bawah Fasilitas**

Seperti yang disebutkan pada Bagian 4.3, air tanah antara 30 sampai 150 m bmt pada Formasi *Steenkool* di bawah Properti Tangguh LNG cocok untuk dipakai sebagai air minum; sumberdaya air tanah ini memang digunakan untuk pemakaian domestik (yang diketahui termasuk untuk diminum) pada sejumlah sumur untuk penyediaan air masyarakat di bagian barat dan barat daya Properti Tangguh LNG. Dengan demikian dianggap tidak mungkin ada batasan dalam penggunaan sumberdaya air tanah ini berdasarkan kualitas air, namun demikian diketahui bahwa sumberdaya di bawah Properti Tangguh LNG ini dilarang untuk dilakukan pengambilan lebih lanjut agar melindungi penyediaan kebutuhan air minum untuk Kampung Tanah Merah Baru dan Saengga. Sehingga, pemakaian sumberdaya air ini tidak diizinkan.

Air tanah pada zona akuifer antara 150 sampai 600 m bmt di Formasi *Steenkool* tampaknya mempunyai salinitas rendah. Walaupun belum ada sampel air tanah yang pernah diambil dari interval akuifer ini untuk memastikan hal tersebut, kemungkinan sumberdaya air tanah ini akan cocok untuk pertanian, industri, ekologi dan mungkin kebutuhan domestik.

Sumberdaya air tanah di bawah kedalaman 600 m mungkin akan menjadi asin (*saline*) dengan adanya peningkatan salinitas sesuai kedalaman. Dengan demikian, pemanfaatan sumberdaya air tanah ini mungkin terbatas, terutama terhadap kemungkinan pembuangan lumpur dan serbuk bor dan juga potensi pembuangan air terproduksi.

### **4.4.3 Potensi Pemanfaatan Sumberdaya Air tanah di Sekitar Fasilitas Tangguh LNG**

Sumberdaya air tanah pada Formasi *Steenkool* hingga kedalaman minimal sekitar 300 m bmt dianggap cocok untuk penggunaan yang lebih banyak dan yang paling menonjol untuk pemakaian domestik. Namun demikian, sumberdaya air tanah ini menjadi tujuan utama dari perkebunan kelapa sawit yang sedang berkembang di sebelah selatan dan juga oleh kemungkinan pengambilan air tanah yang berhubungan dengan Pengembangan Fasilitas Tangguh LNG di masa depan pada sub-cekungan air tanah ini. Keduanya dapat menyebabkan kelebihan pengambilan air tanah yang dapat menyebabkan:

- Berdampak pada pengguna air tanah lain dari sub-cekungan air tanah, termasuk BP; dan
- Mempengaruhi pengembangan kebijakan penggunaan air tanah di cekungan air tanah Kanoka-Babo.

Pengambilan air tanah dari akuifer-akuifer Formasi Steekool untuk keperluan domestik diperkirakan tidak akan memberikan dampak yang signifikan bagi sumberdaya air tanah. Hanya saja pengambilan air ini dapat berpengaruh signifikan dalam pengembangan kebijakan air tanah di cekungan air tanah Kanoka-Babo dengan implementasi adanya kemungkinan penambahan zona larangan penggunaan air tanah pada daerah yang dekat dengan sumur baru atau sumur air tanah masyarakat yang sudah ada.

Formasi Fumai dan kemungkinan (walaupun sangat kecil) Formasi Kais dapat terkena dampak oleh reinjeksi serbuk bor lumpur dari setiap pengeboran sumur minyak dan gas di masa depan di sekitar area tersebut. Air tanah pada formasi tersebut diyakini secara tipikal bersifat asin maka tidak ada dampak berbalik (*adverse impact*) pada sumberdaya air tanah ini yang diantisipasi.

#### 4.5 Identifikasi Imbuhan (*recharge*) Air tanah dan Zona Konservasi

Zona Konservasi Air tanah (yaitu daerah imbuhan air tanah) di Properti Tangguh LNG secara umum dibagi dalam dua kelompok, yaitu:

1. Akuifer tidak tertekan yang berhubungan dengan endapan alluvial di sepanjang sungai dan kali yang berasal atau melintasi Fasilitas Tangguh LNG; dan
2. Akuifer dangkal (*Perched Aquifers*) yang terdapat pada 30 m bagian atas dari Formasi *Steenkool*.

Kedua kelompok akuifer ini terisi kembali oleh infiltrasi air hujan sepanjang singkapan di permukaan, dan akuifer alluvial juga terisi kembali oleh aliran sungai kecil (kali) dan kejadian banjir.

Kedua zona imbuhan (*recharge*) ini diperlihatkan pada **Gambar 8** (Peta ZKAT 1).

Mengingat tata letak hidrogeologi 'berlapis' dengan area yang sangat luas maka dianggap bahwa tidak ada mekanisme imbuhan (*recharge*) air tanah di Properti Tangguh LNG untuk zona akuifer tertekan pada Formasi *Steenkool*. Sebaliknya air tanah dalam akuifer tertekan diperkirakan akan mengalir di bawah properti Tangguh LNG dari daerah imbuhan (*recharge areas*) di selatan dan baratdaya dari properti Tangguh LNG (yaitu dari daerah di mana satuan dominan pasir dari Formasi *Steenkool* tersingkap) menuju daerah pelepasan (*discharge*) di sebelah utara dan/atau barat laut Fasilitas Tangguh LNG. Mekanisme ini ditunjukkan oleh aliran '*inflow*' akuifer sepanjang batas selatan dari Fasilitas Tangguh LNG untuk akuifer tertekan di bawah 30 m bmt pada Peta ZKAT yang disajikan dalam **Gambar 8 dan 9** (yaitu Peta ZKAT 1 dan Peta ZKAT 2 secara berurutan).

#### 4.6 Identifikasi Zona Pelepasan (*discharge*) Air tanah

Mengingat kondisi topografi dan hidrogeologi di Cekungan Bintuni ditambah dengan adanya orientasi struktural dari akuifer di bawah properti Tangguh LNG, zona pelepasan (*discharge zone*) air tanah diperkirakan terkait dengan salah satu dari dua sistem aliran air tanah:

1. Aliran air tanah dalam akuifer tidak tertekan yang berada dalam endapan alluvial dan akuifer dangkal (*Perched Aquifers*) yang terdapat pada 30 m bagian atas dari Formasi *Steenkool*; dan
2. Aliran air tanah pada akuifer tertekan di Formasi *Steenkool*.

Lokasi zona pelepasan (*discharge areas*) air tanah untuk kedua sistem aliran ini diatur oleh arah aliran air tanah dalam akuifer ini dan singkapan batuan yang menurun. Dalam kedua sistem ini diperkirakan aliran akan ke utara dan / atau barat laut dari fasilitas Tangguh LNG namun mungkin ada beberapa variasi yang diuraikan sebagai berikut:

##### Alluvial Tidak Tertekan (*Unconfined Aquifers*) dan Akuifer Dangkal (*Perched Aquifers*) di Formasi *Steenkool*

Arah aliran air tanah dalam akuifer alluvial tidak tertekan dan akuifer dangkal (*Perched Aquifers*) pada Formasi *Steenkool* di properti Tangguh LNG diperkirakan akan bervariasi secara signifikan. Arah aliran di akuifer tersebut diharapkan akan diatur oleh kondisi topografi lokal dengan bukit-bukit dan pegunungan/pungguk bukit yang secara

local signifikan menggambarkan batasan-batasan aliran air tanah lokal. Dengan demikian, air tanah yang berada pada elevasi yang lebih tinggi di daerah tangkapan air yang terlokalisir diharapkan mengalir secara tegak lurus terhadap batasan-batasan air tanah di dekatnya, dan diharapkan dapat mengubah dan pada umumnya sesuai dengan arah aliran air permukaan pada elevasi yang lebih rendah. Terdapat juga kemungkinan komponen aliran dari sebelah utara dalam sistem ini selaras dengan pengaruh regional dari topografi pada aliran air tanah, terutama pada elevasi yang lebih rendah.

Aliran (*discharge*) air tanah dari akuifer tidak tertekan di dalam endapan alluvial dan akuifer dangkal (*perched aquifers*) yang terdapat pada 30 m bagian atas dari Formasi *Steenkool* di bagian timur properti Tangguh LNG diperkirakan akan mengalir ke arah utara, sepanjang batas timur daerah penelitian, sebelum mengalir keluar dari batas timurlaut dari properti Tangguh LNG (yaitu keluar ke Teluk Bintuni). Pelepasan (*discharge*) air tanah yang terlokalisir pada mata air dan rembesan juga dapat terjadi pada kondisi geologi dan topografi yang memungkinkan.

Air tanah pada akuifer tidak tertekan di dalam endapan alluvial dan akuifer dangkal (*perched aquifers*) yang terdapat pada 30 m bagian atas dari Formasi *Steenkool* di bagian tengah dan barat dari fasilitas Tangguh LNG diharapkan mengalir ke selatan dan baratdaya (yaitu menuju dan ke arah selatan dari Tanah Merah Baru) di mana kemungkinan akan mengalir ke salah satu anak sungai dan (akhirnya) ke Sungai Saengga di sebelah barat properti Tangguh LNG. Pelepasan (*discharge*) air tanah terlokalisir pada mata air maupun rembesan juga dapat terjadi pada kondisi geologi dan topografi yang memungkinkan.

Sebagian besar (jika tidak semua) air tanah dangkal di sepanjang batas utara properti diperkirakan akan mengalir ke Teluk Bintuni.

Sub-daerah tangkapan air permukaan, arah aliran air tanah yang diharapkan dan zona pelepasan (*discharge*) dari akuifer ini pada properti Tangguh LNG ditampilkan pada **Gambar 8** (Peta ZKAT 1).

#### Akuifer Antara Permukaan Tanah dan 600 m bmt pada Formasi *Steenkool*

Kaitan antara arah aliran air tanah dengan akuifer di Formasi *Steenkool* diharapkan akan konsisten terlepas dari kedalaman. Berdasarkan informasi yang terdapat dalam model konseptual hidrogeologi, akuifer ini terterkan di bawah properti Tangguh LNG sehingga tidak ada mekanisme pelepasan (*discharge*) air tanah yang aktif pada properti Tangguh LNG. Sebaliknya air tanah diperkirakan akan mengalir di bawah properti Tangguh LNG dari daerah imbuhan (*recharge*) di selatan dan baratdaya menuju daerah pelepasan (*discharge*) di utara dan / atau barat laut dari fasilitas Tangguh LNG. Mekanisme ini ditunjukkan oleh aliran-aliran akuifer '*outflow*' sepanjang batas utara dari fasilitas Tangguh LNG pada peta ZKAT yang disajikan pada **Gambar 8** dan **Gambar 9** (yaitu Peta ZKAT 1 dan Peta ZKAT 2 secara berurutan).

### 4.7 Delineasi Zona Pemanfaatan Air tanah

Sesuai dengan Pasal 24 ayat 3 (Penentuan Zona Konservasi) dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah, pemanfaatan sumber daya air tanah dari akuifer perlu dipastikan untuk menentukan zona aman, rawan, kritis dan rusak.

Untuk pembuatan peta ZKAT yang disajikan dalam Memorandum Teknis ini uraian berikut telah digunakan untuk menentukan zona pemanfaatan air tanah.

- **Aman** – Sumber daya air tanah yang tidak diambil secara berlebihan atau terancam oleh pengambilan yang berlebihan, dan tidak memiliki kualitas air tanah yang terkena dampak atau kemungkinan terkena dampak dari aktivitas dan / atau pengaruh antropogenik;
- **Rawan** – *sustainable yields* diperkirakan rendah, dengan pengambilan air tanah saat ini mendekati atau kemungkinan melebihi kemampuan *sustainable yields* dari akuifer tersebut, atau kualitas air tanah mungkin terkena dampak dari kegiatan dan / atau pengaruh tidak langsung dari antropogenik;
- **Kritis** - pengambilan air tanah melebihi *sustainable yields* dan / atau kualitas air tanah telah terkena dampak dari aktivitas dan / atau pengaruh tidak langsung antropogenik. Perbaikan kualitas air tanah dan / atau pemulihan sumber air tanah memungkinkan jika sumber daya air tanah ini dikelola dengan lebih baik; dan

- **Rusak** – sumber daya air tanah dalam keadaan terancam karena pengambilan/abstraksi yang melebihi *sustainable yields* yang berkelanjutan dan / atau kualitas air tanah secara signifikan terkena dampak dari aktivitas antropogenik. Pemulihan sumber daya air tanah yang bisa digunakan atau perbaikan kualitas air tanah tidak dimungkinkan.

Zona air tanah aman, rawan, kritis dan rusak yang diidentifikasi untuk masing-masing zona akuifer di bawah Properti Tangguh LNG diuraikan sebagai berikut.

Akuifer Tidak tertekan (*Unconfined Aquifers*) dan Akuifer Dangkal (*Perched Aquifers*) antara 30 m dpl dan 30 m bmt (Peta ZKAT 1 - **Gambar 8**)

- Zona aman – tidak ada zona aman yang teridentifikasi.
- Zona rawan – tiga zona rawan pemanfaatan air tanah yang telah diidentifikasi pada properti Tangguh LNG:
  1. Daerah tersebut pada properti Tangguh LNG terbentuk oleh endapan alluvial;
  2. Daerah tersebut pada properti Tangguh LNG terbentuk oleh satuan dominasi lempung dari Formasi *Steenkool* dimana terdapat akuifer dangkal dan / atau semi-akuifer tertekan yang signifikan secara lokal; dan
  3. Air tanah di bawah dan miring menurun dari tempat pembuangan sampah organik, *landfill* sampah *inert*, *landfill* sampah organik maupun fasilitas *landfill* sampah *inert*, *landfill* sampah organik yang baru.

Air tanah yang berada dalam endapan alluvial dan akuifer dangkal (*perched aquifers*) di Formasi *Steenkool* dianggap sebagai Zona rawan Pemanfaatan Air tanah mengingat bahwa:

- Sumber daya air tanah pada akuifer ini dianggap minimal dan memiliki sumberdaya berkelanjutan yang sangat rendah - bahkan *unsustainable yields*.
- Air tanah pada akuifer ini di bawah daerah aktif dari properti Tangguh LNG diperkirakan akan rentan terhadap polusi dari lokasi infrastruktur, kegiatan atau insiden di lokasi Tangguh LNG, termasuk:
  - Pelepasan produk cairan yang tidak disengaja (misalnya hidrokarbon) pada daerah di mana kontrol terhadap tumpahan (*spillage*) tidak dapat dikelola secara memadai;
  - Kebocoran dari infrastruktur di Fasilitas Tangguh LNG (termasuk limbah cair) dan daerah tempat penyimpanan bahan kimia;
  - Migrasi lindi dari fasilitas tempat penimbunan sampah (*landfill*); dan
  - Penggunaan herbisida dan/atau pestisida di Fasilitas Tangguh LNG.
- Penggunaan atau gangguan pada sumber daya air tanah ini dapat menyebabkan oksidasi pada kandungan sulfida dalam akuifer ini dan selanjutnya kondisi air tanah akan menjadi asam.

Air tanah di bawah dan pada gradien-menurun dari tempat pembuangan sampah organik, *landfill* untuk sampah *inert*, *landfill* sampah organik maupun *landfill* untuk sampah *inert* dan *landfill* sampah organik yang baru dianggap berpotensi rentan terhadap lindi yang berasal dari fasilitas ini. Pemantauan air tanah dangkal di sekitar fasilitas ini (yang dilapisi dengan lapisan *high-density polyethylene* baik tunggal atau ganda dan memiliki sistem pengumpulan lindi di bawah permukaan tanah) bahkan menunjukkan tidak ada bukti kontaminasi terhadap air tanah. Beberapa konsentrasi logam terlarut yang melebihi peraturan telah dicatat dalam kumpulan data pemantauan kualitas air tanah sampai dengan saat ini, namun diindikasikan sebagai kondisi awal alami dan bukan dari kebocoran *landfill*.

Jika migrasi lindi mengikuti rangkaian pemantauan air tanah yang akan dilakukan maka klasifikasi pemanfaatan air tanah di daerah ini akan berubah menjadi Rusak atau Kritis tergantung pada besaran kontaminasi dan efektivitas potensi perbaikan dan / atau opsi pengelolaan untuk meniadakan dampak lingkungan yang sedang berlangsung terhadap kualitas maupun kemampuan pemanfaatan air tanah.

- Zona kritis – tidak ada zona kritis yang teridentifikasi.
- Zona Rusak - tidak ada zona rusak yang teridentifikasi, namun perlu dicatat bahwa tidak ada informasi mengenai kualitas air tanah di bawah dan di sekitar fasilitas Kilang LNG.

Akuifer tertekan (*Confined Aquifers*) di Formasi *Steenkool* antara 30 sampai 150 m bmt (Peta ZKAT 1 – **Gambar 8**)

- Zona aman – tidak ada zona aman yang teridentifikasi.
- Zona rawan – sumberdaya air tanah di akuifer ini di bawah properti Tangguh LNG tidak diizinkan untuk pengambilan air tanah lebih lanjut. Maka dari itu sumberdaya air tanah ini dianggap masuk dalam zona rawan pemanfaatan air tanah karena statusnya yang harus dilindungi.

Diketahui pengklasifikasian ini telah diterapkan dengan mempertimbangkan proteksi konservatif dari akuifer ini berlawanan dengan adanya alasan yang diketahui atau diantisipasi mengenai pengambilan air tanah dengan laju yang dapat melebihi batas aman *yields* dari akuifer ini dan/atau kemungkinan menimbulkan dampak pada kualitas air tanah.

- Zona kritis – tidak ada zona kritis yang teridentifikasi.
- Zona rusak - tidak ada zona rusak yang teridentifikasi.

Akuifer tertekan (*Confined Aquifers*) di Formasi *Steenkool* Antara 150 dan 600 m bmt (Peta ZKAT 2 - **Gambar 9**)

- Zona aman – tidak ada zona aman yang teridentifikasi.
- Zona rawan - harapan untuk akuifer dengan proses pembentukan *yield* yang agak tinggi bersamaan dengan air tanah bersalinitas rendah yang diantisipasi dan tidak ada abstraksi yang diketahui dari akuifer tersebut (pada properti Tangguh LNG) membuat sumber daya air tanah ini menjadi target yang layak untuk digunakan di Fasilitas Tangguh LNG. Hal ini diakui bahwa bagaimanapun sumber daya air tanah ini juga dapat menjadi pilihan yang menarik untuk kegiatan industri di masa depan lainnya di dekat properti Tangguh LNG.

Jika pihak lain diberikan izin untuk mengambil air tanah dari akuifer ini di dekat properti Tangguh LNG maka hal ini dapat mengakibatkan pengambilan berlebih dari sumber daya air tanah yang berakibat berkurangnya *yields*, meningkatnya salinitas dan isu potensi amblasan tanah.

Mengingat hal di atas maka sumber daya air tanah di akuifer tertekan ini diklasifikasikan sebagai zona pemanfaatan air tanah yang rawan.

- Zona kritis – tidak ada zona kritis yang teridentifikasi.
- Zona rusak - tidak ada zona rusak yang diidentifikasi.

#### 4.8 Peta Zona Konservasi Air tanah

Peta ZKAT untuk zona akifer yang dipilih dalam Formasi *Steenkool* disajikan pada gambar berikut:

- Peta ZKAT 1 **Gambar 8** – Akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifers*) dan akuifer dangkal (*perched aquifers*) antara 0 m dan 150 m bmt; dan
- Peta ZKAT 2 **Gambar 9** – Akuifer tertekan (*confined aquifers*) antara 150 sampai 600 m bmt.

Ketika mengacu pada zona pemanfaatan air tanah yang ditampilkan pada **Gambar 8 dan 9** referensi harus diambil untuk masing-masing deskripsi pemanfaatan air tanah yang telah dirinci dalam **Bagian 4.7** dari Memorandum Teknis ini.

#### 5.0 PENUTUP

Jika Anda memiliki komentar atau pertanyaan tentang hal di atas jangan ragu untuk menghubungi Craig Wicenciak atau Geoff Perryman di kantor Jakarta kami.

Atas nama

**KONSORSIUM PT GEOTECHNICAL AND ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA (GESI)**

**DAN GOLDER ASSOCIATES PTY LTD (GAP)**

Craig Wicenciak  
Hydrogeologist

Geoff Perryman  
Associate, Project Manager

CBW / DB GEP / cbw

## **GAMBAR**

- Gambar 1: Lokasi Fasilitas Tangguh LNG
- Gambar 2: Tapak Fasilitas Tangguh LNG
- Gambar 3: Profil refleksi seismik yang menunjukkan dugaan ketebalan dan orientasi struktur pada Formasi *Steenkool*, Kais dan Faumai di bawah Properti Tangguh LNG dan sekitarnya
- Gambar 4: Interpretasi geologi di bawah Fasilitas Tangguh LNG dan Teluk Bintuni
- Gambar 5: Lokasi dari cekungan air tanah Kanoka-Babo dan sub-cekungan Fasilitas Tangguh LNG
- Gambar 6: Pendugaan distribusi akuifer dan akuitard pada bagian sebelah barat laut Fasilitas Tangguh LNG
- Gambar 7: Pendugaan profil geologi dari sumur masyarakat di Saengga di sebelah barat daya dan *Slim Hole* di timur di bawah Fasilitas Tangguh LNG bagian Barat laut
- Gambar 8: Peta Zona Konservasi Air tanah 1: akuifer dangkal pada Formasi *Steenkool* antara 0 m dan 150 m bmt di Fasilitas Tangguh LNG
- Gambar 9: Peta Zona Konservasi Air tanah 2: akuifer tertekan pada Formasi tertekan antara 150 dan 600 m bmt di bawah Fasilitas Tangguh LNG

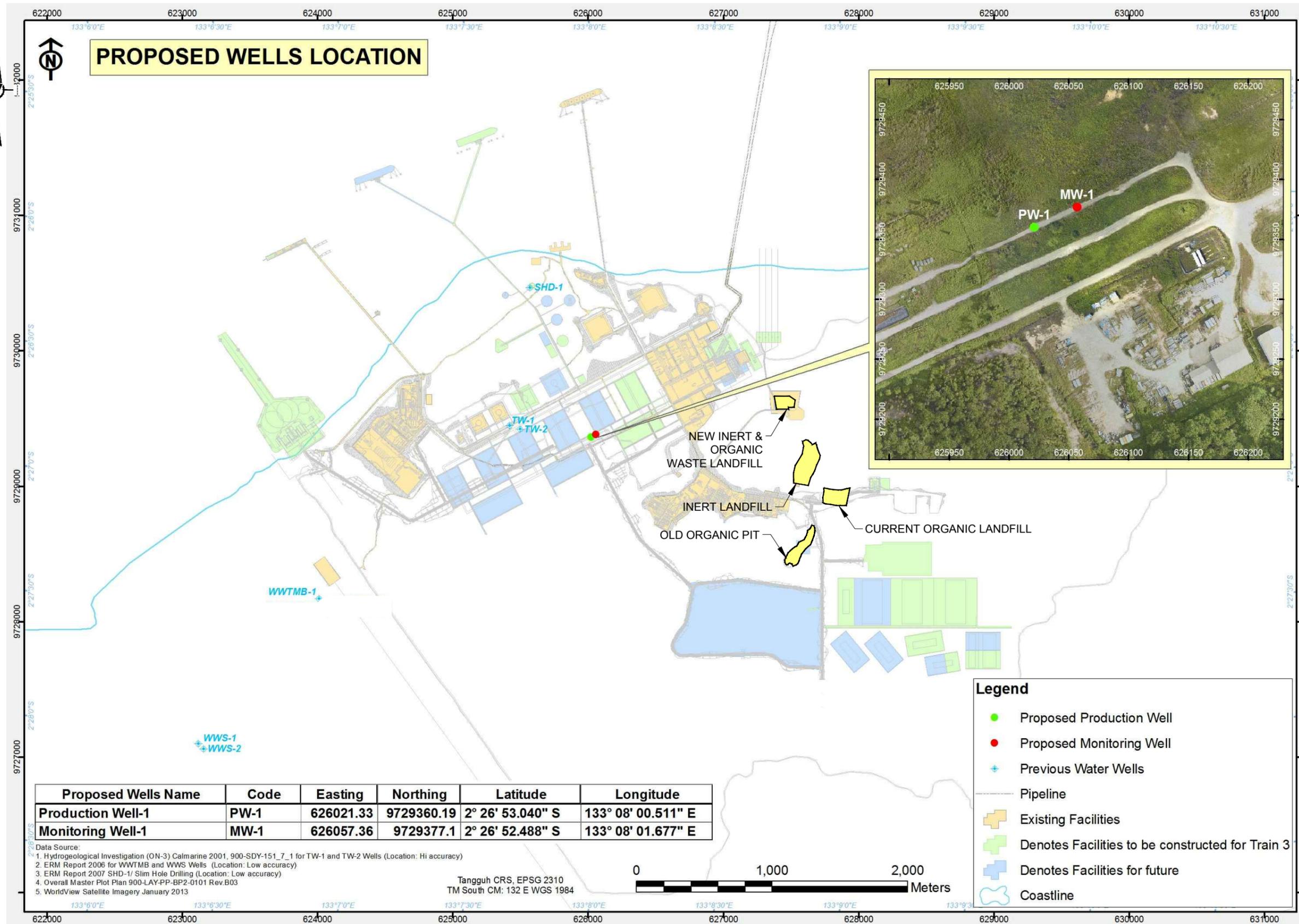
## **Lampiran**

- Lampiran A: Sumber Informasi dan Ketersediaan Data
- Lampiran B: Model Konseptual Hidrogeologi
- Lampiran C: Hasil Pemantauan Kualitas Air Tanah pada Fasilitas Tempat Penimbunan Sampah (*Landfill*)



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 15/04/2014	DRAWING TITLE <b>TANGGUH LNG FACILITY SITE LOCATION</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 15/04/2014					
	SCALE NTS	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 1	REVISION 0

© GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.

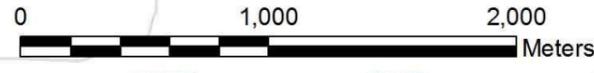


# PROPOSED WELLS LOCATION

Proposed Wells Name	Code	Easting	Northing	Latitude	Longitude
Production Well-1	PW-1	626021.33	9729360.19	2° 26' 53.040" S	133° 08' 00.511" E
Monitoring Well-1	MW-1	626057.36	9729377.1	2° 26' 52.488" S	133° 08' 01.677" E

Data Source:  
 1. Hydrogeological Investigation (ON-3) Calmarine 2001, 900-SDY-151\_7\_1 for TW-1 and TW-2 Wells (Location: Hi accuracy)  
 2. ERM Report 2006 for WWTMB and WWS Wells (Location: Low accuracy)  
 3. ERM Report 2007 SHD-1/ Slim Hole Drilling (Location: Low accuracy)  
 4. Overall Master Plot Plan 900-LAY-PP-BP2-0101 Rev.B03  
 5. WorldView Satellite Imagery January 2013

Tangguh CRS, EPSG 2310  
 TM South CM: 132 E WGS 1984

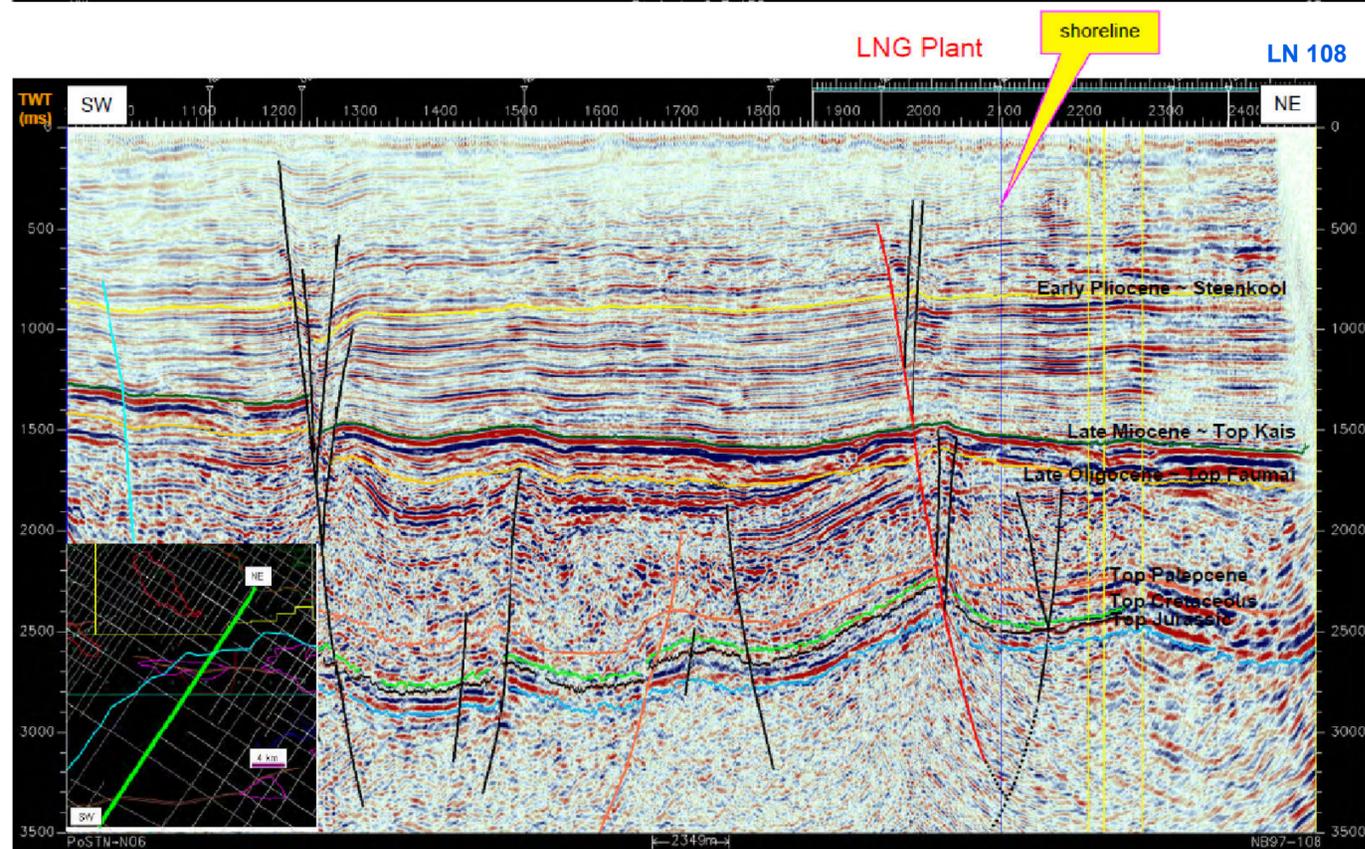
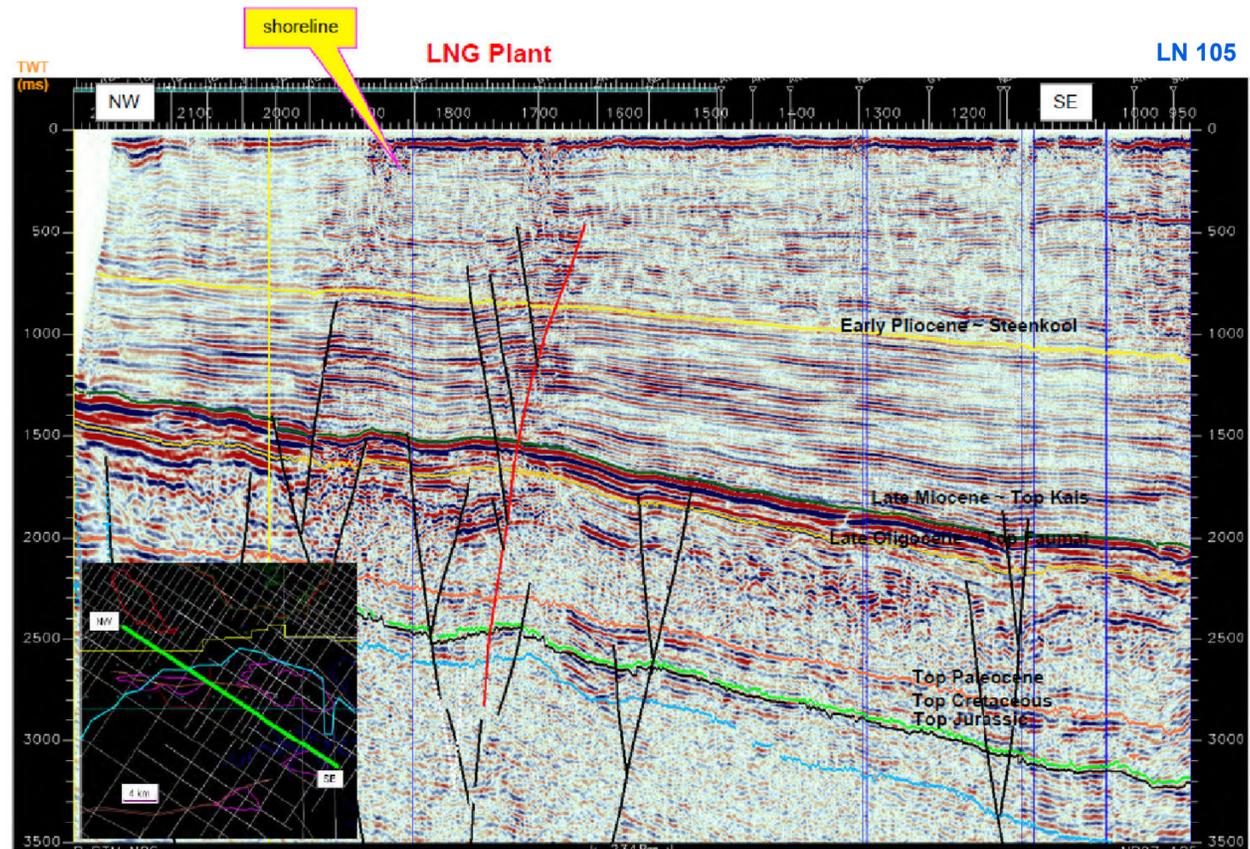
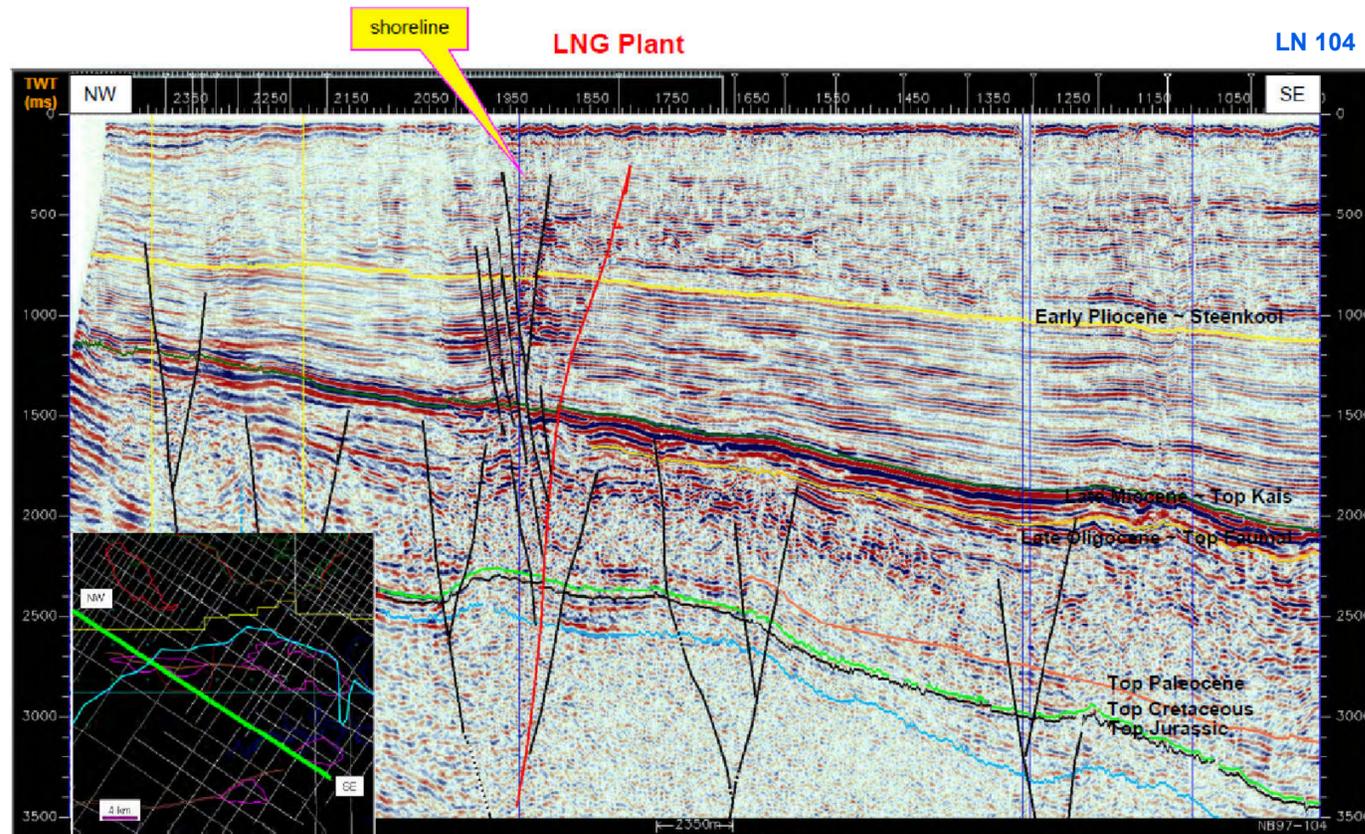
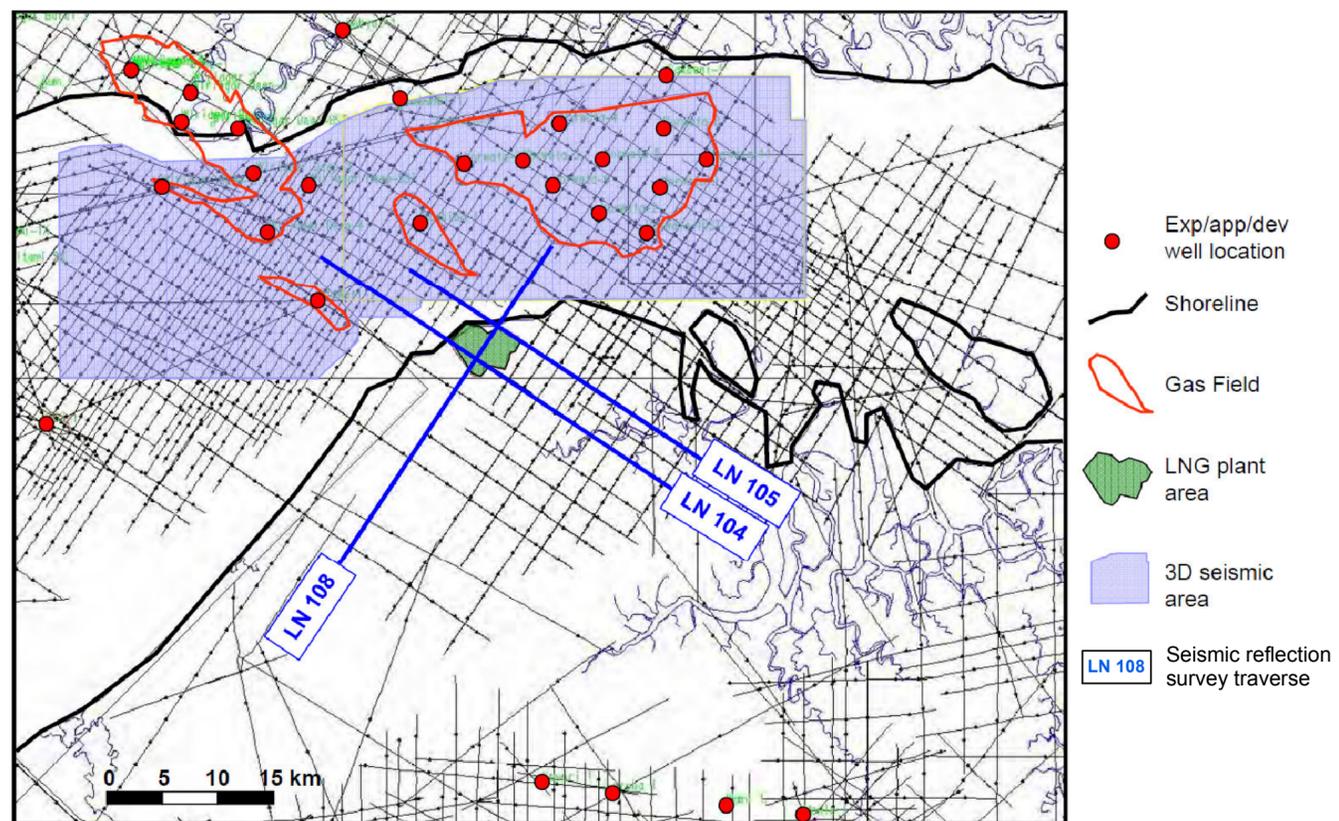


### Legend

- Proposed Production Well
- Proposed Monitoring Well
- + Previous Water Wells
- Pipeline
- Existing Facilities
- Denotes Facilities to be constructed for Train 3
- Denotes Facilities for future
- Coastline

SOURCE : BP BERAU LTD

<p>www.golder.com                  GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL &amp; ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)</p>	CLIENT BP BERAU LTD		PROJECT TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY				
	DRAWN BY LI	DATE 15.04.2014	DRAWING TITLE TANGGUH LNG FACILITY SITE LAYOUT				
	CHECKED BY GEP	DATE 15.04.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A3	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 002	REVISION 0



SOURCE : TANGGUH LNG



CLIENT	BP BERAU LTD		PROJECT				TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY								
DRAWN BY	NDL	DATE	5/03/2014		DRAWING TITLE		SEISMIC REFLECTION PROFILES SHOWING INFERRED THICKNESS AND STRUCTURAL ORIENTATION OF THE STEENKOOI, KAIS AND FAUMAI FORMATIONS BENEATH THE TANGGUH PROPERTY AND SURROUNDS								
CHECKED BY	CW	DATE	5/03/2014		PROJECT No	138716004	DOC No	013	DOC TYPE	F	FIGURE No	03	REVISION	0	FIGURE 3
SCALE	NTS		SHEET SIZE	A2											

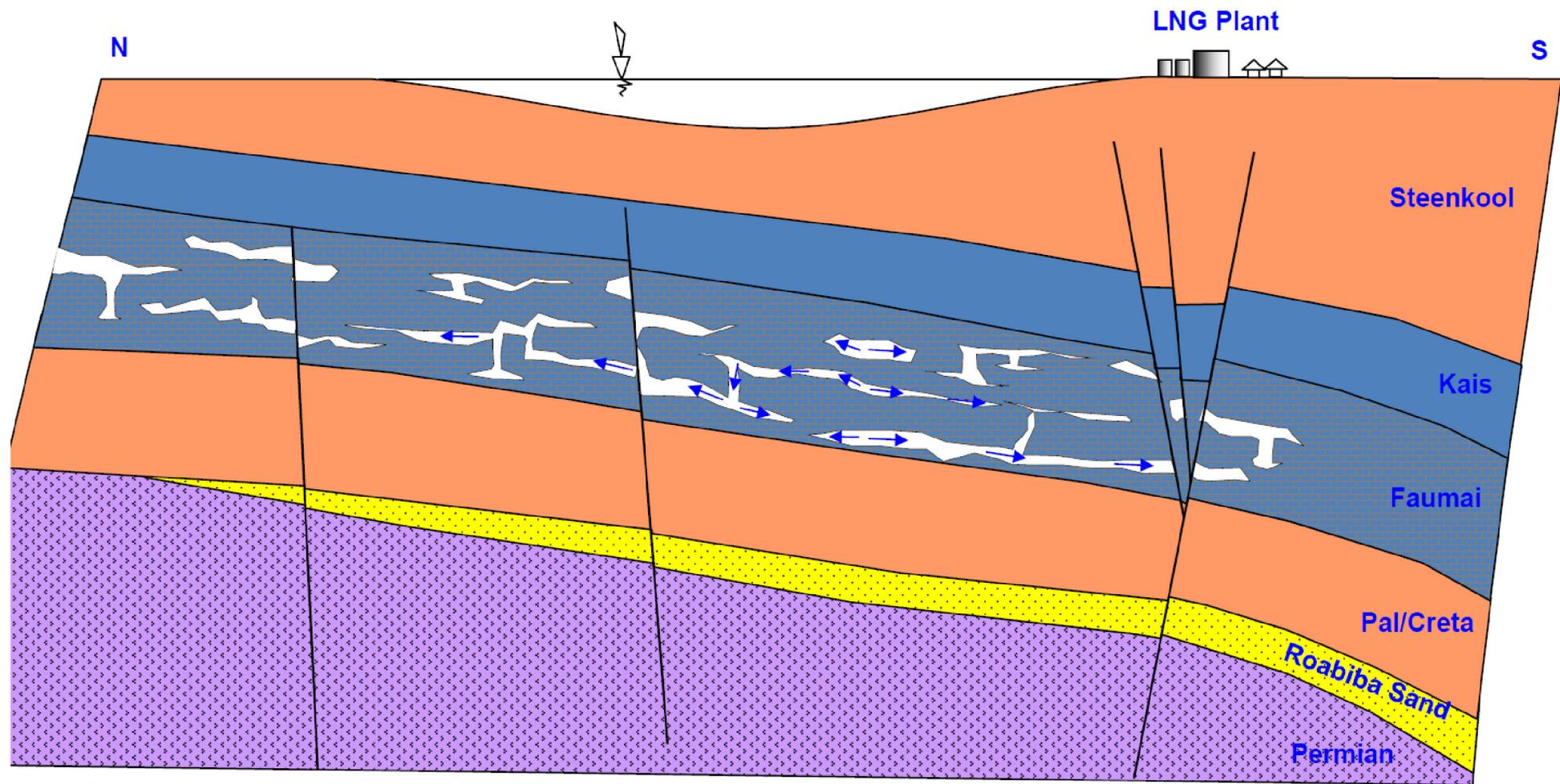
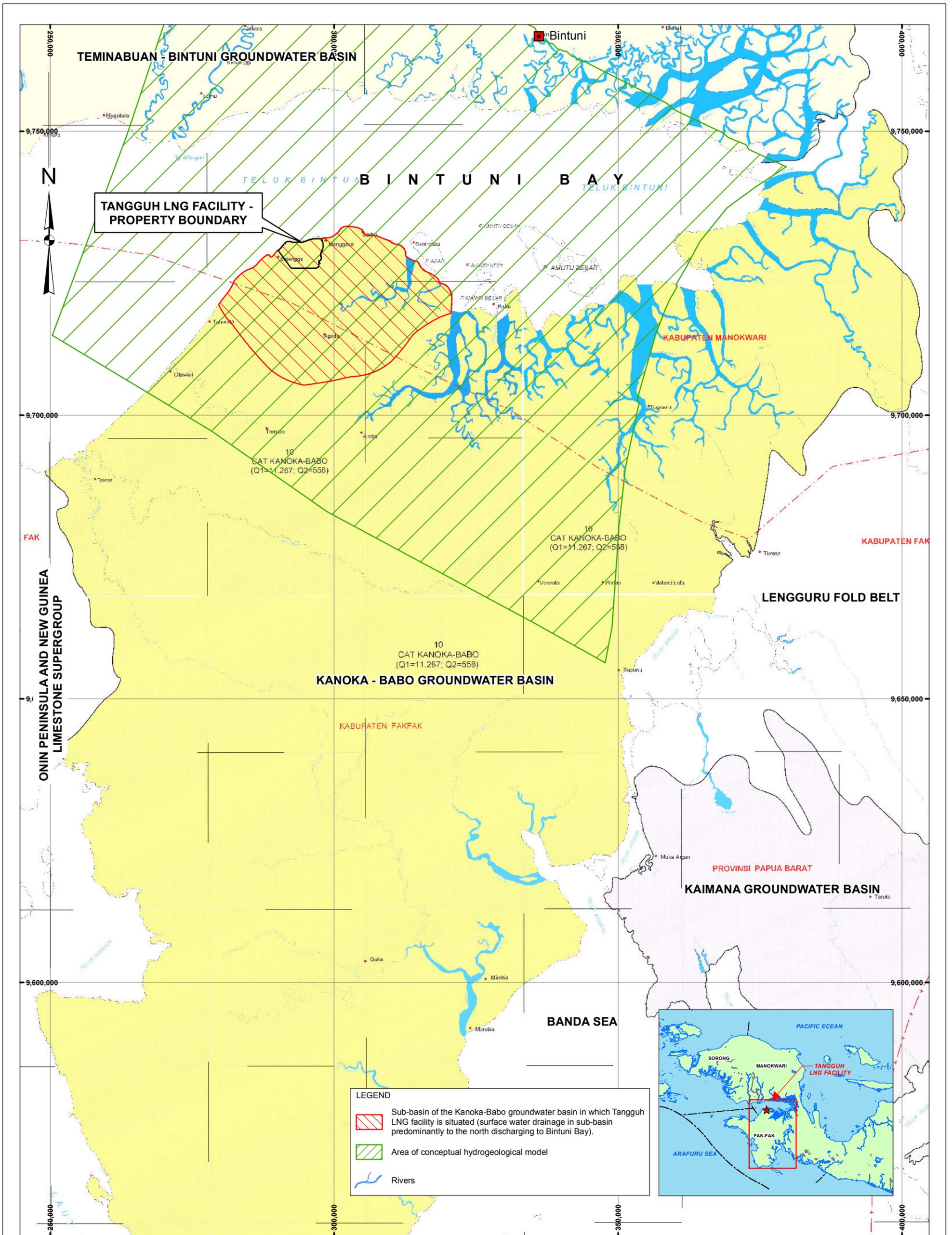


FIGURE PROVIDED BY TANGGUH LNG'S TECHNICAL ADVISOR

 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>			
	DRAWN BY NDL	DATE 5/03/2014	DRAWING TITLE <b>GEOLOGICAL INTERPRETATION BENEATH THE TANGGUH LNG FACILITY AND BINTUNI BAY</b>			
	CHECKED BY CW	DATE 5/03/2014	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 04
	SCALE NTS	SHEET SIZE A4	REVISION 0	FIGURE 4		



**NOTE**

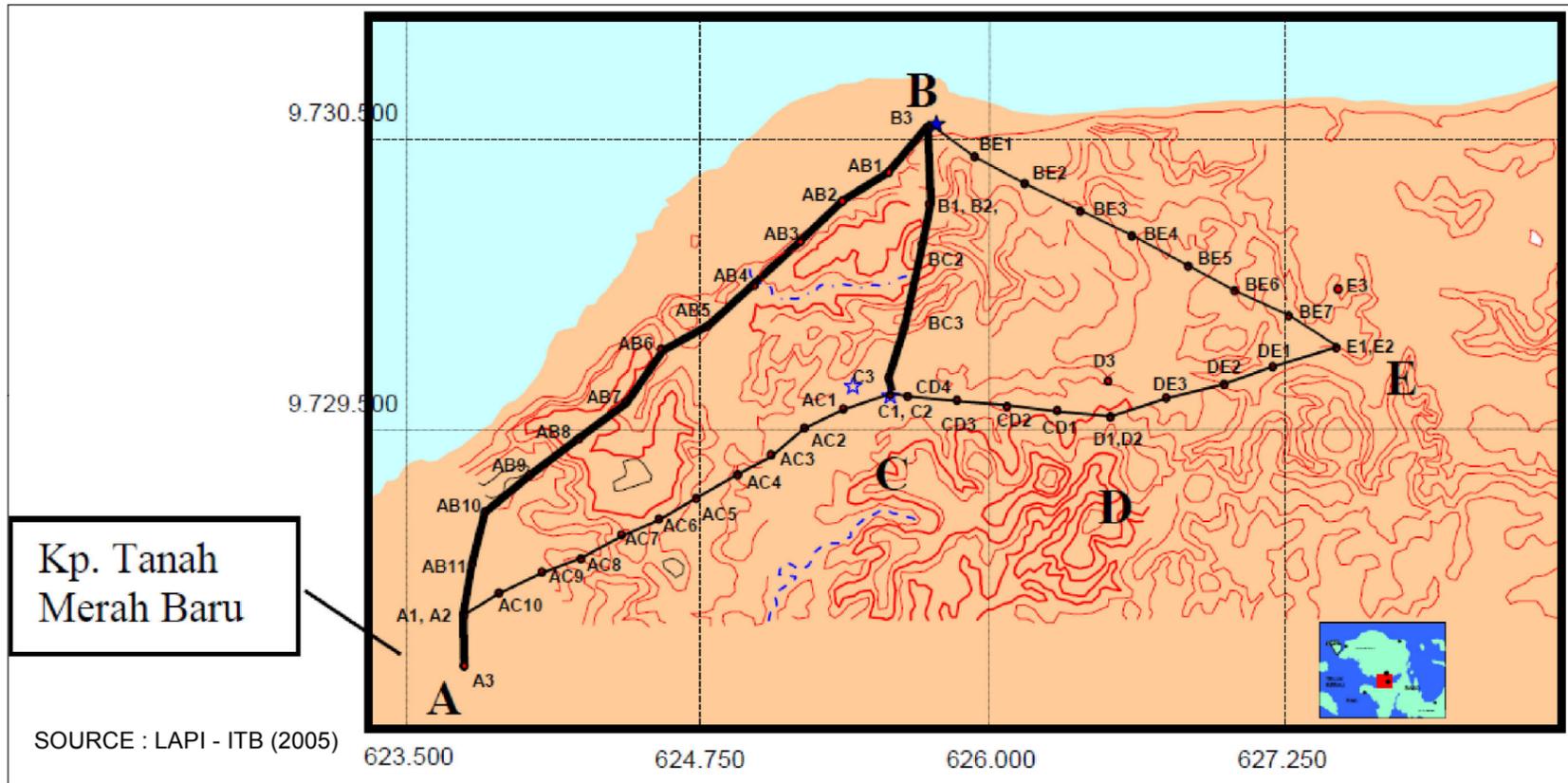
Q1 = estimate of total recharge of unconfined aquifers in the Kanoka-Babo Groundwater Basin ( M m<sup>3</sup>/year).

Q2 = estimate of total recharge of confined aquifers in the Kanoka-Babo Groundwater Basin ( M m<sup>3</sup>/year).

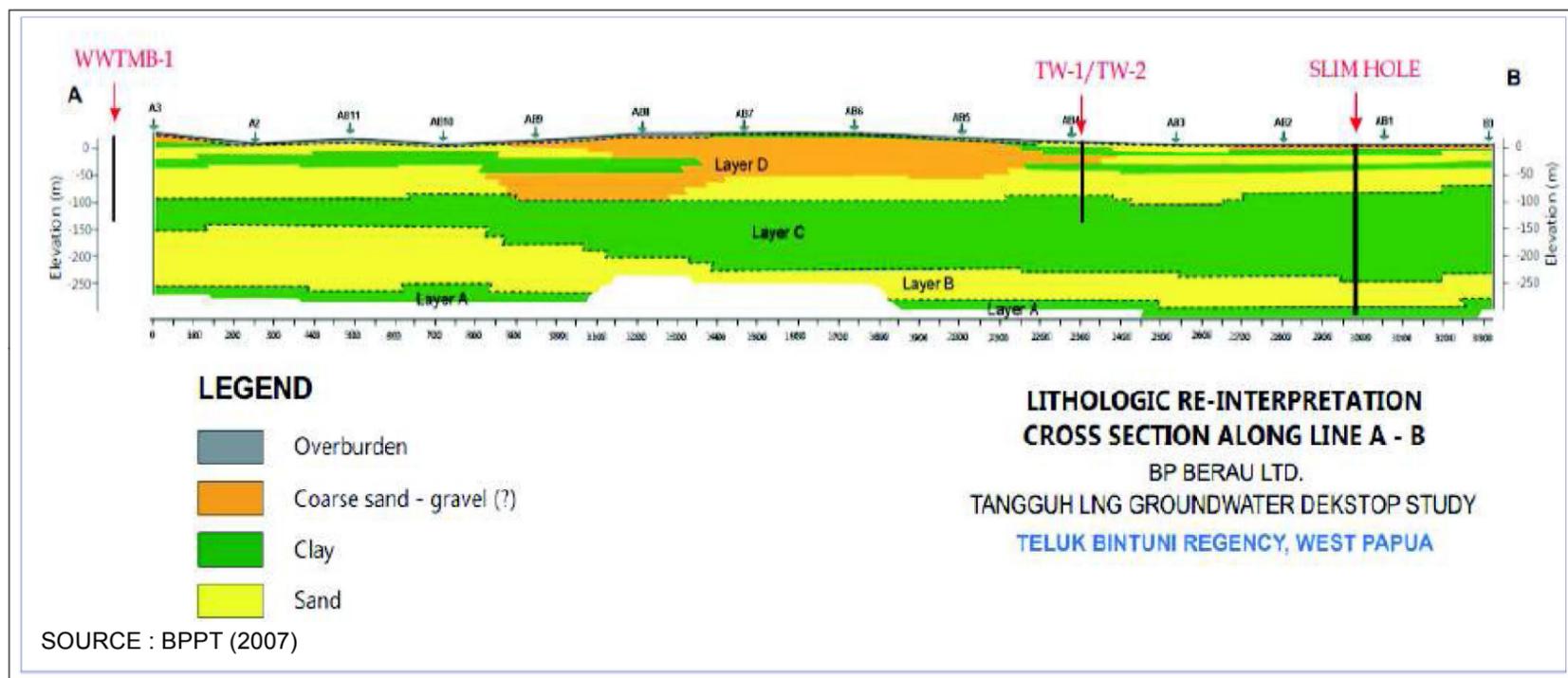


CLIENT <b>BP BERU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>	
DRAWN BY NDL	DATE 15/04/2014	DRAWING TITLE <b>LOCATION OF THE KANOKA-BABO GROUNDWATER BASIN AND TANGGUH LNG FACILITY SUB-BASIN</b>	
CHECKED BY CW	DATE 15/04/2014	PROJECT No 138716004	DOC No 013
SCALE 1:600,000	SHEET SIZE A3	DOC TYPE F	FIGURE No 05
		REVISION 0	FIGURE 5

PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 05	REVISION 0	FIGURE 5
-------------------------	---------------	---------------	-----------------	---------------	----------

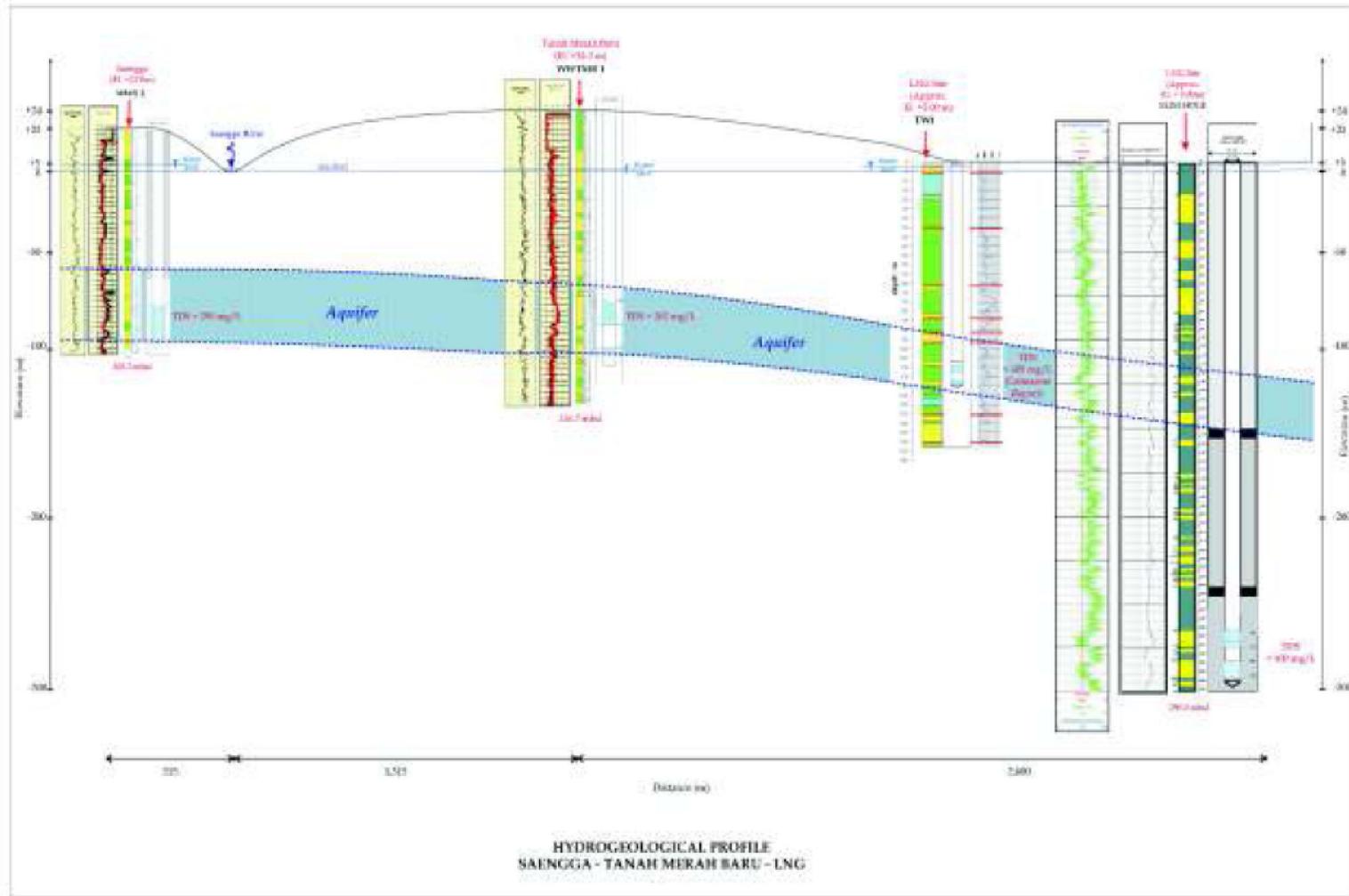


6 (a) Location of geo-electric survey traverses in the northwestern portion of the Tangguh LNG Facility.



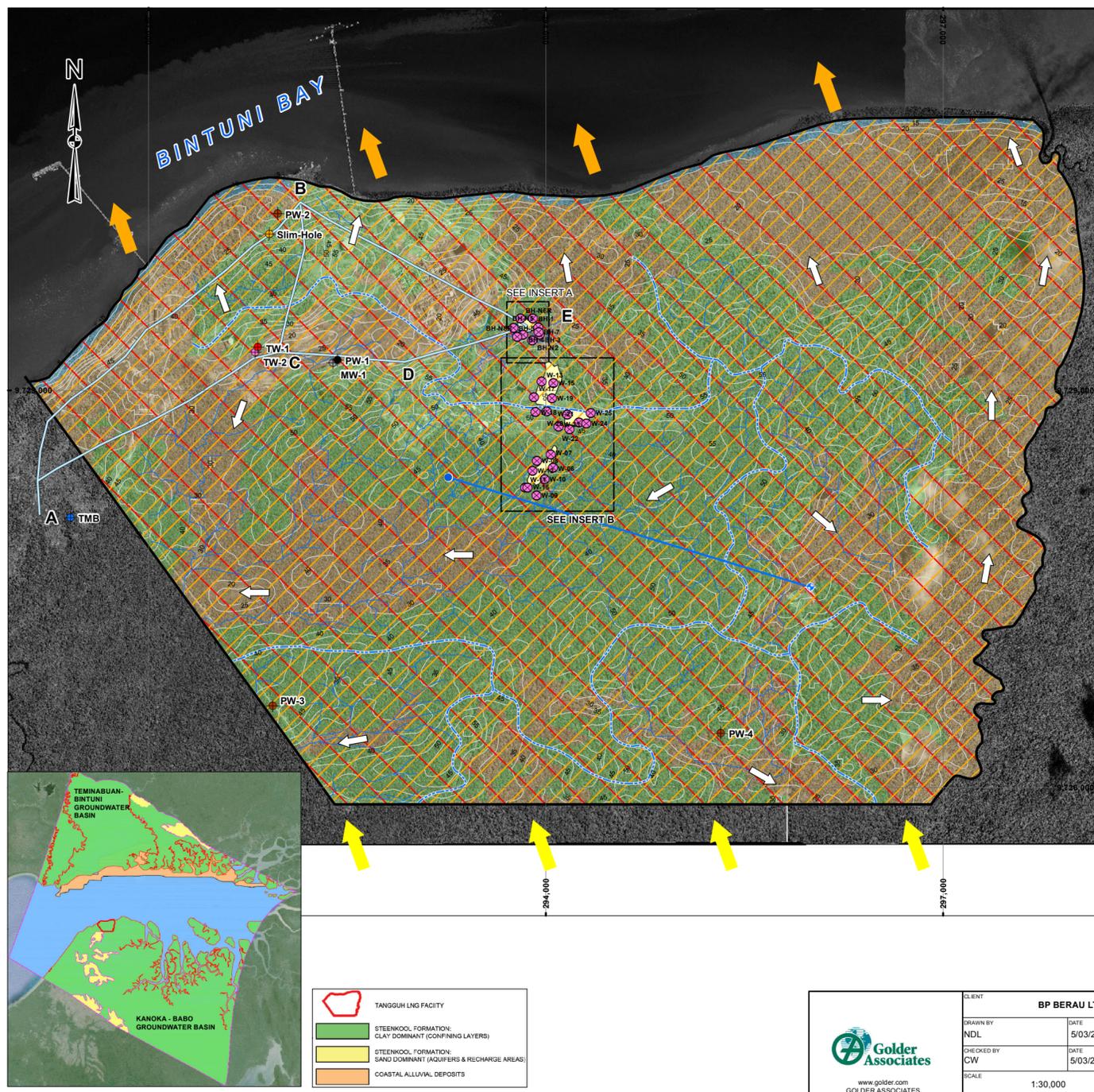
6 (b) Inferred lithological section from BPPT along geo-electric survey traverse A-B.

<p>Golder Associates www.golder.com GOLDER ASSOCIATES</p>	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 15/04/2014	DRAWING TITLE <b>INFERRED AQUIFER &amp; AQUITARD DISTRIBUTION IN THE NORTHWESTERN PORTION OF THE TANGGUH LNG FACILITY</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 15/04/2014					
	SCALE NTS	SHEET SIZE A3	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 06	REVISION 0



SOURCE : ERM (2008)

 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 5/03/2014	DRAWING TITLE <b>INFERRED HYDROGEOLOGICAL PROFILE FROM THE COMMUNITY SUPPLY WELL AT SAENGG IN THE SOUTHWEST AND THE SLIMHOLE IN THE EAST BENEATH THE NORTHWESTERN PORTION ON THE LNG FACILITY</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 5/03/2014					
	SCALE NTS	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 07	REVISION 0



### LEGEND

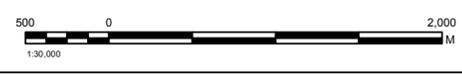
- Tangguh LNG Facility - Property Boundary
- MW-1 Proposed groundwater monitoring well to be screened in the Steenkool Formation aquifer zones between 30 and 150 m bgs.
- PW-1 Proposed test groundwater production well to be screened in the Steenkool Formation in aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
- Slim Hole Groundwater investigation borehole drilled into the aquifer zones between 150 and 400 m bgs in the Steenkool Formation.
- Groundwater investigation borehole drilled into the aquifer zones between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation.
- Test groundwater production well screened in the Steenkool Formation in aquifer zones between 30 and 150 m bgs.
- Community groundwater supply well screened in aquifer zones between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation.
- Groundwater monitoring well screened in clay dominant Steenkool Formation between 30 m msl and -10 m msl.
- Provisional location for groundwater production well.
- Collar, alignment and termination point of Genting oil and gas exploration borehole.
- Surface waterway
- Surface water catchment divide
- Likely dominant groundwater flow direction in alluvial and perched aquifers in the Steenkool Formation.
- Vertical electrical sounding traverse
- Groundwater recharge area and conservation zone: unconfined alluvial aquifers
- Groundwater recharge and conservation zone : perched aquifers in the Steenkool Formation.
- Groundwater discharge areas for shallow aquifers between 30 m msl and -30 m msl Steenkool Formation.
- Landfill locations

### GROUNDWATER UTILISATION ZONE CLASSIFICATION

- VULNERABLE
- Groundwater recharge/ conservation zone and abstraction embargo zone / Steenkool Formation aquifers between 30 and 150 m bgs.

Groundwater inflow into the zones aquifers in the Steenkool Formation between 30 and 150 m bgs beneath the property (recharge areas to the south and southwest of the Tangguh LNG Facility). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.

Groundwater outflow from the aquifer intervals between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation (discharge areas likely to be to the north, northwest or west of the Tangguh LNG Facility). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.



 www.golden.com	CLIENT	BP BERAU LTD	PROJECT	TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY										
	DRAWN BY	NDL	DATE	5/03/2014										
	CHECKED BY	CW	DATE	5/03/2014										
	SCALE	1:30,000	SHEET SIZE	A2	PROJECT No	138716004	DOC No	013	DOC TYPE	F	FIGURE No	08	REVISION	0

SOURCE : TANGGUH LNG

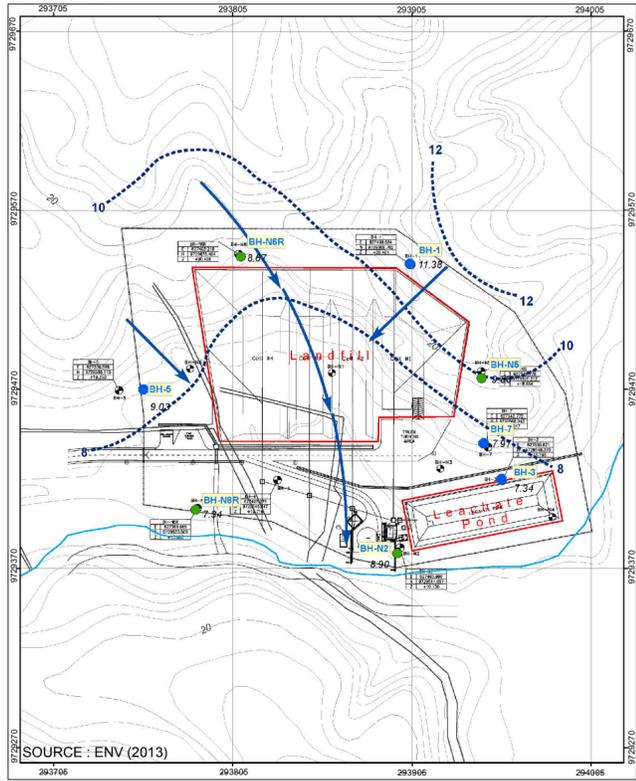
### Groundwater monitoring wells at the old & current organic landfills and the inert landfill



### Coordinates for ITB Vertical Electrical (Resistivity) Sounding Locations, 2004

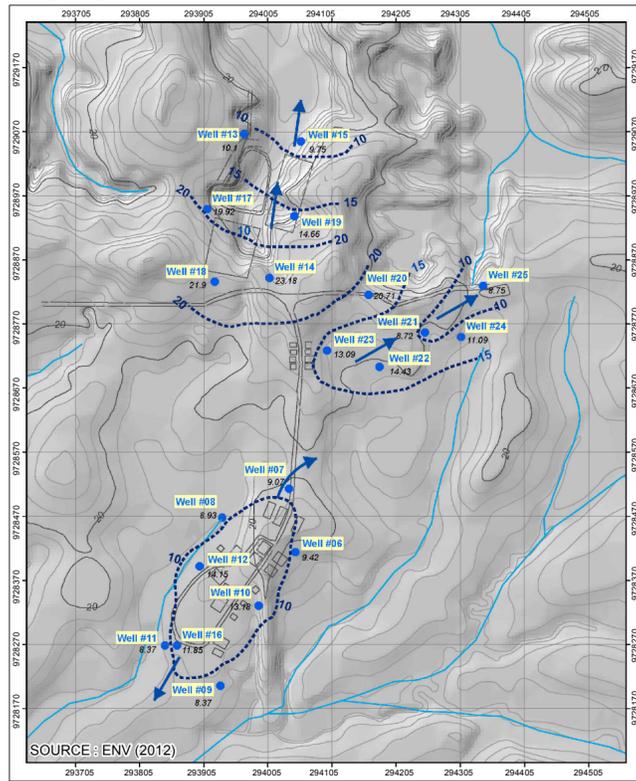
VES name	Easting (mE)	Northing (mN)	Elevation (m msl)
A1	290161.3	9728313.7	8.3
A2	290161.3	9728313.7	8.3
A3	290175.6	9728068.6	28.6
AB1	291982.1	9730216.3	4.8
AB10	290239.4	9728759.5	4.7
AB11	290184.7	9728538.6	18.5
AB2	291780.7	9730081.9	3.0
AB3	291588.7	9729910.9	3.5
AB4	291382.2	9729751.4	9.9
AB5	291183.6	9729589.2	17.0
AB6	290981.4	9729453.0	28.5
AB7	290820.5	9729253.2	28.5
AB8	290619.0	9729083.6	26.6
AB9	290413.5	9728932.1	14.4
AC1	291790.7	9729231.7	18.7
AC10	290312.6	9728406.0	4.9
AC2	291628.2	9729123.7	20.0
AC3	291470.6	9729023.6	10.3
AC4	291310.0	9728925.7	13.5
AC5	291152.3	9728829.5	25.7
AC6	290978.1	9728740.1	30.5
AC7	290809.2	9728670.9	17.5
AC8	290640.8	9728590.7	9.0
AC9	290478.9	9728502.5	12.4
B1	292182.6	9730075.2	28.2
B2	292142.6	9730075.2	28.2
B3	292142.6	9730075.2	28.2
BC1	292142.6	9730075.2	28.2
BC1	292142.6	9730075.2	28.2

### INSERT A

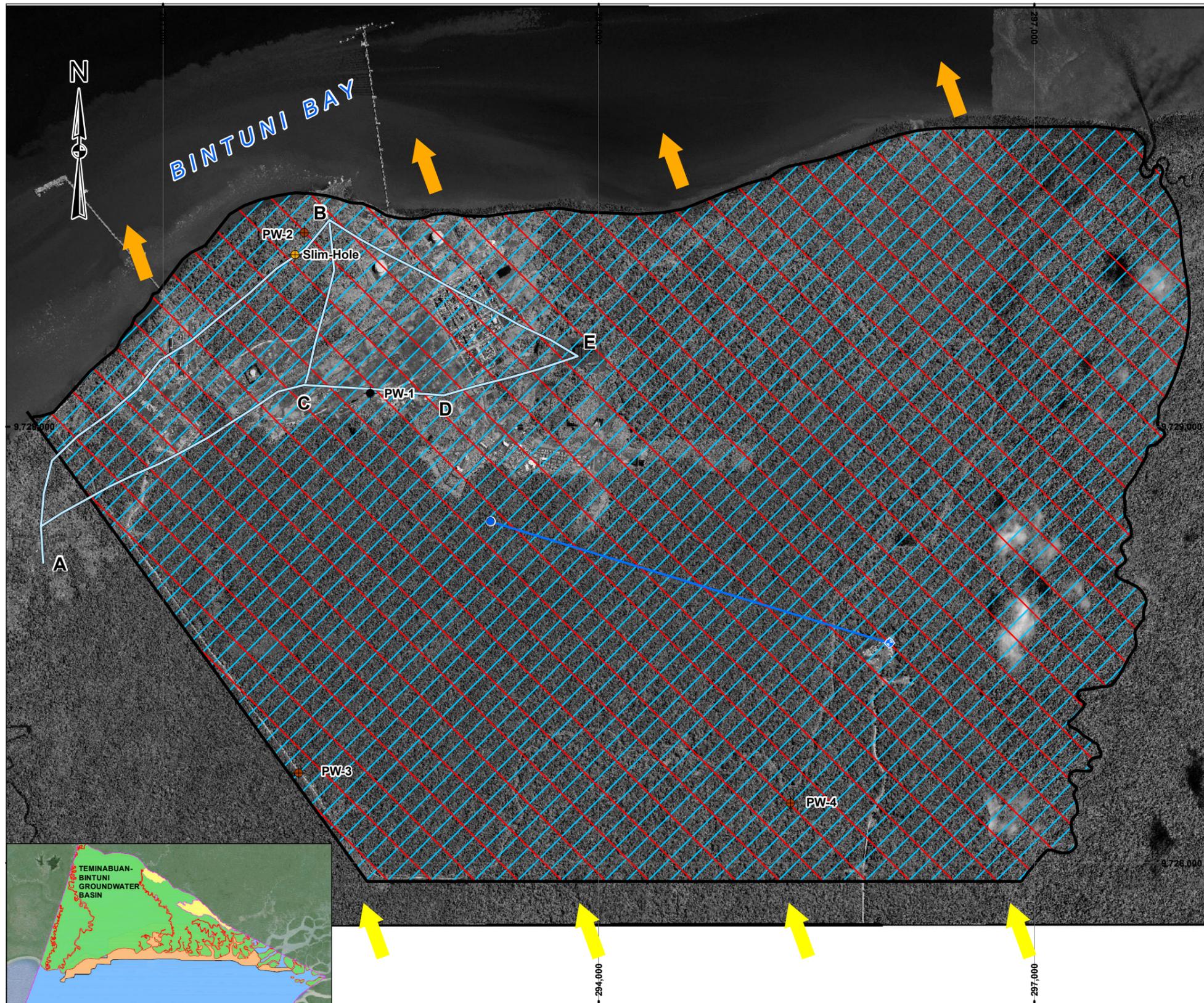


Groundwater levels and inferred flow directions : inert & organic waste landfill

### INSERT B



Groundwater levels and inferred flow directions : old organic landfill, current organic landfill and inert landfill

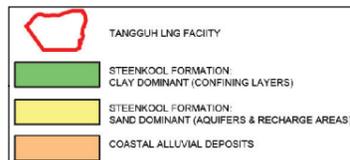
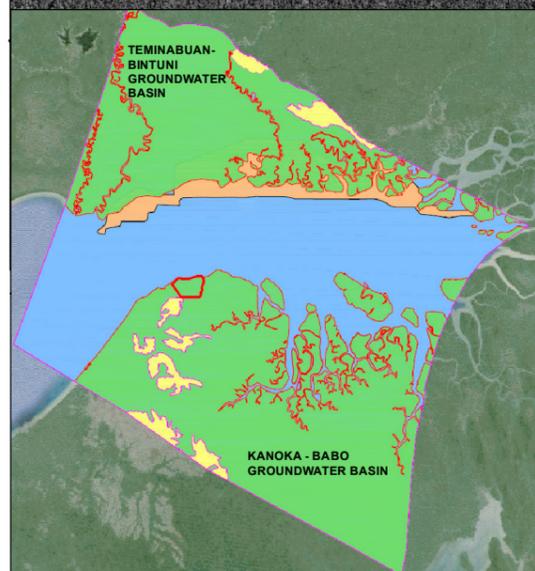


**LEGEND**

-  Tangguh LNG Facility - Property Boundary
-  Slim Hole Groundwater investigation borehole drilled in the Steenkool Formation into aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
-  PW-1 Proposed groundwater investigation well to be screened in the Steenkool Formation within aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
-  Provisional location for groundwater production well.
-  Groundwater Conservation Zone : proposed groundwater abstraction embargo zone to allow development of aquifer resources by Tangguh LNG.
-  Groundwater inflow to the aquifer intervals between 150 and 600 m bgs in the Steenkool Formation beneath the LNG facility (recharge areas to the south and south west of the Tangguh LNG Facility and cannot be shown on map). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.
-  Groundwater outflow from the aquifer intervals between 150 and 600 m bgs in the Steenkool Formation beneath the Facility (discharge areas thought to be to the north, northwest or west of the Tangguh LNG Facility and cannot be shown on map). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.
-  Collar, alignment and termination point of Genting oil and gas exploration borehole.
-  Vertical electrical sounding traverse

**GROUNDWATER UTILISATION ZONE CLASSIFICATION**

-  VULNERABLE



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>			
	DRAWN BY NDL	DATE 5/03/2014	DRAWING TITLE <b>GROUNDWATER CONSERVATION ZONE MAP 2 : CONFINED AQUIFERS IN THE STEENKOOI FORMATION BETWEEN 150 AND 600m bgs BENEATH THE TANGGUH LNG FACILITY</b>			
	CHECKED BY CW	DATE 5/03/2014	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 09
	SCALE 1:30,000	SHEET SIZE A3	REVISION 0	FIGURE 9		

## Lampiran A: Sumber Informasi dan Ketersediaan Data

### A.1 Sumber Informasi

Peta ZKAT dan model konseptual air tanah yang menyertainya disajikan dalam Memorandum Teknis ini telah didasarkan pada sejumlah sumber data. Hal ini termasuk:

- Peta geologi dan hidrogeologi yang dipublikasi dan referensi-referensi untuk daerah Bintuni dan daerah lebih luas pada area "Kepala Burung" di wilayah Papua Barat, termasuk:
  - Peta Geologi skala 1:250.000 dengan lembar berjudul *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya, Quadrangle 2913*;
  - Buklet berisi penjelasan Peta Geologi dengan lembar berjudul *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya, Quadrangle 2913*;
  - Peta Hidrogeologi Indonesia skala 1:2.500.000;
  - Peta Hidrogeologi skala 1:100.000 dengan lembar berjudul *Hydrogeological Map of Indonesia, Sheet V Morotai and Sheet 7 Ambon*, yang diterbitkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral;
  - Area Cekungan Air Tanah dan estimasi imbuhan (*recharge*) air tanah tahunan untuk akuifer tidak tertekan dan akuifer tertekan di Cekungan Air Tanah Kanoka-Babo yang disajikan pada peta Cekungan Air Tanah Papua Barat, diterbitkan oleh Departemen Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan.
- Diskusi dengan pakar Hidrogeologi dari Pusat Survei Geologi Indonesia mengenai karakteristik air tanah dan sumber informasi untuk daerah Teluk Bintuni dan Cekungan Air Tanah Kanoka-Babo yang lebih luas;
- Laporan terdahulu yang menggambarkan tata geologi, hidrogeologi dan hidrologi di properti Tangguh LNG dan sekelilingnya termasuk:
  - Laporan yang disiapkan oleh *Baynes Geologic* meringkas sejumlah aspek geologi, geoteknik, hidrogeologi dan geomorfologi dari properti Tangguh LNG dan pengaruhnya terhadap pengembangan Fasilitas Tangguh LNG.
    - Baynes Geologic Pty Ltd (2006), *Tangguh Project, Engineering Geology Assessment, Consolidated Report*. Report No. 165/3/1 060721 tertanggal 21 Juli 2006.
  - Laporan yang disiapkan oleh *Environmental Resource Management* Australia (ERM) menjelaskan hasil pekerjaan pemodelan numerik air tanah awal yang dilakukan untuk memberikan gambaran kepada Tangguh LNG tentang potensi kelayakan, keberlanjutan dan kemungkinan dampak lingkungan dari penggunaan sistem akuifer lebih dalam di bawah properti sebagai penyediaan air untuk proyek yang direncanakan.
    - Environmental Resources Management Australia (2004), *Numerical Groundwater Model to Estimate Potential Pumping Rates for Tangguh LNG Project, Papua, Indonesia*. Reference No. 'International Report' tertanggal 10 April 2004.
  - Laporan yang disiapkan oleh Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri – Institut Teknologi Bandung menjelaskan (antara lain):
    - (i) kondisi geologi dan hidrogeologi lokal dan regional berdasarkan deskripsi litologi dari sumur bor eksplorasi minyak dan gas lepas pantai (*off-shore*) Nambumbi-1 dan Roabiba-1, sumur bor eksplorasi air tanah *on-shore* TW-1, dan sumur percobaan air tanah TW-2;
    - (ii) pemodelan numerik air tanah awal yang dilakukan untuk memperkirakan kemungkinan dampak pengambilan air tanah yang direncanakan pada properti Tangguh LNG terhadap sumber daya air tanah yang ditargetkan oleh sumur untuk penyediaan air masyarakat yang dipasang di Tanah Merah Baru;
    - (iii) penilaian terhadap kemungkinan terjadinya intrusi air laut dan / atau '*upconing*' air asin sebagai akibat dari potensi pengambilan air tanah di fasilitas Tangguh LNG; dan
    - (iv) potensi dan besaran amblesan tanah (*land subsidence*) yang berhubungan dengan pengambilan air tanah di masa depan pada properti Tangguh LNG.

- Institut Teknologi Bandung (2005), *Revised Technical Proposal for the Trial Use of Groundwater*. Laporan Januari 2005.
- Laporan yang disiapkan oleh PT Calmarine Indonesia menggambarkan investigasi hidrogeologi *on-shore* yang dilakukan di properti Tangguh LNG pada tahun 2001 dengan penekanan pada instalasi dan uji hidrolis dari sumur percobaan pengambilan air tanah (TW-2).  
Perlu dicatat bahwa saringan di TW-2 tidak dipasang pada posisi yang tepat dengan akuifer yang ditargetkan sehingga menghasilkan pasir halus (*silt*) yang signifikan selama pengeboran. Sumur bor yang berdekatan, TW-1, ditinggalkan karena mata bor terjebak di kedalaman sekitar 132 m.
- PT Calmarine Indonesia (2001), *Hydrogeological Investigation (ON-3)*. Document No. 900-SDY-151 tertanggal 1 Maret 2001.
- Laporan yang diterbitkan oleh PT ERM Indonesia setelah pengeboran dan *logging* geofisika dari sumur bor eksplorasi air tanah (diidentifikasi sebagai *Slim Hole*) sepanjang batas utara properti Tangguh LNG.
- PT ERM Indonesia (2007), *Slim Hole Drilling, Tangguh LNG Project*. Laporan Maret 2007.
- Sejumlah laporan yang disiapkan oleh PT ERM Indonesia setelah dilakukan instalasi dan uji hidrolis sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat di kampung Onar Baru, Onar Lama, Saengga dan Tanah Merah Baru ke barat dan baratdaya dari properti Tangguh LNG.
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Onar Baru*, Oktober 2006;
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Onar Lama*, Oktober 2006;
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Saengga*, Oktober 2006; dan
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Tanah Merah Baru*, Oktober 2006.
- Laporan yang disusun oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Indonesia menjelaskan kajian dan interpretasi ulang dari pekerjaan survei resistivitas geo-listrik (sebelumnya dilakukan oleh Institut Teknologi Bandung) setelah mempertimbangkan informasi tambahan geologi dan geofisika sumur bor yang diperoleh dari *Slim hole*.
  - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia (2007), *Re-Calibration and Re-Interpretation of VES Data Line AB, Tanah Merah – TLNG Site, Kabupaten Bintuni, Papua Barat*. Laporan tahun 2007.
- Informasi salinitas air tanah untuk Formasi Kais, Faumai dan Formasi *Steenkool* paling bawah sedalam 300 m diperkirakan dari sejumlah sumur bor minyak dan gas di darat (*on-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*) serta disajikan dalam laporan internal yang dibuat oleh BP.
  - BP Berau Ltd (2002), *Result of Steenkool – Kais – Faumai Water Salinity Study*. Laporan tertanggal 28 Maret 2002.
- Dua laporan yang disiapkan oleh PT Taka Hydrocore Indonesia menjelaskan instalasi sumur-sumur pantau air tanah dan lanjutan pemantauan muka air tanah dan kualitas air tanah di area sekitar dan lereng bawah dari tempat pembuangan sampah organik, *landfill* untuk sampah *inert*, tempat penimbunan sampah (*landfill*) organik maupun tempat pembuangan sampah organik, tempat penimbunan sampah (*landfill*) organik dan *inert* yang baru di fasilitas Tangguh LNG.
  - PT Taka Hydrocore Indonesia (2009), *Final Report, Geotechnical and Monitoring Well Drilling for Proposed New Landfill Development*. Laporan No. 185/HC-Rep/11.09 Rev 2 tertanggal 12 November 2009;
  - PT Taka Hydrocore Indonesia (2012), *Final Report, Evaluation of Groundwater Monitoring, BP Environmental – THI Cooperation, Tangguh LNG, West Papua*. Laporan tertanggal 18 Desember 2012.
- Tabel ringkasan nilai konduktivitas hidrolis yang diperkirakan dari empat sampel tak terganggu (*undisturbed samples*) yang dikumpulkan dari lapisan batulempung Formasi *Steenkool* selama penyelidikan geoteknik untuk tempat penimbunan (*landfill*) sampah organik dan sampah *inert* yang baru di properti Tangguh LNG. Tabel

diberikan oleh Konsultan Teknis BP dan bersumber dari laporan ITP dengan referensi No. 89-RPT-CV-0006 tanggal 11 Januari 2013;

- Salinan profil refleksi seismik untuk tiga lintasan (yaitu LN 104, LN 105 dan LN 108) yang melewati baratlaut ke tenggara dan timurlaut ke baratdaya melalui fasilitas Tangguh LNG;
- Salinan Microsoft Excel meringkas kualitas air tanah dan informasi muka air tanah untuk masing-masing sumur pantau di sekitar tempat pembuangan sampah organik, *landfill* untuk sampah *inert*, *landfill* sampah organik maupun *landfill* sampah *inert* dan sampah organik yang baru; dan
- Foto udara dari fasilitas Tangguh LNG dan daerah sekitarnya.

## A.2 Cakupan Data

Seperti disebutkan dalam **Bagian A1** lampiran ini, data geologi dan hidrogeologi untuk wilayah studi dan sekitarnya berasal dari sejumlah sumber, termasuk peta dan referensi yang diterbitkan oleh Badan Pengembangan dan Penerapan Teknologi, Pusat Survei Geologi Indonesia, Pusat Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, dan sejumlah konsultan disiapkan oleh PT ERM Indonesia. Semua sumber informasi ini berkontribusi untuk model konseptual hidrogeologi dari daerah studi yang disajikan dalam lampiran ini, tetapi dalam berbagai tingkatan. Beberapa kontribusi kurang dari yang awalnya diharapkan.

**Tabel A1** menyajikan gambaran jenis data yang berbeda dan menyediakan penilaian terhadap masukan-masukannya ke dalam pembuatan model konseptual air tanah dan peta ZKAT.

**Tabel A1: Gambaran Cakupan Data**

Jenis Data	Komentar
Lembar Peta Topografi	Topografi dari properti Tangguh LNG ditunjukkan pada sejumlah lembar peta geologi dan geomorfologi yang diproduksi pada skala 1:10.000; data elevasi direferensikan oleh garis kontur 2 meter yang dianggap akurat terhadap permukaan laut rata-rata terdekat.
Lembar Peta Geologi dan Catatan Pendukungnya	<p>Geologi permukaan dari Fasilitas Tangguh LNG - dan yang lebih luas pada cekungan air tanah Kanoka-Babo - ditampilkan pada peta geologi lembar Fak Fak skala 1:250.000.</p> <p>Geologi permukaan untuk sebagian besar wilayah yang termasuk dalam model konseptual hidrogeologi terdapat di lembar peta geologi Fak Fak, Teminabuan, Ransiki dan <i>Steenkool</i> skala 1:250.000.</p> <p>Diferensiasi antara jenis batuan dan formasi yang berbeda secara umum tampaknya mencukupi untuk pembuatan peta ZKAT, namun diketahui bahwa informasi yang disajikan dalam peta tersebut sebagian besar berdasarkan pada interpretasi foto udara yang didukung oleh kajian singkapan yang 'terbatas' (<i>'limited' outcrop assessment</i>).</p> <p>Stratigrafi dan gambaran umum Formasi <i>Steenkool</i> juga disajikan dalam Catatan Pendukung lembar peta geologi. Informasi ini berdasarkan pada log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas yang dibor di Cekungan Bintuni, namun perlu diketahui bahwa yang terdekat merujuk dalam catatan ini adalah sekitar 27 km ke arah baratlaut dari fasilitas Tangguh LNG, sementara sebagian besar sumur bor lain adalah lebih dari 50 km ke arah selatan, tenggara dan baratdaya dari fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Akhirnya, informasi mengenai lipatan berskala regional dalam Formasi <i>Steenkool</i> di Cekungan Bintuni dianggap agak sporadis, dengan hanya informasi yang terbatas (lebih banyak deskripsi meluas) yang tercatat dalam catatan yang dipublikasikan menyertai lembar peta.</p>

Jenis Data	Komentar
Lembar Peta Hidrogeologi	<p>Karakteristik geologi, hidrogeologi dan hidrologi umum yang mungkin pada properti (dan pada cekungan air tanah Kanoka-Babo yang lebih luas) ditampilkan pada serangkaian peta yang dihasilkan oleh berbagai kantor pemerintah Indonesia. Karakteristik yang ditampilkan meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deskripsi umum dari jenis batuan akuifer - yaitu sedimen (sedimen lepas, sedimen terkonsolidasi, dan presipitasi kimia) versus akuifer batuan beku dan metamorf;</li> <li>■ Kemungkinan prospek air tanah potensial (tingkatan dari sangat tinggi hingga sedang ke rendah);</li> <li>■ Kemungkinan akuifer produksi (yang digolongkan sebagai akuifer produktif tinggi, sedang, rendah, atau akuifer lokal atau wilayah tanpa air tanah yang dapat tereksploitasi sebagai fungsi dari kemungkinan transmissivity akuifer, pengukuran muka air dan kandungan mata air yang diketahui);</li> <li>■ Estimasi imbuhan (<i>recharge</i>) air tanah tahunan untuk jenis akuifer tidak tertekan dan tertekan;</li> <li>■ Daerah yang diketahui mempunyai kualitas air tanah yang buruk;</li> <li>■ Lokasi sungai utama dan batas cekungan; dan</li> <li>■ Kontur curah hujan tahunan rata-rata.</li> </ul>
Laporan konsultan menggambarkan kondisi geologi dan hidrogeologi di Fasilitas Tangguh LNG.	<p>Informasi mengenai kondisi geologi di sudut baratlaut dari Fasilitas Tangguh LNG tercakup baik di sejumlah tingkatan untuk kedalaman sekitar 50 m. Di luar daerah ini dan di luar batas kedalaman ini selanjutnya jumlah informasi menurun secara signifikan dan terbatas pada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Informasi geologi dan geofisika yang diperoleh selama pengeboran dua sumur bor eksplorasi air tanah (diidentifikasi sebagai TW-1 dan '<i>Slim Hole</i>');</li> <li>■ Informasi geologi dan geofisika yang diperoleh selama instalasi sumur air tanah produksi percobaan (diidentifikasi sebagai TW-2); dan</li> <li>■ Informasi interpretasi dari survei geofisika yang dilakukan oleh ITB dan kemudian diinterpretasikan kembali oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia.</li> </ul> <p>Informasi di atas juga ditambah dengan deskripsi yang luas dari stratigrafi Cekungan Bintuni yang telah diperoleh dari log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas dibor di Cekungan Bintuni, yang paling dekat sekitar 27 km ke arah baratlaut fasilitas LNG.</p> <p>Sebagai perbandingan, informasi hidrogeologi untuk akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> terbatas pada yang diperoleh selama pengeboran sumur eksplorasi air tanah TW-1 dan <i>Slim Hole</i> serta instalasi sumur produksi uji coba TW-2. Dengan demikian hanya ada sedikit informasi mengenai kondisi hidrogeologi dari akuifer-akuifer yang ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1 dengan pengecualian informasi interpretasi yang diperoleh dari log geologi dan geofisika <i>Slim Hole</i>.</p> <p>Informasi hidrogeologi yang diperoleh dari penyelidikan tersebut terangkum di bawah ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Estimasi parameter hidrolik -. Uji pemompaan dengan debit konstan dilakukan pada sumur air tanah produksi uji coba TW-2 oleh PT Calmarine Indonesia pada tahun 2001. Perkiraan transmissivitas dan storativitas untuk akuifer '<i>Steenkool</i> bagian atas' dihitung dari tes ini, namun dianggap sebagai perkiraan yang terbaik setelah masalah yang terjadi dengan penempatan saringan yang salah pada saat instalasi sumur dan penyumbatan saringan sumur selama uji pemompaan. Tidak ada pengukuran parameter hidrolik untuk akuifer-akuifer di '<i>Steenkool</i> bagian bawah', ini dianggap kekosongan data yang signifikan.</li> </ul> <p>Perkiraan konduktivitas hidrolik dari aquitards batulempung / batulumpur dari Formasi <i>Steenkool</i> terangkum pada laporan investigasi geoteknik ITP (2013) untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> maupun <i>landfill</i> organik baru. ITP mencatat bahwa empat sampel tak terganggu diambil dari lapisan batulempung Formasi <i>Steenkool</i> selama penyelidikan geoteknik untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> maupun <i>landfill</i> organik baru di properti Tangguh LNG. Sampel ini dimasukkan ke laboratorium untuk menentukan konduktivitas hidrolik. Tidak ada diskusi mengenai apakah akuitard tersebut cenderung 'bocor' atau tidak.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pengukuran tinggi tekan hidrolik – pengukuran muka air tanah dilakukan di TW-2 setelah pengembangan sumur ini.</li> </ul> <p>Bukti berdasarkan perkiraan kasar mengenai tekanan air tanah juga didapat dari TW-1 dan <i>Slim Hole</i>. Aliran artesis diamati dari TW-1 setelah sumur ditinggalkan menunjukkan kondisi akuifer tertekan dan tinggi tekan piezometric dari akuifer yang telah dipasang saringan tersebut di atas</p>

Jenis Data	Komentar
	<p>tinggi kerah sumur bor.</p> <p>Elevasi muka air di <i>Slim Hole</i> pada saat berakhirnya proses pengeboran tercatat pada log geofisika untuk sumur bor ini. Perlu diingat bahwa pengembangan <i>Slim Hole</i> dilakukan sebelum <i>logging</i> geofisika maka tingkat koneksi hidrolik antara sumur bor dan akuifer (jika ada) tidak dapat dipastikan, dan dengan demikian akurasi pengukuran ini dianggap perkiraan yang terbaik.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Informasi kualitas air tanah - empat sampel air tanah telah dikumpulkan dari TW-2 selama dan saat berakhirnya uji pemompaan. Sampel ini selanjutnya dikirim untuk dilakukan analisis laboratorium, dengan masing-masing sampel dianalisis untuk sejumlah indikator kualitas air tanah termasuk anion dan kation utama, logam terlarut, dan nutrisi.</li> </ul> <p>Sampel air tanah telah dikumpulkan dari sejumlah sumur pemantauan air tanah dangkal yang dipasang di sekitar tiap <i>landfill</i> di fasilitas Tangguh LNG. Sampel pertama kali dikumpulkan pada tahun 2009 dan telah dianalisa untuk sejumlah parameter kualitas air tanah termasuk padatan terlarut total, pH, klorida, sulfat, sulfida, nitrat, nitrit dan sejumlah logam berat yang umum.</p> <p>Informasi tidak langsung mengenai kualitas air tanah di setiap interval akuifer di bawah daerah penelitian juga tersedia dari log geofisika untuk TW-1, TW-2 dan <i>Slim Hole</i>.</p> <p>Deskripsi umum tentang air tanah ber-pH rendah akan merembes dari pemotongan pada pembangunan barak sementara No 2 telah dicatat oleh Baines Geologi. Tanah tersebut diduga menjadi asam setelah oksidasi zona air tanah dangkal (<i>perched aquifers</i>) di Formasi <i>Steenkool</i> dominasi lempung setelah penggalian di daerah ini yang mana air tanah dimungkinkan (mungkin dengan oksigen yang rendah) mengalir keluar dari unit-unit ini.</p> <p>Informasi salinitas air tanah untuk 300 m paling rendah dari Formasi <i>Steenkool</i> (yaitu antara sekitar -1700 dan -2000 m bmt) serta Formasi Kais dan Faumai juga tersedia.</p> <p>Tidak ada informasi mengenai lokasi dari pertemuan air tawar / air asin yang tersedia untuk akuifer-akuifer di bawah daerah penelitian selama pengembangan peta ZKAT atau Model konseptual hidrogeologi yang menyertainya.</p>
<p>Laporan konsultan menggambarkan kondisi geologi dan hidrogeologi di sekitar fasilitas Tangguh LNG.</p>	<p>Informasi yang tersedia mengenai kondisi geologi di daerah sekitar Fasilitas Tangguh LNG umumnya juga didapat dari informasi yang tersedia dari lembar peta geologi Fak Fak skala 1: 250.000 dan juga log geologi untuk masing-masing sumur air tanah masyarakat yang terpasang di desa Saengga dan Tanah Merah Baru.</p> <p>Akan tetapi, dalam memberi pernyataan di atas, diketahui ada kesenjangan data yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) di daerah di sebelah selatan dan timur dari Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>2) pada kedalaman lebih dari sekitar 100 m, khususnya untuk akuifer-akuifer yang akan ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1.</li> </ol> <p>Informasi yang paling bermanfaat untuk daerah di sebelah timur dan selatan Fasilitas Tangguh LNG merupakan deskripsi yang luas mengenai stratigrafi Cekungan Bintuni yang telah diperoleh dari log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas di Cekungan Bintuni, yang terdekat adalah sekitar 13 km ke arah barat laut dari Fasilitas LNG.</p> <p>Informasi mengenai tata hidrogeologi sekitar Fasilitas Tangguh LNG tampaknya terbatas hanya pada informasi yang didapat selama instalasi dan pengujian hidrolik sumur air tanah masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru. Secara khusus informasi tersebut meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ informasi geologi mengenai akuifer dan akuitard untuk kedalaman hingga kedalaman 135 m;</li> <li>■ perkiraan transmisivitas dan kapasitas spesifik (<i>specific capacity</i>) dari akuifer untuk setiap akuifer dan kombinasi sumur;</li> <li>■ Informasi kualitas air tanah, termasuk hasil analisis untuk sampel air tanah yang diambil dari masing-masing sumur di akhir uji pemompaan; dan</li> <li>■ pengukuran muka air (dan estimasi tinggi tekan hal hidrolik).</li> </ul> <p>Selain di atas, informasi tidak langsung mengenai kemungkinan kualitas air tanah dan litologi akuifer juga tersedia dari log geofisika untuk sumur bor tersebut.</p> <p>Sekali lagi, tidak ada informasi mengenai karakteristik hidrogeologi dari akuifer-akuifer yang akan ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1. Hal ini dianggap kesenjangan data yang signifikan.</p>
<p>Penampang refleksi seismik</p>	<p>Informasi umum mengenai ketebalan, orientasi dan tingkat patahan dari Formasi <i>Steenkool</i> (di bawah 500 m), Formasi Kais dan - untuk tingkat yang lebih rendah - Formasi Faumai tersedia dari penampang</p>

Jenis Data	Komentar
	seismik LN 014, LN 105 dan LN 108.
Foto udara	Cakupan yang baik dari properti Tangguh LNG dan sekelilingnya tersedia meskipun foto udara agak lama yang menunjukkan kondisi properti sebelum pengembangan fasilitas Tangguh LNG.
Diskusi dengan karyawan senior dari Pusat Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan mengenai informasi hidrogeologi yang tersedia untuk cekungan air tanah Kanoka-Babo.	Informasi mengenai debit air tanah dari cekungan air tanah Kanoka-Babo sudah disampaikan, akan tetapi penggunaannya terbatas. Informasi lain yang disampaikan mendukung referensi dalam sumber-sumber informasi lain namun tidak ada informasi baru yang diberikan.

## LAMPIRAN B – MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI

Untuk memformulasikan pemahaman dari sistem hidrogeologi dan air tanah baik di bawah dan dalam area terdekat dari properti Tangguh LNG, maka dibuatlah model konseptual air tanah.

Model konseptual air tanah adalah presentasi non-matematika yang disederhanakan dari hidrogeologi suatu daerah. Tujuannya adalah untuk memberikan visualisasi dari sistem hidrogeologi yang sedang dikaji dan dapat mencakup deskripsi dari berbagai komponen lingkungan air tanah di bawah permukaan tanah (proses aliran air tanah yang beroperasi di sana). Hal ini sebagian besar berdasarkan pada informasi yang telah dipublikasikan (dalam hal ini sumber-sumber informasi yang diberikan dalam **Lampiran A**) meskipun juga mencakup masukan dari peninjau (*reviewer*) berdasarkan prinsip-prinsip geologi dan hidrogeologi.

Model konseptual air tanah untuk sistem akuifer di bawah dan area terdekat dari fasilitas Tangguh LNG diringkas dalam **Tabel B1**. Sistem ini juga diperlihatkan secara skematis pada **Gambar B1**, **Gambar B2** (regional) dan **Gambar B3** (lokal).

**Tabel B1: Model Konseptual Hidrogeologi dari Fasilitas Tangguh LNG dan Area terdekat di Sekitarnya**

Komponen	Deskripsi
Dimensi Model	<p>Model Konseptual mencakup area sekitar 9.200 km<sup>2</sup>; Fasilitas Tangguh LNG memiliki area sekitar 3.200 ha. Perkiraan koordinat untuk sudut dari model konseptual adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Sudut Timurlaut – 9,746,000 mN 378,000 mE</li><li>■ Sudut Baratlaut – 9,789,000 mN 280,000 mE</li><li>■ Sudut Tenggara – 9,659,000 mN 347,000 mE</li><li>■ Sudut Baratdaya – 9,713,000 mN 252,000 mE</li></ul> <p>Basis model konseptual digambarkan dengan jelas oleh batas tanpa aliran (<i>no-flow boundary</i>) pada kontak antara Formasi <i>Steenkool</i> dan <i>New Guinea Limestone Supergroup</i> (dalam hal ini Formasi Kais) yang bervariasi untuk kedalaman sekitar 200 m di bagian utara dari area model hingga lebih dari 4.000 m di selatan area model; sedimen ini mempunyai tebal hingga 3.200 m pada sumur eksplorasi minyak dan gas Jarua Selatan- 1 sekitar 50 kilometer sebelah tenggara dari fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Di bawah Fasilitas Tangguh LNG bahkan ketebalan Formasi <i>Steenkool</i> telah diperkirakan dari lintasan refleksi seismic, yaitu sekitar 2.000 m.</p>

Komponen	Deskripsi
Batas Model	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Batas muka air konstan (<i>constant-head boundaries</i>)</b> pada model konseptual terletak di: <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ sepanjang sumbu dan trase sumbu antiklin tak bernama yang diproyeksikan di sisi utara Teluk Bintuni di mana satuan dominasi lempung dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap; sumbu antiklin ini diharapkan dapat menentukan batas sub-cekungan air tanah di utara dari fasilitas Tangguh LNG;</li> <li>➢ sepanjang sumbu dan trase sumbu antiklin tak bernama yang diproyeksikan di sisi selatan Teluk Bintuni di mana unit dominasi lempung dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap; sumbu antiklin ini diharapkan dapat menentukan batas sub-cekungan air tanah di selatan dari fasilitas LNG; dan</li> <li>➢ Sepanjang sisi dari domain model dibatasi oleh Teluk Bintuni dan Laut Banda.</li> </ul> </li> </ul> <p>Batas muka air konstan (<i>constant-head boundaries</i>) di utara dan selatan dari Fasilitas Tangguh LNG telah dipilih karena struktur geologi ini dianggap sebagai elemen penentu mekanisme pengendalian imbuhan (<i>recharge</i>) air tanah, pelepasan (<i>discharge</i>) dan mekanisme aliran dalam akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Batas tak-beraliran (<i>no-flow boundaries</i>)</b> pada model konseptual terletak di: <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ sepanjang sumbu antiklin tak bernama di sisi utara Teluk Bintuni di mana satuan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap;</li> <li>➢ sepanjang sumbu antiklin yang tidak bernama di selatan sumur eksplorasi minyak dan gas Kasuri-1, Aroba-1, Wami-1, South Moni-1, dan Sungai Jarua-1 (sepaimana ditunjukkan pada peta geologi lembar Fak Fak) di mana satuan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap;</li> <li>➢ sepanjang trase sesar naik (<i>Thrust Fault</i>) Arguni di sebelah timur dan tenggara dari fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>➢ pada dasar Formasi <i>Steenkool</i>.</li> </ul> </li> <li>■ Sesar-sesar Formasi <i>Steenkool</i> di sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG dianggap tidak menghambat aliran air tanah di satuan dominasi pasir sehingga tidak dianggap sebagai batas tak-beraliran (<i>no-flow boundaries</i>).</li> </ul>
Tata Geologi	<p>Cekungan Bintuni terletak pada depresi batuan dasar tersier dalam (<i>a deep tertiary basement depression</i>) yang (pada ketebalannya) didominasi oleh akumulasi 4.000 m sedimen yang relatif muda, mungkin agak sedikit terlipat dan pemilahan bervariasi yang dikenal sebagai Formasi <i>Steenkool</i>.</p> <p>Di bawah Fasilitas Tangguh LNG Formasi <i>Steenkool</i> terdiri dari keterkaitan batulempung dan batupasir dengan tebal sekitar 2.000 m. Profil seismik yang melalui daerah penelitian dan Teluk Bintuni menunjukkan bahwa lapisan sedimen sampai kedalaman sekitar 500 m umumnya mendatar (dengan kemiringan umumnya 0,5 ° atau kurang), namun kemiringan meningkat menjadi 2 atau 3 ° ke arah tenggara seiring meningkatnya ketebalan Formasi <i>Steenkool</i>.</p> <p>Gambar 3 dari Laporan Geologi Baynes (2006) menunjukkan bahwa beberapa sesar telah dipetakan atau diperkirakan ada di fasilitas Tangguh LNG. Sebagian besar berada di bagian baratlaut dari properti Tangguh LNG dan berorientasi baik baratlaut-tenggara atau timurlaut-baratdaya, sedangkan <i>slip</i> maupun <i>throw</i> tidak diketahui yang sebagian besar disimpulkan oleh Baynes Geologi (2006) menjadi sebagai patahan <i>strike-slips</i>.</p> <p>Merujuk pada lintasan seismik 104, 105 dan 108 yang melintasi daerah <i>on-shore</i> dekat dengan lokasi sumur tes produksi yang direncanakan (PW - 1) menyatakan beberapa sesar di Formasi <i>Steenkool</i> dapat diamati pada kedalaman lebih dari 500 m. Namun, mengingat terbatasnya data seismik pada kedalaman sekitar 500 m ke atas, tidak mungkin untuk memastikan apakah sesar yang berada di bawah Formasi <i>Steenkool</i> (pada kedalaman lebih dari 500 m) meluas ke permukaan di sekitar wilayah terdekat dari fasilitas Tangguh LNG. Tim Eksplorasi <i>Subsurface</i> Tangguh LNG mengindikasikan bahwa tidak diketahui sesar yang ada di sekitar Fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Peta geologi lembar Fak Fak skala 1:250.000 menyatakan ada dua sesar yang terletak di selatan Fasilitas Tangguh LNG. Yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sesar sepanjang 10 km berarah timur-barat sekitar 1 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>■ Sesar sepanjang 8 km berarah baratlaut-tenggara terletak sekitar 10 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG.</li> </ul> <p>Baynes Geologi (2006) menyatakan bahwa kedua sesar ini hanyalah pergeseran kecil, patahan <i>strike-slip</i> dengan pergerakan secara lateral ke kiri. Oleh karena itu, tidak akan menjadi hambatan yang signifikan untuk aliran air tanah.</p> <p>Setiap sesar yang melalui batulempung dari Formasi <i>Steenkool</i> mungkin akan beraksi sebagai hambatan untuk</p>

Komponen	Deskripsi
	<p>aliran air tanah daripada sebagai saluran (<i>conduits</i>). Jika ada sesar yang telah beraksi sebagai saluran maka ini akan memungkinkan air tanah bersifat asin dari bagian bawah <i>Steenkool</i> untuk bermigrasi ke bagian atas <i>Steenkool</i>. Tidak ada bukti yang menunjukkan adanya migrasi air asin vertikal ke atas hingga kedalaman 300 m pada <i>Slim Hole</i> atau lintasan resistivitas yang dilakukan oleh LAPI-ITB.</p> <p>Lima subdivisi utama pada kedalaman 300 m bagian atas dari dari Formasi <i>Steenkool</i> telah diamati pada sumur eksplorasi air tanah yang dibor di Properti Tangguh (yaitu TW-1, TW-2 dan <i>Slim Hole</i>) dan yang dibor di desa Saengga dan Tanah Merah Baru. Yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lapisan dominasi lempung yang berisi beberapa lapisan pasir yang tipis, meskipun menerus, dan diperkirakan memiliki ketebalan antara 10 sampai 60 m;</li> <li>2) Lapisan dominasi pasir bagian atas kira-kira setebal 60 sampai 90 m yang berisi beberapa lapisan lempung dan lanau tipis, dan juga menerus, lapisan ini membentuk sumber air tanah bagian atas dari sumur masyarakat di Desa Saengga dan Tanah Merah Baru;</li> <li>3) Lapisan dominasi lempung (juga mengandung beberapa lapisan pasir tipis dan menerus) yaitu dengan ketebalan berkisar antara 130 dan 250 m; Satuan ini juga tampaknya menebal ke timur di bawah bagian barat laut daerah penelitian;</li> <li>4) Lapisan dominasi pasir bagian bawah (yang berisi beberapa lapisan tipis lempung dan lanau – yang tampaknya menerus), dengan tebal antara 30 dan 70 m. Lapisan ini tampaknya menipis ke timur dan merupakan serangkaian akuifer yang ditargetkan untuk pengambilan air tanah di Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>5) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan yang tidak diketahui.</li> </ol> <p>Rangkaian alluvial, yang melapisi dasar lembah di seluruh daerah dan dengan litologi dan ketebalan yang beragam, juga terletak di sekitar utara, timur, bagian barat laut dan di sebagian batas selatan daerah penelitian</p>

Komponen	Deskripsi
Tata Hidrogeologi – akuifer dan akuitard	<p>Cekungan air tanah Kanoka-Babo merupakan zona air tanah yang terdapat di kabupaten Fak Fak, Teluk Bintuni dan Wondamae Bintuni di Provinsi Papua Barat. Cekungan ini memiliki luas sekitar 16.870 km<sup>2</sup>, yang meliputi akumulasi campuran sedimen Miosen hingga Kuartar di Cekungan Bintuni, dan memiliki batas sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sebelah utara adalah Teluk Bintuni dan cekungan air tanah Temanibuan-Bintuni;</li> <li>➤ Sebelah timur ke timurlaut adalah Sabuk Lipatan Lengguru;</li> <li>➤ Sebelah tenggara adalah Laut Arafuru;</li> <li>➤ Sebelah selatan, baratdaya dan barat adalah Laut Banda; dan</li> <li>➤ Sebelah baratlaut adalah batugamping dari <i>New Guinea Limestone Supergroup</i>.</li> </ul> <p>Menurut peta cekungan air tanah pulau Papua lembar 11, rata-rata imbuhan (<i>recharge</i>) tahunan dari akuifer tidak tertekan di cekungan air tanah Kanoka-Babo terestimasi sekitar 11.267 M m<sup>3</sup>. Rata-rata imbuhan (<i>recharge</i>) tahunan dari akuifer tertekan pada cekungan tersebut terestimasi sekitar 558 M m<sup>3</sup>.</p> <p>Properti Tangguh terletak di sub-cekungan air tanah di ujung utara dari cekungan air tanah Kanoka-Babo. Sub-cekungan berbatasan dengan Teluk Bintuni di sebelah utara, timur, dan baratlaut, dan daerah tangkapan air permukaan di selatan, tenggara dan baratdaya. Sub-cekungan ini memiliki luas sekitar 750 km<sup>2</sup> (75.000 ha) di mana Fasilitas Tangguh LNG menempati 32 km<sup>2</sup> (3.200 ha).</p> <p>Tiga akuifer (atau lebih tepatnya zona akuifer) telah diidentifikasi hingga kedalaman 300 m baik di bawah atau di daerah sekitar Fasilitas Tangguh LNG, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sejumlah akuifer tidak tertekan yang berhubungan dengan endapan pantai dan sungai Kuartar pada elevasi biasanya kurang dari 5 m di seluruh area;</li> <li>■ sejumlah akuifer tertekan umumnya antara kedalaman 30 dan 150 m bmt yang disebut sebagai akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas dalam Memorandum Teknis ini; dan</li> <li>■ sejumlah akuifer tertekan antara kedalaman 200 dan 300 m bmt yang disebut sebagai akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah dalam Memorandum Teknis ini.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pekerjaan Hidrostratigrafi dilakukan oleh ERM (2007) menunjukkan bahwa akuifer pada 150 m bagian atas dari Formasi <i>Steenkool</i> mungkin menerus ke bawah yang sebagian besar di bagian barat Fasilitas Tangguh LNG dan kampung-kampung Tanah Merah Baru dan Saengga. Penafsiran ini, yang didasarkan pada profil geologi dan geofisika sumur bor serta informasi kualitas air tanah dari sumur masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga serta sumur bor eksplorasi air tanah TW1, TW2 dan <i>Slim Hole</i> di Fasilitas Tangguh LNG, dan juga menunjukkan: kemiringan sedimen di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas rata-rata kurang dari 1°;</li> <li>■ akuifer bagian atas dan bawah Formasi <i>Steenkool</i> dipisahkan oleh akuitard regional yang signifikan; dan</li> <li>■ lapisan dominasi pasir pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah tampak menjadi lebih tebal dan lebih umum di bawah kedalaman sekitar 250 m.</li> </ul> <p>Masing-masing dari zona akuifer di atas dipisahkan oleh apa yang diharapkan secara regional sebagai akuitard signifikan dengan tebal sekitar 10 sampai 200 m. Tidak diketahui apakah akuifer-akuifer tersebut bocor atau tidak.</p> <p>Log geologi dan geofisika sumur bor eksplorasi air tanah TW1 dan <i>Slim Hole</i>, sumur percobaan pengambilan air tanah TW-2, dan sumur untuk penyediaan air masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga menunjukkan bahwa beberapa satuan akuifer dan akuitard di Formasi <i>Steenkool</i> adalah menerus di bawah bagian baratlaut properti Tangguh LNG. Log ini juga menunjukkan bahwa akuifer yang ditargetkan untuk digunakan dalam sumur masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru sedikit miring ke timur dan mungkin juga menipis ke arah ini.</p> <p>Log geologi dari <i>Slim Hole</i> juga mengindikasikan bahwa satuan dominasi pasir dengan kedalaman antara 260 sampai 295 m terpisah dari akuifer yang dipakai oleh sumur untuk penyediaan air masyarakat di desa Saengga dan Tanah Merah Baru oleh satuan dominasi lempung yang, di sekitar <i>Slim Hole</i>, tebalnya lebih dari 100 m.</p> <p>Dalam menyatakan hal di atas perlu diketahui bahwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer individu di dalam zona akuifer yang lebih luas diharapkan terdiri atas satuan daya dukung air (<i>water-bearing units</i>) baik yang bersifat homogen dan anisotropik atau (lebih umumnya) heterogen dan anisotropik. Akuifer individu dalam zona akuifer yang lebih luas diharapkan secara umum bersifat heterogen dan anisotropik. Baik akuifer maupun zona akuifer, permeabilitas horizontal diharapkan bersifat homogeny atau mendekati (<math>K_x \approx K_y</math>), akan tetapi permeabilitas vertikal (<math>K_z</math>) diharapkan jauh lebih kecil;</li> <li>■ Tidak semua ketebalan jenuh dari 'zona akuifer' adalah akuifer; memang akuifer dalam interval ini terbentuk oleh zona tipis dengan material yang lebih permeabel biasanya mempunyai tebal antara 5 dan 20 m sering terbentuk dalam apa yang diperkirakan sebagai akuitard regional yang signifikan.</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zona akuifer dengan ketebalan bervariasi dan meskipun kontinuitas lateralnya tidak diketahui secara regional, tetapi diharapkan berada di bawah Fasilitas Tangguh LNG.</li> <li>■ Zona akuifer tambahan mungkin ada pada Formasi <i>Steenkool</i> di bawah kedalaman 300 m.</li> <li>■ Beberapa penulis mencatat bahwa Formasi <i>Steenkool</i> mungkin menjadi lebih 'berpasir' semakin ke dalam.</li> <li>■ Aquitards di bawah kedalaman 300 m bisa lebih tebal dibandingkan akuitard sampai dengan kedalaman 300 m.</li> </ul>
Sifat-Sifat Hidrolika	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – tidak diketahui tapi nilai-nilai 'textbook' untuk litologi umum menunjukkan permeabilitas antara sekitar <math>10^{-2}</math> dan <math>10^2</math> m/hari dan <i>yields</i> spesifik antara sekitar 0,02 (untuk lempung) dan 0,24 (untuk pasir berbutir sedang bersih- <i>clean medium-grained sands</i>). Diharapkan memiliki distribusi karakteristik hidrolik heterogen dan anisotropik.</li> <li>■ Uji hidrolika (<i>slug</i>) dilakukan oleh PT Hydrocore dan PT Taka Hydrocore di dekat singkapan satuan dominan lempung Formasi <i>Steenkool</i> (terutama pada lensa dominan pasir) dekat dengan fasilitas penimbunan sampah (<i>landfill</i>) di properti Tangguh LNG menunjukkan bahwa permeabilitas akuifer dangkal dan akuifer tertekan dekat permukaan ini kemungkinan sekitar 1 m/hari; nilainya bahkan berkisar antara sekitar <math>4 \times 10^{-5}</math> dan 3,3 m/hari.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas - estimasi konduktivitas hidrolika dari uji pemompaan menunjukkan lapisan akuifer lebih menjanjikan dengan memiliki permeabilitas horizontal antara sekitar 1 sampai 15 m/hari dan biasanya sekitar 4 m/hari. Nilai transmisivitas yang diperkirakan dari uji pemompaan adalah bervariasi antara sekitar 15 sampai 50 <math>m^2</math>/hari; perkiraan kapasitas spesifik bervariasi antara sekitar 7 sampai 40 <math>m^3</math>/hari per m penurunan muka air tanah (<i>drawdown</i>). Mengingat susunan akuifer-akuitard berlapis maka permeabilitas diharapkan hampir sama di lapisan horizontal (yaitu <math>K_x \approx K_y</math>) sementara permeabilitas antar lapisan (<math>K_z</math>) diharapkan lebih kecil. Meskipun perkiraan storativitas tidak dimungkinkan dari uji pemompaan, ERM menunjukkan (setelah kalibrasi model numerik air tanah) bahwa storativitas dapat diestimasi dengan mengalikan ketebalan akuifer dengan <math>3 \times 10^{-6}</math>. Berdasarkan pada perhitungan tersebut setiap akuifer dalam satuan ini akan memiliki perkiraan storativitas antara sekitar <math>5 \times 10^{-4}</math> sampai <math>5 \times 10^{-3}</math>. Nilai dari storivitas akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas yang berasal dari kalibrasi model aliran air tanah numerik ERM adalah 0,0009.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak diketahui tapi kurang lebih sama dengan apa yang ada pada akuifer-akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuifer-akuifer yang lebih dalam dari 300 m di Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tapi kemungkinan sama dengan akuifer-akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuitard – estimasi konduktivitas hidrolik dari empat sampel batulempung tak terganggu yang berasal dari Formasi <i>Steenkool</i> selama penyelidikan geoteknik untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> dan sampah organik yang baru menunjukkan bahwa akuitard cenderung memiliki permeabilitas yang sangat rendah. Estimasi permeabilitas yang berasal dari uji laboratorium dari sampel tak terganggu berkisar antara <math>2 \times 10^{-5}</math> and <math>4 \times 10^{-4}</math> m/day (dalam laporan ITP dilaporkan antara <math>2,5 \times 10^{-8}</math> and <math>4,4 \times 10^{-7}</math> cm/s). Estimasi permeabilitas horizontal (yaitu <math>K_x</math> and <math>K_y</math>) yang digunakan oleh ERM dalam pemodelan numerik sebelumnya sekitar 0,015 m/hari dengan perkiraan permeabilitas vertikal (<math>K_z</math>) sekitar 0,0015 m/hari. Perkiraan storativitas sekitar 0.005. Kebocoran pada akuitard juga telah diantisipasi walaupun besaran dari mekanisme itu tidak diketahui.</li> </ul>
Mekanisme imbuhan ( <i>recharge</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – infiltrasi air hujan hampir di seluruh wilayah dimana terdapat singkapan sedimen dan juga imbuhan (<i>recharge</i>) lokal dari aliran sungai.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – infiltrasi air hujan pada wilayah di mana terdapat singkapan akuifer ini (yaitu area di mana singkapan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i>), terutama daerah selatan dan baratdaya dari Fasilitas Tangguh LNG. Imbuhan (<i>recharge</i>) minor juga kemungkinan berasal dari kebocoran vertikal di bawah tekanan dari akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah.</li> <li>■ Akuifer-akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – infiltrasi air hujan pada singkapan dominasi pasir di Formasi <i>Steenkool</i> di sebelah selatan dan baratdaya Fasilitas Tangguh LNG.</li> <li>■ Akuifer-akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> lebih dalam dari 300 m – tidak diketahui. Daerah imbuhan (<i>recharge areas</i>) kemungkinan terbentang ke arah selatan dan baratdaya dari Fasilitas Tangguh LNG atau di</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<p>luar batas dari model konseptual ini.</p>
<p>Mekanisme pelepasan (<i>discharge</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – pelepasan air tanah ke Teluk Bintuni dan juga kemungkinan (meskipun minor) adanya kebocoran ke dalam akuitard di bawahnya.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – pelepasan (<i>discharge</i>) ke lautan (Teluk Bintuni atau lebih jauh ke arah barat di laut Banda) oleh adanya kebocoran vertikal pada area yang luas, dan pengambilan air tanah dari beberapa sumur air tanah masyarakat.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – pelepasan (<i>discharge</i>) ke arah barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG ditambah dengan kemungkinan kebocoran (meskipun minor) ke arah atas menuju akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuifer-akuifer yang lebih dalam dari 300 m di Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tapi kemungkinan ke arah utara, barat laut atau barat dari Fasilitas Tangguh LNG.</li> </ul>
<p>Kecenderungan tinggi muka air tanah dan piezometrik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – tidak ada informasi mengenai kecenderungan tinggi muka air tanah yang diketahui untuk akuifer ini. Tinggi muka air tanah diperkirakan berfluktuasi menurut perubahan musim dari imbuhan (<i>recharge</i>) curah hujan dan dari setiap pengambilan atau abstraksi air tanah setempat (jika ada).</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – fluktuasi pada tekanan akuifer telah diamati dalam sumur pemantauan air tanah TW-2. Fluktuasi terlihat meniru sistem pasang surut di Teluk Bintuni dan diperkirakan sebagai pencerminan dari perubahan tekanan hidrostatik yang berkaitan dengan fluktuasi pasang surut di atas unit ini (tertekan) yang bertentangan dengan perubahan tinggi muka air yang terkait dengan hubungan hidrolik sebagian/parsial atau lengkap dengan Teluk Bintuni.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak ada informasi yang diketahui.</li> <li>■ Akuitard – tidak ada informasi yang tersedia.</li> </ul>
<p>Arah aliran Air tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – diharapkan untuk meniru bentuk topografi daerah secara keseluruhan dan agak 'mengatur' arah aliran ke utara menuju Teluk Bintuni.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – pengukuran tinggi muka air tanah menunjukkan arah aliran air tanah ke utara atau barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG. Ion utama kimia tanah di sumur TW-2 (di mana <math>\text{Na}^+</math> adalah kation dominan dan <math>\text{HCO}_3^-</math> adalah anion dominan) menunjukkan air tanah bergerak dari daerah imbuhan (<i>recharge</i>) di bagian selatan dan barat daya dari Cekungan Bintuni menuju daerah pelepasan (<i>discharge</i>) potensial di utara dan barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG. Aliran air tanah vertikal yang terbatas kemungkinan akan mengalir tegak lurus terhadap orientasi sistem akuifer ini sementara beberapa pelepasan atau <i>discharge</i> (meskipun kemungkinan aliran rendah) menuju akuifer tidak tertekan dan/atau Teluk Bintuni mungkin terjadi.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak diketahui, tetapi air tanah diharapkan akan mengalir dari selatan dan barat daya dari Fasilitas Tangguh LNG ke utara dan barat laut. Aliran air tanah vertikal yang terbatas kemungkinan akan mengalir tegak lurus terhadap orientasi sistem akuifer ini meskipun mungkin beberapa pelepasan (<i>discharge</i>) mengalir ke arah akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas. Meskipun besaran dari mekanisme pelepasan (<i>discharge</i>) ini tidak diketahui.</li> </ul>
<p>Kualitas Air tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – belum diketahui, kemungkinan bervariasi; air tanah bersalinitas rendah kemungkinan terdapat pada pasir dan kerikil meskipun kejadian adanya air asin mungkin terjadi di akuifer ini sepanjang bibir pantai dari properti Tangguh LNG.  Pemantauan air tanah dangkal di sekitar tempat penimbunan sampah (<i>landfill</i>) di properti Tangguh LNG (yang dilapisi dengan lapisan <i>High-Density Polyethylene</i> dan memiliki sistem pengumpulan lindi di bawah permukaan tanah) tidak menunjukkan bukti pencemaran air tanah. Beberapa konsentrasi logam terlarut yang melebihi ketentuan dari pemerintah Indonesia terkait baku mutu kualitas air telah tercatat pada data pemantauan kualitas air tanah yang dibuat sampai dengan saat ini, namun konsentrasi ini dianggap sebagai indikasi dari kondisi alamiah sebelumnya  Air tanah dengan pH rendah (biasanya sekitar pH 2 sampai 3) juga telah diamati mengalir dari apa yang dianggap sebagai akuifer dangkal (<i>perched aquifers</i>) pada Formasi <i>Steenkool</i> pada Barak Konstruksi Sementara No. 2. Air tanah diduga menjadi asam setelah adanya pengaliran parsial/sebagian dan oksidasi lanjutan dari air tanah dalam akuifer ini akibat dari penggalian beberapa tanggul di area ini  Tidak ada informasi yang diketahui mengenai kualitas air tanah akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG di properti tersebut.</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – sampel air tanah yang dikumpulkan dari masing-masing sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga menunjukkan bahwa air di zona akuifer ini biasanya segar dan salinitas rendah.</p> <p>lon utama dari sumur pantau air tanah TW-2 - yang didominasi Sodium (Na) dan bikarbonat - juga menunjukkan bahwa air tanah mungkin membersihkan garam bawaan dari akuifer.</p> <p>Bukti anekdotal menunjukkan bahwa air tanah yang dipompa dari sumur di bekas barak (<i>Camp</i>) survei Calmarine di kampung Tanah Merah mempunyai salinitas rendah dan sering digunakan untuk keperluan domestik. Sumur ini disaring dalam tiga interval pada satuan dominasi pasir pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas dan dipahami telah beroperasi pada akhir 1990-an dan awal 2000-an. Pada waktu operasional, sumur ini diidentifikasi mengandung bakteri coli, kemungkinan berakibat ditinggalkannya sumur ini.</p> <p>Sayangnya tidak ada informasi mengenai lokasi pertemuan air tawar / air asin di akuifer ini selain mengatakannya mungkin terletak di utara atau baratlaut dari TW-2 dan <i>Slim Hole</i>, kemungkinan besar di bawah pesisir pantai properti Tangguh LNG.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – ERM mencatat bahwa log resistensi dan <i>self-potential</i> pada titik tunggal dari <i>Slim Hole</i> menunjukkan air tanah pada akuifer ini memiliki salinitas rendah dan kemungkinan memiliki konsentrasi Total Padatan Terlarut kurang dari 500 mg/L.</p> <p>Tidak ada informasi mengenai lokasi pertemuan air tawar / air asin dalam aquifer ini selain mengatakannya mungkin terletak di utara atau baratlaut dari Slim Hole, kemungkinan besar di bawah pesisir pantai properti Tangguh LNG</p> </li> <li> <p>■ Lokasi pertemuan air tawar / air asin di Formasi <i>Steenkool</i> tidak diketahui. Pengukuran tinggi muka air tanah dari akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas ditambah dengan kualitas air tanah yang diamati pada sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat menyimpulkan bahwa pada akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> sampai kedalaman sekitar 600 m, pertemuan air tawar / air asin kemungkinan besar terjadi di bawah batas utara dari properti Tangguh LNG.</p> </li> <li> <p>■ Potensi akuifer di bawah kedalaman 600 m pada Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tetapi kadar salinitas diprediksi meningkat seiring kedalaman.</p> </li> </ul>
Pemanfaatan air tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>■ Akuifer tidak tertekan – pengambilan air tanah lokal dicatat dari tiga sumur dangkal yaitu di Saengga dan dua di Tanah Merah Baru. Debit dianggap tidak banyak (relative minimal) dan tidak terlalu berarti untuk ketersediaan sumberdaya air tanah.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – sejumlah sumur air tanah masyarakat telah dipasang pada akuifer ini sebagai bagian dari program CSR BP. Sumur dipasang di kampung Saengga dan Tanah Merah Baru di mana <i>yields</i> yang dihasilkan sekitar 3 L /detik selama sekitar 8 jam per hari.</p> <p>Beberapa sumur bekas penyediaan air untuk barak milik BP juga pernah dipasang pada akuifer ini akan tetapi kelanjutan pemakaiannya sudah tidak diketahui lagi.</p> <p>Perlu dicatat bahwa sumber daya air tanah di zona akuifer ini telah diembargo (yaitu tidak diizinkan untuk dipakai lagi) dengan sumber daya air tanah ini disisihkan untuk memenuhi kebutuhan penyediaan air minum masyarakat.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak ada penggunaan air tanah yang diketahui atau yang diharapkan di area sekitar daerah penelitian.</p> <p>Pengambilan air tanah pada akuifer ini mungkin terjadi dari sebelah utara dari Teluk Bintuni.</p> </li> <li> <p>■ Formasi Kais dan Faumai – tidak ada penggunaan air tanah yang diketahui atau yang diharapkan di area sekitar daerah penelitian.</p> </li> </ul>

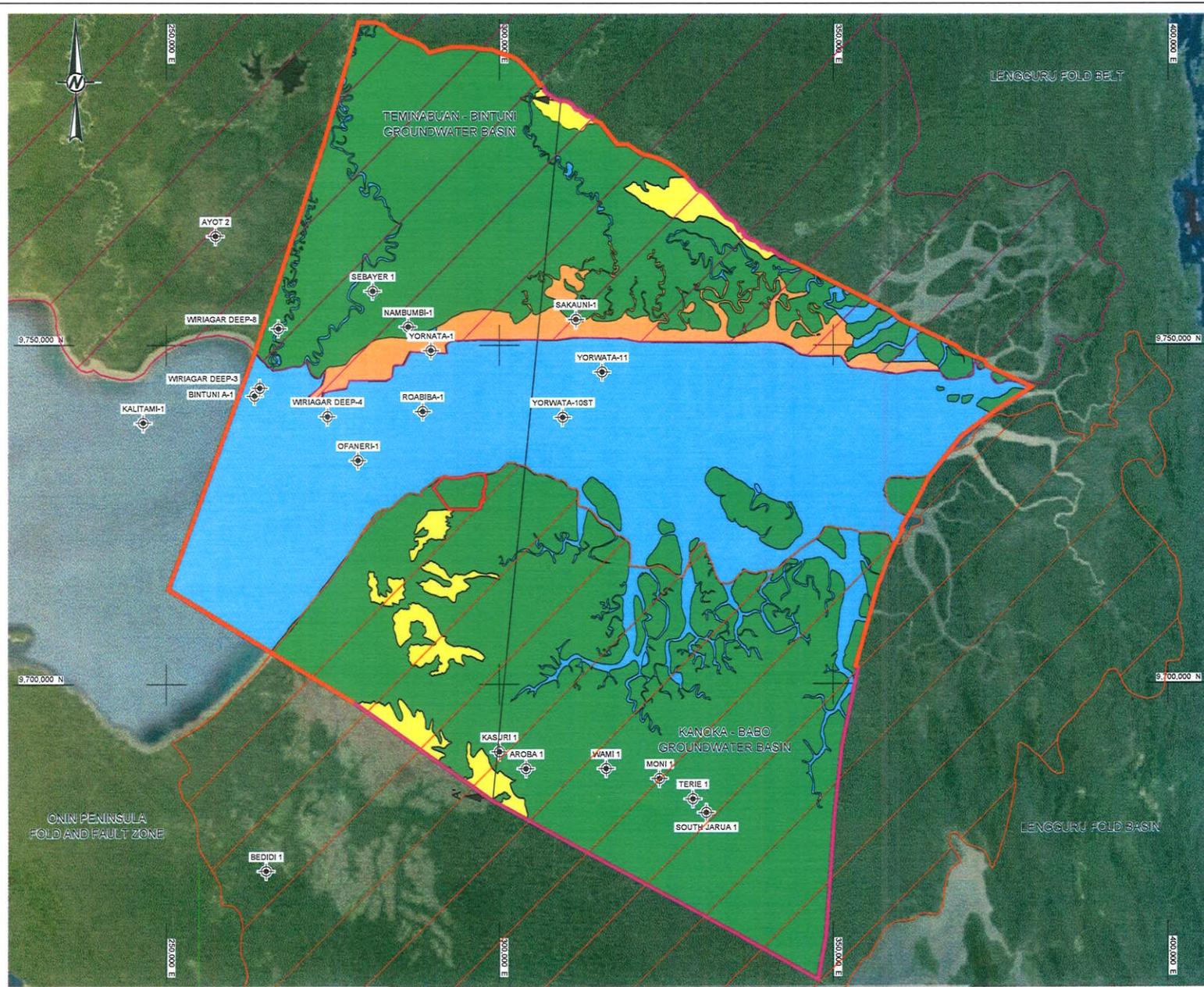
### Gambar

Gambar B1: Model Konseptual Hidrogeologi – Area dan Batasan Model

Gambar B2: Model Konseptual Hidrogeologi – Regional

Gambar B3: Model Konseptual Hidrogeologi – Lokal

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.



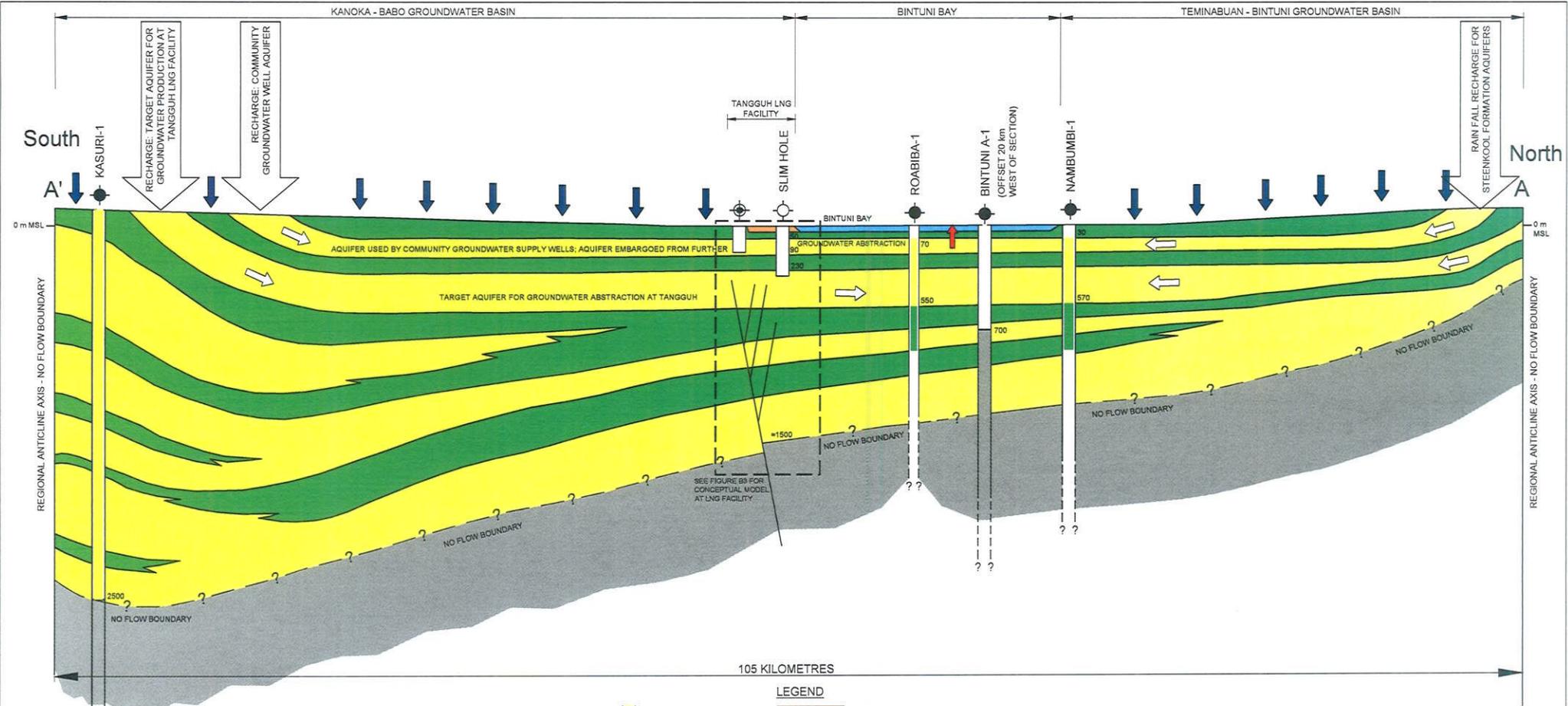
**LEGEND**

- TANGGUH LNG FACILITY
- STEENKOOL FORMATION: CLAY DOMINANT (CONFINING LAYERS)
- STEENKOOL FORMATION: SAND DOMINANT (AQUIFERS & RECHARGE AREAS)
- COASTAL ALLUVIAL DEPOSITS
- CONCEPTUAL MODEL BOUNDARY - NO FLOW BOUNDARY
- CONCEPTUAL MODEL BOUNDARY - CONSTANT HEAD BOUNDARY
- OIL & GAS EXPLORATION BOREHOLE
- LOCATION OF CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL SECTION SHOWN IN FIGURE B2
- TEMINABUAN - BINTUNI GROUNDWATER BASIN
- KANOKA - BABO GROUNDWATER BASIN



 <small>www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL &amp; ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)</small>	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 26.02.2014	DRAWING TITLE <b>CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL MODEL AREA AND BOUNDARIES</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 26.02.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A3	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No B1	REVISION 1

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.

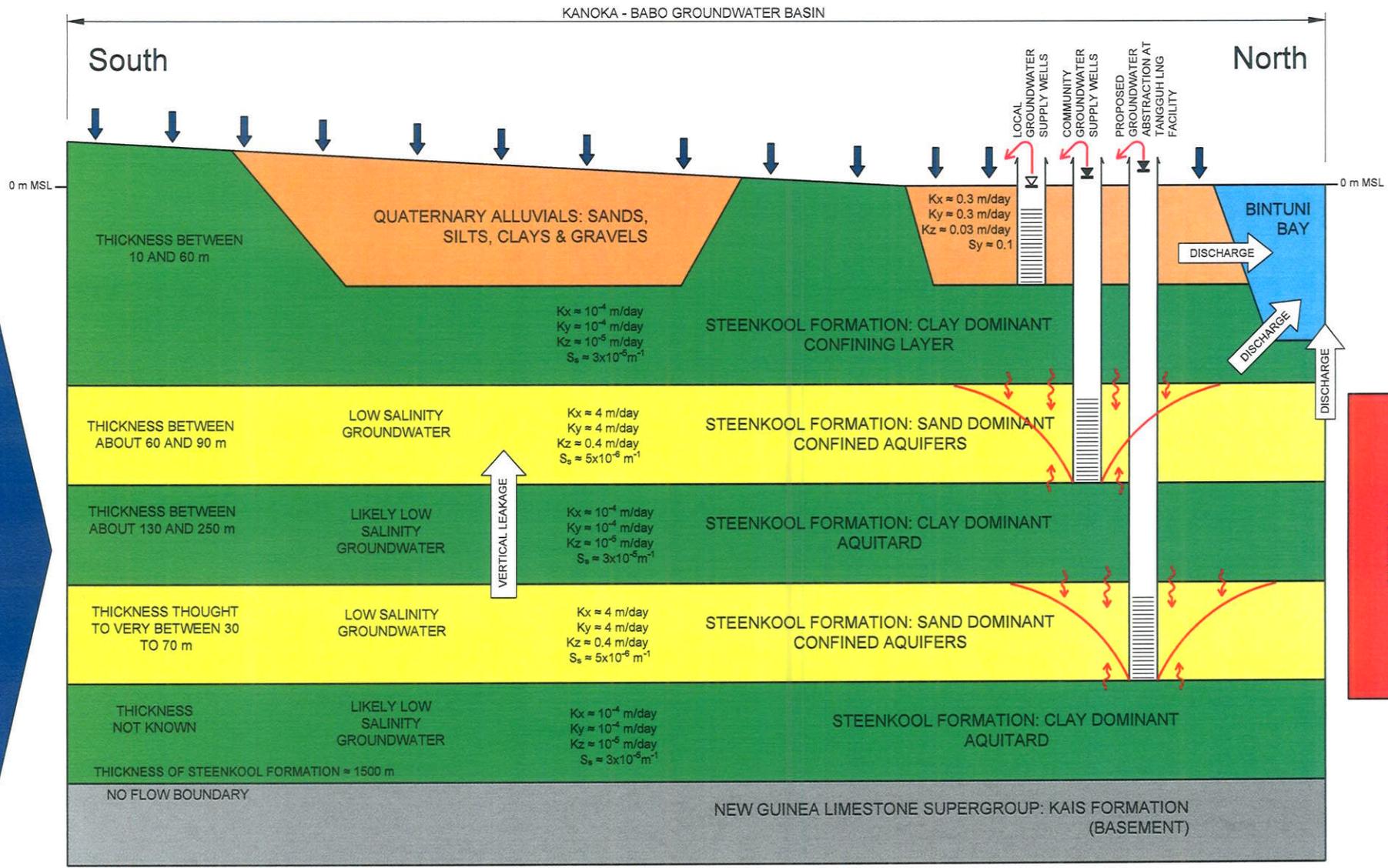


**CONCEPTUAL DIAGRAM ONLY**  
 NOT TO SCALE

- LEGEND**
- QUATERNARY SEDIMENTS - UNCONFINED AQUIFERS
  - STEENKOOI FORMATION: CLAY DOMINANT - AQUITARDS
  - STEENKOOI FORMATION: SAND DOMINANT - CONFINED AQUIFERS
  - NEW GUINEA LIMESTONE SUPERGROUP: KAIS FORMATION - BASEMENT
  - SLIM HOLE
  - GROUNDWATER EXPLORATION BOREHOLE
  - KASURI-1
  - OIL & GAS EXPLORATION BOREHOLE
  - COMMUNITY GROUNDWATER SUPPLY WELL. WELLS INSTALLED AT TANAH MERAH BARU AND SAENGGGA.
  - FAULTING
  - CONCEPTUAL GROUNDWATER FLOW DIRECTION
  - BOREHOLE LOG STEENKOOI FORMATION SAND DOMINANT
  - BOREHOLE LOG STEENKOOI FORMATION CLAY DOMINANT
  - BOREHOLE LOG KAIS FORMATION
  - DEPTH OF SIGNIFICANT LITHOLOGICAL CHANGE IN BOREHOLE
  - RAINFALL RECHARGE
  - DISCHARGE TO BINTUNI BAY

 <small>www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL &amp; ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)</small>	CLIENT: BP BERAU LTD		PROJECT: TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY			
	DRAWN BY: DS	DATE: 26.02.2014	DRAWING TITLE: CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL REGIONAL SETTING			
	CHECKED BY: CW	DATE: 26.02.2014				
	SCALE: AS SHOWN	SHEET SIZE: A3	PROJECT No: 138716004	SOC No: 013	SOC TYPE: F	FIGURE No: B2

GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS DRAWING WITHOUT WRITTEN PERMISSION IS STRICTLY PROHIBITED.



**CONCEPTUAL DIAGRAM ONLY**  
 NOT TO SCALE

**LEGEND**

- PIEZOMETER LEVEL - CONFINED AQUIFERS
- GROUNDWATER LEVEL - UNCONFINED AQUIFERS
- RAINFALL RECHARGE
- LEAKAGE INDUCED BY PUMPING

 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>						
	DRAWN BY DS	DATE 26.02.2014	DRAWING TITLE <b>CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL LOCAL SETTING</b>						
	CHECKED BY CW	DATE 26.02.2014							
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No B3	REVISION 1	FIGURE B3	

## LAMPIRAN C – HASIL PEMANTAUAN KUALITAS AIR TANAH PADA FASILITAS TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH

Ringkasan hasil analisis sampel air tanah yang dikumpulkan dari sumur-sumur pantau pada setiap fasilitas tempat penimbunan sampah (*landfill*) disajikan pada tabel berikut. Lokasi dari sumur-sumur pantau ditampilkan pada **Gambar 2 dan 6** sementara identitas dari setiap fasilitas diringkas sebagai berikut:

### Tempat Pembuangan Sampah Organik (Lama)

- Sumur 6
- Sumur 7
- Sumur 8
- Sumur 9
- Sumur 10
- Sumur 11
- Sumur 12
- Sumur 16

### Landfill Inert

- BH-1
- BH-N2
- BH-3
- BH-5
- BH-N5
- BH-N6R
- BH-7
- BH-N8R

### Landfill Sampah Organik Saat Ini

- Sumur 20
- Sumur 22
- Sumur 23
- Sumur 24
- Sumur 25

### Landfill Inert dan Landfill Organik yang Baru

- Sumur 13
  - Sumur 14
  - Sumur 15
  - Sumur 17
  - Sumur 18
  - Sumur 19
-

Borehole Name: BH-01

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.2
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	177
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.068
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.006
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.070
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00007
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.12
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

Borehole Name: BH-02

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	29
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.056
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0004
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	0.04
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.071
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	4.36
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.14

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-03**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	30
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.049
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.015
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.017
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	13.30
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-04**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.7
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	11
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.027
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.014
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.088
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0008
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.027
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	36.00
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-05**

Laboratory Sample I.D :					2009
Date Sampled :					Aug
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	19.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	2
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.078
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.005
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.074
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.98
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-06**

Laboratory Sample I.D :					2009
Date Sampled :					Aug
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	58
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.031
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.006
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0004
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.050
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.69
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.07

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 1**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.9
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	6.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	136
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.057
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.001
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.011
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.66
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.07

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 2**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	34
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.033
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.018
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	4.68
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 3**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	64
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.014
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.026
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	14.8
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 4**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.7
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	19
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.058
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.048
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.080
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	39.3
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03

\* = Replicate

Borehole Name: Well 5

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	16.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.060
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.123
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.93
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

Borehole Name: Well 6

Laboratory Sample I.D :											
Date Sampled :											
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009			2010			
					May	Aug	Dec	May	Sep	Sep*	Dec
<b>Water Level Information</b>											
1	Well depth	Meter	-	-							
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-							
3	Initial (After Purging)										
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-							
<b>Physical Tests</b>											
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.0	7.9	8.1	7.4	7.3	7.3	7.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							
<b>Anions</b>											
1	Chloride, Cl	mg/L	APHA 4110B	-	3.6	4.7	4.0	0.8	<0.5	<0.5	1.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	76	ND	8	<2	<2	<2	3
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>											
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.057	ND	<0.005	<0.005	0.049	0.049	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.007	0.050	<0.001	0.020	0.003	0.003	0.037
<b>Dissolved Metals</b>											
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.004	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	0.0004	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.047	ND	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	6.15	12.00	6.59	8.70	8.46	8.61	9.74
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.09	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 7

Laboratory Sample I.D :											
Date Sampled :											
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009			2010			
					May	Aug	Dec	May	Sep	Dec	
<b>Water Level Information</b>											
1	Well depth	Meter	-	-							
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-							
3	Initial (After Purging)										
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-							
<b>Physical Tests</b>											
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.0	6.9	8.1	7.3	7.3	7.3	
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							
<b>Anions</b>											
1	Chloride, Cl	mg/L	APHA 4110B	-	4.9	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	2490	ND	<2	<2	<2	4	
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
<b>Nutrients</b>											
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.081	0.020	<0.005	<0.005	0.018	<0.005	
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.001	0.006	0.005	<0.001	0.034	
<b>Dissolved Metals</b>											
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.009	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0005	ND	0.0017	0.0006	<0.0001	<0.0001	
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.099	0.004	0.005	<0.001	<0.001	0.009	
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	25.6	11.20	13.20	10.7	10.2	11.7	
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.47	0.05	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

\* = Replicate

Borehole Name: Well 8

Laboratory Sample I.D :										
Date Sampled :										
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009			2010		
					May	Aug	Dec	May	Sep	Dec
<b>Water Level Information</b>										
1	Well depth	Meter	-	-						
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-						
3	Initial (After Purging)									
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-						
<b>Physical Tests</b>										
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.3	7.0	7.8	7.0	7.0	7.0
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000						
<b>Anions</b>										
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.3	1.6	<0.5	<0.5	0.6	<0.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	981	ND	<2	<2	<2	<2
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>										
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.056	0.034	0.012	<0.005	0.073	0.013
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.006	0.006	0.005	0.017	0.012
<b>Dissolved Metals</b>										
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.003	0.020	<0.01	<0.001	<0.001	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	<0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.065	0.003	0.002	<0.001	0.003	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	16.3	13.20	13.00	10.7	9.54	11.2
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	7.28	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 9

Laboratory Sample I.D :										
Date Sampled :										
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009		2010			
					Aug	Dec	May	May*	Sep	
<b>Water Level Information</b>										
1	Well depth	Meter	-	-						
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-						
3	Initial (After Purging)									
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-						
<b>Physical Tests</b>										
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.3	7.9	7.3	7.3	7.3	
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000						
<b>Anions</b>										
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.6	1.9	0.6	0.6	0.6	
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND	<2	<2	<2	<2	
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
<b>Nutrients</b>										
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.158	<0.005	<0.005	0.016	
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	
<b>Dissolved Metals</b>										
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0003	0.0002	0.0002	<0.0001	
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.006	<0.001	<0.001	0.002	
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	22.50	24.00	19.7	19.4	20.1	
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

\* = Replicate

Borehole Name: Well 10

Laboratory Sample I.D :											EV120116-28	EV120759-17	EV130143-10	EV130628-33	EV131143-19
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										7.28	6.86
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								2.40	2.53	2.50	2.82
3	Initial (After Purging)												7.10		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								2.50	2.62	2.56	2.88
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	9.2	7.8	7.0	7.1	7.0	6.6	6.97	7.43	6.56	7.07	6.75
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							368	325	333	266	268
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.1	0.8	0.9	5.1	5.1	7.8	6.4	11.9	8.9	8.3	8.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	24	6	<2	15	12	13	9	13	12	9	8
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.015	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.072	<0.005	0.025	0.020	<0.005	<0.005	0.009	0.043	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	0.082	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0009	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	0.0003	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.005	<0.001	0.002	0.003	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00008	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	2.78	13.70	2.28	2.48	2.90	2.69	2.71	4.17	3.13	2.91	2.23
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.05	0.006	0.010	0.008	0.012	0.008

\* = Replicate

Borehole Name: Well 11

Laboratory Sample I.D :					2009		2010		
Date Sampled :					Aug	Dec	May	Sep	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit					
<b>Water Level Information</b>									
1	Well depth	Meter	-	-					
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-					
3	Initial (After Purging)								
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-					
<b>Physical Tests</b>									
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	8.6	8.1	7.3	7.6	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000					
<b>Anions</b>									
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.1	<0.5	5.9	<0.5	<0.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	13	9	11.5	7	6
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>									
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.002	0.022	<0.001	0.003	0.018
<b>Dissolved Metals</b>									
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005	<0.01	<0.001	0.002	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	0.0011	0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.005	0.009	<0.001	0.003	0.005
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	11.60	13.50	13.3	10.9	13.7
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.02	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 12

Laboratory Sample I.D :					2009		2010		
Date Sampled :					Aug	Dec	May	Sep	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit					
<b>Water Level Information</b>									
1	Well depth	Meter	-	-					
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-					
3	Initial (After Purging)								
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-					
<b>Physical Tests</b>									
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6	7.8	6.6	6.7	6.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000					
<b>Anions</b>									
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.5	3.4	2.9	2.8	4.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	6	8	<2	3	7
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>									
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	<0.005	<0.005	0.046	0.037
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
<b>Dissolved Metals</b>									
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	0.001	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0008	0.0004	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.002	0.004	<0.001	<0.001	0.002
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00006	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	3.72	5.35	4.11	4.00	2.7
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 13

Laboratory Sample I.D :												EV120116-29	EV120759-18	EV130143-11	EV130628-27	EV131143-20
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Dec*	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											20.7	17.5
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									9.07	10.0	10.1	10.5
3	Initial (After Purging)													16.4		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									10.12	10.1	10.2	10.5
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.5	7.9	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.37	8.05	7.15	7.63	7.37
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								350	314	335	288	296
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.2	1.0	1.5	2.5	0.9	0.9	3.4	2.1	2.6	3.4	2.9	2.8
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	16	18	16.8	18	17	17	45	17	20	20	18	17
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.074	<0.005	0.078	0.064	0.066	0.015	0.024	0.071	0.041	0.054	0.008
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.006	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.036
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0007	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.002	0.005	<0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	6.78	7.56	6.69	6.59	7.14	7.09	6.68	6.62	6.79	6.87	8.20	4.54
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005

\* = Replicate

Borehole Name: Well 14

Laboratory Sample I.D :												EV120116-30	EV120759-19	EV130143-12	EV130628-29	EV131143-21	
Date Sampled :					2009				2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Aug*	Dec	Dec*	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																	
1	Well depth	Meter	-	-												12.8	12.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									4.25		4.32	4.15	4.30
3	Initial (After Purging)														12.4		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									4.60	4.60	4.15	4.62	
<b>Physical Tests</b>																	
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.4	7.5	7.9	-	7.3	7.2	7.3	6.9	7.16	7.67	6.64	7.36	6.96
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000									412	358	407	416	436
<b>Anions</b>																	
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.5	2.5	1.2	1.3	1.9	2	0.7	2.9	2.5	2.9	3.2	3.1	3.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	52	52	68	68	71.3	64	70	30	91	92	87	76	83
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																	
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.020	0.019	0.038	0.037	<0.005	0.03	0.043	<0.005	0.041	0.009	0.054	0.113	0.012
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	ND	0.005	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.002	<0.001	0.053
<b>Dissolved Metals</b>																	
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0006	<0.0005	0.0005	0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	0.0009	0.0008	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.006	0.006	0.006	0.005	<0.001	0.003	0.004	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00017	0.00017	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.40	8.46	8.32	8.48	7.45	7.73	7.96	6.73	7.10	6.79	6.57	6.93	4.38
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	ND	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.005	0.009	<0.005	<0.005

\* = Replicate

Borehole Name: Well 15

Laboratory Sample I.D. :												EV120116-31	EV120759-20	EV130143-13	EV130628-26	EV131143-22
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Sep*	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											11.2	10.0
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									5.15	5.25	5.18	5.37
3	Initial (After Purging)													10.6		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									5.20	5.24	5.17	5.35
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.3	7.9	7.1	7.2	7.2	7.6	6.9	7.09	7.58	6.74	7.45	6.76
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								338	309	333	246	358
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.9	2.2	2.2	1.4	1.5	<0.5	2.8	2	2.6	2.8	2.2	2.6
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	4	5	3.6	8	8	9	9	4	7	8	13	7
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.078	<0.005	0.041	0.041	0.027	<0.005	0.006	0.006	0.038	0.068	0.006
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.003	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.005	<0.001	0.003	0.002	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.003	<0.01	<0.001	0.004	0.004	0.003	0.003	<0.0005	0.0025	0.0023	0.0015	0.0020
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0008	0.0008	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.010	<0.001	0.004	0.004	0.003	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.76	5.84	4.73	4.82	4.75	5.42	5.02	4.67	4.77	4.86	4.82	3.44
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	0.010

Borehole Name: Well 16

Laboratory Sample I.D :												EV120116-32	EV120759-21	EV130143-14	EV130628-34	EV131143-18
Date Sampled :					2009		2010				2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Dec*	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											7.20	6.96
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									1.57	1.70	1.20	1.48
3	Initial (After Purging)													7.17		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									1.84	2.00	1.80	1.50
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8	7.8	6.6	6.7	6.6	6.6	6.4	6.57	6.93	6.19	6.68	6.17
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								323	292	335	242	272
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.8	1.0	2.4	2.4	1.1	1.1	3.7	3	3.6	3.2	3.0	3.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND	<2	4	4	9	9	13	8	15	11	12	14
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.046	<0.005	0.293	0.029	0.029	<0.005	<0.005	0.005	0.024	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.001	<0.01	<0.001	<0.001	0.003	0.003	0.002	<0.0005	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0008	0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.002	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00011	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	3.66	4.14	3.16	8.79	3.64	3.65	3.32	3.30	3.34	3.37	3.10	1.99
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	0.009	0.006	0.010	0.009	0.009

Borehole Name: Well 17

Laboratory Sample I.D :											EV120116-33	EV120759-22	EV130143-15	EV130628-28	EV131143-23
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										7.35	7.00
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								3.63	3.85	4.24	4.12
3	Initial (After Purging)												7.07		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								3.85	3.90	3.84	4.10
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>7)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.2	7.6	7.2	7.1	7.4	6.8	7.14	7.70	6.49	7.25	7.01
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							418	400	487	272	492
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.2	1.9	2.9	2.2	2.1	3.8	2.9	3.8	3.5	2.4	3.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	74	76	63.4	55	60	49	44	110	80	18	64
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.037	<0.005	0.025	0.023	<0.005	<0.005	0.120	0.065	0.325	0.028
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.005	<0.001	<0.001	0.002	0.006	<0.001	0.005	0.008	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0007	<0.0005	0.0010	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0004	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.003	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00016	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00019	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.18	14.30	8.66	8.55	9.68	8.39	8.16	8.53	8.39	4.81	5.79
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.005	<0.005	0.007	0.015	0.006

Borehole Name: Well 18

Laboratory Sample I.D :												EV120116-34	EV120759-23	EV130143-17	EV130628-30	EV131143-24
Date Sampled :					2009		2010				2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	May*	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											13.2	12.8
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								5.58	5.70	5.50	5.72	
3	Initial (After Purging)													13.1		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									6.17	6.30	4.48	6.17
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.9	7.7	7.5	7.5	6.5	7.4	7.0	7.17	7.86	6.44	7.55	7.18
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								392	326	389	290	406
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.7	1.0	0.9	0.9	5.7	<0.5	1.6	1.1	1.3	1.6	1.7	2.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	48	48	46.5	46.5	40	41	41	50	54	49	35	37
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.062	0.054	<0.005	<0.005	0.054	0.035	<0.005	<0.005	0.066	0.023	<0.005	0.013
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.001	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.001	0.010	<0.001	0.036	0.007	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0006	<0.0005	0.0006	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0003	0.0003	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.003	0.005	<0.001	<0.001	0.002	0.003	0.006	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	10.50	11.60	10.1	10.0	4.52	11.3	9.97	10.1	9.30	9.61	8.03	6.55
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	0.007	<0.005	0.007	0.012	<0.005

Borehole Name: Well 19

Laboratory Sample I.D :												EV120116-35	EV120759-24	EV130143-17	EV130628-25	EV131143-25
Date Sampled :					2009		2010		2011		2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Aug*	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											15.9	14.5
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								6.89		6.00	5.66	5.60
3	Initial (After Purging)													15.1		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								7.00	6.00	5.61	6.56	
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8	7.5	6.7	7.3	6.6	6.4	6.4	6.59	7.09	6.34	6.85	6.42
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								492	578	529	378	510
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	9.6	8.6	13.1	0.8	4.3	6.8	6.7	6.2	7.70	6.5	4.6	6.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	50	43	50.9	47	43	36	34	29	32	24	20	18
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.012	<0.005	0.383	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.028	0.084	0.007	0.007
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	0.002	0.040	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.014	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0009	<0.0005	0.0005	0.0024
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0005	0.0009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.005	0.004	<0.001	0.002	0.004	0.010	0.010	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.008
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.35	5.74	4.66	9.59	5.07	4.12	4.15	3.71	4.00	3.77	2.95	2.55
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02	0.02	0.02	<0.01	0.02	<0.05	<0.05	0.014	0.010	0.009	0.005	0.008

Borehole Name: Well 20

Laboratory Sample I.D :											EV120116-36	EV120759-25	EV130143-18	EV130628-35	EV131143-26
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										12.5	13.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								9.01	9.00	5.96	9.19
3	Initial (After Purging)												14.0		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								9.00	9.00	8.94	9.12
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.7	7.8	7.2	7.2	7.1	6.8	7.32	7.83	6.99	7.48	7.43
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							334	354	416	324	414
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.6	15.1	6.4	4.3	4.2	5.0	4.6	4.8	4.7	3.6	4.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	58	39	51.8	48	40	48	35	36	30	33	33
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.055	0.014	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.361	0.17	0.045	0.054	0.116	0.059	0.233	0.116	0.104	0.132
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.003	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.021	<0.01	<0.001	0.002	0.002	0.002	<0.0005	0.0007	<0.0005	0.0009	0.0017
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0003	0.0007	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.006	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.013	<0.001	0.005	0.009	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.003	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	16.60	14.10	10.9	12.3	13.1	9.38	9.10	8.72	9.75	8.81	7.37
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04	0.49	0.04	0.07	<0.01	0.11	0.010	0.034	0.021	0.019	0.040

Borehole Name: Well 21

Laboratory Sample I.D :						
Date Sampled :				2009		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Aug*
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-		
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-		
3	Initial (After Purging)					
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-		
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.4	7.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000		
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	22.5	22.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	35	35
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	ND
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	0.0002
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.060	0.058
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	10.20	10.70
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	0.02

Borehole Name: Well 22

Laboratory Sample I.D :					EV120116-37	EV120759-26	EV130143-19	EV130628-31	EV131143-27						
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										15.0	14.0
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								5.32	5.35	5.36	5.60
3	Initial (After Purging)												11.6		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								5.31	5.38	5.37	5.60
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1	7.7	7.3	7.2	7.1	6.9	7.19	7.74	6.92	7.48	6.91
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							355	360	375	322	340
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	7.2	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	1.6	0.8	1.20	1.5	0.8	1.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	14	11	8.7	18	21	24	7	15	15	13	13
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.525	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.059	0.035	<0.005	0.072	0.075	0.511	0.028	0.024	0.047	0.023	0.066
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.007	0.010	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.002	<0.01	<0.001	0.001	0.002	0.002	<0.0005	0.0008	<0.0005	<0.0005	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0002	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.059	0.029	<0.001	0.001	0.011	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00008	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.82	8.92	7.32	7.80	8.73	7.77	9.01	7.79	7.05	6.73	4.96
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	0.02	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.017	<0.005	0.005	0.009	0.009

Borehole Name: Well 23

Laboratory Sample I.D :											EV120116-38	EV120759-27	EV130143-20	EV130628-32	EV131143-28
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										7.60	14.4
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								8.06	8.10	8.06	8.28
3	Initial (After Purging)												15.0		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								8.07	8.16	8.20	8.31
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	8.8	7.8	7.5	7.5	7.4	7.1	7.35	8.01	7.06	7.54	7.26
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							340	314	338	318	308
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	ND	1.1	1	0.6	<0.5	1.6	0.9	1.7	1.6	0.9	1.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	5	7	7.4	9	7	8	3	6	6	4	5
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.514	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.144	<0.005	0.04	0.049	0.028	<0.005	0.254	0.046	0.094	0.147
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	<0.001	0.003	0.009	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005	<0.01	<0.001	0.004	0.003	0.003	<0.0005	0.0014	0.0023	0.0026	0.0021
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.016	0.017	<0.001	0.006	0.010	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00006	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	22.50	14.10	11.4	11.3	12.4	11.1	10.5	11.9	11.4	10.9	7.17
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.99	0.04	<0.01	0.03	<0.01	<0.05	<0.005	<0.005	0.007	0.006	<0.005

Borehole Name: Well 24

Laboratory Sample I.D :												EV120116-39	EV120759-28	EV130143-21	EV130628-36	EV131143-29
Date Sampled :					2009			2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	Dec*	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											15.2	14.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									5.93		5.76	6.00
3	Initial (After Purging)													14.6		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									5.95	5.79	5.72	6.00
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.2	7.8	-	7.3	7.2	7.3	7.0	7.23	7.97	7.21	7.70	7.29
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								307	285	310	252	314
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	11.8	1.7	1.7	2.7	1.5	<0.5	3.3	2.7	2.2	2.8	1.9	1.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	12	7	7	11.9	7	9	9	7	8	10	8	13
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.075	0.014	0.014	<0.005	0.01	0.045	0.192	0.027	0.045	0.067	0.020	0.057
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	0.003	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.076	0.019	0.019	<0.001	<0.001	0.018	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.002
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00006	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	6.37	6.82	6.77	6.25	6.04	7.02	6.18	6.00	6.59	5.93	5.71	4.12
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.12	0.03	0.03	<0.01	0.02	<0.01	0.03	0.010	<0.005	0.006	0.008	<0.005

Borehole Name: Well 25

Laboratory Sample I.D :												EV120116-40	EV120759-29	EV130143-22	EV130628-37	EV131143-30
Date Sampled :					2009		2010				2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Sep*	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											15	14.9
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									11.54	11.6	11.5	11.7
3	Initial (After Purging)													13.7		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									11.62	11.6	11.5	11.7
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.3	7.7	7.3	7.2	7.2	7.3	6.9	7.24	7.74	6.98	7.41	7.03
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								364	366	409	372	402
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.5	2.5	2.6	2.1	2.2	1.9	3.4	3.0	2.2	4.5	2.5	2.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	36	67	40.7	53	53	22	21	31	25	31	27	15
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.095	0.038	<0.005	0.118	0.118	0.042	0.033	0.021	0.026	0.079	0.013	0.028
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	<0.0001	0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.024	0.008	<0.001	0.003	0.003	0.016	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00010	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	7.79	11.20	8.19	7.36	7.32	9.79	8.81	8.27	8.37	10.3	7.61	5.86
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	<0.005

**Borehole Name: New BH-3**

Laboratory Sample I.D :					EV130883-18	EV131006-02
Customer Sample I.D :					BH 3	BH 3
Date Sampled :					29-Aug-13	02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results	
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-	N.A	13.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	N.A	2.90
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	N.A	2.94
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.85	6.45
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	448	496
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.6	4.8
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	53	44
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001	<0.001
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.0019	0.0074
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	<0.05	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	14.4	14.1
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.024	0.012

**Borehole Name: New BH-5**

Laboratory Sample I.D :					EV130883-19	EV131006-06
Customer Sample I.D :					BH 5	BH 5R
Date Sampled :					29-Aug-13	02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-	N.A	15.6
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	N.A	9.56
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	N.A	9.50
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.52	6.29
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	680	578
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	14.1	11.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	9	12
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001	<0.001
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.0050	0.0027
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	<0.05	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.61	9.05
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.119	0.022

## Borehole Name: New BH-N2

Laboratory Sample I.D :					EV130883-20	EV131006-01
Customer Sample I.D :					BHN 2	BH N2
Date Sampled :					29-Aug-13	02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-	N.A	15.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	N.A	2.30
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	N.A	2.22
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.54	6.10
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	354	368
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.0	3.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	9	17
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001	<0.001
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.0017	0.0022
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	<0.05	0.007
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	47.3	50.5
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.233	0.023

## Borehole Name: New BH-N8R

Laboratory Sample I.D :					EV130883-21	EV131006-05
Customer Sample I.D :					BHNN 8 R	BH N8R
Date Sampled :					29-Aug-13	02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water	Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results	Results
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-	N.A	16.8
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	N.A	4.86
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	N.A	4.86
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.25	6.91
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	308	324
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.3	2.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	23	18
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001	<0.001
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001	0.029
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.0008	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	<0.05	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	33.9	34.9
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.009	0.008

Borehole Name: New BH-1

Laboratory Sample I.D :					EV131006-03
Customer Sample I.D :					BH 1
Date Sampled :					02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	12.3
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	10.8
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	10.8
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.73
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	592
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	194
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.75
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.011

Borehole Name: New BH-N6R

Laboratory Sample I.D :					EV131006-04
Customer Sample I.D :					BH N6R
Date Sampled :					02-Oct-13
Sample Matrix :					Ground Water
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Results
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	13.8
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	11.6
3	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	11.5
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.89
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	730
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	6.8
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	126
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.009
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.20
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.015

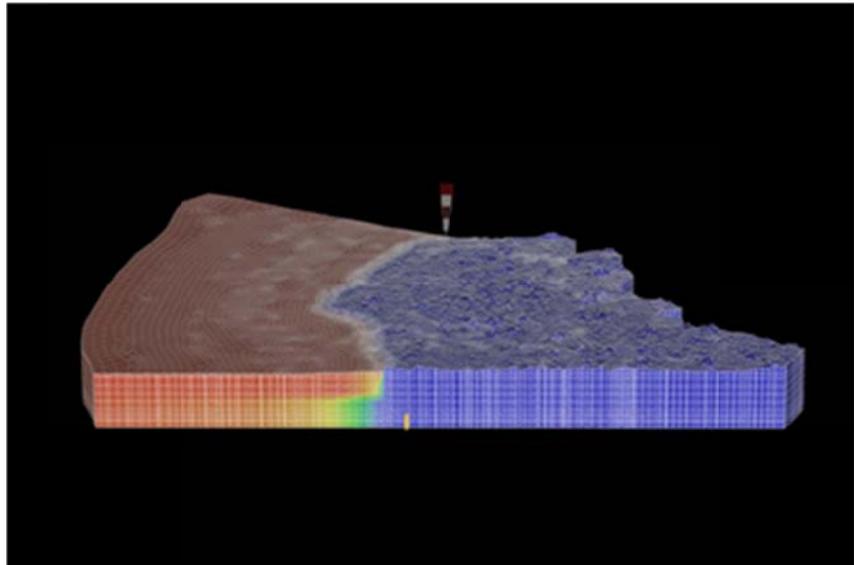
16 April 2014

**PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH  
STUDI AIR TANAH**

**Contract No. 4420000665**

**PEMODELAN AIR TANAH**

**Submitted to:**  
BP Berau Ltd



**LAPORAN**

**No Laporan:** 138716004-015-R-Rev4

## Ringkasan Eksekutif

Dokumen ini menguraikan hasil pemodelan air tanah yang merupakan salah satu komponen dalam lingkup studi AMDAL untuk rencana pengembangan Proyek Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni Provinsi Papua Barat. Golder Associates melakukan pemodelan numerik dari sistem air tanah di daerah Tangguh LNG untuk mengkaji potensi opsi pemanfaatan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air Tangguh LNG, dan potensi dampak dari rencana pemanfaatan air tanah tersebut terhadap air tanah pada akuifer yang digunakan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan air di kampung mereka, serta potensi dampak salinitas air tanah sebagai konsekuensi dari kemungkinan intrusi air laut dari perairan Teluk Bintuni pada daerah yang berdekatan dengan batas utara properti Tangguh LNG. Hasil pemodelan air tanah juga digunakan sebagai dasar untuk perhitungan potensi amblesan pada wilayah Tangguh LNG yang akan disajikan pada laporan yang terpisah.

Lingkup pekerjaan untuk pemodelan air tanah ini meliputi kajian terhadap data-data yang relevan, memperbaharui pemodelan hidrogeologi konseptual yang telah dilakukan sebelumnya dan pembuatan pemodelan air tanah numerik untuk wilayah Tangguh LNG.

Kebutuhan air selama 4 tahun tahap konstruksi fasilitas yang termasuk dalam lingkup pengembangan tahap awal Tangguh LNG, termasuk pembangunan Kilang LNG 3 dan 4 beserta fasilitas pendukungnya diperkirakan akan mencapai puncaknya sebanyak 95 L/detik selama sekitar 100 hari. Kebutuhan air dalam jumlah besar ini adalah untuk memenuhi kebutuhan air untuk hidrotest. Perkiraan kebutuhan air untuk tahap konstruksi rata-rata adalah 32 L/detik, sementara untuk tahap operasi (25 tahun) adalah kurang lebih 50 L/detik untuk operasi 4 kilang LNG. Dengan demikian, pemodelan kebutuhan air fasilitas LNG dilakukan dimulai dari tahap konstruksi sampai akhir tahap operasi (29 tahun).

## Executive Summary

*This document presents the groundwater modelling report for the Groundwater Study component conducted as part of the AMDAL study for the proposed expansion of the Tangguh LNG facility in Bintuni Bay Regency, West Papua. Golder Associates has undertaken numerical modelling of the groundwater system in the area in order to assess the potential for groundwater supply development, and the potential for adverse effects, both on groundwater levels in an overlying aquifer used locally for village water supply and on salinity of the groundwater as a consequence of potential saline intrusion from the nearby Bintuni Bay adjoining the northern boundary of the Tangguh LNG property. The groundwater model was also used to provide input to the assessment of potential subsidence due to drawdown in the aquifers at the LNG facility (which is the subject of a separate report)*

*The scope of work comprised the review of relevant data, updating the previous conceptual hydrogeological model and the development of a numerical groundwater model for the Tangguh area.*

*Water demand during the four year construction period for the initial development phase including the development of the new LNG Trains 3 and 4, and supporting facilities is expected to peak at 95 L/s for about 100 days (during construction) for the purpose of hydrotesting. Average demand during construction is 32 L/s, whilst a sustained water demand of 50 L/s is required for the operating life of the facility (25 years) with for four LNG trains. Modelling of the LNG facility water demand was therefore carried out for a total period of 29 years.*

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Studi sebelumnya menunjukkan adanya suatu sistem sedimen berlapis-lapis yang luas di Formasi *Steenkool* di Cekungan Bintuni. Formasi *Steenkool* memiliki ketebalan sampai dengan 2000 m pada wilayah Tangguh LNG, dengan akuifer yang didominasi pasir dibatasi oleh akuitar yang di dominasi oleh lempung. Terdapat bukti langsung adanya air tanah yang diperoleh dari akuifer bagian atas, yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air mereka di Kampung Tanah Merah Baru dan Saengga.

Pemodelan Hidrogeologi Konseptual mengindikasikan sedimen Formasi *Steenkool* terlipat lemah dengan singkapan batu pasir terdapat disebelah selatan dan barat daya lokasi Tangguh LNG. Korelasi telah dibuat untuk akuifer-akuifer di Formasi *Steenkool* bagian atas sampai dengan kedalaman 150 m yang meluas ke arah timur, mulai dari sumur masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru hingga ke sumur uji SHD-1 di lokasi Tangguh LNG. Indikasi kemiringan lapisan, secara rata-rata, adalah kurang dari 1° yang mana cocok dengan hasil interpolasi dari penampang seismik.

Potensi dampak terbesar terhadap penurunan muka air tanah di sumur masyarakat dan terhadap amblesan diluar lokasi Tangguh LNG terjadi jika akuifer-akuifer ini terhubung dan tidak terdapat patahan yang bertindak sebagai penghalang terhadap aliran air tanah. Oleh karenanya pemodelan numerik menggunakan asumsi bahwa akuifer-akuifer Formasi *Steenkool* tidak bergeser karena patahan.

Kontur penurunan muka air tanah dan amblesan dihasilkan dari pemodelan numerik, oleh karena itu secara konservatif hasilnya tinggi dalam hal dampak potensial terhadap sumur masyarakat. Jika penghalang patahan teridentifikasi di masa yang mendatang dari pengambilan secara menerus dan dari pemantauan air tanah, diperkirakan penurunan muka air tanah di lokasi Tangguh LNG lebih tinggi dari yang perkiraan saat ini dan penurunan di sumur masyarakat lebih kecil. Jika teridentifikasi, patahan ini akan dimasukkan kedalam pemodelan numerik yang akan diperbaharui setelah selesainya periode konstruksi empat tahun nanti ketika data-data yang lebih komprehensif tentang pemantauan penurunan muka air tanah, amblesan dan salinitas sudah tersedia.

*Previous studies indicate an extensive, layered sedimentary system in the Steenkool Formation of the Bintuni Basin. The formation extends to depths of up to 2000 m beneath the Tangguh LNG facility, with sand dominated aquifers confined by clay dominated aquitards. There is direct evidence of fresh groundwater in the upper parts of the aquifer, which have been sourced locally for small water supplies by the indigenous people of the Tanah Merah Baru and Saengga villages.*

*The Conceptual Hydrogeological Model indicates gently folded Steenkool sediments with outcrop areas of sandstone to the south and southwest of the LNG site. A correlation of aquifer and aquitard units has been established for the Upper Steenkool aquifers down to 150 m depth extending eastwards from the community wells at Saengga and Tanah Merah Baru across to the SHD-1 exploratory well at the LNG site. The dip of the sediments is indicated to be, on average, less than 1° which matches the dips extrapolated from the seismic profiles.*

*The greatest potential impact to drawdown in the community wells and to ground subsidence outside the LNG site occurs if these aquifers are hydrogeological connected and there are no faults acting as barriers to groundwater flow. The numerical model has therefore assumed that the Steenkool Formation aquifers are not displaced by faulting to the extent that groundwater flow is impeded.*

*Drawdown and subsidence contours generated by the numerical model are therefore conservatively high in terms of potential impacts to community wells. Should fault barriers be identified in the future based on sustained groundwater abstraction and monitoring it is likely that drawdowns on the Tangguh LNG site will increase more than currently predicted and those at the community wells will be less. If identified, these faults will be incorporated into an updated numerical model at completion of the four-year construction period when a comprehensive set of drawdown, subsidence and salinity monitoring data is available.*

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Pemodelan 3-Dimensi aliran air tanah telah dilakukan dan dikalibrasi dengan mengamati elevasi air tanah pada sumur-sumur masyarakat dan pada Formasi *Steenkool* bagian atas. Daerah lingkup pemodelan diperluas secara vertikal hingga kedalaman 600 m, melebihi kedalaman akuifer yang ditargetkan (kurang dari 400 m). Daerah lingkup pemodelan secara horizontal adalah kira-kira 55 km ke arah timur-barat dan 29 km ke arah utara-selatan di sekitar Tangguh, yang merupakan bagian dari Cekungan Bintuni yang merupakan formasi sedimen yang pada dasarnya datar.

Pemodelan yang telah dikalibrasi mencakup kemampuan untuk mensimulasi pergerakan cairan dari batas air laut dan air tawar yang berada sekitar 2 km di utara dari garis pantai dan batas utara fasilitas Tangguh LNG.

Hasil pemodelan air tanah secara umum menunjukkan bahwa kebutuhan air Tangguh LNG dapat dipenuhi dari akuifer yang terdapat pada Formasi *Steenkool* bagian bawah yang terdapat di daerah di bawah properti Tangguh LNG (kedalaman antara sekitar 150 m sampai 400 m), berdasarkan parameter-parameter yang diasumsikan dari akuifer yang sama dan dianggap mewakili sistem akuifer yang berlapis-lapis di lokasi Tangguh LNG.

Penurunan muka air tanah pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian bawah menunjukkan bahwa dengan laju pemompaan dan jangka waktu yang direncanakan untuk opsi pemanfaatan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air Tangguh LNG dapat menyebabkan penurunan muka air tanah sekitar 15 m pada daerah yang berdekatan langsung dengan lokasi rencana sumur produksi air tanah PW-1 dan PW-2, dan antara sekitar 13 m sampai 14 m pada lokasi rencana untuk sumur produksi air tanah PW-3 dan PW-4.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa 90% dari penurunan muka air tanah terjadi pada empat tahun tahap konstruksi (14 m pada PW-2). Pada PW-2, penurunan muka air tanah sebesar 1,2 m terjadi pada akhir 25 tahun tahap operasi (15,2 m). Pemodelan juga menunjukkan peak penurunan muka air tanah jangka pendek pada PW-2 pada tahap konstruksi yang terjadi jika air tanah digunakan sebagai sumber air untuk hidrotest.

*A three-dimensional groundwater flow model has been developed and calibrated with observed groundwater levels in the locally developed shallow alluvial aquifers and the upper part of the Steenkool Formation. The model domain extended to a depth of 600 m, beyond the target aquifers at less than 400 m. Laterally, the model extends some 55 km east-west by 29 km north-south around Tangguh, within a part of the Bintuni Basin with essentially flat-dipping sediments.*

*The calibrated model included the ability to simulate solute transport from a fresh water-salt water interface that was nominally located 2 km to the north of the coastline and northern boundary of the Tangguh LNG facility.*

*The results of the groundwater modelling indicate that Tangguh LNG's nominal water requirement would be available from the targeted aquifers in the Lower Steenkool Formation underlying the Tangguh LNG property based on parameters assumed from similar aquifers and judged appropriate for the layered system of aquifers at Tangguh.*

*Drawdowns within the Lower Steenkool Formation aquifers indicate that the proposed pumping rates and durations will cause drawdown of about 15 m immediately near the planned locations of production wells PW-1 and PW-2, and between about 13 m and 14 m at the planned locations for PW-3 and PW-4.*

*The modelling indicates that 90% of drawdown occurs during the four year construction period (14 m at PW-2). At PW-2 a further 1.2 m of drawdown is indicated by the end of the 25 year operations (to 15.2 m). The modelling also indicates a short term peak drawdown to 22 m at PW-2 during construction should groundwater be used as the water source for hydrotesting.*

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa total penurunan muka air pada Formasi *Steenkool* bagian atas di dalam daerah properti Tangguh LNG dekat lokasi rencana sumur pemantauan yang berada pada jarak 150 m dari sumur PW-3 adalah 0,165 m, dimana sekitar 0,050 m dari nilai tersebut kemungkinan disebabkan oleh rencana pengambilan air tanah di Tangguh LNG dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian bawah.

Penurunan muka tanah terbesar yang terjadi pada pagar batas properti Tangguh LNG sebelah utara PW-3 dekat Tanah Merah Baru sangat terkait dengan pengambilan air tanah oleh masyarakat. Perkiraan penurunan muka air tanah adalah 0,29 m di mana 0,050 m berasal dari pengambilan air tanah oleh Tangguh LNG.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa kemungkinan penurunan muka air tanah total sekitar 0,57 m (di kampung Tanah Merah Baru) sampai dengan 0,6 m (di Kampung Saengga) kemungkinan terjadi pada sumur air tanah masyarakat yang berasal dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian atas. Sekitar 0,52 m dari total penurunan muka air tanah total tersebut disebabkan oleh pemanfaatan air oleh masyarakat di Kampung Tanah Merah Baru dan selebihnya sekitar 0,050 m diperkirakan terkait dengan rencana pengambilan air untuk memenuhi kebutuhan air Tangguh LNG.

Pada lokasi sumur masyarakat di Tanah Merah Baru dan titik pengamatan di perbatasan pagar dekat sumur PW-3, penurunan muka air tanah dalam Formasi *Steenkool* bagian atas yang disebabkan oleh rencana pemanfaatan air tanah Tangguh LNG diperkirakan dengan membandingkan antara:

1. perkiraan penurunan muka air tanah total yang diakibatkan pemanfaatan air oleh masyarakat setempat saja, dengan
2. perkiraan penurunan muka air tanah yang diakibatkan oleh gabungan pemanfaatan air oleh masyarakat setempat dan oleh Tangguh LNG dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian bawah.

Penurunan muka air tanah di sumur di Tanah Merah Baru sudah mempertimbangkan penurunan muka air tanah karena pemanfaatan air di Saengga.

*Modelled drawdown in the Upper Steenkool Formation at the Tangguh LNG property boundary near the planned location for the 150 m deep monitoring well adjacent to PW-3 is 0.165 m, of which about 0.050m may be attributable to Tangguh LNG's planned abstraction from the Lower Steenkool Formation aquifers. The drawdown estimates from the model are assumed accurate to 0.005 m.*

*Greatest drawdown at the property boundary is indicated north of PW-3 near Tanah Merah Baru and is related mainly to community well abstraction. The estimated drawdown is 0.29 m of which about 0.05 m is related to Tangguh LNG abstraction.*

*Total drawdown between about 0.57 m (at Tanah Merah Baru) and 0.6 m (at Saengga) may also be expected in the community groundwater wells screened in the Upper Steenkool Formation aquifers. Approximately 0.52 m drawdown is from local pumping from the community supply well at Tanah Merah Baru, and about 0.050 m related to planned abstraction from the within the Tangguh LNG property.*

*At both locations (i.e. at the community supply well at Tanah Merah Baru and the monitoring point on the property boundary near PW-3) the enhanced drawdown in the Upper Steenkool Formation brought about by Tangguh LNG's planned pumping was estimated by comparing:*

1. *total predicted drawdown in these aquifers due to community abstraction only, with*
2. *drawdown caused by both local groundwater abstractions coupled with Tangguh LNG's planned pumping from the Lower Steenkool Formation aquifers.*

*As such the drawdown in the community well at Tanah Merah Baru includes drawdown caused by pumping at Saengga.*

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Berdasarkan perkiraan mengenai posisi batas air laut dan air tawar dalam akuifer tertekan, parameter-parameter akuifer dan karakteristik akuitar, hasil pemodelan menunjukkan prediksi bahwa pertemuan air laut di bawah Teluk Bintuni akan bergerak sekitar 150 m menuju wilayah Tangguh LNG pada akuifer-akuifer tertekan di kedalaman antara 150 dan 400 m setelah 29 tahun pemanfaatan air tanah, dan hampir tidak ada rembesan air laut dari Teluk Bintuni menuju akuifer-akuifer tertekan di bawahnya. Hasil pemodelan ini menunjukkan bahwa dampak salinitas adalah kecil sekali terhadap air tanah pada rencana sumur-sumur produksi air tanah Tangguh LNG.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa perubahan salinitas pada Formasi *Steenkool* bagian bawah di PW-2 (rencana lokasi sumur produksi air tanah yang paling dekat dengan Teluk Bintuni) akibat rencana pengambilan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air Tangguh LNG adalah kurang dari 10 mg/L. Dengan demikian PW-2 adalah satu-satunya sumur (aktual dan pemodelan) di mana hasil pemodelan menunjukkan ada indikasi terjadi kenaikan salinitas setelah pengambilan air tanah selama 29 tahun.

*Based on estimates of the position of the fresh water / salt water interface in the confined aquifers, the aquifer parameters and the properties of the aquitards, the model predicts that the seawater interface beneath Bintuni Bay will migrate about 150 m towards the LNG site within the confined target aquifers between 150 and 400 m depth after 29 years of planned pumping, and with virtually no downward leakage of sea water from Bintuni Bay towards the underlying confined aquifers. These outcomes therefore suggest only marginal impact on salinities in the proposed production wells.*

*The predicted change in salinity in the Lower Steenkool Formation at PW-2 (i.e. the closest modelled provisional and modelled well to Bintuni Bay) due to Tangguh LNG's planned pumping is less than 10 mg/L; this is the only well (actual or modelled) where an increase in salinity was observed after 29 years of pumping.*

## Daftar Isi

<b>1.0</b>	<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>LATAR BELAKANG</b> .....	<b>1</b>
<b>3.0</b>	<b>TUJUAN PEMODELAN AIR TANAH</b> .....	<b>1</b>
<b>4.0</b>	<b>SUMBER DAN KEKOSONGAN DATA</b> .....	<b>2</b>
<b>5.0</b>	<b>KAJIAN DAN PELENGKAPAN MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI</b> .....	<b>2</b>
5.1	Referensi Kedalaman .....	2
5.2	Topografi dan Drainase .....	2
5.3	Iklim.....	3
5.4	Geologi dan Pemakaian Air tanah.....	3
5.5	Tata Hidrogeologi Regional .....	5
5.6	Tata Hidrogeologi lokal .....	5
5.6.1	Hidrostratigrafi .....	5
5.6.2	Sifat Hidrolik .....	6
5.6.3	Imbuan Air tanah.....	7
5.6.4	Luahan Air tanah.....	7
5.6.5	Tinggi Muka Air tanah dan Dinamika Aliran .....	8
5.6.6	Kualitas Air tanah .....	8
<b>6.0</b>	<b>PENGEMBANGAN MODEL NUMERIK</b> .....	<b>9</b>
6.1	Model Numerik Sebelumnya dan Seleksi Kode Numerik .....	9
6.2	Desain Model Numerik .....	9
6.2.1	Model Domain dan Batas Eksternal .....	9
6.2.2	Tata Ruang dan Vertikal diskritisasi .....	10
6.2.3	Kondisi Batas .....	11
6.2.4	Arus Masuk dan Keluar.....	11
6.2.4.1	Debit Imbuan Curah Hujan .....	11
6.2.4.2	Luahan Alami Air tanah .....	11
6.2.4.3	Debit Luahan Sumur.....	11
6.2.5	Batasan Model .....	13
6.2.5.1	Sifat Hidrolik.....	13
6.3	Kalibrasi Model .....	13

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

6.3.1	Kalibrasi Steady-State Awal .....	13
6.3.2	Kalibrasi Transient State .....	13
6.3.2.1	Pengaturan Model Transient and Metodologi Kalibrasi .....	13
<b>7.0</b>	<b>SIMULASI HASIL PREDIKSI .....</b>	<b>14</b>
7.1	Prediksi Penurunan Muka Air .....	14
7.2	Prediksi Intrusi Air laut .....	16

### TABEL

Tabel 1: Curah hujan dan evapotranspirasi rata-rata bulanan dan tahunan

Tabel 2: Diskretisasi Lapisan Vertikal dan Sifat-Sifat Hidrolik

Tabel 3: Imbuhan dari Curah Hujan

Tabel 4: Detail Sumur Pemompaan

### FIGURES

Figure 1: Lokasi Fasilitas Tangguh LNG

Figure 2: Penataan Hidrogeologi Regional dan Domain Model

Figure 3: Geologi Regional Skala 1:250.000

Figure 4: Domain Model Air Tanah

Figure 5: Diskretisasi *Mesh* Model Numerik Air Tanah

Figure 6: Diskretisasi Vertikal dari Akuifer alluvial dan Formasi *Steenkool* menunjukkan nilai konduktivitas hidrolika yang dimodelkan

Figure 7: Kondisi Batasan - Model Numerik Air tanah

Figure 8: Pemodelan Kebutuhan Air dan Laju Pemompaan

Figure 9: Pemodelan Muka Air Tanah untuk 29 Tahun pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Bawah Berdasarkan Laju Pemompaan yang Direncanakan

Figure 10: Perubahan Muka Air yang Diperkirakan di Bagian Atas Formasi *Steenkool* di PW-2 diakibatkan Pengambilan Air Tanah yang Direncanakan oleh Tangguh LNG dari Bagian Bawah Akuifer Formasi *Steenkool*

Figure 11: Pemodelan Muka Air Tanah untuk 29 Tahun pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Atas Berdasarkan Laju pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Bawah serta Pemompaan Sumur Masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga

Figure 12: Perubahan Muka Air yang Diperkirakan di Bagian Atas Formasi *Steenkool* pada Sumur Masyarakat di Tanah Merah Baru

Figure 13: Perubahan Muka Air yang Diperkirakan di Bagian Atas Formasi *Steenkool* di Batas Properti Tangguh LNG dekat PW-3

Figure 14: Pemodelan Muka Air Tanah untuk 29 Tahun pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Atas berdasarkan Pemompaan Sumur Masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga

Figure 15: Garis Konsentrasi yang Menggambarkan Perkiraan Konsentrasi Salinitas pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Atas setelah Pemompaan selama 29 Tahun di Sumur Masyarakat dan Rencana Sumur Air Tanah Tangguh LNG

Figure 16: Garis Konsentrasi yang Menggambarkan Perkiraan Konsentrasi Salinitas pada Akuifer Formasi *Steenkool* Bagian Bawah setelah Pemompaan selama 29 Tahun di Sumur Masyarakat dan Rencana Sumur Air Tanah Tangguh LNG

Figure 17: Potongan Melintang Salinitas di Fasilitas Tangguh LNG dan Teluk Bintuni setelah 29 Tahun Pemompaan

Figure 18: Perubahan Salinitas yang Diperkirakan (mg/L) pada Bagian Bawah Formasi *Steenkool* Formation di PW-2 diakibatkan Pemompaan yang Direncanakan dari Akuifer ini oleh Tangguh LNG

---

# PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

## 1.0 PENDAHULUAN

Dokumen ini menyajikan laporan pemodelan air tanah untuk komponen Studi Air Tanah pengembangan fasilitas Tangguh LNG (Daerah Penelitian) BP Berau Ltd, yang terletak di Papua Barat, Indonesia.

Tangguh terletak di wilayah Kepala Burung Papua Barat, di Teluk Bintuni dan Teluk Berau, dengan infrastruktur lokal dan dukungan logistik yang minim. Pengembangan yang diusulkan akan mencakup pembangunan dua Kilang LNG baru (yang akan menjadi Kilang LNG 3 dan 4 di fasilitas Tangguh LNG), fasilitas penerimaan di darat (*Onshore Receiving Facility* – ORF), sebuah dermaga pemuatan LNG 2 dan sebuah dermaga kargo (*Bulk Offloading Facility* – BOF) dan pengembangan anjungan lepas pantai ROA dan WDA, ditambah dengan pipa transmisi untuk mengirimkan gas ke Kilang LNG di darat. Perluasan yang diusulkan dari fasilitas LNG akan terdiri dari tahap konstruksi selama 4 tahun dan tahap operasional selama 25 tahun. Lokasinya ditampilkan pada **Gambar 1**.

## 2.0 LATAR BELAKANG

Sebagai bagian dari pengembangan, Tangguh LNG mengusulkan untuk menggunakan air tanah untuk mengganti atau melengkapi sistem desalinasi yang ada dan telah memulai penyelidikan atas potensi sumber yang berkelanjutan dari akuifer dalam pada kedalaman 150 m di bawah daerah penelitian. Kebutuhan air hingga puncak operasional Kilang LNG untuk semua yang ada dan yang diusulkan saat ini di fasilitas Tangguh LNG selama operasi diperkirakan sekitar 4.100 m<sup>3</sup>/hari (50 L/s), dengan puncak kebutuhan selama konstruksi adalah 8.500 m<sup>3</sup>/hari (95 L / s) untuk sekitar 100 hari.

Penggunaan air tanah tidak diizinkan dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebelumnya yang disetujui pada tahun 2002. Namun rencana penggunaan air tanah telah dimasukkan dalam AMDAL yang diajukan untuk Proyek Pengembangan Tangguh LNG.

Tujuan dari laporan ini adalah untuk membantu dalam menilai apakah air tanah cukup tersedia di Tangguh LNG dari akuifer di Formasi *Steenkool* bagian bawah untuk memenuhi (atau setidaknya untuk menambah pasokan air lainnya) kebutuhan air selama dan pasca-pembangunan Kilang LNG 3 dan 4. Air tanah Formasi *Steenkool* bagian atas di bawah fasilitas Tangguh LNG diperuntukkan untuk persediaan air minum untuk desa-desa sekitar.

## 3.0 TUJUAN PEMODELAN AIR TANAH

Tujuan teknis dari pemodelan air tanah adalah untuk:

- membuat penilaian ketersediaan pasokan air tanah untuk Fasilitas Tangguh LNG;
- memprediksi dampak potensial yang terkait dengan risiko intrusi air laut dan penurunan muka air di sumur air bersih masyarakat setempat karena penggunaan air tanah yang direncanakan di bawah Fasilitas Tangguh LNG; dan
- memberikan masukan kepada penilaian potensi amblasan di fasilitas (yang merupakan subyek dari laporan terpisah).

Penilaian dampak potensial yang terkait dengan rencana pengambilan air tanah dari akuifer yang dipilih di bawah properti Tangguh LNG mempertimbangkan tentang tata hidrogeologi, potensi pasokan air terbarukan (yaitu kemungkinan debit imbuhan) dari akuifer yang ditargetkan, dan mekanisme aliran air tanah di Fasilitas Tangguh LNG di bawah kendala pengelolaan lingkungan dan akuifer yang ada.

Ruang lingkup pekerjaan terdiri dari lima tahap, sebagai berikut:

1. Tahap 1 - Pengumpulan dan analisis informasi geologi dan hidrogeologi yang relevan;
2. Tahap 2 - Pengembangan/revisi model konseptual air tanah;
3. Tahap 3 - Pemilihan kode pemodelan numerik air tanah;
4. Tahap 4 - Pengembangan model numerik air tanah; dan
5. Tahap 5 - pemodelan prediktif, termasuk simulasi densitas aliran untuk intrusi air laut.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

### 4.0 SUMBER DAN KEKOSONGAN DATA

Golder dilengkapi dengan berbagai laporan yang relevan untuk Fasilitas Tangguh LNG, termasuk laporan hidrogeologi dan geoteknik, laporan pengeboran dan instalasi sumur, dan kontur topografi. Laporan yang tersedia untuk pengembangan model air tanah ini tercantum dalam Daftar Pustaka dari laporan ini.

Data geologi dan hidrogeologi telah tersedia dari berbagai program pengeboran, terutama untuk eksplorasi air tanah dan hidrokarbon, yang terjadi di properti Tangguh LNG dan sekitarnya serta menyeluruh pada Cekungan Bintuni (**Gambar 2**). Data yang tersedia untuk pemodelan sangat terbatas berikut dengan pengecualian dari log geologi dan geofisika untuk *Slim hole* yang dibor di bagian barat laut dari properti, tetapi tidak mencapai ke Formasi *Steenkool* bagian bawah yang menjadi akuifer target untuk pasokan air. Program pengeboran air tanah yang diusulkan, yaitu pengambilan sampel kualitas air tanah dan pengujian akuifer target tidak dapat dilakukan sebelum pengembangan model air tanah yang dibutuhkan untuk mendukung persiapan AMDAL. Dengan demikian, pada saat pemodelan, tidak ada informasi spesifik atau data yang tersedia mengenai sifat hidrolis, tinggi permukaan hidrolis atau kualitas air tanah dari satuan hidrostratigrafi di Formasi *Steenkool* bagian bawah (yaitu akuifer yang ditargetkan untuk digunakan oleh Tangguh LNG).

Data tinggi muka air tanah dan kualitas air tanah pada daerah penelitian terkumpul dari laporan yang tersedia meskipun informasi ini sangat terbatas. Tinggi muka air tanah yang tersedia adalah untuk akuifer bagian atas dari yang akan ditargetkan disekitar fasilitas Tangguh LNG namun tidak ada data tinggi air tanah regional yang tersedia.

Tinggi air lokal dan regional (yaitu laut, sungai, anak sungai, lahan basah dll) diidentifikasi dan digambarkan dari foto udara dan peta topografi skala 1:250.000.

### 5.0 KAJIAN DAN PELENGKAPAN MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI

Pada awalnya Golder mengkaji informasi yang tersedia dan melakukan interpretasi dari kondisi air tanah di Tangguh LNG. Kajian tersebut termasuk aspek iklim, topografi, geologi dan hidrogeologi dari Fasilitas Tangguh LNG dan sekitarnya, termasuk rincian mengenai abstraksi air tanah di sekitar Fasilitas Tangguh LNG saat ini. Dari kajian ini, model konseptual air tanah dibuat, yang mengarah ke model numerik dari daerah yang lebih besar pada sistem air tanah di sekitar Tangguh LNG.

#### 5.1 Referensi Kedalaman

Seluruh kedalaman yang digunakan dalam Memorandum Teknis ini mereferensi kepada muka tanah (yaitu: m bawah muka tanah – m bmt). Dapat dipahami bahwa, dahulu, akuifer-akuifer pada Formasi *Steenkool* bagian Atas di bawah Fasilitas LNG dan di bawah Desa Saengga atau Tanah Merah Baru memakai bawah muka tanah sebagai dasar pengukuran kedalaman, maka dari itu dokumen ini pun memakai sistem yang sama untuk konsistensi.

#### 5.2 Topografi dan Drainase

Tangguh terletak pada satuan fisiografi dataran rendah Bomberai. Satuan ini terdiri dari daerah perbukitan rendah (di mana *Steenkool* Formasi singkapan) dan daerah alluvial rendah di sepanjang jalur drainase, keduanya terhubung dengan Teluk Bintuni ke arah utara.

Fisiografi dari Tangguh dan sekitarnya ditandai dengan bukit-bukit rendah dengan ketinggian biasanya antara 20 dan 40 meter di atas permukaan laut (m dpl). Bukit-bukit yang dibatasi di utara, timur dan barat dengan dataran alluvial dan beberapa dipisahkan oleh lembah aluvial yang terhubung dengan sungai utama dan saluran air. Sungai yang utama adalah Sungai Manggosa sepanjang batas timur Fasilitas LNG dan sejumlah lembah aluvial dan perairan pasang surut sepanjang batas barat properti. Jalan air sepanjang batas barat properti membentuk anak sungai dan sub-tangkapan untuk Sungai Saengga dan biasanya tidak lebih dari beberapa meter di atas permukaan laut.

Drainase di Tangguh memiliki pola seperti teralis. Hal ini ditandai dengan aliran utama paralel yang biasanya memiliki anak sungai siku-siku, yang pada gilirannya masuk ke sungai sekunder yang memanjang sejajar dengan sungai utama. Pola drainase ini mencerminkan perubahan satuan geologi keras dan lembut dari Formasi *Steenkool* yang tersingkap sebagai per lapisan paralel.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Beberapa sungai, kali, anak sungai mengalirkan air dari banyak daerah tangkapan di sebelah barat, selatan dan timur Tangguh pada cakupan model air tanah. Yang paling menonjol dari sungai-sungai ini adalah Sungai Tegenarategen dan Sungai Aroba di sebelah timur dan tenggara dari fasilitas dan yang mengalir ke arah timur dan timurlaut menuju Teluk Bintuni, dan Sungai Ofaweri yang mengalir dari timur ke barat dan menuju ke Teluk Berau.

### 5.3 Iklim

Iklim di Indonesia hampir seluruhnya tropis. Tangguh termasuk beriklim tropis dengan sedikit variasi musim pada suhu dan frekuensi hujan.

Data hujan dan evaporasi dari Papua dan fasilitas Tangguh LNG disajikan pada **Tabel 1** (ENV, 2012).

**Table 1 Curah hujan dan evapotranspirasi rata-rata bulanan dan tahunan**

Bulan	Curah Hujan (mm)	Potensi Evapotranspirasi* (mm)
Januari	233	116
Februari	500	107
Maret	270	116
April	403	110
Mei	307	107
Juni	250	94
Juli	164	98
Agustus	110	104
September	80	110
Oktober	225	119
November	339	111
Desember	349	112
<i>Tahunan total</i>	<i>3231</i>	<i>1304</i>

Catatan: \* Sumber Bab 2 ANDAL untuk Proyek Pengembangan Tangguh

Curah hujan rata-rata bulanan sangat melebihi penguapan di semua bulan kecuali September, memberikan surplus untuk imbuhan air tanah

### 5.4 Geologi dan Pemakaian Air tanah

Tangguh dan cakupan pemodelan air tanah terdapat dalam Cekungan Bintuni, yang terdapat dalam basement depresi usia Tersier yang dalam, di wilayah 'Kepala Burung' Papua Barat. Geologi Cekungan Bintuni telah dijelaskan dalam penjelasan peta geologi yang menyertai lembar Fak Fak skala 1:250.000 (Gambar 3). Pada tebal 4000 m nya, urutan geologi didominasi oleh akumulasi sedimen Formasi *Steenkool* yang umumnya berlapis datar, kemiringan tipis, terlipat lembut, relatif muda dan dengan pemilahan bervariasi, terbagi menjadi satuan pasir dan lempung pada kedalaman yang dituju, tapi bertahap menjadi batupasir dan batulempung di kedalaman yang lebih jauh.

Batu gamping tua hadir di bawah Formasi *Steenkool*. Atau sebagian besar cekungan belum dikembangkan dan sedikit penelitian.

Endapan dangkal pasir, lanau, dan lumpur menutupi Formasi *Steenkool* di daerah dataran rendah. Di bawah fasilitas Tangguh LNG, Formasi *Steenkool* terdiri dari peralapisan batulempung dan batupasir dengan tebal sekitar 2000 m. Profil seismik di daerah penelitian dan Teluk Bintuni menunjukkan bahwa urutan sedimen umumnya berlapis datar (dengan kemiringan umumnya 0,5 ° atau kurang) hingga kedalaman sekitar 500 m. Kemiringan meningkat menjadi 2° atau 3° ke arah tenggara sebagaimana sedimen menebal.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Sebuah korelasi antara satuan akuifer dan akuitard telah terbentuk untuk akuifer *Steenkool* bagian Atas hingga kedalaman 150 m membentang ke arah timur dari sumur masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru menuju ke sumur eksplorasi SHD-1 di lokasi LNG. Kemiringan sedimen diindikasikan, rata-rata, kurang dari 1° yang mana cocok dengan kemiringan yang ditunjukkan penampang seismik.

Berdasarkan lokasi dari dua struktur antiklin regional yang signifikan di timurlaut dan baratdaya dari fasilitas Tangguh LNG, ITB menyimpulkan bahwa sumbu sinklin regional yang signifikan mungkin terletak kira-kira di tengah-tengah antara dua anticlines, dalam hal ini di bawah Teluk Bintuni. ITB menunjukkan bahwa Formasi *Steenkool* di sekitar fasilitas Tangguh LNG terlipat dengan lembut dan bahwa fasilitas Tangguh LNG mungkin terletak di sayap sinklin yang miring lembut ke arah timurlaut; singkapan lapisan dominasi pasir Formasi *Steenkool* dianggap menggambarkan sumbu sinklin tersebut.

Gambar 3 dari Laporan Baynes Geologic (2006) menunjukkan bahwa beberapa sesar telah dipetakan atau diduga di fasilitas Tangguh LNG. Sebagian besar berada di bagian baratlaut dari properti dan berorientasi baratlaut-tenggara atau timurlaut-baratdaya, dan apakah sesar normal atau naik tidak diketahui, kebanyakan diduga oleh Baynes Geologic (2006) sebagai sesar mendatar.

Referensi dari lintasan seismik 104, 105 dan 108 yang melintasi wilayah darat dekat dengan lokasi sumur tes produksi yang diusulkan (PW-1) memberikan beberapa sesar di Formasi *Steenkool* yang dapat diamati pada kedalaman lebih dari 500 m. Namun, mengingat keterbatasan dari data seismik sekitar kedalaman 500 m, adalah tidak mungkin untuk memastikan apakah sesar yang ada di dasar Formasi *Steenkool* (pada kedalaman lebih dari 500 m) menerus ke permukaan di sekitar langsung dari Tangguh LNG fasilitas. Tim Eksplorasi Bawah Permukaan Tangguh LNG menunjukkan bahwa tidak ada sesar yang berada langsung di sekitar fasilitas LNG.

Lembar peta Geologi Fakfak skala 1:250.000 menunjukkan bahwa dua sesar terletak di sebelah selatan fasilitas Tangguh LNG. Yaitu:

- Sesar sepanjang 10 km berarah timur-barat sekitar 1 km sebelah selatan dari fasilitas, dan
- Sesar sepanjang 8 km berarah baratlaut-tenggara terletak sekitar 10 km sebelah selatan dari fasilitas.

Baynes Geologi (2006) menyatakan bahwa kedua sesar ini hanyalah pergeseran kecil, pergerakan sesar mendatar sinistral, Oleh karena itu, sesar tersebut tidak akan menjadi hambatan yang signifikan untuk aliran air tanah.

Setiap sesar yang melalui batulempung Formasi *Steenkool* cenderung bertindak sebagai hambatan untuk aliran air tanah daripada saluran. Jika ada sesar yang berperan sebagai saluran maka ini akan memungkinkan air tanah asin dari bagian bawah *Steenkool* untuk bermigrasi ke *Steenkool* bagian atas. Tidak ada bukti yang menunjukkan adanya migrasi air laut vertikal ke atas hingga kedalaman 300 m pada *Slim hole* atau lintasan geolistrik yang dilakukan oleh LAPI-ITB.

Lima subdivisi utama dari Formasi *Steenkool* pada kedalaman 300 m ke atas telah diamati pada sumur eksplorasi air tanah yang dibor di Properti Tangguh (yaitu TW-1, TW-2 dan *Slim hole*) dan yang dibor di desa Saengga dan Tanah Merah Baru. Yaitu:

- 1) Lapisan dominasi lempung yang berisi beberapa lapisan pasir yang tipis, meskipun menerus, dan diperkirakan memiliki ketebalan antara 10 sampai 60 m. Sumur-sumur dangkal masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru memakai lapisan ini, yang umumnya tidak lebih dari beberapa meter, sumber air adalah pasir di lapisan ini;
- 2) Lapisan dominasi pasir bagian atas kira-kira setebal 60 sampai 90 m yang berisi beberapa lapisan lempung dan lanau tipis, dan secara menerus, lapisan ini membentuk sumber air tanah bagian atas dari sumur masyarakat di Desa Saengga dan Tanah Merah Baru dan bekas konstruksi dan barak survey Tangguh LNG di dekat dan di Tanah Merah;
- 3) Lapisan dominasi lempung (lagi-lagi mengandung beberapa lapisan pasir tipis dan menerus) yaitu dengan ketebalan berkisar antara 130 dan 250 m; Satuan ini tampaknya menipis ke timur;

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

- 4) Lapisan dominasi pasir bagian bawah (yang berisi beberapa lapisan tipis lempung dan lanau – yang tampaknya menerus), dengan tebal antara 30 dan 70 m. Lapisan ini tampaknya menipis ke timur dan merupakan serangkaian akuifer ditargetkan untuk abstraksi air tanah di fasilitas Tangguh LNG; dan
- 5) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan yang tidak diketahui.

Runutan aluvium, yang melapisi lantai lembah di seluruh daerah dan dengan litologi dan ketebalan yang beragam (hingga kedalaman maksimum 30 m) juga terletak di sekitar batas utara, timur, barat laut dan di sebagian selatan daerah penelitian.

### 5.5 Tata Hidrogeologi Regional

Formasi *Steenkool* yang mendasari Tangguh termasuk sistem akuifer berlapis dalam cekungan air tanah Kanoka-Babo, yang terletak di dalam Cekungan (geologi) Bintuni, ditampilkan pada **Gambar 2**. Formasi *Steenkool* didominasi oleh perlapisan batulempung dan batupasir yang membentuk runutan berlapis akuitard dan akuifer yang, berdasarkan investigasi sebelumnya, diharapkan menjadi sumber air tanah bersalinitas rendah hingga kedalaman setidaknya 300 m.

Cekungan air tanah Kanoka-Babo didefinisikan oleh serangkaian akuifer di bagian selatan Cekungan Bintuni. Ini dibatasi oleh Laut Banda di sebelah utara (Teluk Bintuni) dan selatan dengan tersingkapnya batuan dasar batugamping di sebelah timur dan barat. Cekungan air tanah mencakup area seluas sekitar 16.780 km<sup>2</sup> dan properti Tangguh menempati area seluas 3.200 ha (yaitu 32 km<sup>2</sup>) di ujung utara cekungan.

Di sedemikian banyak daerah yang ditampilkan pada **Gambar 2**, cekungan sedimen sebagian besar tak terlipat. Sekitar batas dari area yang dituju, sedimen dilipat dan perpatahkan dengan lemah, menyediakan batas topografi untuk area tujuan dan juga daerah di mana akuifer dalam tersingkap yang dapat menyebabkan imbuhan. Dengan demikian daerah yang dinilai akan dipengaruhi oleh pengambilan air tanah yang diusulkan ternyata dibatasi oleh zona struktural pengganggu di dalam Cekungan Bintuni yang jauh lebih besar, batas yang sebenarnya tidak begitu relevan untuk diteliti.

Sistem air tanah diisi oleh kelebihan curah hujan yang konsisten dari penguapan, dengan pergerakan air tanah yang meluas untuk meluahkan di pantai atau melampauinya.

Menurut peta cekungan air tanah pulau Papua lembar 11, rata-rata imbuhan tahunan dari akuifer bebas di cekungan air tanah Kanoka-Babo terestimasi sekitar 11.300 juta m<sup>3</sup>. Rata-rata imbuhan tahunan dari akuifer tertekan pada cekungan tersebut terestimasi sekitar 558 juta m<sup>3</sup>.

### 5.6 Tata Hidrogeologi lokal

#### 5.6.1 Hidrostratigrafi

Tiga akuifer (atau lebih tepatnya zona akuifer) telah diidentifikasi sampai kedalaman 300 m baik di bawah atau pun di daerah sekitar Fasilitas LNG. Zona akuifer ini memiliki ketebalan yang bervariasi dan, meskipun kemenerusan lateralnya tidak terbukti secara regional, diharapkan menerus di bawah fasilitas, seluruh cakupan model dan seterusnya. Akuifer dipisahkan oleh akuitard lempung dengan kemenerusan lateral yang sama dan dapat digambarkan sebagai:

- sejumlah akuifer bebas dan endapan diskontinu yang berhubungan dengan endapan pantai dan sungai Kuartar pada ketinggian biasanya kurang dari 10 m di seluruh wilayah
- sejumlah akuifer tertekan umumnya antara kedalaman 30 dan 150 m bmt yang disebut sebagai akuifer Formasi *Steenkool* bagian atas, dan
- sejumlah akuifer tertekan antara kedalaman 200 dan 300 m bgs yang disebut dalam Laporan ini sebagai akuifer Formasi *Steenkool* bagian bawah.

Pekerjaan Hidrostratigrafi dilakukan oleh ERM (2007) menunjukkan bahwa akuifer di 150 m bagian atas dari Formasi *Steenkool* mungkin menerus ke bawah sebagian besar bagian barat fasilitas Tangguh LNG dan desa Tanah Merah Baru dan Saengga. Penafsiran ini, yang didasarkan pada geologi dan penampang geofisika sumur serta informasi kualitas air

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

tanah dari sumur masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga serta lubang bor eksplorasi air tanah TW1, TW2 dan *Slim hole* di fasilitas Tangguh LNG, dan juga menunjukkan:

- kemiringan sedimen di Formasi *Steenkool* bagian atas rata-rata kurang dari  $1^\circ$
- akuifer bagian atas dan bawah Formasi *Steenkool* dipisahkan oleh akuitard regional yang signifikan, dan
- lapisan dominasi pasir pada Formasi *Steenkool* bagian bawah menjadi lebih tebal dan lebih umum di bawah kedalaman sekitar 250 m.

Ada akuifer tertekan lebih di bawah 600 m di Formasi *Steenkool* tetapi ini adalah di luar lingkup studi ini dan dipisahkan dari target akuifer oleh akuitard lanjut. Akuifer yang lebih dalam ini tidak menjadi perhatian praktis untuk analisis numerik dan tidak perlu dipertimbangkan lebih lanjut dalam penelitian ini.

Zona akuifer dan akuifer individu dipisahkan oleh akuitard lempung yang signifikan secara regional dan memiliki tebal berkisar sekitar 10 sampai 200 m. Akuitard di bawah kedalaman 400 m, yaitu di bawah interval akuifer ditargetkan dalam program pengeboran yang akan datang, bisa memiliki ketebalan yang lebih besar.

Akuifer individual dalam zona akuifer yang lebih besar diharapkan umumnya heterogen dan anisotropik. Dalam kedua akuifer dan zona akuifer, permeabilitas horisontal diharapkan menjadi homogen atau mendekati (yaitu  $K_x \approx K_y$ ). Meskipun, permeabilitas vertikal ( $K_z$ ) diharapkan secara signifikan lebih kecil, mungkin setidaknya dengan satu tingkatan besarnya.

Tidak semua dari ketebalan yang jenuh air dari 'zona akuifer' adalah akuifer. Akuifer, dengan skala daerah penelitian dan pemodelan, dapat terdapat interval pasir terpapar luas yang terbentuk zona tipis dari bahan yang lebih permeabel biasanya antara 5 dan 20 m tebal. Akuifer lokal ini terdapat dalam apa yang dapat dianggap sebagai akuitard signifikan pada skala regional yang lebih besar.

Konduktivitas hidrolik akuitard tersebut belum teruji. Sejauh mana akuitard ini memungkinkan kebocoran vertikal (baik atas dan bawah) tidak diketahui akan tetapi itu akan menjadi pengendali penting dalam hal efek penurunan muka air akibat dari pengambilan air tanah yang diusulkan di Tangguh.

### 5.6.2 Sifat Hidrolik Akuifer

Pengujian hidrolik dilakukan pada lapisan berpasir dalam akuifer aluvial dan menggantung pada Formasi *Steenkool* kebanyakan adalah uji slug yang dilakukan oleh PT Hydrocore dan PT Taka Hydrocore selama pemantauan dan pembangunan berbagai fasilitas pembuangan sampah di daerah penelitian. Konduktivitas hidrolik maksimum yang dilaporkan adalah 3,3 m / hari sementara nilai minimum adalah  $4,2 \times 10^{-5}$  m / hari; dengan rata-rata adalah sekitar 0,8 m / hari. Tidak ada data yang sesuai untuk perhitungan *specific yield*.

Nilai tipikal dari buku untuk litologi endapan sedimen ini menunjukkan *specific yield* antara sekitar 0,02 (misalnya untuk lempung) dan 0,2 (pasir bersih berbutir sedang).

Perkiraan konduktivitas hidrolik dalam akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas (yaitu akuifer antara sekitar 30 dan 150 m bmt) dari uji pemompaan dalam unit ini menunjukkan lapisan akuifer lebih menjanjikan dengan memiliki permeabilitas horizontal antara sekitar 1 sampai 15 m/hari dan biasanya sekitar 4 m/hari. Nilai-nilai transmisivitas yang dikisarkan oleh PT ERM Indonesia (ERM) dari uji pemompaan bervariasi antara sekitar 15 dan 50  $m^2$ /hari. Perkiraan ERM *specific capacity* untuk sumur produksi bervariasi antara sekitar 7 dan 40  $m^3$ /hari per m penurunan muka air.

Meskipun perkiraan storativitas tidak memungkinkan dari uji pemompaan, ERM menyarankan bahwa storativitas Formasi akuifer Atas *Steenkool* dapat diperkirakan dengan mengalikan ketebalan akuifer dengan estimasi *specific storage* yang diturunkan dari kalibrasi model, yaitu  $3 \times 10^{-6}$ . Berdasarkan ini maka hubungan antar akuifer dalam satuan ini akan memiliki perkiraan storativitas antara sekitar  $5 \times 10^{-4}$  dan  $5 \times 10^{-3}$ .

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Sifat hidrolik dari akuifer dari Formasi *Steenkool* bagian Bawah tidak diketahui. Untuk model ini, sifat hidrolik dari akuifer ini telah diasumsikan sama dengan akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas seperti yang diajukan oleh Penasihat Teknis Tangguh LNG.

### Akuitard

Perkiraan konduktivitas hidrolik dari empat sampel batulempung tak terganggu berasal dari Formasi *Steenkool* selama penyelidikan geoteknik untuk pembuangansampah diam dan organik baru menunjukkan bahwa akuitard mungkin memiliki permeabilitas antara  $2 \times 10^{-5}$  dan  $4 \times 10^{-4}$  m / hari.

Tidak ada informasi yang diketahui mengenai permeabilitas akuitard bawah kedalaman 15 m.

Perkiraan konduktivitas hidrolik horizontal (yaitu  $K_x$  dan  $K_y$ ) yang digunakan sebelumnya oleh ERM dalam pemodelan numerik sekitar 0,015 m / hari dengan perkiraan konduktivitas hidrolik vertikal ( $K_z$ ) sekitar 0,0015 m / hari. Perkiraan ERM untuk storativitas sekitar 0.005.

### 5.6.3 Imbuhan Air tanah

Umumnya imbuhan ke dalam akuifer endapan terjadi dengan infiltrasi curah hujan langsung pada keberadaan endapan ini. Secara lokal imbuhan juga terjadi dari aliran sungai menuju akuifer.

Akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas dan Bawah diisi oleh imbuhan dari infiltrasi curah hujan di mana akuifer ini tersingkap (pada daerah di mana struktur geologi mengangkatnya ke permukaan), terutama di daerah selatan dan baratdaya dari fasilitas di luar cakupan model. Imbuhan ke akuifer dangkal juga kemungkinan dari kebocoran air tanah ke arah atas dari akuifer yang lebih dalam sebagai akibat dari penyesuaian gradien akuifer Formasi *Steenkool* di bawahnya.

Daerah di mana terjadi imbuhan curah hujan untuk akuifer tertekan di cekungan air tanah Kanoka-Babo (yaitu dengan debit 560 M m<sup>3</sup> dari peta cekungan air tanah Kanoka-Babo) tidak diketahui. Maka satuan debit imbuhan tidak dapat dihitung dari informasi yang ada.

Imbuhan air tanah adalah penting untuk memahami secara konseptual bagaimana pengembangan sumber air tanah baru di fasilitas Tangguh LNG dapat mempengaruhi sistem air tanah yang ada dan bagaimana cara terbaik untuk mengembangkan pemodelan. Seperti disebutkan dalam **Bagian 5.3**, debit imbuhan cenderung sangat melebihi debit abstraksi air tanah yang diusulkan untuk Tangguh.

### 5.6.4 Luahan Air tanah

Akuifer aluvial bebas mungkin meluahkan ke Teluk Bintuni. Mungkin juga ada kebocoran kecil ke akuitard di bawahnya dan transpirasi dari tumbuhan pada musim kering. Abstraksi lokal terjadi dari tiga sumur dangkal di Saengga dan di Tanah Merah Baru. Abstraksi dari sumur-sumur ini tidak seberapa jika dikaitkan dengan debit imbuhan cekungan dan tidak berpengaruh pada ketersediaan sumberdaya air tanah secara keseluruhan.

Akuifer Formasi *Steenkool* bagian atas diduga meluahkan ke laut (Teluk Bintuni dan jauh ke barat di Laut Banda) oleh kebocoran vertikal di daerah yang luas. Kita tidak mengetahui jika ada luahan lokal, misalnya melalui zona sesar seperti yang ada di darat. Namun, mengingat umumnya karakter daerah cenderung datar pada cakupan model atau sekitarnya, maka tidak ada zona debit khusus telah dimasukkan dalam model konseptual atau numerik.

Sejumlah sumur air tanah masyarakat telah dibuat di akuifer ini sebagai bagian dari program CSR Tangguh LNG. Sumur-sumur dibuat di desa Saengga (2 sumur) dan Tanah Merah Baru (1 sumur) di mana debit yang dipakai sekitar 3 L/s hingga 8 jam (pemompaan kontinyu) per hari. Juga sejumlah sumur untuk barak karyawan Tangguh LNG dan subkontraktor pernah dipasang pada akuifer ini tetapi tidak digunakan lagi.

Sumber daya air tanah di Formasi *Steenkool* bagian Atas (yaitu pada kedalaman sekitar 150 m bmt) di bawah properti Tangguh LNG telah diembargo (yaitu tidak diijinkan ada abstraksi lebih lanjut) karena sumber daya air tanah ini diperuntukkan untuk kebutuhan pasokan air minum masyarakat.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Akuifer *Steenkool* Formasi bagian Bawah lah yang tersedia untuk dijadikan sumber air tanah.

### 5.6.5 Tinggi Muka Air tanah dan Dinamika Aliran

#### Tinggi Muka Air tanah

Dalam akuifer aluvial air tanah telah ditemukan pada kedalaman antara 1 sampai 10 m, umumnya air tanah dangkal terdapat di ketinggian rendah. Adanya akuifer air tanah menggantung lokal juga telah diketahui oleh Baynes Geologic dan PT Hydrocore di sejumlah lubang bor investigasi geoteknik dan lingkungan yang dibor di bagian barat laut dari properti, terutama di daerah di mana tidak ada alluvium dan Formasi *Steenkool* tersingkap ke permukaan. Tinggi muka air tanah pada akuifer aluvial diduga mengikuti topografi dengan arah aliran umum menuju Teluk Bintuni di utara.

Ketinggian air tanah yang diukur pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas berkisar antara sekitar 0,2 dan 4,5 m dpl. Gradien hidrolik pada akuifer ini dapat mendorong pergerakan air tanah dari arah selatan dan barat daya menuju ke utara dan barat laut di bawah fasilitas dan seterusnya.

Tidak ada pengukuran tinggi muka air tanah pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah atau di akuitard. Namun, tinggi muka air yang serupa (atau mungkin lebih tinggi) dibanding akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas sangat mungkin terjadi mengingat elevasi daerah imbuhan dan luahan. Gradien hidrolik dan arah gerakan air tanah juga mungkin sama dengan akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas.

#### Fluktuasi Tinggi Muka Air tanah

Tidak ada informasi mengenai fluktuasi tinggi muka air tanah di akuifer aluvial. Tinggi air tanah diperkirakan berfluktuasi dengan perubahan musim sebagaimana imbuhan curah hujan, dan secara lokal, berfluktuasi sesuai respon abstraksi air tanah.

Untuk fluktuasi akuifer pada Formasi *Steenkool* Atas telah diamati dalam tekanan akuifer di sumur pemantauan air tanah TW-2. Fluktuasi sepertinya meniru rezim pasang surut di Teluk Bintuni dan disimpulkan oleh Penasehat Teknis Tangguh LNG sebagai pencerminan dari perubahan tekanan hidrostatik yang berkaitan dengan fluktuasi pasang surut di atas akuifer (tertekan) ini sebagai kebalikan dari perubahan muka air yang berhubungan dengan hidrolik parsial atau keseluruhan Teluk Bintuni.

Tidak ada informasi mengenai fluktuasi tinggi muka air tanah di akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah.

### 5.6.6 Kualitas Air tanah

Parameter kualitas air tanah dalam akuifer aluvial tidak diketahui tetapi kemungkinan bervariasi. Air tanah segar yang terdapat dalam pasir dan kerikil dekat pantai memiliki salinitas yang lebih tinggi. pH air tanah rendah (biasanya pH sekitar 2 sampai 3) diamati oleh Baynes Geologic keluar dari akuifer dangkal di Formasi *Steenkool* di Barak Konstruksi Sementara No 2. Oleh Baynes Geologic Air tanah ini dianggap telah menjadi asam karena pengaliran parsial dan oksidasi lanjutan dari mineral sulfida dalam akuifer ini akibat dari penggalian untuk sejumlah tanggul di daerah ini.

Sampel air tanah yang diambil dari sumur air tanah masyarakat yang berada di akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas menunjukkan bahwa air di akuifer ini bersalinitas rendah. Kimia ion utama dari air tanah sumur pantau TW-2 menunjukkan bahwa air tanah di akuifer ini dominan natrium dan bikarbonat.

Log *resistivity* satu titik dari *Slim hole* (kedalaman maksimum 300 m) yang diduga oleh ERM menunjukkan bahwa air tanah di akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah bersalinitas rendah dan memiliki konsentrasi PTT kurang dari 500 mg/L.

Menurut interpretasi log geofisika oleh Tangguh LNG dari beberapa lubang bor regional eksplorasi minyak dan gas yang menembus seluruh ketebalan Formasi *Steenkool* menunjukkan bahwa salinitas air tanah meningkat sesuai kedalaman, dengan salinitas antara 18.000 dan 22.000 ppm pada 300 m terbawah Formasi *Steenkool* (sekitar 1700-2000 m bmt) di bawah fasilitas.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah yang ditargetkan menurut pendugaan oleh tim pengeboran dalam Tangguh LNG adalah lebih dangkal dari air tanah asin tersebut dan menurut Penasihat Teknis Tangguh LNG akan memiliki air tanah segar. Pengeboran dan pengujian selanjutnya akan memberikan informasi langsung.

Tidak ada informasi mengenai lokasi dari pertemuan air laut / air segar dalam akuifer apapun. Akuifer aluvial mungkin memiliki pertemuan air laut / segar yang konvensional yaitu di dekat pantai.

Pada Formasi *Steenkool* bagian Atas, dimana ada pertemuan air laut, itu mungkin terletak di utara atau barat laut dari TW-2 dan *Slim hole*, dan (sebagaimana dibahas dalam **Bagian 6.3.2.1**) kemungkinan besar di bawah Teluk Bintuni.

### 6.0 PENGEMBANGAN MODEL NUMERIK

#### 6.1 Model Numerik Sebelumnya dan Seleksi Kode Numerik

Aplikasi kode pemodelan yang paling umum diterapkan dunia adalah FEFLOW dan MODFLOW. Kedua aplikasi ini memecahkan persamaan aliran air tanah yang sama, dengan metode numerik yang berbeda. Pemodelan dalam laporan ini menggunakan kode FEFLOW berbasis Finite Element yang dikembangkan oleh DHI-wasy, walaupun dapat dibuat dengan baik memakai MODFLOW atau FEFLOW. FEFLOW dipilih lebih MODFLOW karena dua alasan utama:

- FEFLOW memiliki fleksibilitas pada grid pemodelan, yang memungkinkan ketelitian node tinggi pada cakupan wilayah kecil, seperti lapangan sumur-sumur dan bidang geometri akuifer yang kompleks, dan mesh kasar yang lebih besar di tempat lain.
- FEFLOW dapat mensimulasikan transportasi zat terlarut, dan densitas aliran dalam kode model yang sama. MODFLOW dapat mengerjakan ini, tetapi membutuhkan paket tambahan (MT3D dan SeaWAT).

Perbedaan antara FEFLOW dan MODFLOW terletak pada metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan aliran air tanah. FEFLOW menggunakan metode Finite Element (FE) sementara MODFLOW menggunakan Perbedaan Finite (FD). Kedua metode telah banyak diterapkan untuk masalah aliran air tanah sejak tahun 1970-an, dengan diskusi tentang manfaat dari dua metode untuk skala waktu yang sama (Mercer dan Faust, 1980). Teori dasar untuk metode FE dan FD telah ditetapkan dalam tanah buku teks seperti Wang dan Anderson (1982).

FEFLOW telah dikembangkan sejak akhir 1980-an. FEFLOW sekarang didirikan sebagai paket perangkat lunak komersial terkemuka untuk pemodelan air tanah dalam media berpori dan rekahan (Bundschuh dan Arriarga 2010). Teori lengkap dan pengujian FEFLOW diatur dalam sejumlah Kertas Putih bersama dengan dokumentasi FEFLOW di website FEFLOW.

Pemodelan konseptual yang informasi model numerik nya berdasarkan sejumlah inisiatif eksplorasi air tanah di properti, sebagian besar dilakukan setelah selesainya pemodelan yang dibuat oleh ITB. Investigasi terbaru sudah termasuk logging geologi dan geofisika dari lubang bor 'Slimhole' yang dibor hingga 300m, litasan resistivitas dan studi geoteknik yang telah dilaksanakan di properti Tangguh. Hasil dari investigasi ini menunjukkan bahwa distribusi akuifer ternyata lebih terbatas daripada yang ditunjukkan sebelumnya dan juga menyediakan parameter hidrolik terbaru untuk akuifer dan akuitard di bawah properti sebelah barat laut.

Pemodelan FEFLOW ini juga telah dikembangkan hingga kedalaman 600 m untuk menjelaskan potensi keberadaan akuifer yang digunakan hingga kedalaman tersebut dengan salinitas kurang dari 1.000 mg / L.

#### 6.2 Desain Model Numerik

##### 6.2.1 Model Domain dan Batas Eksternal

Cakupan model adalah sekitar 55 km kali 29 km (**Gambar 4**) dengan ketebalan 600 m. Daerah cakupan ini meliputi beberapa zona imbuhan dan menampung yang lain pada jarak yang lebih besar dengan cara memilih kondisi batas perimeter. Lokasi perimeter dari cakupan dipilih dengan penilaian kemungkinan berada di luar wilayah pengaruh dari sumur abstraksi yang diusulkan.

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

### 6.2.2 Tata Ruang dan Vertikal diskritisasi

**Gambar 5** menunjukkan diskritisasi spasial dari cakupan model melalui mesh Finite Element yang dibuat dalam FEFLOW. Cakupan tersebut di diskritisasi spasial menjadi 882.911 elemen dan 467.760 node. Pemodelan ini memiliki 19 lapisan vertikal dan 20 potongan yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Sebuah mesh dengan resolusi yang lebih tajam dipilih sekitar sumur pompa dan sumur masyarakat, sedangkan grid diskritisasi secara bertahap diturunkan ke arah batas cakupan model.

Perlu dicatat bahwa grid diskritisasi dirancang sedemikian rupa sehingga meminimalisir pemutaran model dan efisiensi keseluruhan dari model ditingkatkan. Kompleksitas dan grid diskritisasi yang berlebihan dapat menghambat keberhasilan pengembangan dan menyebabkan ketidakstabilan numerik.

Untuk lapisan vertikal, ada 19 lapisan dan satuan hidrostratigrafi konseptual yang didefinisikan oleh model. Akuifer (yaitu satuan dominan pasir Formasi *Steenkool*) telah digambarkan sebagai lapisan tunggal dalam model, sementara akuitard biasanya dibagi menjadi dua atau tiga lapisan agar penilaian pengaruh kebocoran vertikal lebih baik (dari lapisan yang biasanya tebal ini) dengan interaksi antar akuifer. Lapisan yang digunakan dalam model diringkaskan dalam **Tabel 2**.

**Table 2: Lapisan diskritisasi vertikal dan sifat hidrolik**

Satuan Hidrostratigrafi	Lapisan Model	Sifat Hidrolik				Ketebalan (m)
		$K_x$ & $K_y$ (m/hari)	$K_z$ (m/hari)	$S_y$	$S_s$ ( $m^{-1}$ )	
Endapan aluvial	1	5,0	5,0	0,5	-	10
Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – dominasi lempung	2	0,0086	0,00086	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – dominasi pasir	3	4,0	0,4	-	$5,05 \times 10^{-6}$	60
Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – dominasi lempung	4	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	55
	5	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	55
	6	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	55
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi pasir	7	4,0	0,4	-	$5,05 \times 10^{-6}$	30
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi lempung	8	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	20
	9	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	25
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi pasir	10*	4,0	0,4	-	$5,05 \times 10^{-6}$	10
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi lempung	11	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
	12	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
	13	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi pasir	14*	4,0	0,4	-	$5,05 \times 10^{-6}$	10
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi lempung	15	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
	16	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
	17	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	30
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi pasir	18*	4,0	0,4	-	$5,05 \times 10^{-6}$	10
Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – dominasi lempung	19	0,0004	0,00004	-	$3,35 \times 10^{-5}$	50

**Catatan:** \* Akuifer yang belum terbukti telah dimasukkan atas permintaan Penasehat Teknis Tangguh LNG

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

### 6.2.3 Kondisi Batas

Kondisi batas yang dipilih dari model diuraikan di bawah dan ditunjukkan pada **Gambar 7**. Dalam memilih lokasi batas cakupan model telah menggunakan penilaian berdasarkan pengalaman untuk memungkinkan terpenuhinya tujuan pemodelan. Tidak perlu untuk mensimulasikan seluruh kondisi yang mengikat sistem akuifer Formasi *Steenkool* secara keseluruhan.

Kondisi batas muka air konstan (jenis pertama : Dirichelt ) dipasang padai di tepi utara, barat dan selatan model ; ini adalah perwakilan dari permukaan air laut serta sistem akuifer regional.

Sepanjang batas timur model , sebuah batas variabel muka air konstan dipasang untuk mewakili Sungai Tegenarategen, dengan variabel elevasi menurun menuju laut.

Karena tidak ada sumur observasi di batas selatan , maka muka air konstan setinggi 24 m dpl dipasang sepanjang singkapan batupasir Formasi *Steenkool* pada lapisan 7 , 10 , 14 dan 18 . Muka air ini bertujuan untuk mewakili daerah imbuhan dari daerah selatan cakupan model. Sungai-sungai disimulasikan dengan kondisi batas bertipe Cauchy ke-3 agar memungkinkan untuk perpindahan fluida dan memasang nilai konduktansi.

### 6.2.4 Arus Masuk dan Keluar

#### 6.2.4.1 Debit Imbuhan Curah Hujan

Nilai rata-rata jangka panjang imbuhan curah hujan yang dipakai dalam model numerik dirangkum dalam **Tabel 3**.

**Table 3: Imbuhan Curah Hujan**

Skenario	Tipe Singkapan	Imbuhan (mm/thn)	Imbuhan (% curah hujan tahunan)	Imbuhan (m/hari)
Kasus awal	Aluvial, Formasi <i>Steenkool</i> dominasi lempung	150	4,6	$4,1 \times 10^{-4}$
	Formasi <i>Steenkool</i> dominasi pasir	94	2,9	$2,6 \times 10^{-4}$

#### 6.2.4.2 Luahan Alami Air tanah

Pemodelan memungkinkan luahan lateral dari akuifer dangkal ke Teluk Bintuni dan kebocoran ke atas secara vertikal ke laut dari akuifer Formasi *Steenkool* yang terjadi di bawah Teluk Bintuni.

#### 6.2.4.3 Debit Luahan Sumur

Abstraksi yang diperlihatkan oleh model meliputi:

- abstraksi dari empat sumur produksi air tanah yang diusulkan untuk proyek pengembangan Tangguh yang akan diambil dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah, dan
- abstraksi sumur masyarakat setempat dari dua sumur masyarakat di Saengga ( WWS - 1 , WWS - 2 ) dan satu sumur masyarakat di Tanah Merah Baru ( WWTMB - 1 ).

Kebutuhan air dan debit pemompaan selama pembangunan kilang 3 dan 4 di fasilitas Tangguh LNG akan berbeda dalam setiap tahapnya. Pembangunan kilang baru dan infrastruktur yang terkait direncanakan lebih dari 4 tahun, dengan jadwal 3 bulan *pre-commissioning* untuk kuartal ke-3 tahun terakhir diikuti oleh tiga bulan *commissioning* selama kuartal terakhir.

Skenario abstraksi air tanah yang dijelaskan dalam laporan ini memasukkan jumlah tenaga kerja yang akan meningkat dari sekitar 1.000 orang pada awal konstruksi sampai sekitar 8000 orang pada akhir tahun kedua ( yang merupakan

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

estimasi kerja permintaan tenaga puncak), sebelum kemudian menurun menjadi sekitar 1.000 orang pada tahun terakhir (seperti yang diungkapkan oleh Tangguh LNG) .

Rata-rata kebutuhan air tenaga kerja telah diperkirakan oleh Tangguh LNG sebanyak 300 liter per orang per hari dengan puncak kebutuhan air tenaga kerja diperkirakan oleh Tangguh LNG sekitar sekitar 2.400 m<sup>3</sup> / hari.

Air yang diperlukan untuk *hydrotesting* pada pipa lepas pantai dan tangki di darat dan kapal-kapal mungkin diperlukan secara bertahap atau secara paralel atas kebutuhan air yang mendukung tenaga kerja. Meskipun kebutuhan ini belum disediakan oleh Tangguh LNG, tetapi telah diasumsikan oleh Penasihat Teknis Tangguh LNG bahwa akan diperlukan pasokan air sebanyak 95 L/detik untuk tahap *pre-commissioning* selama kuartal ke-3 tahun terakhir. Hal ini memberikan pertimbangan bahwa air akan dipompa ke kolam penyimpanan dan alirkan ke *hydrotest* dengan 190 L/detik selama 50 hari.

Dengan demikian, puncak kebutuhan air kemungkinan besar akan berada di kuartal ke-3 tahun terakhir dan dengan total 8.500 m<sup>3</sup>/hari terdiri dari kebutuhan tenaga kerja, pengaliran air tanah untuk kolam penyimpanan dan untuk *hydrotesting* infrastruktur.

Pekerjaan awal menempati 9 bulan sebelum dimulainya skenario ini; kebutuhan air selama fase ini belum dimasukkan dalam pemodelan kebutuhan air atau kerangka waktu.

Perlu dicatat bahwa perkiraan untuk tahap konstruksi bersifat sementara saja dan cenderung bervariasi sesuai dengan rencana yang dikembangkan oleh kontraktor Engineering-Procurement-Construction. Perkiraan ini namun dianggap wajar dan logis.

Selain itu, debit pemompaan 50 L/detik juga diperlukan selama keberlangsungan fasilitas (25 tahun).

Pemompaan air tanah dari dua sumur masyarakat di Saengga dan satu sumur di Tanah Merah Baru telah dimodelkan sebagai 8 jam pemompaan terus menerus per hari dalam skenario model.

Ada dan yang diusulkan lokasi sumur, kedalaman layar dan jadwal pemompaan dirangkum dalam **Tabel 4** sementara kebutuhan air kemungkinan dan tingkat pemompaan air tanah individu dan kumulatif ditampilkan pada **Gambar 8**

**Table 4: Rincian Pemompaan Sumur**

ID Sumur	Lintang (mE)	Bujur (mN)	Kedalaman Saringan (m bgs)	Lama Pemompaan	Debit Pemompaan Tiap Sumur (L/s)	Akumulasi Debit Pemompaan Sumur [yaitu Kebutuhan Air Fasilitas LNG] (L/s)
Lokasi sumur produksi sementara	626.020	9.729.360	265 to 295 340 to 350	2 tahun	Berawal 1,3 dan naik ke 7,5	Berawal 5 dan naik ke 30
	627.140	9.728.975		18 bulan	7,5	30
	625.530	9.726.750		100 hari	23,75	95
	628.915	9.726.540		100 hari	Berawal 23,75 dan turun ke 12,5	Berawal dan turun ke 50
				25 tahun	12,5	50
WWS-1	289.451	9.726.729	98 - 110 117 - 120	Berlangsung 8 jam per hari	3	3
WWS-2	289.502	9.726.729	101 - 122	Berlangsung 8 jam per hari	3	3
WWTMB-1	290.491	9.728.077	98 - 110 122 - 125	Berlangsung 8 jam per hari	3	3

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

### 6.2.5 Batasan Model

#### 6.2.5.1 Sifat Hidrolik

Parameter hidrolik yang digunakan untuk setiap lapisan model disajikan pada **Tabel 1** di **Bagian 6.2.2**.

Nilai konduktivitas hidrolik untuk akuifer di Formasi *Steenkool* bagian Atas (yaitu lapisan 3 dari model) diperkirakan dari uji pemompaan sebelumnya yang dilakukan di daerah penelitian dan sumur air tanah masyarakat di sebelah barat dan baratdaya dari fasilitas. Uji pemompaan menunjukkan bahwa lapisan akuifer lebih menjanjikan dalam satuan ini memiliki konduktivitas hidrolik horizontal antara sekitar 1 dan 15 m/hari dan umumnya sekitar 4 m/hari.

Untuk nilai *specific storage* dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas telah didasarkan pada nilai dari buku teks untuk satuan hidrostratigrafi yang sesuai.

Sifat hidrolik untuk akuifer yang diketahui dan diduga pada Formasi *Steenkool* bagian Bawah (yaitu lapisan 7, 10, 14 dan 18 dari model) telah didasarkan pada konduktivitas hidrolik dan *specific storage* untuk akuifer di Formasi *Steenkool* bagian Atas, seperti yang disarankan oleh Penasehat Teknis dari Tangguh LNG.

Sifat hidrolik untuk akuitard pada model (yaitu lapisan 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17 dan 19) telah didasarkan pada nilai-nilai konduktivitas hidrolik yang diperkirakan dari empat sampel batulempung tak terganggu yang berasal dari Formasi *Steenkool* bagian atas selama penyelidikan geoteknik untuk pembuangan sampah diam dan organik yang baru.

Rentang diambil untuk sifat hidrolik digunakan sebagai titik awal untuk variasi parameter selama kalibrasi model dan analisis sensitivitas dilakukan untuk memilih parameter kalibrasi final yang digunakan untuk simulasi prediksi.

### 6.3 Kalibrasi Model

#### 6.3.1 Kalibrasi *Steady-State* Awal

Tidak ada data sumur pantau regional atau deret waktu tinggi muka air tanah yang tersedia untuk membantu dalam kalibrasi model. Tinggi muka air tanah yang tersedia diperoleh dari berbagai laporan pengeboran dan penyelidikan geoteknik yang hanya terbatas pada daerah sekitar infrastruktur di fasilitas Tangguh LNG, yang semuanya adalah pengambilan pengukuran muka air tanah tunggal pada waktu yang berbeda. Tinggi muka air tanah ini digunakan untuk mengkalibrasi model kondisi *steady state* yang sebaiknya dapat di prediksi di daerah sekitarnya properti Tangguh LNG. Model ini dikalibrasi untuk kondisi *steady state* dengan menggunakan metode *trial and error*, dengan berdasarkan pada pengalaman penilaian terhadap sistem air tanah. Target muka air hidrolik antara 2 dan 5 m dpl dapat dicapai pada sumur masyarakat, dan antara 0 dan 6 m dpl di sekitar lubang bor investigasi geoteknik di bagian barat laut fasilitas Tangguh LNG.

#### 6.3.2 Kalibrasi *Transient State*

##### 6.3.2.1 Pengaturan Model *Transient* and Metodologi Kalibrasi

Persiapan desain *grid* dan kondisi batas Model transien kurang lebih sama seperti persiapan model *steady state*. Kompleksitas tambahan dimasukkan sebagai kondisi batas konsentrasi massa serta penunjukan kondisi batas air laut.

Sistem air tanah di Tangguh meliputi akuifer tertekan di mana air bergerak menuju laut dari daerah imbuhan di darat. Dalam akuifer tersebut, air tanah diperkirakan akan bergerak melampaui pantai untuk meluahkan melalui difusi dari kebocoran lapisan akuitard berpermeabilitas rendah atau melalui struktur sesar lokal, yang tidak diketahui keberadaannya dekat fasilitas. Bahkan jika memang ada sesar melewati akuitard, aliran air tanah lokal sepanjang sesar tersebut tidak akan selalu terjadi.

Situasi ini mungkin mengakibatkan air tanah segar memperpanjang jarak di bawah Teluk Bintuni dalam akuifer tertekan. Jarak ini tidak dapat diketahui tetapi 1 sampai 5 km tidak dapat dibayangkan tidak mungkin. Jarak 2 km dari lepas pantai

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

untuk lokasi transisi dari air tanah segar ke air tanah asin dinilai wajar untuk analisis potensial migrasi air laut menuju lapangan sumur masa depan di Tangguh LNG; berdasarkan log geofisika untuk *Slim hole* di bagian utara dari daerah penelitian, pendugaan oleh ERM untuk air tanah segar hadir di Hulu dan Hilir akuifer Formasi *Steenkool* hingga kedalaman sekitar 300 m bmt .

Model transien awalnya dikembangkan untuk membangun kondisi *steady state* dari batas air laut di Formasi *Steenkool* . Sebuah batas massa konsentrasi yang mewakili kondisi air laut (yaitu 35.000 mg/L) telah ditempatkan di daerah laut dari cakupan model pada lapisan paling atas untuk memungkinkan migrasi lateral dan vertikal melalui satuan Formasi *Steenkool* bagian Atas. Untuk mewakili pertemuan air tawar/air laut, kondisi batas konsentrasi massa dipasang di sekitar 2 km lepas pantai pada lapisan di bawah satuan dominasi lempung Formasi *Steenkool* bagian Atas (yaitu dari lapisan 7 ke bawah).

Pemodelan ini kemudian dijalankan selama  $10^8$  hari (sekitar 275.000 tahun) agar memungkinkan waktu yang cukup untuk pertemuan air tawar/air laut untuk mencapai kondisi *steady state*. Untuk membantu simulasi ini, batas muka air konstan dengan tinggi muka air +24 m dpl diberikan untuk semua lapisan dalam pemodelan sepanjang batas selatan terluar cakupan model.

### 7.0 PREDIKSI HASIL SIMULASI

Tujuan dari skenario pemodelan prediktif adalah estimasi penurunan dalam akuifer di Formasi *Steenkool* bagian atas dan bawah karena pemompaan yang direncanakan oleh Tangguh LNG. Penurunan akan mengontrol ketersediaan sumberdaya air, gangguan dari akuifer yang lebih rendah pada sumur di akuifer bagian atas dan tingkat setiap intrusi air laut yang merugikan .

Debit pemompaan gabungan untuk empat sumur yang diusulkan di properti Tangguh LNG diringkas dalam **Tabel 4** (dalam **Bagian 6.2.4.3**).

Model yang dikalibrasi telah digunakan untuk menghitung perubahan tinggi muka air tanah dan intrusi air laut, dengan menggunakan perkiraan konservatif dari *specific storage* dan konduktivitas hidrolis vertikal sebagai berikut:

- Vertikal konduktivitas hidrolis dari akuitard  $4,0 \times 10^{-5}$  m/hari;
- *specific storage* dari akuitard  $3,35 \times 10^{-5}$ ; dan
- *specific storage* dari akuifer  $5,05 \times 10^{-6}$ .

Parameter hidrolis dan karakteristik lainnya konsisten pada nilai-nilai yang sebelumnya dinyatakan.

Hasil pemodelan air tanah secara umum menunjukkan bahwa kebutuhan air nominal Tangguh LNG akan tersedia dari akuifer yang ditargetkan di Formasi *Steenkool* bagian Bawah di bawah properti Tangguh LNG berdasarkan parameter yang diasumsikan dari akuifer yang sama dan dinilai sesuai untuk akuifer sistem berlapis di Tangguh LNG.

### 7.1 Prediksi Penurunan Muka Air

Seperti yang terlihat pada Gambar 9, penurunan pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah diperkirakan sekitar 15 m di dekat lokasi rencana sumur produksi PW-1 dan PW-2, dan antara sekitar 13 dan 14 m di lokasi yang direncanakan untuk sumur produksi PW-3 dan PW-4. Kerucut penurunan menyebar ke utara di bawah Teluk Bintuni, sedangkan gradien tertinggi terdapat secara lokal di dekat empat sumur produksi yang diusulkan. Tinggi muka air tanah yang dimodelkan pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah di PW-2 (sumur pemompaan yang paling dekat dengan Teluk Bintuni) selama rencana pembangunan dan tahap operasional fasilitas Tangguh LNG ditampilkan pada **Gambar 10** .

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Dengan berasumsi kebutuhan air untuk pembangunan Kilang LNG 3 dan 4 dan operasi yang sedang berlangsung di Fasilitas Tangguh LNG yang bersumber hanya dari air tanah, penurunan di setiap sumur pompa di properti Tangguh LNG diperkirakan untuk sementara memuncak pada akhir *hydrotesting* selama fase konstruksi pekerjaan (**Gambar 10**). Tekanan akuifer kemudian diharapkan untuk pulih sebagian pada akhir *hydrotesting* ketika debit pemompaan sumur akan dikurangi, dan kemudian berkurang sekitar 1,2 m selama tahap operasi fasilitas Tangguh LNG. Dengan demikian lebih dari 90 % dari diprediksi penurunan jangka panjang di PW - 2 (dan pada setiap sumur air tanah yang direncanakan) diperkirakan akan terjadi selama empat tahun pertama pemompaan, dengan hanya penurunan tambahan kecil yang diperkirakan selama 25 tahun berikutnya.

Penurunan maksimal pada akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas karena abstraksi sumur masyarakat dan pemompaan terencana Tangguh LNG diprediksi sekitar 0,6 m di sumur masyarakat di Saengga (**Gambar 11**). Penurunan sekitar 0,55 m juga diperkirakan di sumur masyarakat di Tanah Merah Baru sekitar 300 m sebelah baratdaya dari properti Tangguh LNG, dimana hanya sekitar 0,05 m ada hubungannya dengan abstraksi yang direncanakan Tangguh LNG dari dalam properti fasilitas Tangguh LNG (**Gambar 12**). Perkiraan penurunan dari model diasumsikan akurat hingga 0,005 m.

Penurunan di Formasi *Steenkool* bagian Atas yang dimodelkan di batas properti Tangguh LNG dekat PW-3 ditampilkan pada **Gambar 13**. Gambar ini menunjukkan bahwa jumlah penurunan yang diprediksi dalam akuifer ini di lokasi ini mungkin menjadi sekitar 0,165 m dan mungkin sekitar 0,05 m mungkin disebabkan oleh abstraksi yang direncanakan Tangguh LNG dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah.

Diagram insert pada **Gambar 11** menunjukkan bahwa penurunan terbesar dalam akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas sepanjang batas fasilitas Tangguh LNG akan terjadi di dekat sumur masyarakat di Tanah Merah Baru. Jumlah penurunan pada akuifer ini di lokasi ini diperkirakan sekitar 0,29 m, dimana sekitar 0,05 m berhubungan dengan abstraksi yang direncanakan Tangguh LNG dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian Bawah.

Pada masing-masing lokasi di atas [yaitu (i) sumur masyarakat di Tanah Merah Baru, (ii) titik pada batas properti terdekat dengan sumur masyarakat di Tanah Merah Baru, dan (iii) titik pemantauan pada batas properti dekat PW-3] peningkatan penurunan dalam akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas yang terjadi akibat pemompaan yang direncanakan Tangguh LNG diperkirakan dengan membandingkan:

- (i) jumlah penurunan terprediksi pada akuifer ini karena pemompaan masyarakat saja, dengan
- (ii) penurunan yang disebabkan oleh abstraksi air tanah setempat ditambah dengan rencana memompa Tangguh LNG.

Maka penurunan pada sumur masyarakat di Tanah Merah Baru termasuk juga penurunan yang disebabkan oleh pemompaan di sumur masyarakat di Saengga.

Penurunan yang dimodelkan untuk Formasi *Steenkool* bagian Atas untuk air tanah yang di abstraksi hanya dari sumur masyarakat selama tahap konstruksi dan operasional fasilitas Tangguh LNG ditampilkan untuk tujuan perbandingan pada **Gambar 14**.

Mengingat diskritisasi spasial dan vertikal dari cakupan model numerik dan alokasi parameter hidrolik, diketahui bahwa potensial pengaruh terbesar pada penurunan yang diprediksi di sumur masyarakat akan terjadi jika:

- (i) akuifer di Formasi *Steenkool* bagian Atas dan Bawah secara hidrogeologi terhubung, kemungkinan besar melalui sesar; dan
- (ii) semua sesar dalam cakupan model tidak bertindak sebagai hambatan untuk aliran air tanah.

Dalam model numerik, akuifer Formasi *Steenkool* tidak tergeser oleh sesar hingga aliran air tanah terhambat. Dengan demikian prediksi kontur penurunan yang dihasilkan oleh model numerik dianggap konservatif dalam hal potensi dampak terhadap sumur masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga.

---

## PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH STUDI AIR TANAH PEMODELAN AIR TANAH

---

Sesar hambatan harus diidentifikasi antara sumur masyarakat dan lokasi sumur produksi yang diusulkan di fasilitas Tangguh LNG berdasarkan pengambilan air tanah yang berkelanjutan dan pemantauan kemungkinan bahwa:

- penurunan di Formasi *Steenkool* bagian Atas dan Bawah di bawah fasilitas LNG akan lebih besar dari prediksi saat ini; dan
- penurunan di sumur masyarakat akan kurang dari prediksi saat ini.

### 7.2 Prediksi Intrusi Air laut

Sistem air tanah di Tangguh meliputi akuifer tertekan di mana air bergerak dari daerah imbuhan air tanah di selatan dan baratdaya dari fasilitas Tangguh LNG menuju daerah luahan ke utara dari fasilitas dan kemungkinan melampai pantai. Hal ini mungkin mengakibatkan air tanah segar memperpanjang jarak di bawah Teluk Bintuni dalam akuifer tertekan; jarak ini tidak diketahui, tetapi jarak 2 km lepas pantai untuk lokasi transisi dari air tanah tawar ke air tanah asin telah diasumsikan untuk analisis potensi migrasi air laut mengarah ke lapangan sumur air tanah masa depan di Tangguh LNG.

Pemompaan dari akuifer tertekan akan menyebabkan tinggi muka air tanah turun di daerah sekitarnya. Luasnya zona pengaruh akan tergantung pada sifat akuifer dan konduktivitas hidrolik vertikal dari akuitard yang terletak di atas dan di bawah akuifer. Tak satu pun dari parameter ini diketahui secara khusus, tetapi analisis telah dilakukan dengan berbagai parameter yang dipilih oleh penilaian berdasarkan pengalaman. Pengujian selanjutnya di daerah penelitian akan memberikan perkiraan parameter yang lebih baik.

Berdasarkan perkiraan yang wajar dari posisi pertemuan air laut dalam akuifer tertekan, parameter akuifer dan sifat akuitard, model numerik digunakan untuk menguji kemungkinan perilaku pertemuan selama 29 tahun perencanaan operasi lapangan sumur air tanah. Seperti ditunjukkan dalam **Gambar 15** dan **Gambar 16**, model memprediksi secara virtual tidak ada pergerakan lateral air tanah garam ke arah lapangan sumur dalam akuifer tertekan; juga diprediksi secara virtual tidak ada kebocoran ke bawah dari air laut Teluk menuju akuifer dibawah nya.

**Gambar 17** menunjukkan kondisi konsentrasi massa (salinitas) pada akhir perencanaan 29 tahun pemompaan; di mana pertemuan salinitas di Formasi *Steenkool* bagian Bawah pindah sekitar 150 m ke selatan menuju fasilitas Tangguh LNG.

**Gambar 18** menunjukkan prediksi perubahan salinitas di Formasi *Steenkool* bagian Bawah di PW-2 (yaitu sumur pemodelan yang paling dekat dan dengan Teluk Bintuni) karena pemompaan yang direncanakan Tangguh LNG adalah kurang dari 10 mg / L; ini adalah satu-satunya sumur (aktual atau pemodelan) di mana terjadi peningkatan salinitas setelah perencanaan 29 tahun pemompaan dari akuifer Formasi *Steenkool* bagian Atas dan Bawah.

Hasil ini konsisten dengan pemahaman konseptual dari sistem air tanah, termasuk debit kecil pemompaan air tanah relatif neraca air regional di akuifer.

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Untuk dan atas nama konsorsium dari

**PT GEOTECHNICAL AND ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA, DAN**

**GOLDER ASSOCIATES PTY LTD**

Craig Wicenciak  
Senior Hydrogeologist

John Waterhouse  
Principal

Geoff Perryman  
Project Manager, Associate

---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia 2007. *Re-Calibration and Re-Interpretation of VES Data Line AB, Tanah Merah – TLNG Site, Kabupaten Bintuni, Papua Barat*. Report dated 2007.
- Baynes Geologic 2006. *Tangguh LNG Project, Engineering Geology Assessment, Consolidated Report, Volume 1 of 2: Text, Figures and Appendices*. Baynes Geologica report No. 165/3/1 060721 dated 21 July 2006.
- BP Berau Ltd 2012. *Tangguh Expansion – Concept Development Studies: Tangguh LNG Groundwater Desktop Study*. Document No. 060-SDY-EM-ENV-0001 Revision C01 dated 6 June 2012.
- BP Berau Ltd (2002), *Result of Steenkool – Kais – Faumai Water Salinity Study*. Report dated 28 March 2002.
- Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral 1990. *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya*. Quadrangle 2913, Scale 1:250,000. Department of Mines and Energy. Geological Research and Development Centre of Indonesia.
- Environmental Resources Management Australia 2004. *Numerical Groundwater Model to Estimate Potential Pumping Rates for Tangguh LNG Project, Papua, Indonesia*. Reference No. 'International Report' dated 10 April 2004.
- Institut Teknologi Bandung 2005, *Revised Technical Proposal for the Trial Use of Groundwater*. Report dated January 2005.
- Institut Teknologi Bandung 2004. Hydrogeological Study for Tangguh LNG Project Papua, Indonesia.
- Mercer, J. W, and C. R. Faust. 1980. *Ground-Water Modeling: An Overview*. Groundwater 18(2):108-115.
- PT Calmarine Indonesia (2001), *Hydrogeological Investigation (ON-3)*. Document No. 900-SDY-151 dated 1 March 2001.
- PT ENV Indonesia 2012. *Tangguh LNG Groundwater Desktop Study, Tangguh Expansion – Concept Development Studies*. ENV report No. 60-SDY-EM-ENV-0001.
- PT ERM Indonesia 2006. *Slim hole Drilling, Tangguh LNG Project*. Report dated March 2007.
- PT ERM Indonesia 2006. *Waterwell Construction Report: Onar Baru*. Report dated October 2006.
- PT ERM Indonesia 2006. *Waterwell Construction Report: Onar Lama*. Report dated October 2006.
- PT ERM Indonesia 2006. *Waterwell Construction Report: Saengga*. Report dated October 2006.
- PT ERM Indonesia 2006. *Waterwell Construction Report: Tanah Merah Baru*. Report dated October 2006.
- PT ERM Indonesia 2004. *Water Supply Study for Tangguh LNG Facility*. Report dated July 2004.
- PT ITP 2013. *Tangguh Landfill Project: Geotechnical Investigation Report for Sanitary Landfill*. BP report reference No. 89-RPT-CV-0006 dated 11 January 2013.
- PT Taka Hydrocore Indonesia 2012, *Final Report, Evaluation of Groundwater Monitoring, BP Environmental – THI Cooperation, Tangguh LNG, West Papua*. Report dated 18 December 2012
- PT Taka Hydrocore Indonesia 2009, *Final Report, Geotechnical and Monitoring Well Drilling for Proposed New Landfill Development*. Report No. 185/HC-Rep/11.09 Rev 2 dated 12 November 2009.

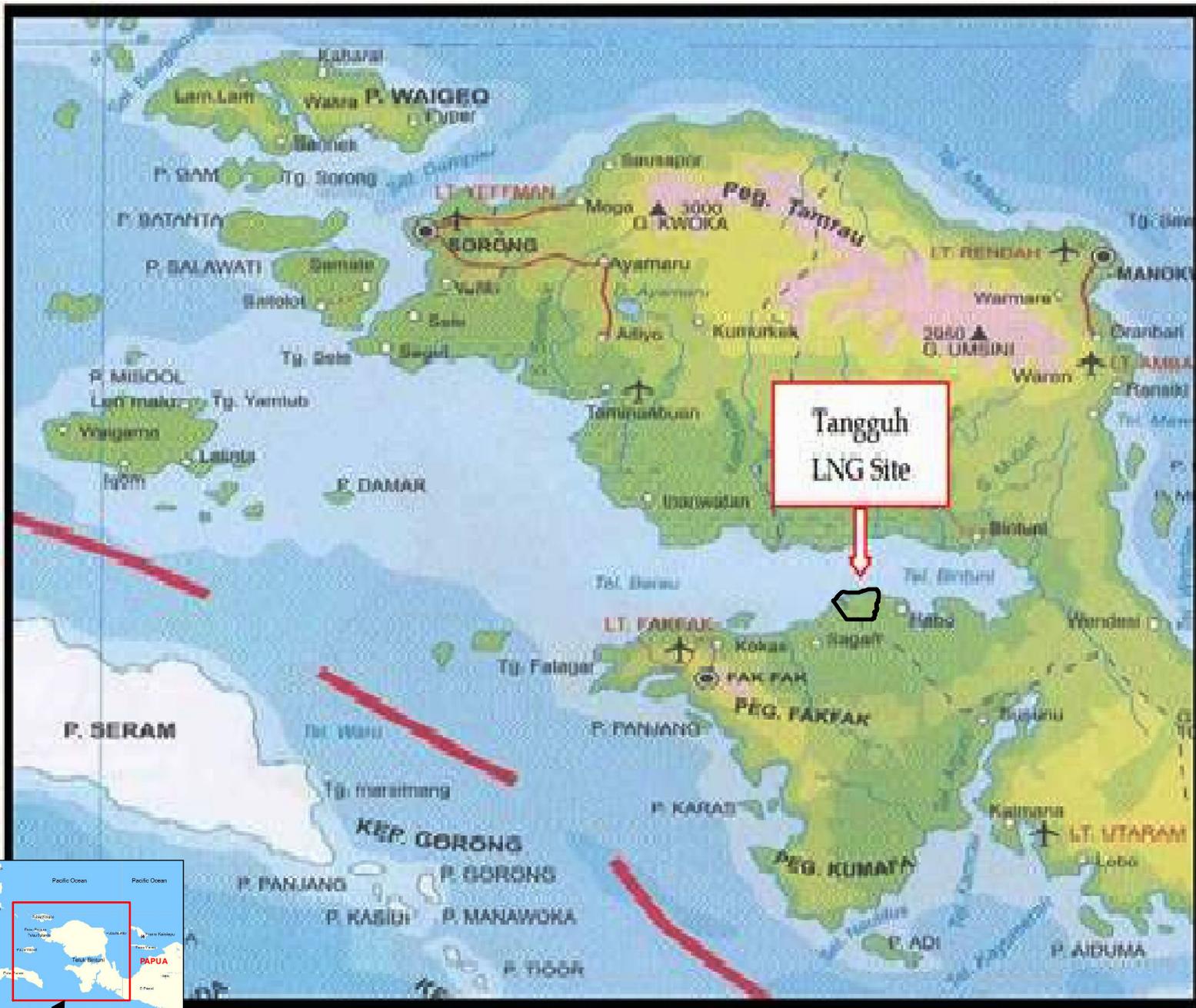
---

## TANGGUH EXPANSION PROJECT GROUNDWATER STUDY GROUNDWATER SUPPLY MODELLING

---

Robinson, G. P., B. H. Harapan, M. Suparman and G. M. Bladon 1990. *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya. Quadrangle 2913, Scale 1:250,000.* Department of Mines and Energy. Geological Research and Development Centre of Indonesia.

Wang, H. and Anderson, M. P. 1982. *Introduction to Groundwater Modelling: Finite Difference and Finite Element Methods.* W. H. Freeman and Company. San Francisco. ISBN 0-7167-1303-9

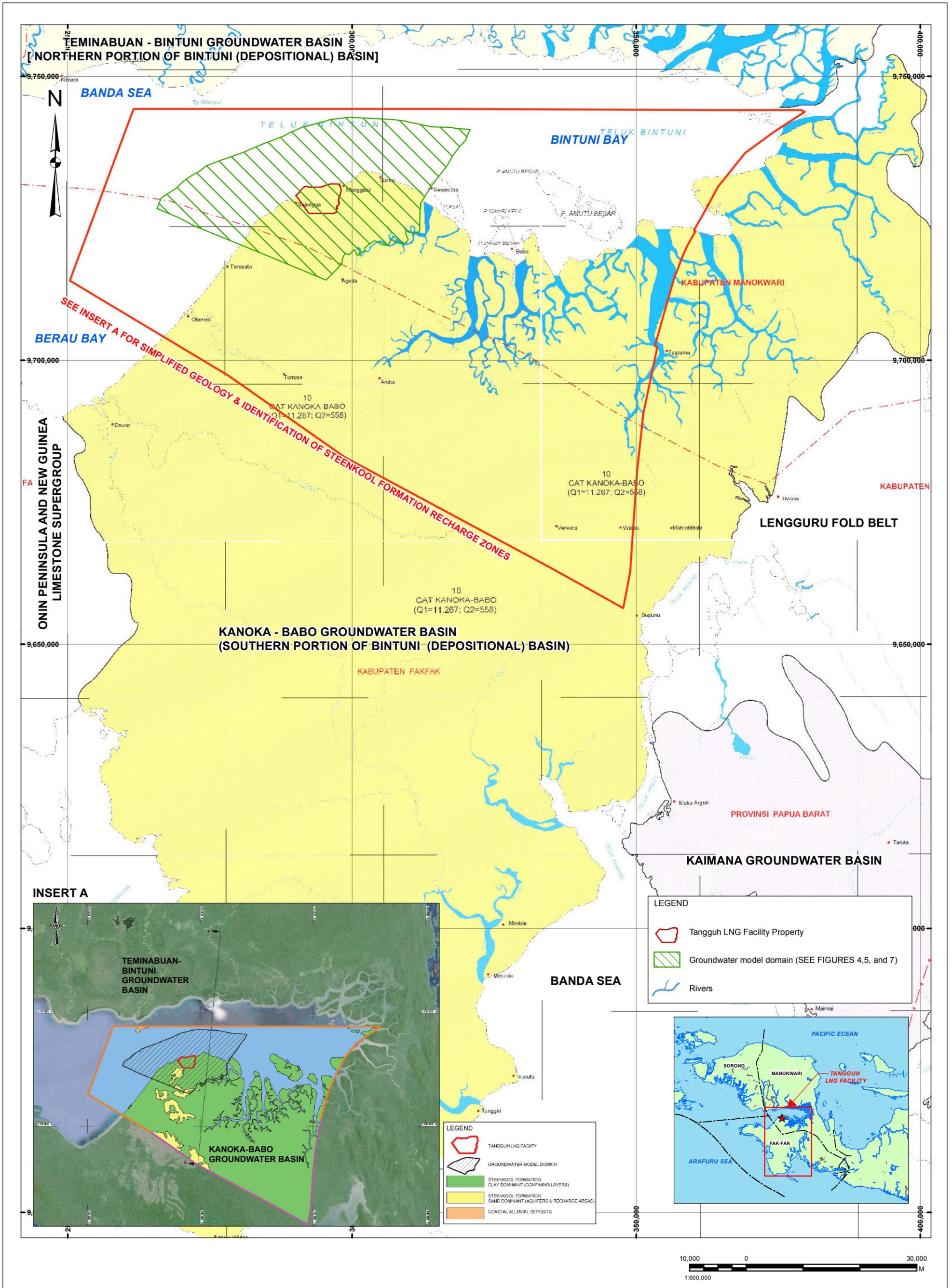


SOURCE : BP BERAU LTD



www.golder.com  
GOLDER ASSOCIATES

CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>			
DRAWN BY NDL	DATE 7/03/2014	DRAWING TITLE <b>TANGGUH LNG FACILITY SITE LOCATION</b>			
CHECKED BY CW	DATE 7/03/2014				
SCALE NTS	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 1
		REVISION 1	REVISION 1	FIGURE 1	



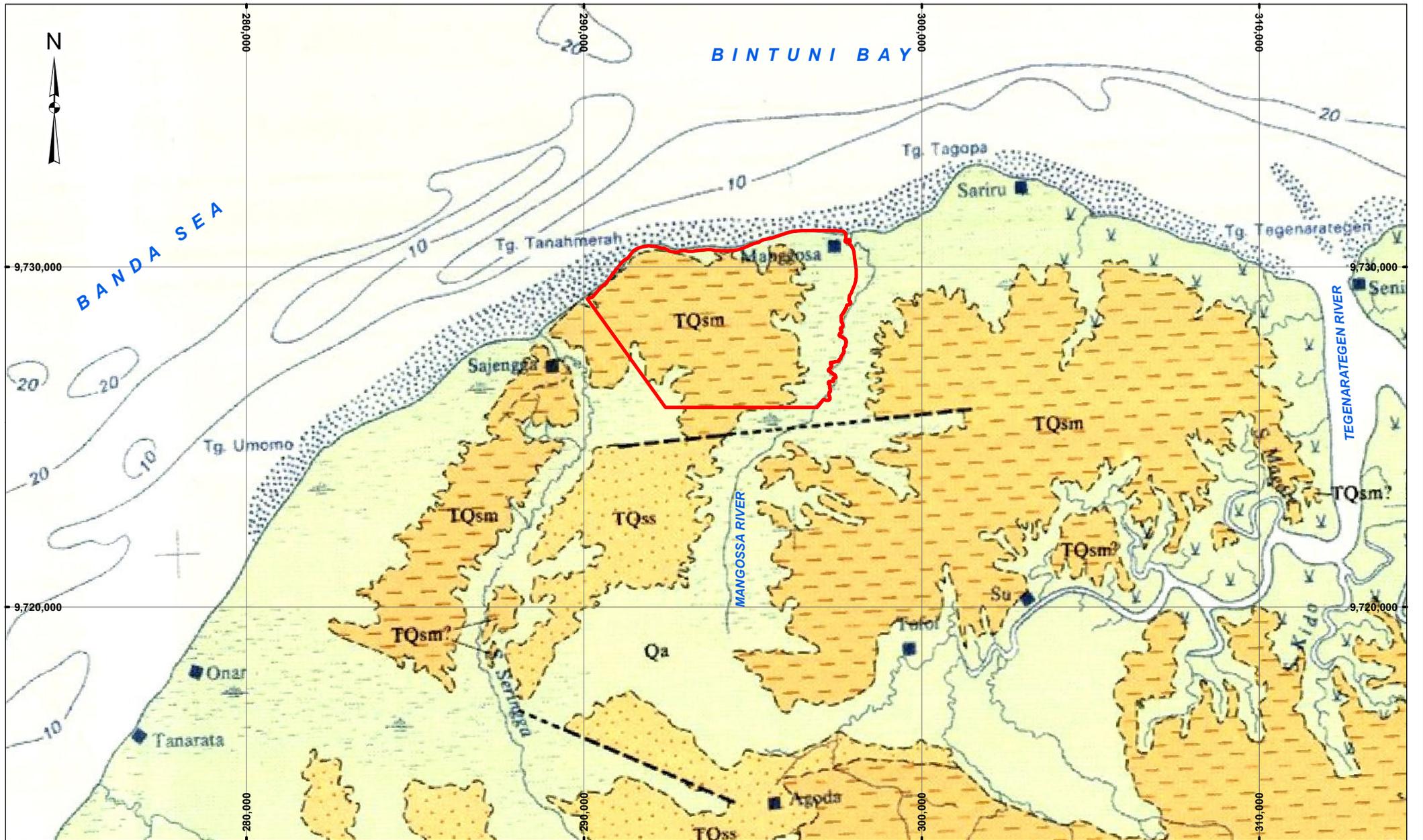
**NOTE**

Q1 = estimate of total recharge of unconfined aquifers in the Kanoka-Babo Groundwater Basin ( M m<sup>3</sup>/year).

Q2 = estimate of total recharge of confined aquifers in the Kanoka-Babo Groundwater Basin ( M m<sup>3</sup>/year).



CLIENT <b>BP BERAU Ltd</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>					
DRAWN BY NDL	DATE 15/04/2014	DRAWING TITLE <b>REGIONAL HYDROGEOLOGICAL SETTING AND MODEL DOMAIN</b>					
CHECKED BY CW	DATE 15/04/2014						
SCALE 1:600,000	SHEET SIZE A3	PROJECT No 138716004	DOC No 000	DOC TYPE F	FIGURE No 02	REVISION 1	FIGURE 2



**LEGEND**

Qa - Alluvial Sediments

TQss - Steenkool Formation Sand Dominated

TQsm - Steenkool Formation Clay Dominated

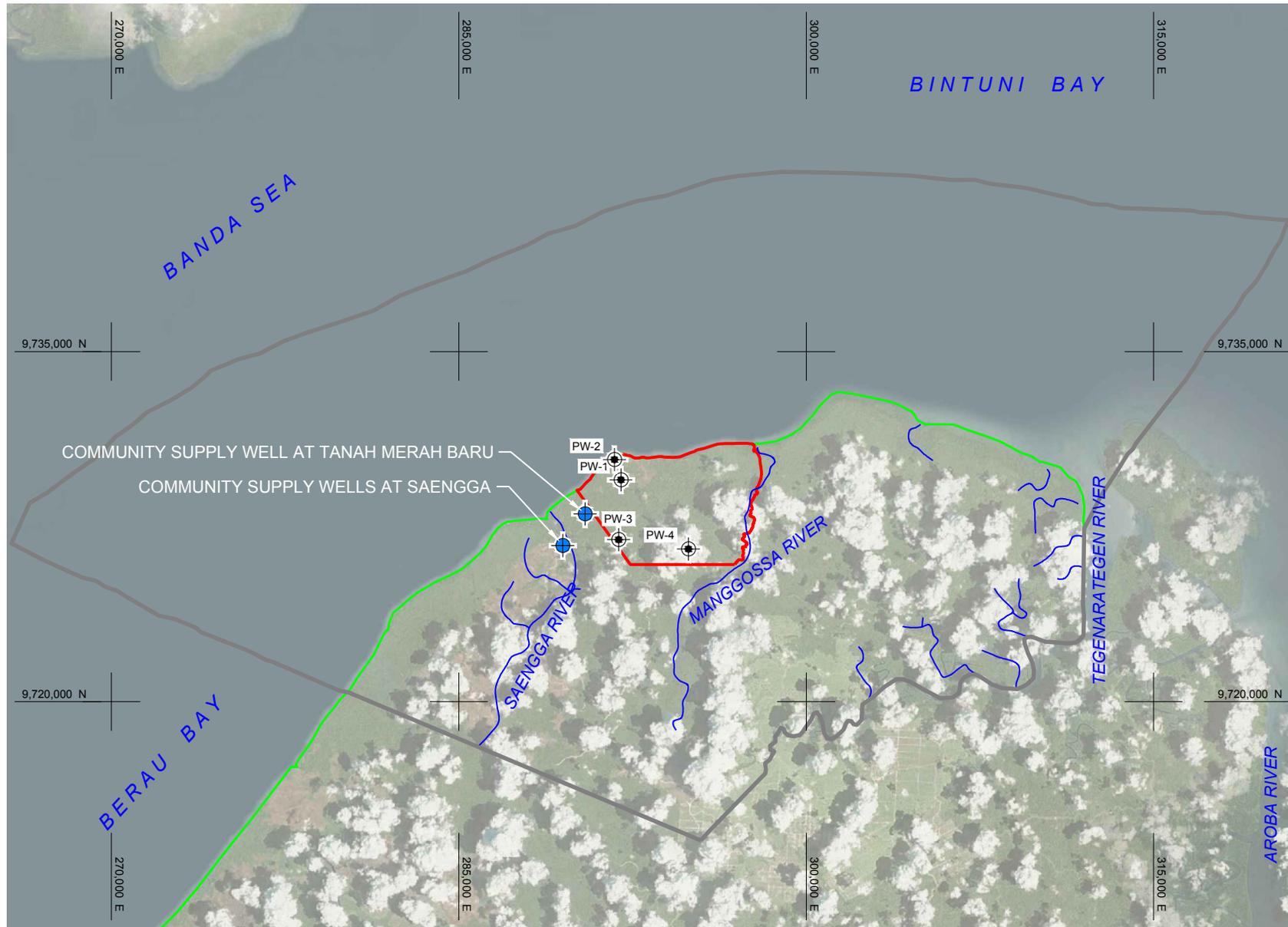
 Tangguh property

 Fault



 <small>www.golder.com GOLDER ASSOCIATES</small>	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 6/03/2014	DRAWING TITLE <b>1 : 250,000 SCALE REGIONAL GEOLOGY</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 6/03/2014					
	SCALE 1:150,000	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No 003	REVISION 1

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IN HERES COPYRIGHT.



**LEGEND**

-  MODELLED PUMPING WELL LOCATIONS
-  COMMUNITY WATER WELL LOCATION
-  RIVER
-  MODEL DOMAIN
-  COASTLINE
-  TANGGUH PROPERTY

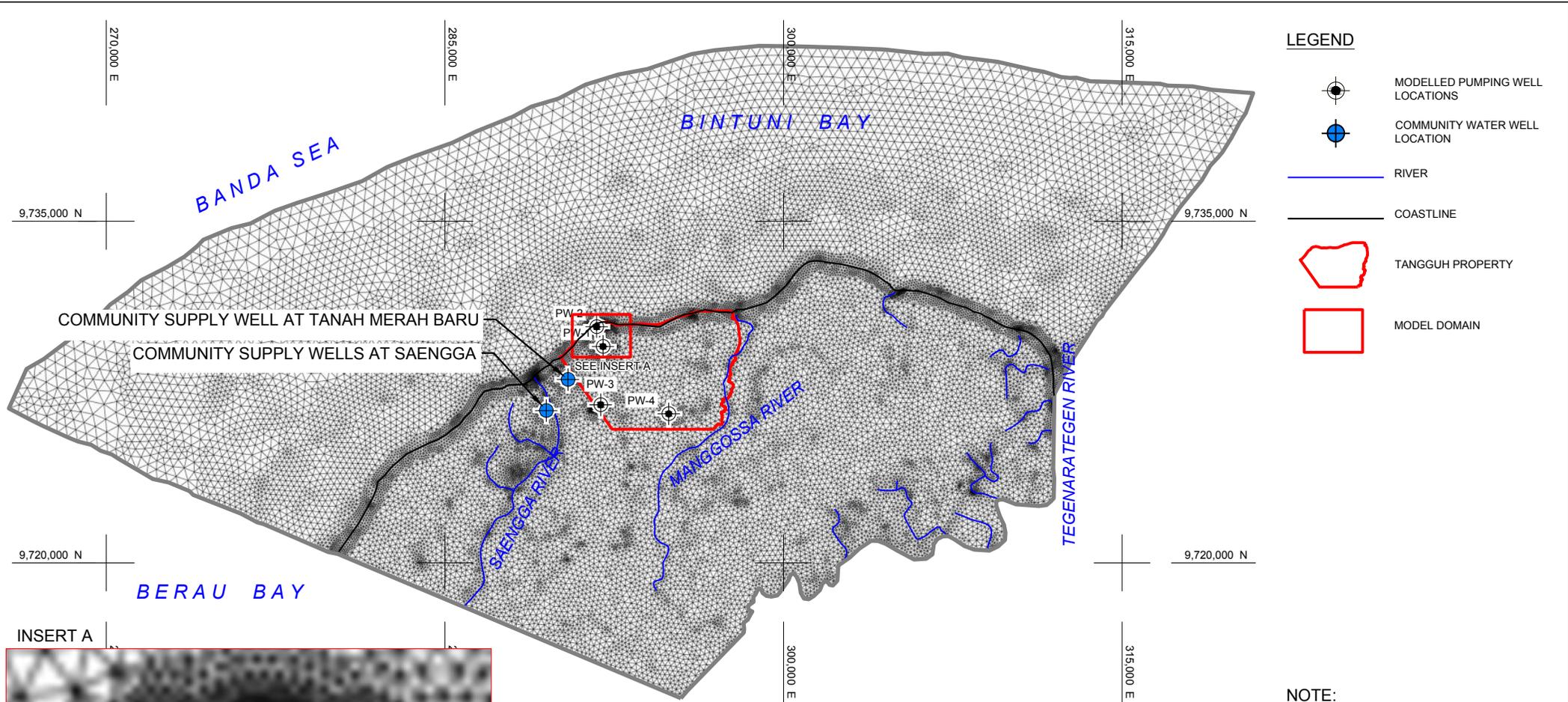
**NOTE:**  
COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

COPYRIGHT:  
MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>					
	DRAWN BY DS	DATE 06.03.2014	DRAWING TITLE <b>GROUNDWATER MODEL DOMAIN</b>					
	CHECKED BY CW	DATE 06.03.2014						
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F004	REVISION 1	FIGURE 4

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IS EXPRESSLY FORBIDDEN.

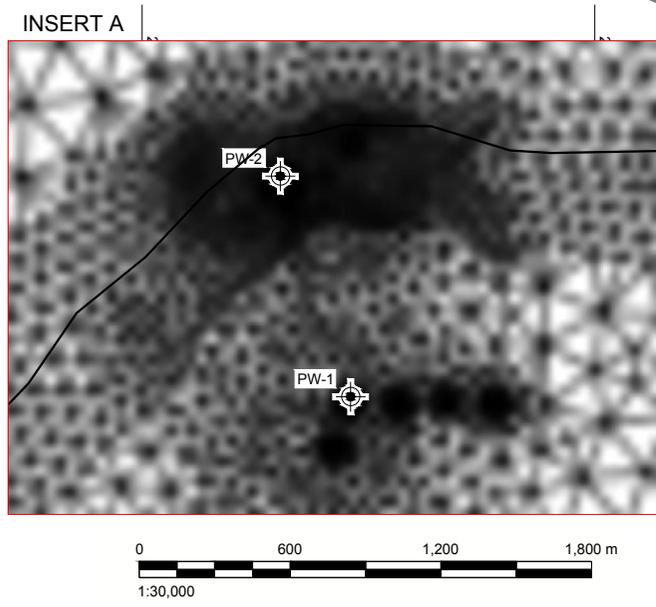


**LEGEND**

- MODELLED PUMPING WELL LOCATIONS
- COMMUNITY WATER WELL LOCATION
- RIVER
- COASTLINE
- TANGGUH PROPERTY
- MODEL DOMAIN

**NOTE:**  
 COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

COPYRIGHT:  
 MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
 REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>								
	DRAWN BY DS	DATE 03.03.2014	DRAWING TITLE <b>NUMERICAL GROUNDWATER MODEL MESH DISCRETISATION</b>								
	CHECKED BY CW	DATE 03.03.2014	SCALE AS SHOWN		SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F005	REVISION 1	FIGURE 5

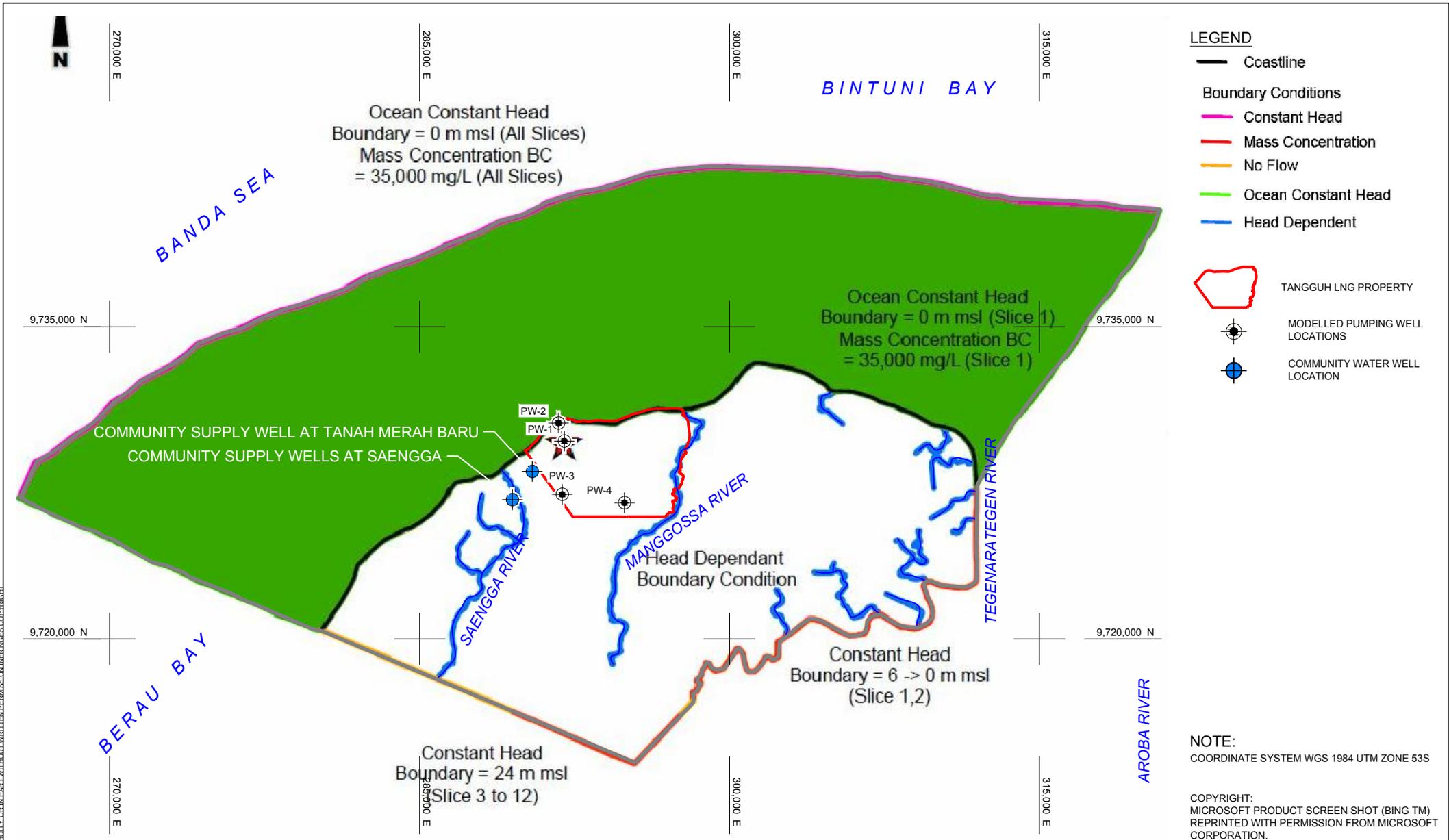
Hydrostratigraphic Unit	Model Layer	Hydraulic Properties				Thickness (m)
		$K_x$ & $K_y$ (m/d)	$K_z$ (m/d)	$S_y$	$S_s$ (m <sup>-1</sup> )	
Alluvial sediments	1	5.0	5.0	0.5	-	10
Upper Steenkool Formation – clay dominant	2	0.0086	0.00086	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
Upper Steenkool Formation – sand dominant	3	4.0	0.4	-	$5.05 \times 10^{-6}$	60
Upper Steenkool Formation – clay dominant	4	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	55
	5	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	55
	6	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	55
Lower Steenkool Formation – sand dominant	7	4.0	0.4	-	$5.05 \times 10^{-6}$	30
Lower Steenkool Formation – clay dominant	8	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	20
	9	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	25
Lower Steenkool Formation – sand dominant*	10*	4.0	0.4	-	$5.05 \times 10^{-6}$	10
Lower Steenkool Formation – clay dominant	11	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
	12	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
	13	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
Lower Steenkool Formation – sand dominant*	14*	4.0	0.4	-	$5.05 \times 10^{-6}$	10
Lower Steenkool Formation – clay dominant	15	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
	16	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
	17	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	30
Lower Steenkool Formation – sand dominant*	18*	4.0	0.4	-	$5.05 \times 10^{-6}$	10
Lower Steenkool Formation – clay dominant	19	0.0004	0.00004	-	$3.35 \times 10^{-5}$	50

Notes: \* unproven aquifer included at the request of Tangguh LNG's Technical Advisor

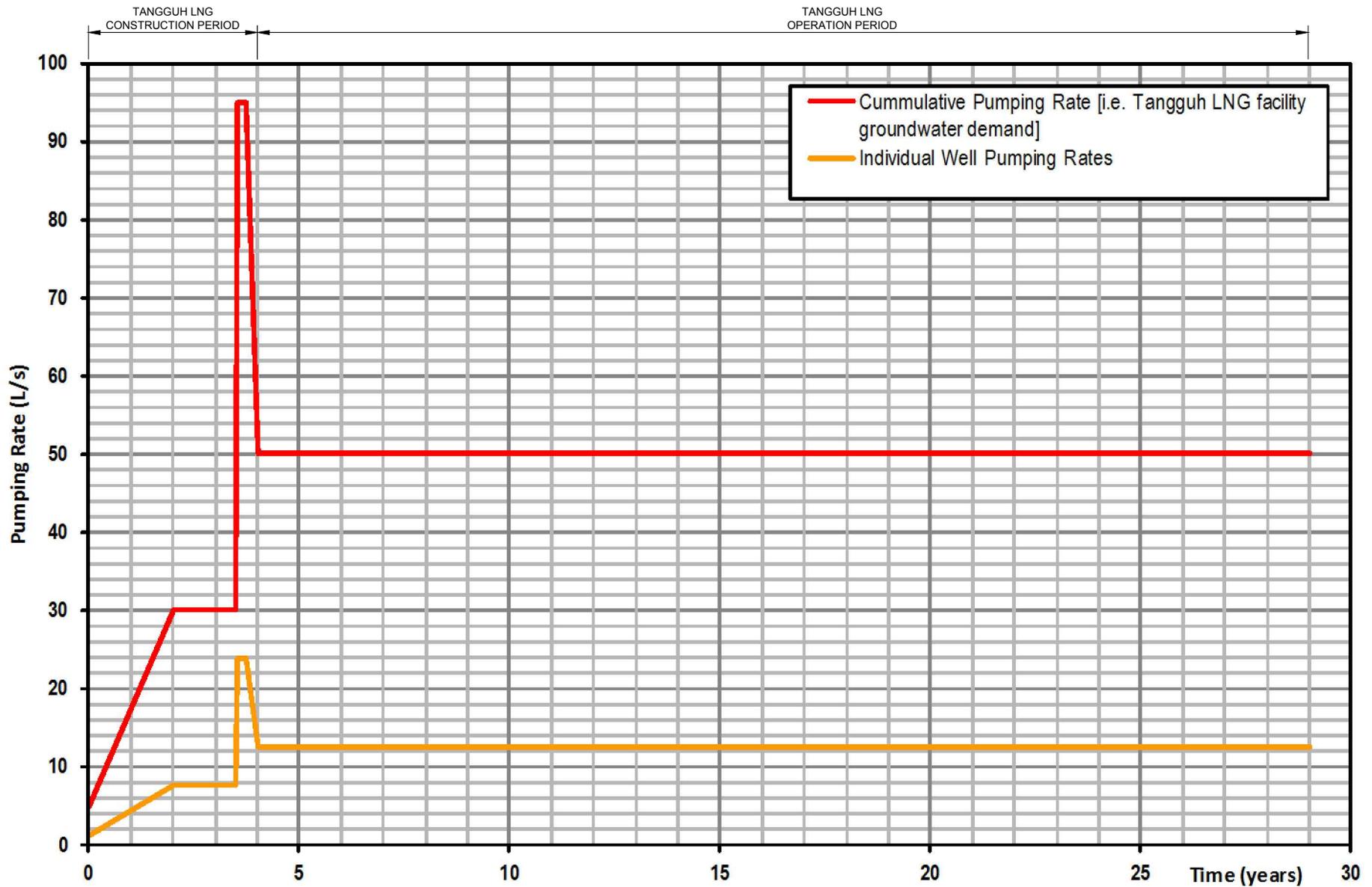


 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>						
	DRAWN BY NDL	DATE 6/03/2014	DRAWING TITLE <b>VERTICAL DISCRETISATION OF THE ALLUVIAL AQUIFER AND STEENKOOI FORMATION SHOWING MODELLED HYDRAULIC CONDUCTIVITY VALUES</b>						
	CHECKED BY CW	DATE 6/03/2014							
	SCALE NTS	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 000	DOC TYPE F	FIGURE No 06	REVISION 1	FIGURE 6	

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN IS ENTIRELY UNLAWFUL WITHOUT WRITTEN PERMISSION. GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN IS ENTIRELY UNLAWFUL WITHOUT WRITTEN PERMISSION. GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)

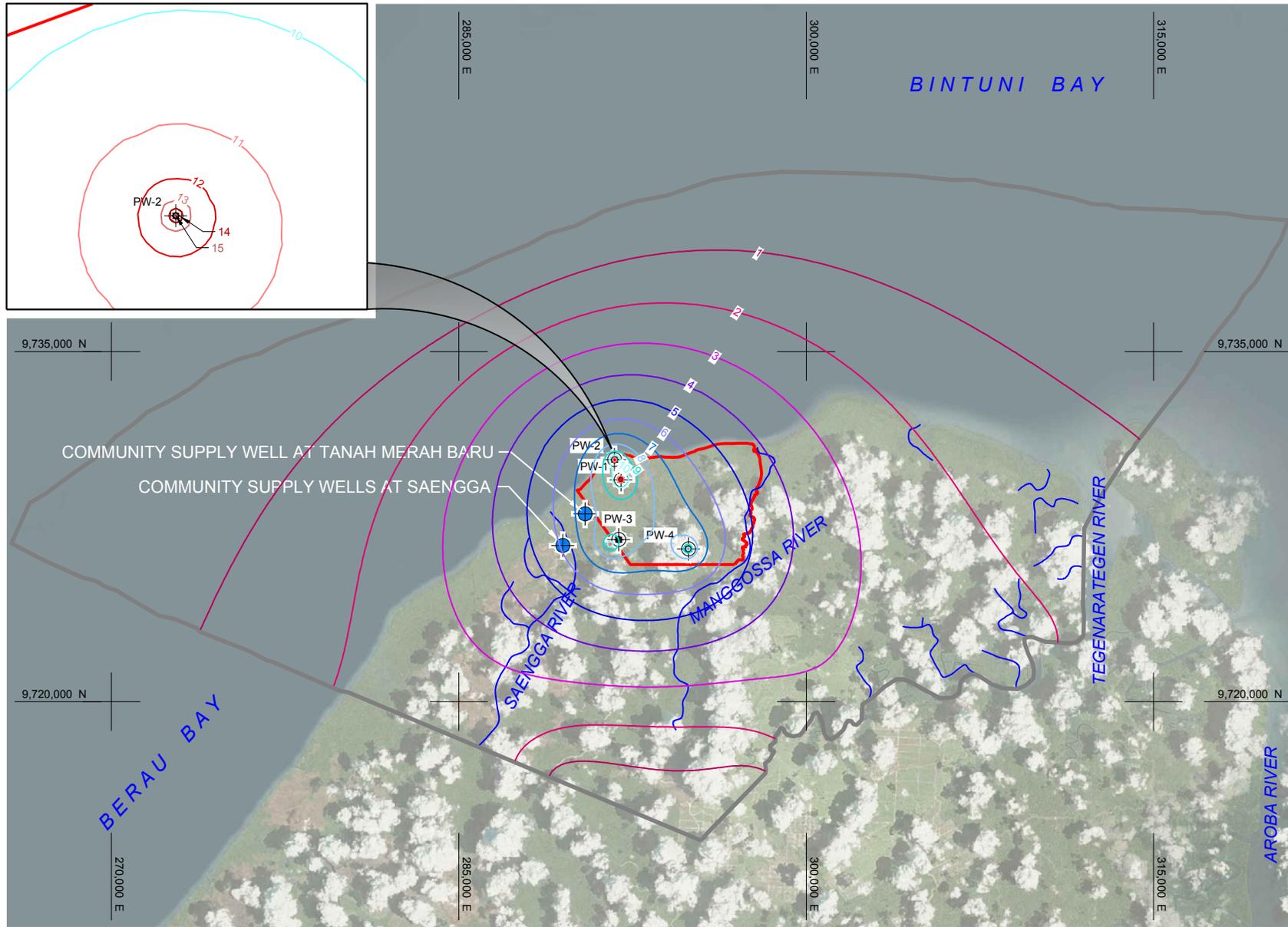


 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 06.03.2014	DRAWING TITLE <b>NUMERICAL GROUNDWATER MODEL BOUNDARY CONDITIONS</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 06.03.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F007	REVISION 1



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>						
	DRAWN BY DS	DATE 03.03.2014	DRAWING TITLE <b>MODELLED WATER DEMAND AND PUMPING RATES</b>						
	CHECKED BY CW	DATE 03.03.2014							
SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F008	REVISION 1	FIGURE 8		

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IN BREACH OF COPYRIGHT.



**LEGEND**

- MODELLED PUMPING WELL LOCATIONS
- COMMUNITY WATER WELL LOCATION
- RIVER
- MODEL DOMAIN
- TANGGUH PROPERTY

**DRAWDOWN (m)**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

DRAWDOWN BASED ON PROPOSED PUMPING RATE WITHIN LOWER STEENKOOL AQUIFER

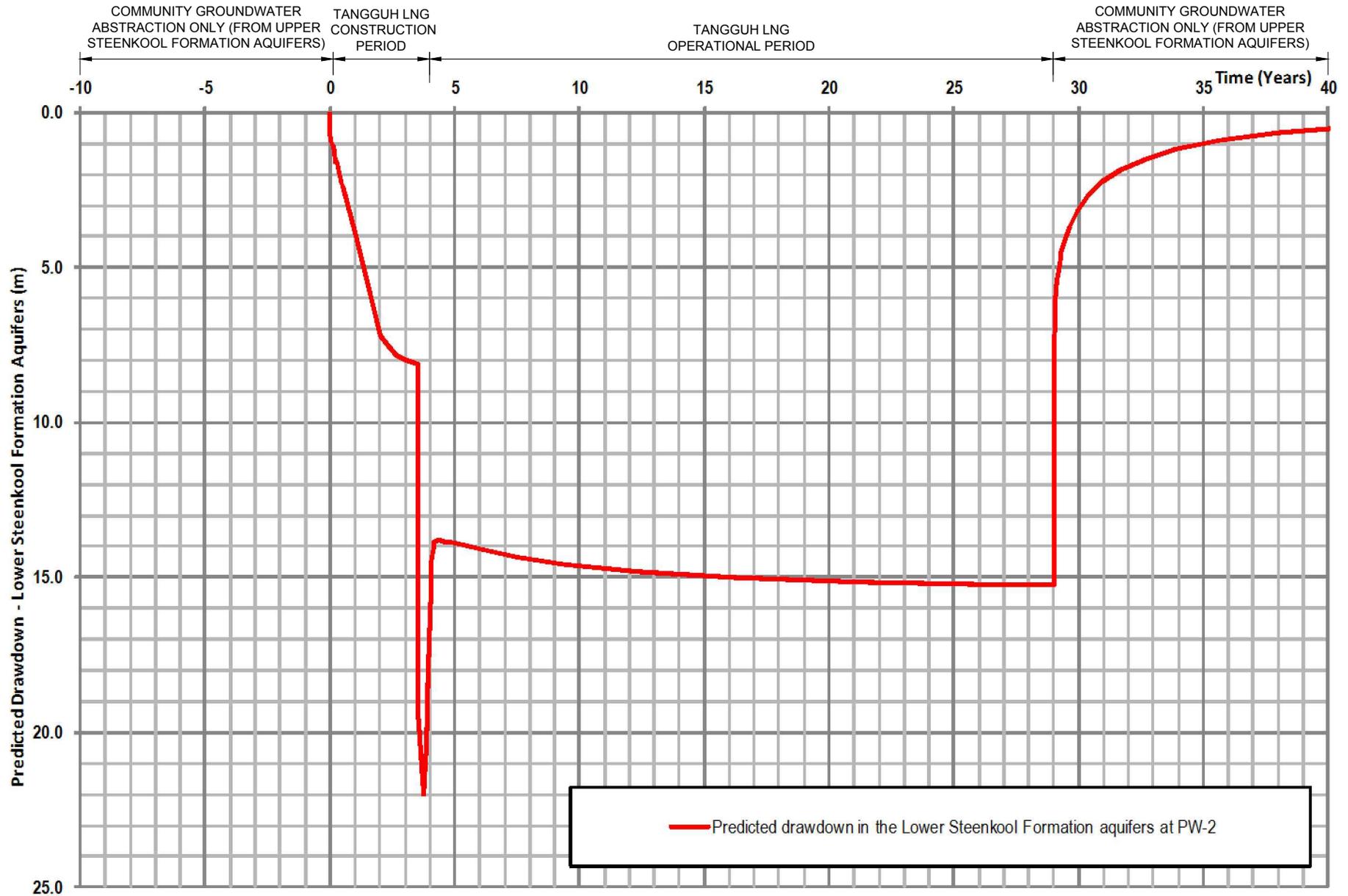
**NOTE:**  
COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

COPYRIGHT:  
MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.



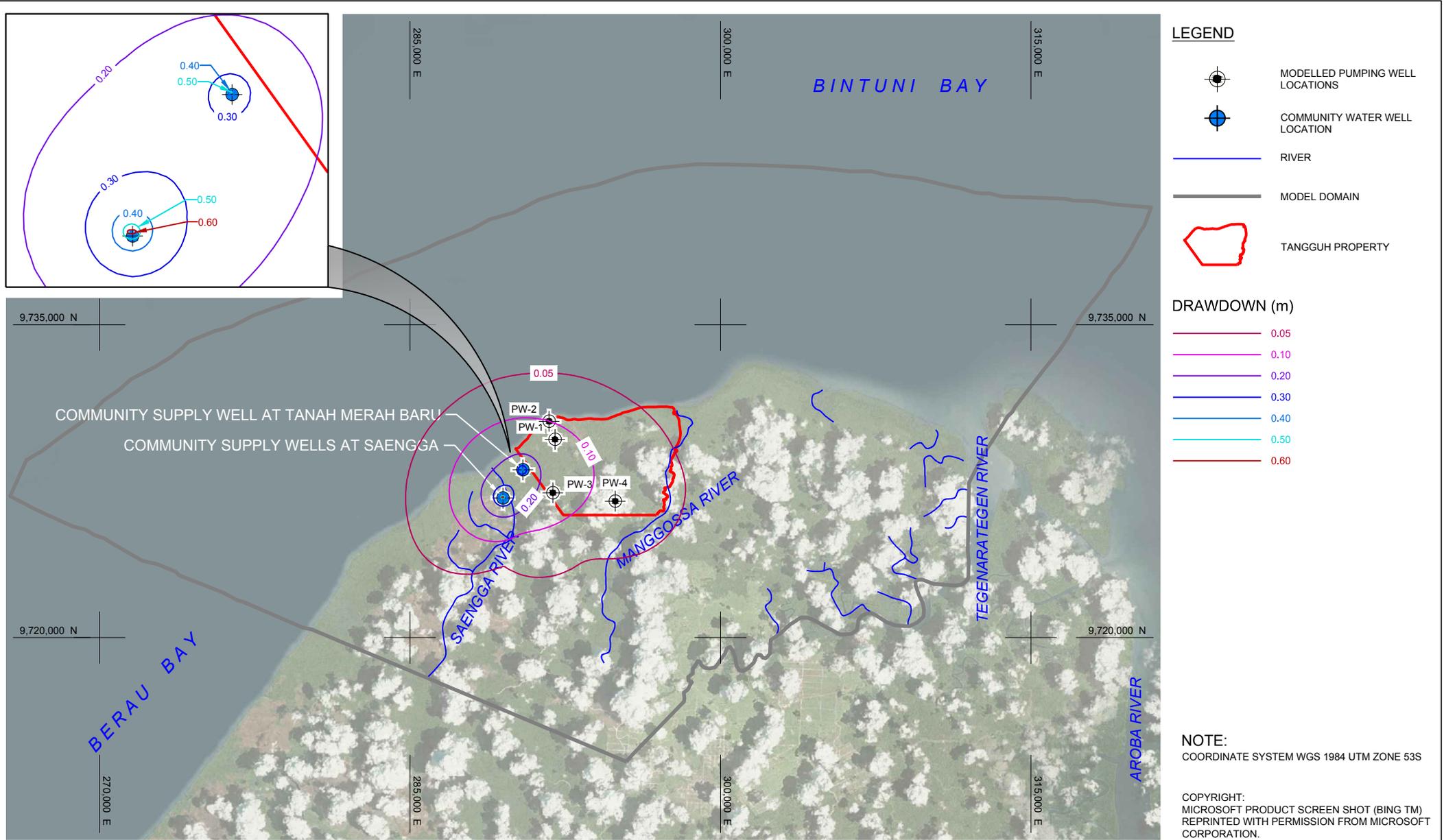
 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 03.03.2014	DRAWING TITLE <b>CALCULATED 29 YEAR DRAWDOWN WITHIN LOWER STEENKOOL FORMATION AQUIFER BASED ON PROPOSED PUMPING RATE WITHIN THE LOWER STEENKOOL FORMATION AQUIFER</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 03.03.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F009	REVISION 1

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IS PROHIBITED.



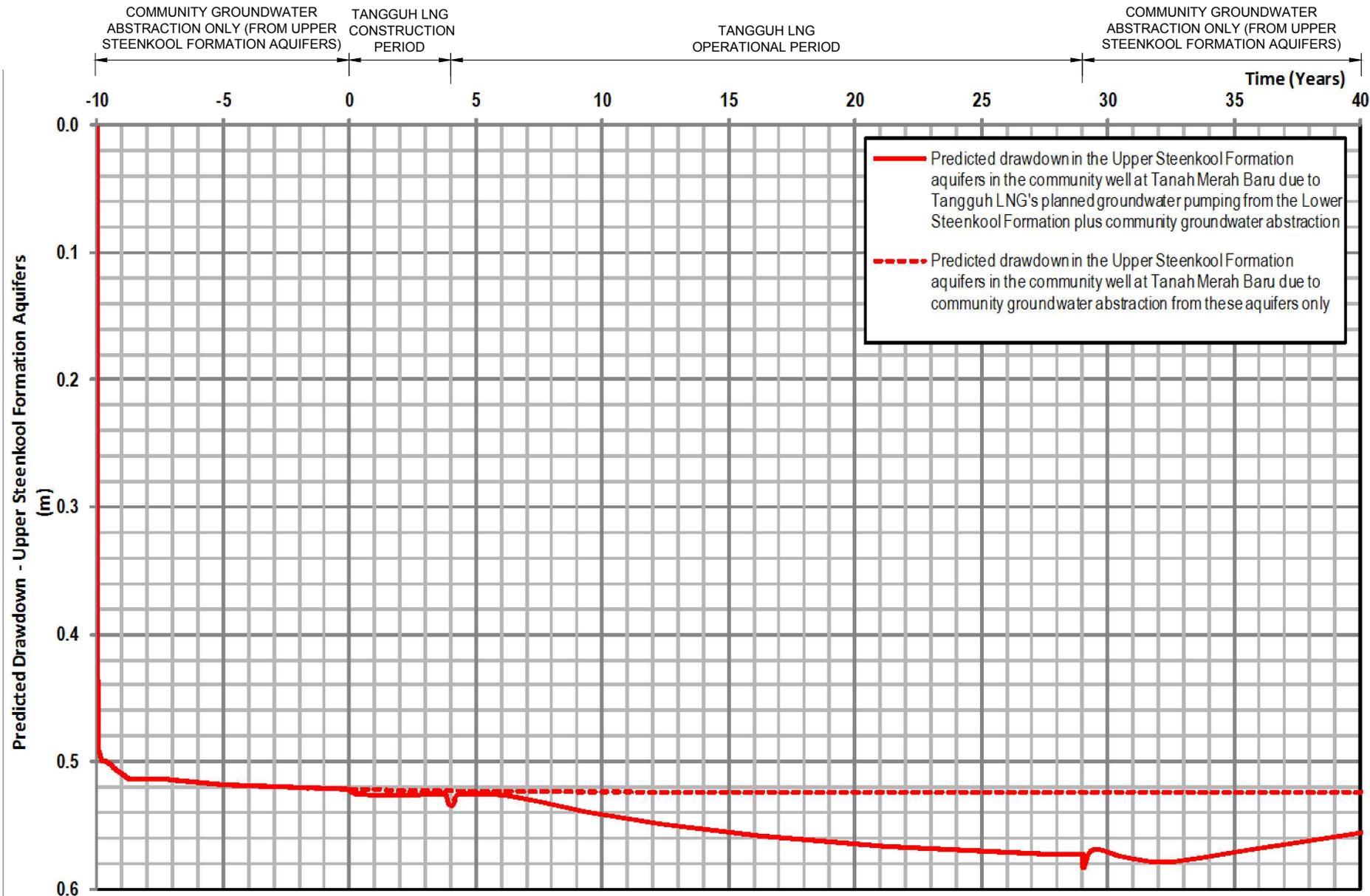
 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>					
	DRAWN BY DS	DATE 08.04.2014	DRAWING TITLE <b>PREDICTED WATER LEVEL CHANGES IN THE LOWER STEENKOO L FORMATION AT PW-2 DUE TO PLANNED BP ABSTRACTIONS FROM THE LOWER STEENKOO L FORMATION AQUIFERS</b>					
	CHECKED BY CW	DATE 08.04.2014	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F010	REVISION 2	FIGURE 10
	SCALE AS SHOWN		SHEET SIZE A4					

GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IN INDONESIAN COPYRIGHT



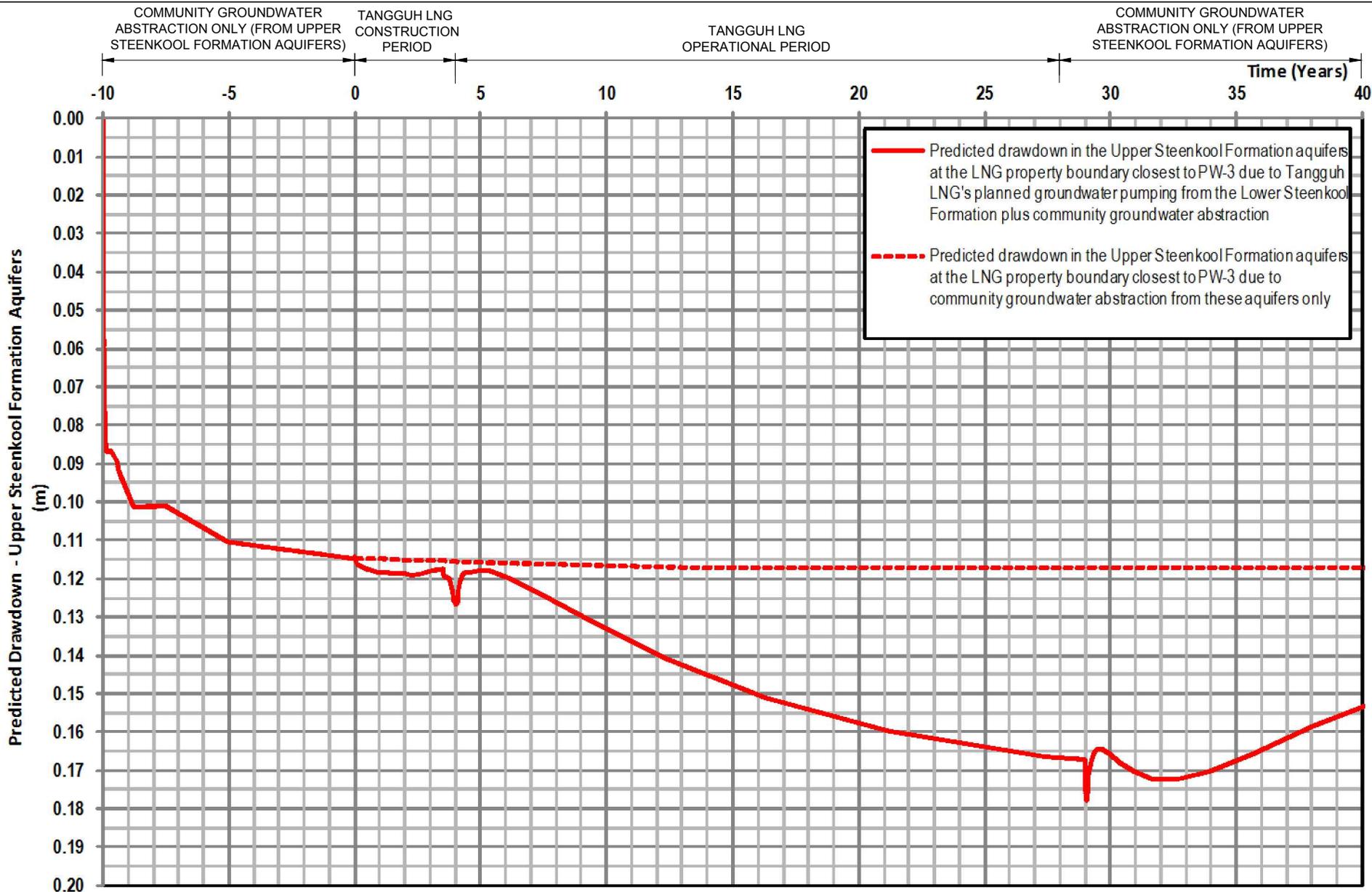
 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	KLIEN <b>BP BERAU LTD</b>		PROYEK <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>						
	DIGAMBAR OLEH DS	TANGGAL 07.03.2014	JUDUL GAMBAR CALCULATED 29 YEAR DRAWDOWN WITHIN UPPER STEENKOOL FORMATION AQUIFER BASED ON PROPOSED TANGGUH LNG PUMPING RATE WITHIN THE LOWER STEENKOOL FORMATION AQUIFER AND GROUNDWATER PUMPING FROM THE WATER SUPPLY WELLS AT TANAH MERAH BARU AND SAENGGGA						
	DIPERIKSA OLEH CW	TANGGAL 07.03.2014							
SKALA <b>AS SHOWN</b>	UKURAN <b>A4</b>	NOMOR PROYEK <b>138716004</b>	NOMOR DOKUMEN <b>015</b>	TIPE DOKUMEN <b>F</b>	NOMOR GAMBAR <b>F011</b>	REVISI <b>1</b>	<b>FIGURE 11</b>		

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IN HERESS COPYRIGHT.



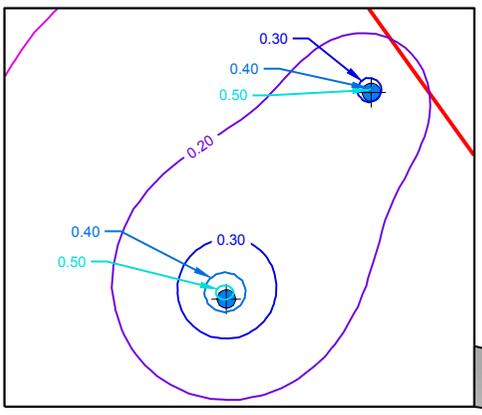
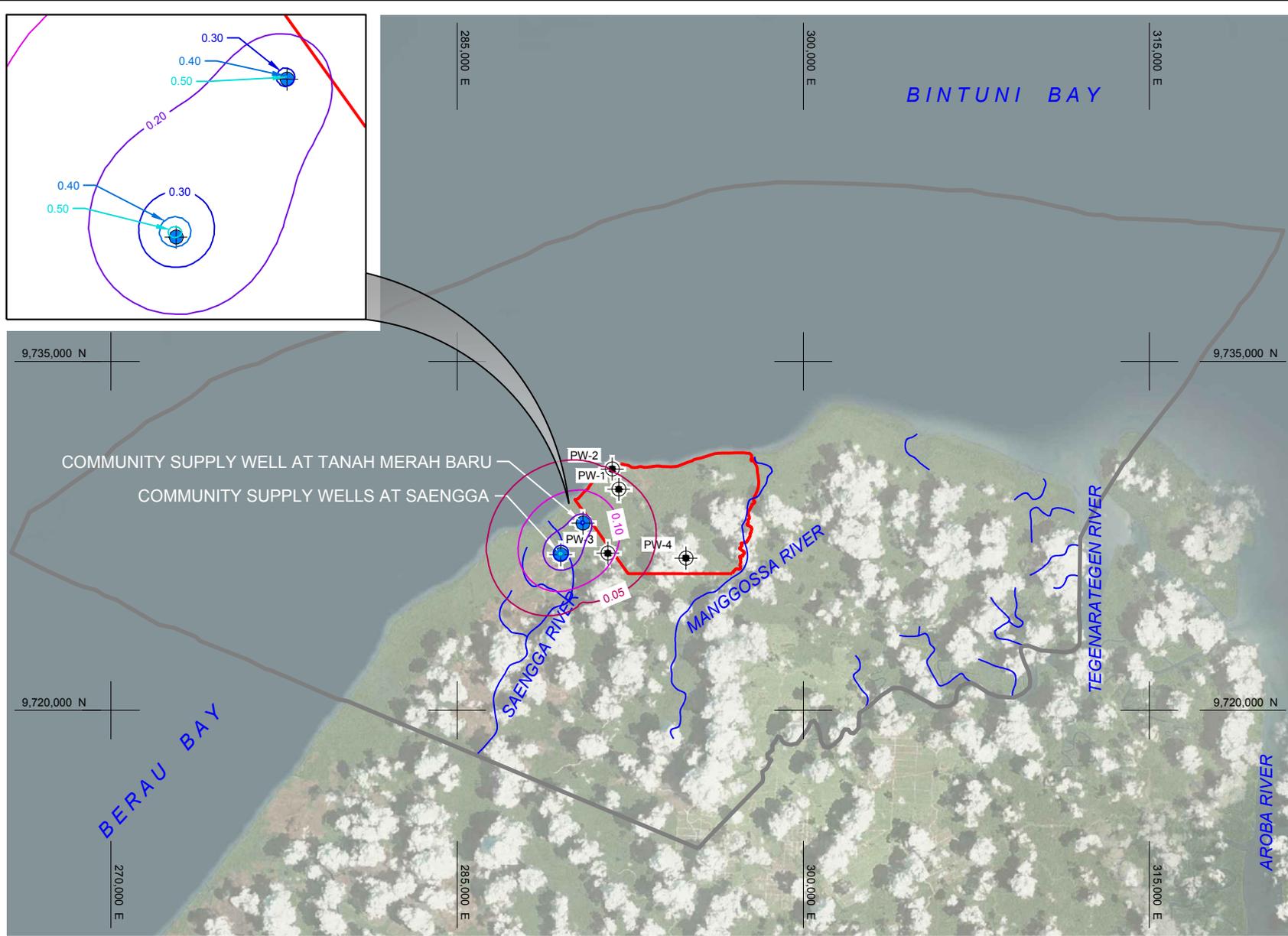
 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 08.04.2014	DRAWING TITLE <b>PREDICTED WATER LEVEL CHANGES IN THE UPPER STEENKOOL FORMATION AT THE COMMUNITY SUPPLY WELL AT TANAH MERAH BARU</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 08.04.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F012	REVISION 2

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IS STRICTLY PROHIBITED.



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 08.04.2014	DRAWING TITLE <b>PREDICTED WATER LEVEL CHANGES IN THE UPPER STEENKOOL FORMATION AT THE TANGGUH LNG PROPERTY BOUNDARY NEAR PW-3</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 08.04.2014	PROJECT No <b>138716004</b>	DOC No <b>015</b>	DOC TYPE <b>F</b>	FIGURE No <b>F013</b>	REVISION <b>2</b>
	SCALE <b>AS SHOWN</b>		SHEET SIZE <b>A4</b>	FIGURE 13			

GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT



**LEGEND**

- PUMPING WELL LOCATIONS
- PROPOSED WELLS
- RIVER
- MODEL DOMAIN
- TANGGUH PROPERTY

**DRAWDOWN (m)**

- 0.05
- 0.10
- 0.20
- 0.30
- 0.40
- 0.50
- 0.60

ESTIMATED MAXIMUM DRAWDOWN OF 0.57 m IN COMMUNITY SUPPLY WELL AT TANAH MERAH BARU.

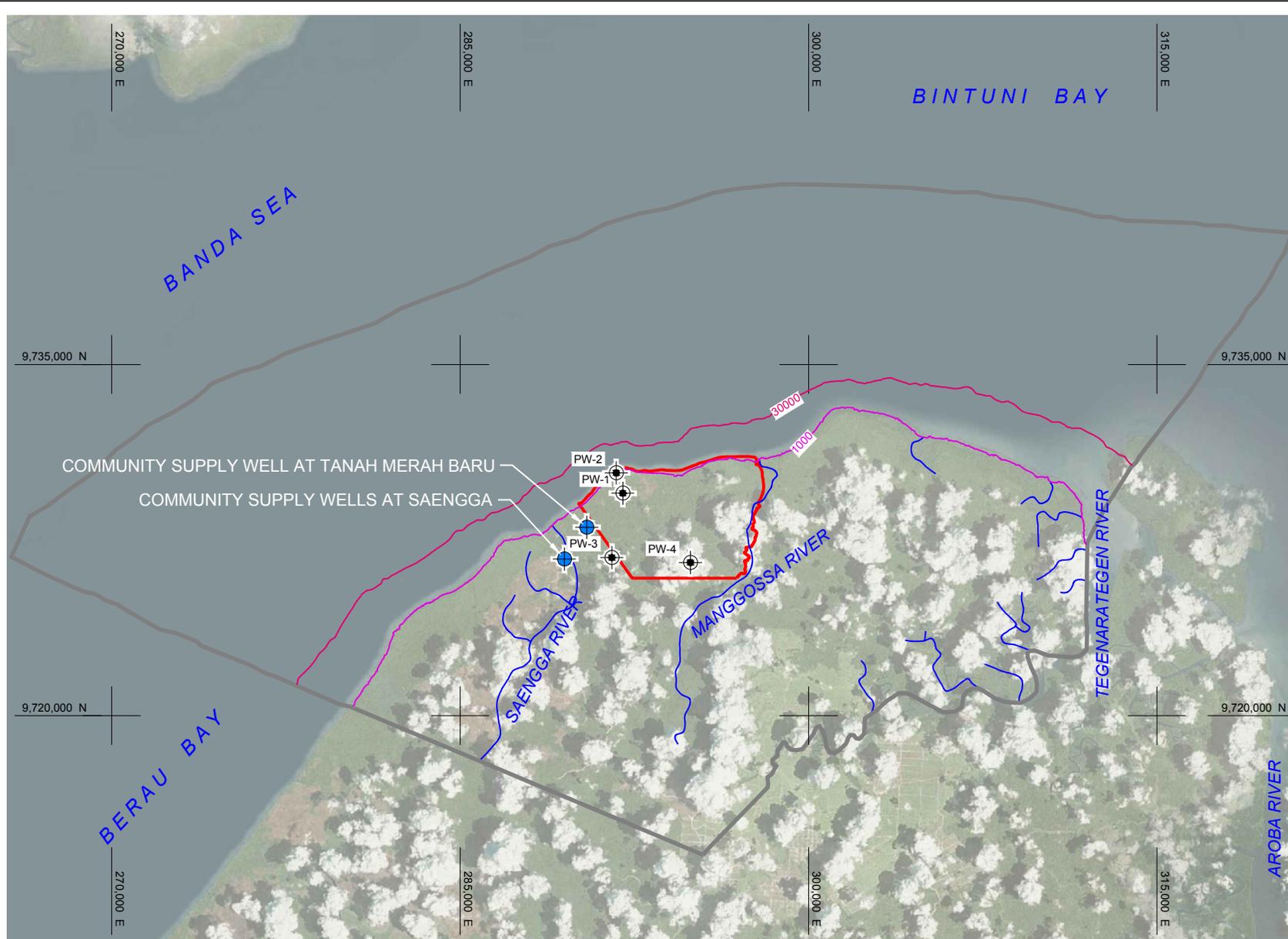
**NOTE:**  
COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

COPYRIGHT:  
MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.



		CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>								
		DRAWN BY DS	DATE 07.03.2014	DRAWING TITLE <b>CALCULATED 29 YEARS DRAWDOWN WITHIN UPPER STEENKOOL FORMATION AQUIFER BASED ON COMMUNITY PUMPING ONLY</b>								
www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)		CHECKED BY CW	DATE 07.03.2014	SCALE AS SHOWN		SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F014	REVISION 1	FIGURE 14

GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.



**LEGEND**

-  MODELLED PUMPING WELL LOCATIONS
-  COMMUNITY WATER WELL LOCATION
-  RIVER
-  MODEL DOMAIN
-  TANGGUH PROPERTY

**SALINITY (mg/L)**

-  30000
-  1000

**NOTE:**

COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

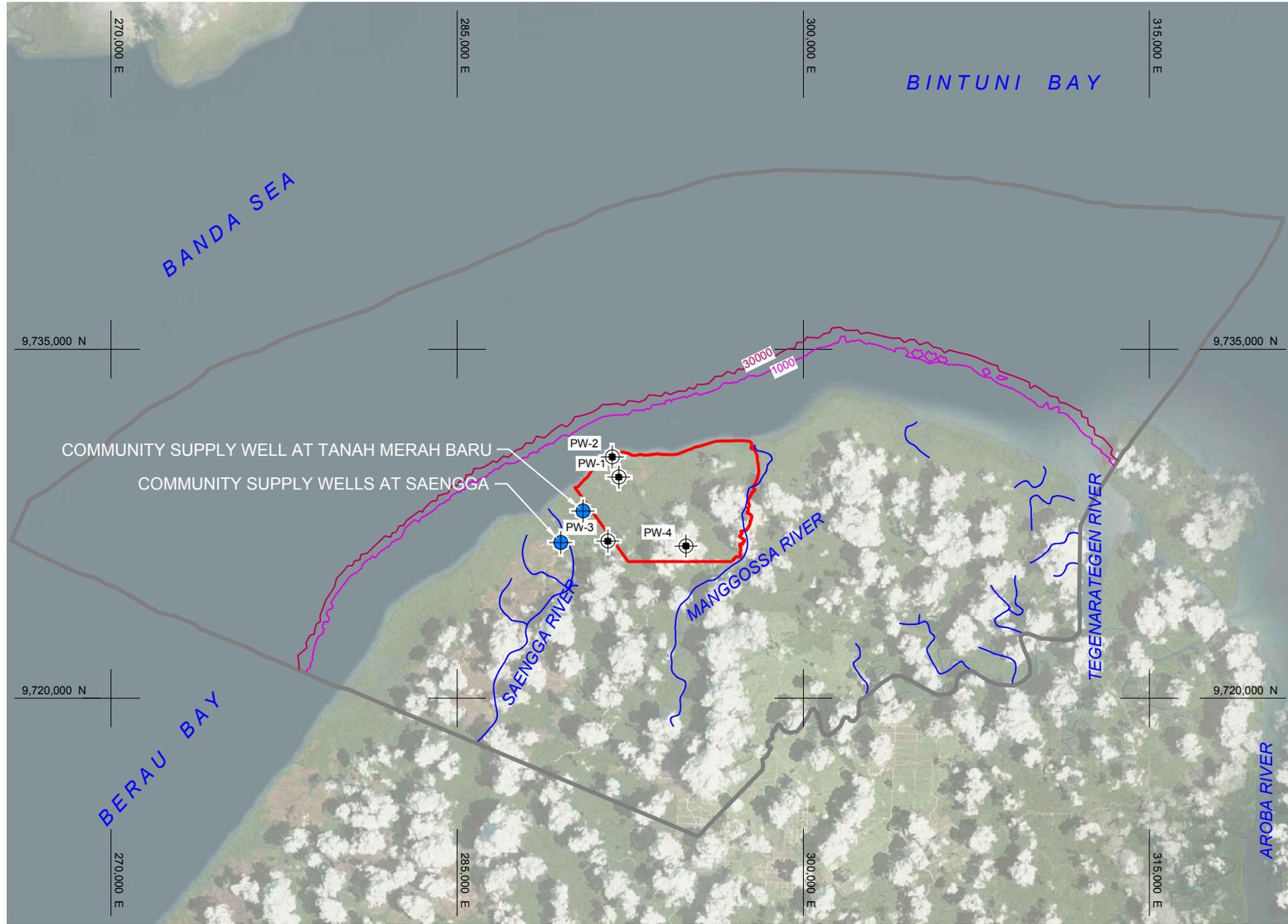
COPYRIGHT:  
 MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
 REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.




www.golder.com  
 GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)

CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>			
DRAWN BY DS	DATE 07.03.2014	DRAWING TITLE <b>MASS CONCENTRATION ISOLINES SHOWING PREDICTED SALINITY CONCENTRATIONS IN THE UPPER STEENKOOL FORMATION AQUIFERS AFTER 29 YEARS OF PUMPING FROM BOTH COMMUNITY WELLS AND TANGGUH LNG'S PROPOSED GROUNDWATER WELLS</b>			
CHECKED BY CW	DATE 07.03.2014				
SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F015
		REVISION 1	FIGURE 15		

GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION PERMITS IN INDONESIAN COPYRIGHT



**LEGEND**

- MODELLED PUMPING WELL LOCATIONS
- COMMUNITY WATER WELL LOCATION
- RIVER
- MODEL DOMAIN
- TANGGUH PROPERTY

**SALINITY (mg/L)**

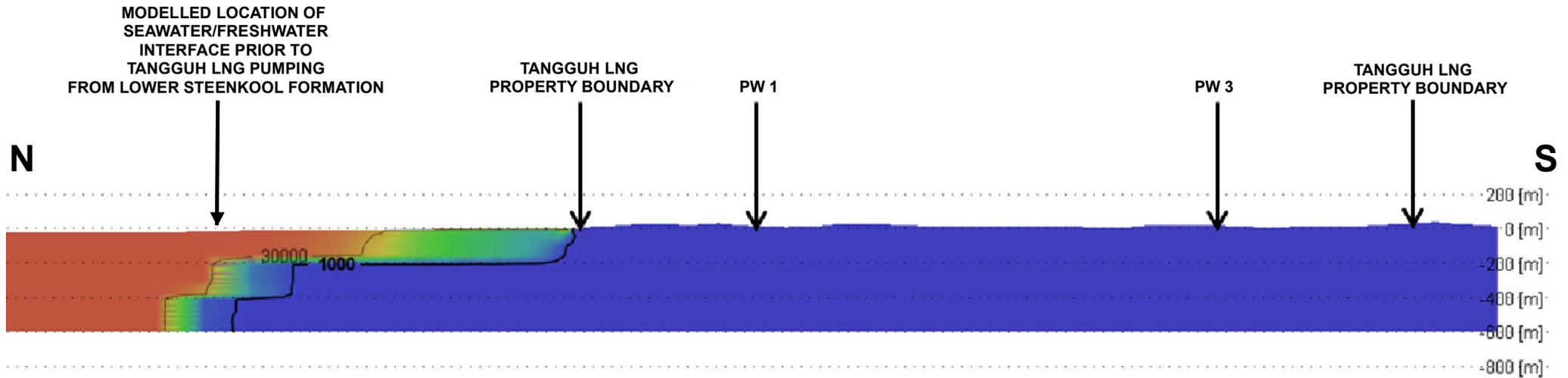
- 30000
- 1000

**NOTE:**  
 COORDINATE SYSTEM WGS 1984 UTM ZONE 53S

COPYRIGHT:  
 MICROSOFT PRODUCT SCREEN SHOT (BING TM)  
 REPRINTED WITH PERMISSION FROM MICROSOFT CORPORATION.



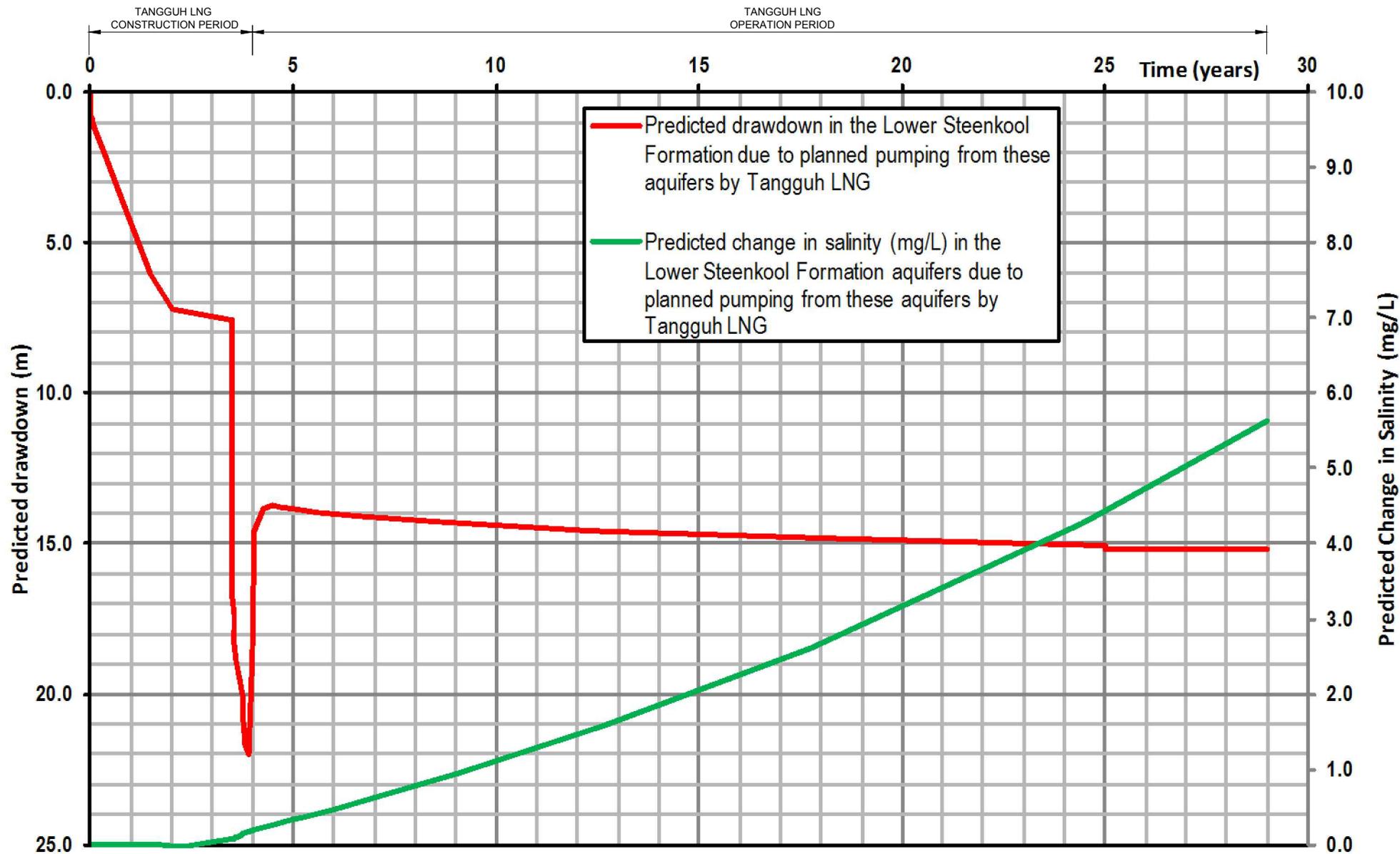
 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY DS	DATE 07.03.2014	DRAWING TITLE <b>MASS CONCENTRATION ISOLINES SHOWING PREDICTED SALINITY CONCENTRATIONS IN THE LOWER STEENKOOL FORMATION AQUIFERS AFTER 29 YEARS OF PUMPING FROM BOTH COMMUNITY WELLS AND TANGGUH LNG'S PROPOSED GROUNDWATER WELLS</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 07.03.2014					
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F016	REVISION 1



Salinity (mg/L)  
—— 30,000

 www.golder.com GOLDR ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 10/04/2014	DRAWING TITLE <b>SALINITY CROSS SECTION AT TANGGUH LNG FACILITY AND BINTUNI BAY AFTER 29 YEARS OF PUMPING</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 10/04/2014					
	SCALE NTS	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No 17	REVISION 0

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA). UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION IS STRICTLY PROHIBITED.



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>					
	DRAWN BY DS	DATE 06.03.2014	DRAWING TITLE <b>PREDICTED CHANGE IN SALINITY (mg/L) IN THE LOWER STEENKOOL FORMATION AT PW-2 DUE TO PLANNED PUMPING FROM THESE AQUIFERS BY TANGGUH LNG</b>					
	CHECKED BY CW	DATE 06.03.2014						
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 015	DOC TYPE F	FIGURE No F018	REVISION 1	FIGURE 18

# TECHNICAL MEMORANDUM

---

**DATE** 16 April 2014

**REFERENCE No.** 138716004-016-TM-Rev2

**TO** Rustam Effendi  
BP Berau Ltd

**CC** Lidia Ahmad

**FROM** Budi Satriyo  
Geoff Perryman

**EMAIL** bsatriyo@golder.co.id  
gperryman@golder.co.id

## **PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG – STUDI AIR TANAH ANALISIS AWAL AMBLASAN AKIBAT PENGAMBILAN AIR TANAH**

---

### **1.0 PENDAHULUAN**

Golder telah melaksanakan analisis awal penurunan untuk memperkirakan amblasan tanah potensial di lokasi fasilitas Tangguh LNG (lihat **Gambar 1**) akibat rencana pengambilan air tanah dari 4 sumur produksi rencana. Dalam penilaian awal ini, kami menggunakan data yang diberikan oleh Tangguh LNG bersama dengan detail-detail dari model air tanah konseptual dan perubahan-perubahan tinggi muka air tanah prediksi selama 29 tahun (termasuk 4 tahun untuk tahap konstruksi ditambah dengan 25 tahun untuk tahap operasi) dari pemodelan air tanah sementara yang dilaksanakan bagi Proyek Pengembangan Tangguh LNG – Studi Air tanah. Analisis penurunan dilakukan berdasarkan teori geoteknik yang umum digunakan untuk menghitung penurunan-penurunan akibat perubahan tegangan efektif dalam profil tanah yang diakibatkan oleh perubahan-perubahan pada akuifer dan tekanan pori akuitar.

Setelah pengambilan air tanah berakhir, muka air tanah dan tekanan pori (*pore pressures*) yang terkait akan meningkat dan karena itu akan mengakibatkan penurunan tegangan efektif dalam tanah yang menghasilkan pantulan sebagian (*partial rebound*).

### **2.0 LATAR BELAKANG TEORI**

Penurunan terjadi pada tanah bawah permukaan (*soils subsurface*) akibat perubahan tegangan efektif yang dalam hal ini, dipengaruhi oleh penurunan tekanan pori air tanah baik pada pada akuifer tertekan maupun pada akuitar dalam Formasi *Steenkool* bagian Atas dan Bawah. Penurunan pada tekanan pori akuifer akibat pemindahan air tanah secara efektif menaikkan tegangan efektif pada setiap lapisan tanah tersebut yang menghasilkan penurunan.

Analisis penurunan telah memperhitungkan kompresi baik pada akuifer maupun pada akuitar yang teridentifikasi dalam model hidrogeologi konseptual untuk lokasi di mana akuifer terdiri dari lapisan-lapisan pasir atau lanau kepasiran yang secara relatif tembus air, sedangkan akuitar terdiri dari lapisan-lapisan lanau dan lempung dengan tingkat permeabilitas lebih rendah.

Kompresi lapisan-lapisan tanah sebagai hasil dari menurunnya muka air tanah berlangsung baik pada akuifer maupun pada akuitar; walaupun kompresi pada akuifer yang memiliki permeabilitas yang tinggi pada umumnya berlangsung secara bersamaan dengan pemompaan, sedangkan kompresi pada akuitar yang memiliki permeabilitas yang rendah berlangsung dalam periode waktu yang lama melalui penurunan konsolidasi. Kompresi lapisan-lapisan tanah dihitung dengan menggunakan kombinasi teori elastisitas dan teori konsolidasi dengan menerapkan rumus berikut:

$$\rho_{ult} = \Delta\sigma'_v \left( \frac{D}{E'_0} \right) \quad (1)$$

dimana:  $\rho_{ult}$  = Kompresi akhir atau penurunan  
 $\Delta\sigma'_v$  = kenaikan tegangan efektif vertikal  
 $E'_0$  = kekakuan tanah pada kompresi 1 dimensi  
 $D$  = tebal lapisan tanah

Koefisien kompresibilitas volume ( $m_v$ ) pada umumnya berkaitan dengan dan digunakan untuk perhitungan penurunan konsolidasi pada tanah-tanah berbutir halus seperti lempung dan lanau, dan menunjukkan kompresi suatu tanah, setiap unit ketebalan awal, akibat kenaikan tekanan setiap unit sebagai berikut:

$$m_v = \text{perubahan volumetrik} / \text{satuan kenaikan tekanan}$$

Kekakuan tanah berbutir halus dengan demikian adalah diturunkan dari  $m_v$ , dan penurunan konsolidasi total dihitung dengan rumus berikut:

$$\rho_{ult} = m_v \Delta\sigma'_v D \quad (2)$$

Kekakuan tanah berbutir kasar (pasiran) adalah dengan menerapkan nilai  $E'_0$  secara langsung.

$E'_0$  adalah kebalikan dari  $m_v$  (koefisien kompresibilitas volume) dan digunakan dalam persamaan (1) karena kompresi terjadi baik pada tanah-tanah berbutir halus dan kasar.

Dengan mengasumsikan bahwa tidak ada perubahan dalam berat isi tanah, perubahan tegangan efektif  $\Delta\sigma'_v$  adalah sama dengan penurunan tekanan air pori  $\Delta u = \gamma_w s$  (dimana  $\gamma_w$  adalah berat isi dari air dan  $s$  adalah surutan (*drawdown*)). Karena itu, persamaan (1) bisa ditulis kembali menjadi:

$$\rho_{ult} = \gamma_w s \left( \frac{D}{E'_0} \right) \quad (3)$$

Kompresi pada suatu akuifer yang tembus air, untuk semua tujuan praktis, berkembang secara bersamaan dengan surutan air (*drawdowns*); sedangkan kompresi pada suatu akuitar berlangsung secara bertahap bergantung pada parameter-parameter konsolidasi dari akuitar. Kompresi pada suatu akuitar dalam selang waktu  $t$  setelah surutan (*drawdowns*) dapat diestimasi oleh:

$$\rho_t = R \rho_{ult} \quad (4)$$

di mana  $R$  adalah derajat konsolidasi rata-rata dari faktor waktu  $T_v$  dan kondisi drainase terkait dan distribusi dari penurunan air pori. Faktor waktu dihitung berdasarkan:

$$T_v = c_v \left( \frac{t}{h^2} \right) \quad (5)$$

di mana  $h$  adalah panjang maksimum lintasan drainase untuk drainase vertikal dalam suatu akuitar dan  $c_v$  adalah koefisien konsolidasi yang dapat dinyatakan dalam sifat akuitar sebagai

$$c_v = k_v \left( \frac{E'_0}{\gamma_w} \right) \quad (6)$$

di mana  $k_v$  adalah permeabilitas vertikal dari akuitar.

Karena itu, penurunan total adalah penjumlahan dari kompresi pada semua lapisan akuifer dan akuitar

$$\rho_{total} = (\rho_{ult})_{all \text{ aquifers}} + (\rho_t)_{all \text{ aquitards}} \quad (7)$$

Detail dan hasil analisis penurunan dijelaskan dalam bab-bab selanjutnya. Perhitungan pantulan (*rebound*) yang mengikuti kenaikan tekanan air pori pada dasarnya adalah berkebalikan dengan analisis penurunan, dengan kata lain besar pantulan diturunkan dengan mengurangi penurunan pada akhir pemompaan dari pantulan yang dihitung dengan cara yang sama seperti yang dilakukan pada analisis penurunan (*settlement analysis*).

### 3.0 METODOLOGI

Kami telah menggunakan metodologi berikut untuk analisis penurunan yang berhubungan dengan pengambilan air tanah yang direncanakan pada Fasilitas Tangguh LNG:

- a) Membuat profil tanah yang rasional untuk Fasilitas Tangguh LNG termasuk semua lapisan akuifer dan akuitar berdasarkan model air tanah konseptual yang dikembangkan untuk Studi Air tanah.
- b) Akibat data geoteknik yang terbatas khususnya untuk perhitungan amblasan dengan mempertimbangkan kedalaman rencana dari sumur produksi uji coba, profil dan parameter geoteknik diturunkan berdasarkan pendekatan berikut:
- i) Gunakan lapisan-lapisan (akuifer dan akuitar) dari pemodelan air tanah yang dianggap dipengaruhi oleh pemompaan (pengambilan air);
  - ii) Tentukan titik-titik sepanjang dan dalam batas kepemilikan Fasilitas Tangguh LNG;
  - iii) Interpolasi surutan pada akuifer *Steenkool* bagian atas dan bawah dari pemodelan air tanah ke titik-titik dan lokasi-lokasi sumur yang telah ditentukan;
  - iv) Hitung perubahan tegangan dari data surutan;
  - v) Gunakan nilai konduktivitas hidrolik dari pemodelan air tanah;
  - vi) Hitung tegangan *overburden* efektif ( $\sigma_{v0}'$ ) untuk semua lapisan yang digunakan dalam perhitungan amblasan (muka air diasumsikan berada pada muka permukaan);
  - vii) Estimasi modulus elastisitas *drained* ( $E'$ );
    - Untuk akuitar (tanah-tanah berbutir halus/lempung)
      - 1) Estimasi *Overconsolidation Ratio* (OCR) berdasarkan informasi dari Calmarine (Nov 2000) laporan penyelidikan geoteknik
      - 2) Hitung tegangan prakonsolidasi ( $\sigma_p'$ ) dengan mengalikan OCR tegangan *overburden* efektif
      - 3) Hitung kuat geser *undrained* dengan menggunakan hubungan  $su/\sigma_p' = 0,25$  (Jamiolkowski et al, 1985)
      - 4) Hitung modulus elastisitas *undrained* ( $E_u$ ) dengan menggunakan hubungan  $E_u = 750xsu$  (Burland, 1979)
      - 5) Hitung modulus elastisitas *drained* ( $E'$ ) dengan menggunakan hubungan  $E' = 0,77xE_u$  (Wroth, 1972)
    - Untuk akuifer (tanah-tanah berbutir kasar/pasir)
      - 1) Estimasi  $E'$  dengan menggunakan hubungan  $E' = 4.600 * z$  di mana  $z$  kedalaman dalam meter dan  $E'$  dalam satuan kPa (Terzaghi, 1954)
  - viii) Estimasi  $c_v$  berdasarkan data yang pernah dipublikasikan; dan
  - ix) Gunakan surutan (perubahan tekanan pori) dari hasil-hasil pemodelan air tanah untuk akuifer dalam Formasi *Steenkool* bagian atas dan bawah untuk mengembangkan profil perubahan dalam distribusi tegangan efektif untuk setiap lapisan tanah; dengan kata lain dalam periode pemindahan rencana selama 29 tahun.
- c) Hitung penurunan dengan menggunakan Persamaan (7) untuk yang menghasilkan perubahan (kenaikan) tegangan efektif akibat penurunan muka air tanah pada lokasi-lokasi penting termasuk pada sumur-sumur produksi rencana dan dalam dan di sekeliling batas kepemilikan Fasilitas Tangguh LNG.
- d) Hitung pantulan dengan mempertimbangkan model amblasan yang terdiri dari tanah-tanah terkonsolidasi secara berlebih, di mana amblasan terutama bersifat elastik dan dapat berbalik kembali pada akhir pemompaan: dengan kata lain kebalikan penurunan berdasarkan laju yang sama antara pengembangan (*swelling*) pada pelepasan beban (*unloading*) dengan konsolidasi pada pembebanan

dan dengan mengasumsikan perbandingan sebesar 75% antara pengembangan dengan kompresi.

#### 4.0 PEMODELAN GEOTEKNIK

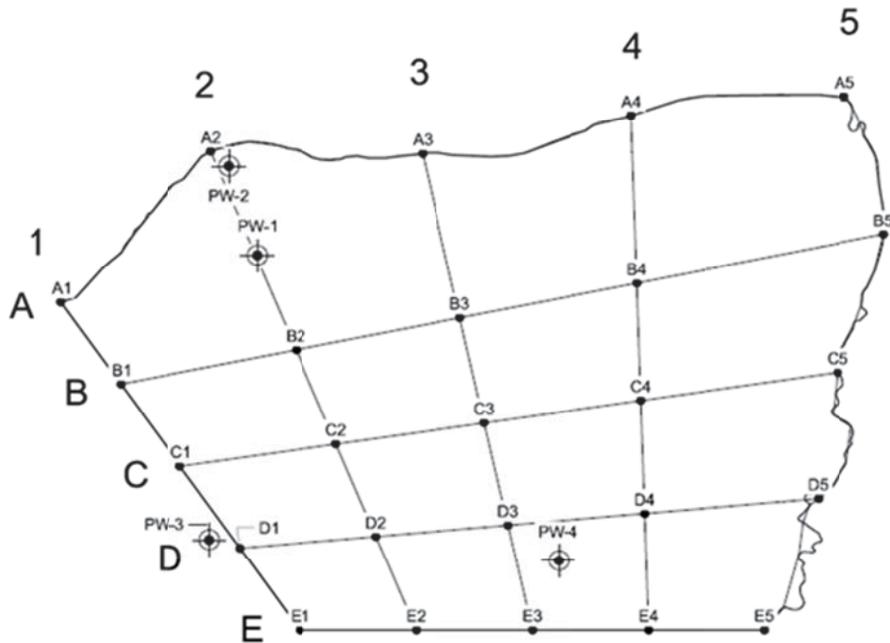
Kami telah menggunakan profil model geoteknik berdasarkan model air tanah konseptual yang dikembangkan bagi lokasi Fasilitas Tangguh LNG yang dikombinasikan dengan estimasi kami terhadap parameter-parameter geoteknik untuk tanah-tanah yang terkonsolidasi secara berlebih seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 1**.

**Tabel 1: Model dan Parameter-Parameter Geoteknik**

Lapisan	Lapisan	Kedalaman Dasar	Tebal	$K_x K_y$	$K_z$	$E_0'$	$C_v$
		m bgs	m	m/hr	m/hr	MPa	m <sup>2</sup> /thn
Sedimen Alluvial	1	10	10	5,0	5,0	10	-
Formasi <i>Steenkool</i> bagian Atas – dominan lempung	2	40	30	$8,6 \times 10^{-3}$	$8,6 \times 10^{-4}$	90	18
Formasi <i>Steenkool</i> bagian Atas – dominan pasir	3	100	60	4,0	0,4	320	-
Formasi <i>Steenkool</i> bagian Atas – dominan lempung	4	155	55	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$	300	12
	5	210	55	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$	310	
	6	265	55	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$	410	
Formasi <i>Steenkool</i> bagian Bawah – dominan pasir	7	295	30	4,0	0,4	1.280	-
Formasi <i>Steenkool</i> bagian Bawah – dominan lempung	8	315	20	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$	420	8
	9	340	25	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$	450	

Catatan: indeks-indeks x,y menyatakan sifat-sifat pada arah lateral dan indeks z menyatakan sifat-sifat pada arah vertikal

**Gambar 1** menggambarkan lokasi-lokasi pilihan disepanjang lokasi Fasilitas Tangguh LNG yang digunakan untuk analisis penurunan dengan perubahan dalam tegangan efektif diturunkan dari surutan yang diinterpolasikan dari hasil pemodelan air tanah sementara seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.



Gambar 1: Lokasi-lokasi pilihan yang digunakan untuk analisis penurunan

Tabel 2: Surutan and Amblasan terestimasi pada Lokasi-Lokasi Terpilih

Titik	Timur (m)	Utara (m)	Surutan pada Lapisan 3 (m)	Surutan pada Lapisan 7 (m)	Amblasan setelah 4 tahun (cm)	Amblasan setelah 29 tahun (cm)
A1	290099	9729057	0,18	7,1	0,7	2,1
A2	291548	9730515	0,10	9,8	1,0	2,8
A3	293593	9730495	0,08	7,1	0,7	2,0
A4	295614	9730862	0,06	5,3	0,5	1,5
A5	297680	9731044	0,04	4,2	0,4	1,2
B1	290676	9728260	0,28	7,8	0,8	2,3
B2	292369	9728592	0,15	8,9	0,9	2,6
B3	293959	9728904	0,10	7,5	0,7	2,2
B4	295669	9729239	0,07	6,0	0,6	1,7
B5	298058	9729707	0,05	4,4	0,4	1,3
C1	291252	9727464	0,20	8,5	0,9	2,5
C2	292759	9727679	0,14	8,4	0,8	2,5
C3	294194	9727884	0,10	7,5	0,8	2,2
C4	295708	9728101	0,08	6,5	0,6	1,9
C5	297617	9728374	0,06	4,9	0,5	1,4
D1	291829	9726667	0,16	9,2	0,9	2,7
D2	293143	9726780	0,12	7,9	0,8	2,3
D3	294423	9726891	0,09	8,3	0,8	2,4
D4	295745	9727004	0,08	7,0	0,7	2,0
D5	297430	9727149	0,06	5,2	0,5	1,5

Titik	Timur (m)	Utara (m)	Surutan pada Lapisan 3 (m)	Surutan pada Lapisan 7 (m)	Amblasannya setelah 4 tahun (cm)	Amblasannya setelah 29 tahun (cm)
E1	292405	9725871	0,11	7,4	0,7	2,2
E2	293531	9725871	0,09	7,1	0,7	2,1
E3	294657	9725871	0,08	7,5	0,7	2,2
E4	295783	9725871	0,07	6,6	0,6	1,9
E5	296909	9725871	0,06	5,5	0,5	1,6
PW 1	292000	9729500	0,13	15,0	1,5	4,3
PW 2	291720	9730370	0,10	15,0	1,5	4,3
PW 3	291897	9726940	0,17	14,0	1,4	4,0
PW 4	294916	9726542	0,09	13,0	1,3	3,7

Catatan: 1. Lapisan 3 adalah Akuifer *Steenkool* bagian Atas, Lapisan 7 is Akuifer *Steenkool* bagian Bawah  
2. Periode Konstruksi selama 4 tahun ditambah dengan Masa Operasional selama 25 tahun

## 5.0 HASIL-HASIL ANALISIS PENURUNAN

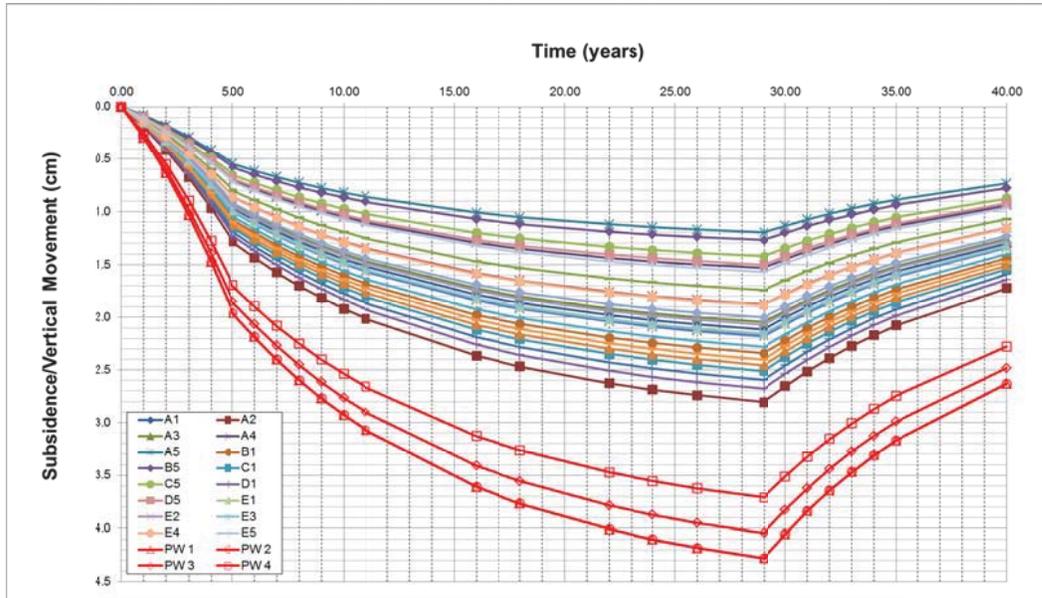
Analisis penurunan telah dilakukan sesuai dengan teori yang dijelaskan dalam **Bagian 2.0** dan metodologi yang dijelaskan dalam **Bagian 3.0**. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, analisis penurunan mencakup kompresi baik dalam akuifer (Lapisan 3 dan 7) dan dalam akuitar yang berbatasan muka secara langsung dengan akuifer-akuifer (Lapisan-Lapisan 2, 4-6 dan 8-9) untuk lapisan-lapisan yang tertera dalam **Tabel 1**.

Berdasarkan *log slimhole* kelihatannya ada banyak lapisan-lapisan kepasiran yang berada diantara lapisan-lapisan yang didominasi oleh lempung; namun karena kemenerusan lapisan-lapisan berpasir ini tidak ditetapkan, dalam model untuk analisis penurunan konsolidasi kami mengasumsikan lapisan yang didominasi lempung memiliki drainase dua arah dan panjang lintasan drainase tersebut adalah 25-50% persen dari tebal lapisan lempung.

Amblasannya yang diestimasi akibat pemindahan air tanah setelah 4 tahun (akhir konstruksi) dan 29 tahun (akhir masa operasi) pada lokasi-lokasi pilihan akibat surutan pada akuifer-akuifer *Steenkool* bagian Atas dan Bawah juga diberikan secara detail dalam **Tabel 2**. Kontur dari amblasannya yang diestimasi di sepanjang lokasi Tangguh LNG ditunjukkan dalam **Gambar 2** yang dikembangkan berdasarkan amblasannya pada lokasi-lokasi pilihan dari analisis penurunan.

Berdasarkan hasil-hasil dari pemodelan air tanah kami mengasumsikan bahwa surutan mencapai kondisi keadaan tunak (*steady state*) setelah kira-kira 5 tahun dan perubahan tegangan yang bergantung pada waktu ini digunakan dalam analisis penurunan. Analisis penurunan konsolidasi kami dengan menggunakan parameter-parameter konsolidasi yang diestimasi mengindikasikan bahwa derajat konsolidasi rata-rata adalah berkisar 90% pada akhir pemompaan (29 tahun).

Plot dari penurunan terhadap waktu pada lokasi-lokasi pilihan di sekitar batas kepemilikan Tangguh LNG ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2: Waktu vs Penurunan pada Titik-titik Pilihan sepanjang Batas Lokasi Proyek Tangguh LNG dan pada Sumur-Sumur Rencana

Kami mengharapkan bahwa pada saat penutupan (29 tahun) pemindahan air akan berhenti, karena itu tekanan pori akan memantul dan menurunkan tegangan efektif dalam tanah yang juga akan menghasilkan pantulan sebagian. **Gambar 2** juga mengilustrasikan perkembangan dari pantulan setelah berhentinya pemindahan air tanah dari empat sumur produksi rencana di lokasi Fasilitas Tangguh LNG.

Akhirnya perlu dicatat bahwa pemodelan amblesan adalah berdasarkan kontur surutan yang diestimasi dan penilaian kami juga berdasarkan pada kombinasi asumsi, interpolasi dan penilaian teknik akibat kurang lengkap nya data geoteknik; karena itu kami merekomendasikan program monitoring amblesan yang efektif untuk dilakukan.

Budi Satriyo  
Senior Geotechnical Engineer

Geoff Perryman  
Associate

BS/GEP/bs

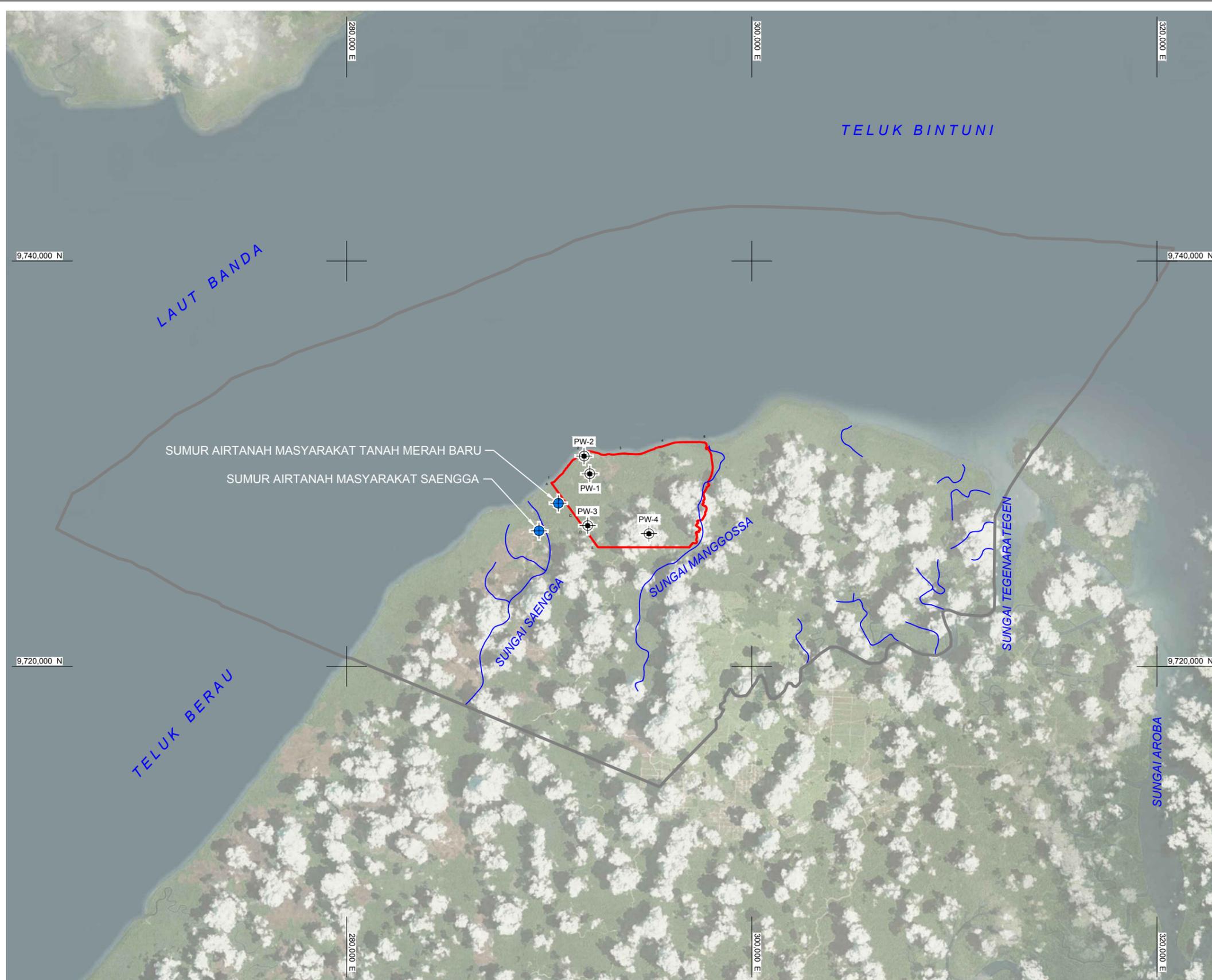
## 6.0 REFERENSI

- 1) Preene M. Assessment of Settlements Caused by Groundwater Control. *Proc. ICE. Geotechnical Engineering*, 2000, 143, Oct., 177-190.
- 2) Powrie W. *Soil Mechanics: Concepts and Applications*. Spon, London, 1997.
- 3) Zhu G. and Yin J-H. Consolidation of Soil under Depth-dependent Ramp Load. *Canadian Geotechnical Journal*, 1998, 35: 344-350.
- 4) Cashman P. M. and Preene M. *Groundwater Lowering in Construction: A Practical Guide*. Spon, London, 2001.

## LAMPIRAN

Gambar 1 – Denah Lokasi

Gambar 2 – Kontur Amblasasi Hasil Interpolasi dari Analisis Penurunan pada Lokasi-lokasi Pilihan (29 tahun sesudah pemompaan dimulai)



**LEGEND**

-  LOKASI SUMUR AIR TANAH UNTUK PEMODELAN
-  SUMUR AIR TANAH MASYARAKAT
-  SUNGAI
-  BATAS PEMODELAN
-  PROPERTI TANGGUH LNG

**CATATAN:**

SISTEM KOORDINAT UTM ZONA 53S WGS 1984.

HAK CIPTA:  
 POTONGAN GAMBAR MICROSOFT (BING TM) DICETAK  
 ULANG DENGAN IZIN DARI MICROSOFT CORPORATION.



www.golder.com  
 GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL  
 & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)

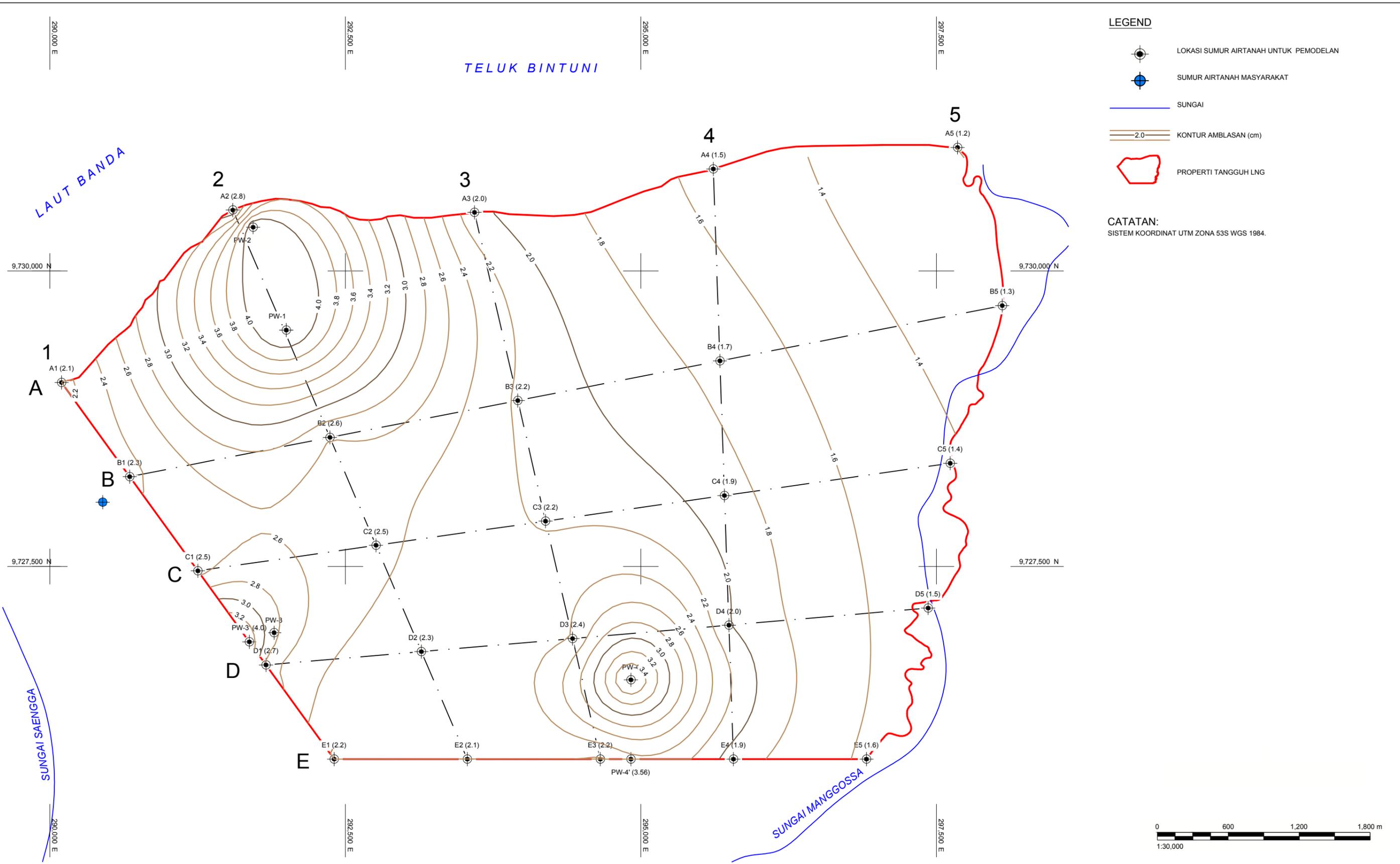
KLIEN <b>BP BERAU LTD</b>		PROYEK <b>PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG - STUDI AIR TANAH</b>			
DIGAMBAR OLEH DS	TANGGAL 05.03.2014	JUDUL GAMBAR <b>DENAH LOKASI</b>			
DIPERIKSA OLEH BS	TANGGAL 05.03.2014				
SKALA 1:200,000	UKURAN A3	NOMOR PROYEK 138716004	NOMOR DOKUMEN 016	TIPE DOKUMEN F	NOMOR GAMBAR 1

TELUK BINTUNI

LEGEND

-  LOKASI SUMUR AIRTANAH UNTUK PEMODELAN
-  SUMUR AIRTANAH MASYARAKAT
-  SUNGAI
-  KONTUR AMBLASAN (cm)
-  PROPERTI TANGGUH LNG

CATATAN:  
SISTEM KOORDINAT UTM ZONA 53S WGS 1984.



 www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	KLIEN <b>BP BERAU LTD</b>		PROYEK <b>PROYEK PENGEMBANGAN TANGGUH LNG - STUDI AIRTANAH</b>			
	DIGAMBAR OLEH DS	TANGGAL 05.03.2014	KONTUR AMBLASAN HASIL INTERPOLASI DARI ANALISIS PENURUNAN PADA TITIK-TITIK TERTENTU (29 TAHUN SETELAH PEMOMPAAN DIMULAI)			
	DIPERIKSA OLEH BS	TANGGAL 05.03.2014				
	SKALA 1:30,000	UKURAN A3	NOMOR PROYEK 138716004	NOMOR DOKUMEN 016	TIFE DOKUMEN F	NOMOR GAMBAR 1



Lampiran V

**Indikator Evaluasi Dampak Penting  
Hipotetik dan Tingkat Sensitivitas  
Dampak**

## Indikator Evaluasi Dampak Penting Hipotetik

Indikator	Kategori	Nilai
Sifat Dampak	<ol style="list-style-type: none"> <li>Positif: Dampak membawa perubahan yang lebih baik terhadap lingkungan</li> <li>Negatif: Dampak membawa perubahan yang lebih buruk terhadap lingkungan</li> </ol>	
Jenis Dampak	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dampak Langsung: Dampak yang ditimbulkan oleh interaksi secara langsung antara aktivitas proyek yang direncanakan dengan komponen lingkungan penerima dampak</li> <li>Dampak Turunan (Sekunder, Tersier, dan seterusnya): Dampak turunan dari dampak primer</li> <li>Dampak Tidak Langsung: Dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas lain, di mana aktivitas lain ini muncul sebagai akibat keberadaan proyek (misalnya: munculnya industri-industri servis di sekitar wilayah proyek)</li> <li>Dampak Kumulatif: Dampak dari suatu kegiatan berlangsung bersama dengan dampak dari kegiatan lainnya terhadap reseptor pada ruang dan waktu yang sama</li> <li>Dampak Sisa: Dampak yang masih tersisa setelah pengelolaan yang direncanakan akan dilakukan terhadap aktivitas penyebab dampak</li> </ol>	
Lama Dampak Berlangsung	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sementara: 0 – 1 Tahun</li> <li>Jangka Pendek: 1 – 5 Tahun</li> <li>Jangka Panjang: 5 – 30 Tahun</li> <li>Permanen: Lebih dari 30 tahun dan tidak dapat dikembalikan seperti keadaan semula</li> </ol>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
Persebaran Dampak	1. Lokal: Di lokasi proyek, sejauh beberapa hektar, dan desa-desa di dekat lokasi proyek	2
	2. Regional: Tingkat Kabupaten dan Provinsi	3
	3. Global: Dampak nasional dan menjadi perhatian internasional	4
Besaran Dampak	<ol style="list-style-type: none"> <li>Diabaikan</li> <li>Kecil</li> <li>Sedang</li> <li>Tinggi</li> </ol>	<p>Dampak berasal dari kombinasi beberapa aspek dibawah ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sifat Dampak</li> <li>Ukuran Dampak dan Intensitas Dampak</li> <li>Persebaran Dampak</li> <li>Lama Dampak Berlangsung</li> </ol>
Intensitas Dampak*	<ol style="list-style-type: none"> <li>Rendah: Dampak terjadi kurang dari 1 kali dalam 1 bulan (1 kali per 2 bulan, dan seterusnya)</li> <li>Sedang: Dampak terjadi 1 kali dalam 1 bulan</li> </ol>	

Indikator	Kategori	Nilai
	3. Tinggi: Dampak terjadi 2 kali dalam 1 minggu 4. Sangat Tinggi: Dampak terjadi setiap hari	
Sensitivitas Penerima Dampak	1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi	Lihat indikator sensitivitas terlampir
Kerawanan Dampak	1. Sangat rendah	Kerawanan dampak ditentukan dengan membandingkan Besaran Dampak dan Sensivitas Penerima Dampak
	2. Rendah	
	3. Sedang	
	4. Tinggi	
	5. Sangat Tinggi	
Peluang Kejadian Dampak	1. Sangat kecil: Suatu peristiwa kemungkinan terjadinya sangat kecil, namun dapat terjadi suatu waktu dalam kondisi operasi normal (pernah didengar peristiwa tersebut terjadi pada suatu industri)	1
	2. Kecil: Suatu peristiwa mungkin terjadi suatu waktu (peristiwa pernah terjadi sebelumnya di perusahaan)	2
	3. Sedang: Suatu peristiwa sangat mungkin terjadi (peristiwa terjadi beberapa kali dalam setahun di perusahaan)	3
	4. Tinggi: Suatu peristiwa terjadi dalam kondisi operasi normal (tidak dapat dihindari, peristiwa terjadi berulang kali dalam satu tahun pada suatu lokasi di perusahaan)	4
Sifat Penting Dampak	1. Diabaikan: Dampak akan sedikit terdeteksi; membawa sedikit perubahan pada situasi saat ini 2. Minor: Terdeteksi adanya dampak tetapi tidak penting 3. Moderate: Penting, dampak harus dikelola 4. Mayor: Sangat penting; dampak harus dikelola 5. Kritis: Dampak sangat besar; perlu intervensi dari manajemen tingkat atas BP	Sifat Penting Dampak ditentukan dengan membandingkan Peluang Kejadian Dampak dan Kerawanan Dampak

\*Indikator ini tidak termasuk dalam bagian tabel HII (DPH). Indikator tersebut digunakan untuk mempermudah penentuan nilai Besaran Dampak

<b>Perserbaran Dampak</b>	<i>Global</i>	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	<b>Ukuran Dampak</b>
	<i>Regional</i>	Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi	
	<i>Lokal</i>	Diabaikan	Rendah	Sedang	Sedang	
		<i>Rendah</i>	<i>Sedang</i>	<i>Tinggi</i>	<i>Sangat Tinggi</i>	
<b>Intensitas Dampak</b>						

<b>Lama Dampak Berlangsung</b>	<i>Permanen</i>	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	<b>Besaran Dampak</b>
	<i>Jangka Panjang</i>	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi	
	<i>Jangka Pendek</i>	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	
	<i>Sementara</i>	Diabaikan	Rendah	Rendah	Sedang	
	<i>Diabaikan</i>	<i>Rendah</i>	<i>Sedang</i>	<i>Tinggi</i>		
<b>Ukuran Dampak</b>						

## Tingkat Sensitivitas Dampak

Indikator Penyaringan	Sensitivitas Rendah 1	Sensitivitas Sedang 2	Sensitivitas Tinggi 3
<p>Kesehatan Masyarakat Mempertimbangkan 3 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fasilitas Kesehatan seperti : Pusat Kesehatan Masyarakat(Puskesmas, Posyandu, Rumah Sakit rujukan)</li> <li>2) Sumber daya medis, seperti : akses untuk obat-obatan , tenaga kesehatan.</li> <li>3) Pendapatan rumah tangga (sebagai sumber untuk mendapatkan pelayanan kesehatan)</li> </ol>	<p>Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas, Rumah Sakit) jumlahnya memadai dan dapat diakses dan sumber daya medis seperti tersedianya obat-obatan, tenaga kesehatan yang bersertifikat dalam jumlah yang memadai dan dapat diakses,</p> <p>Pendapatan masyarakat yang layak untuk mengakses layanan kesehatan, pengobatan diri sendiri dan keluarga, dan perawatan medis yang diperlukan</p>	<p>Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas, Rumah Sakit) jumlahnya sedikit dan tidak mudah diakses dan tersedianya sumber daya medis: tersedianya beberapa obat-obatan, tenaga kesehatan dan sebagian pendapatan masyarakat mencukupi untuk dapat mengakses layanan kesehatan, pengobatan diri sendiri dan keluarga, dan perawatan medis yang diperlukan</p>	<p>Tidak ada atau kurangnya ketersediaan dan akses terhadap Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas, Rumah Sakit) dan tidak ada/kurangnya obat-obatan yang disediakan: tidak adanya ketersediaan obat-obatan yang diperlukan, tidak adanya ketersediaan tenaga kesehatan yang bersertifikat, penyakit dan kesehatan penduduk hanya ditangani oleh tenaga kesehatan tradisional dengan cara pengobatan tradisional.</p> <p>Rendahnya pendapatan masyarakat untuk dapat mengakses pelayanan kesehatan yang baik, serta pengobatan diri sendiri dan keluarga, dan perawatan medis yang diperlukan.</p>
<p>Pendidikan Mempertimbangkan 3 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fasilitas pendidikan seperti : SD, SMP/SMA, perpustakaan, lembaga kursus</li> <li>2) Rasio Guru-Murid: seperti rasio jumlah guru Sekolah Dasar dengan murid (jumlah guru yang tersedia untuk murid).</li> <li>3) Tingkat Pendapatan ( sebagai sumber utama untuk dapat mengakses standar pelayanan dan</li> </ol>	<p>SD, SMP, SMA, perpustakaan, dan/atau lembaga kursus tersedia dan dapat diakses untuk sebagian dan Rasio guru murid SD adalah 1:20 atau lebih (1 guru untuk 20 murid) dan pendapatan masyarakat yang layak untuk memperoleh layanan pendidikan, seperti pendaftaran, waktu belajar pada semua tingkatan</p>	<p>Tersedianya SD, SMP, SMA, perpustakaan, dan/atau lembaga kursus yang dapat diakses oleh sebagian penduduk dan Rasio guru-murid SD adalah 1:20 atau lebih kecil.</p> <p>Pendapatan masyarakat untuk dapat mengakses beberapa pelayanan pendidikan, seperti pendaftaran.</p>	<p>Sekolah yang tidak berstandar dan bersertifikasi, perpustakaan, atau lembaga kursus atau Tidak tersedianya guru, dimana rasio guru-murid SD adalah kurang dari 1:20 atau Rendahnya pendapatan rumah tangga dalam hal memperoleh pendidikan yang layak, pendaftaran dan belajar di</p>

Indikator Penyaringan	Sensitivitas Rendah	Sensitivitas Sedang	Sensitivitas Tinggi
	1	2	3
fasilitas pendidikan	sekolah		sekolah
<p>Ekonomi</p> <p>Mempertimbangkan 3 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Modal: untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan membangun usaha</li> <li>2) Pasar: ketersediaan dan akses pasar yang kompetitif; seperti pasar dan jaringan pemasaran</li> <li>3) Sumber daya seperti : fasilitas dan peralatan produksi, ketrampilan ber usaha dan berproduksi, keuangan</li> </ol>	<p>Pendapatan dan/atau aset masyarakat yang layak untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan menabung, memperoleh dan menggunakan layanan publik, dan membangun usaha dan tersedianya pasar yang dapat diakses oleh masyarakat (sebagai pembeli dan penjual yang kompetitif); dan sebagian telah berkompetisi secara wajar di pasar yang kompetitif dan fasilitas yang memadai; dan jumlah alat produksi, dan lembaga keuangan yang sehat yang dapat diakses oleh masyarakat untuk membangun usaha.</p>	<p>Pendapatan dan atau aset masyarakat yang layak untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan atau menabung, dan atau memperoleh dan menggunakan layanan publik dan pasar sulit untuk diakses oleh masyarakat (sebagai pembeli dan penjual kompetitif); dan sedikit orang yang telah berkompetisi secara wajar di pasar yang kompetitif dan beberapa fasilitas; sedikit/tidak adanya alat produksi; sedikit/tidak adanya lembaga keuangan yang dapat diakses oleh masyarakat untuk membangun usaha.</p>	<p>Pendapatan dan atau masyarakat yang rendah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, atau menabung, atau mengakses dan menggunakan layanan publik, atau membangun usaha atau tidak tersedianya pasar yang dapat diakses; dan tidak adanya kompetisi pasar atau tidak ada atau kurangnya fasilitas alat produksi, atau lembaga keuangan yang dapat diakses oleh masyarakat untuk membangun usaha.</p>
<p>Kebudayaan</p> <p>Mempertimbangkan 2 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tingkat rasionalitas; seperti pengetahuan, tradisi, konsumsi produk modern dan penggunaannya.</li> <li>2) Situs dan warisan budaya yang penting; misalnya monumen suci, situs alam, properti dengan nilai-nilai estetika, paleontology, arkeologi, ilmiah, ethnologi, antropologi, atau keagamaan</li> </ol>	<p>Gaya hidup modern pada sebagian besar masyarakat, pemikiran rasional yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, tidak adanya atau sedikit penerapan tradisi, sebagian besar masyarakat memiliki dan menggunakan produk modern atau tidak .</p>	<p>Gaya hidup tradisional pada sebagian/seluruh masyarakat, beberapa kebijakan tradisional/lokal, dan rasionalitas yang tercermin dalam kehidupan sehari-hari, penting untuk menjalankan tradisi, sedikit masyarakat memiliki dan menggunakan produk modern dan terdapat situs budaya lokal atau warisan budaya, yang oleh masyarakat lokal atau pemerintahan otoritas diakui sebagai situs atau warisan budaya yang penting</p>	<p>Gaya hidup tradisional pada sebagian besar/semua masyarakat, kebijakan tradisional/lokal dan rasionalitas tercermin dalam kehidupan sehari-hari, sangat penting untuk menjalankan tradisi, tidak ada/sedikit orang memiliki dan menggunakan produk modern dan terdapat situs budaya lokal atau warisan budaya, yang oleh masyarakat lokal atau pemerintahan otoritas diakui sebagai situs atau warisan budaya yang sangat penting</p>

Indikator Penyaringan	Sensitivitas Rendah 1	Sensitivitas Sedang 2	Sensitivitas Tinggi 3
<p>Persepsi Sosial dan Ketegangan Sosial</p> <p>Mempertimbangkan 3 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Harapan masyarakat dan citra perusahaan BP Tangguh</li> <li>2) Ketegangan Sosial; misalnya gangguan, pertentangan, kerusakan, keluhan, konflik</li> <li>3) Kemampuan pihak yang berwenang dalam menangani dan menyelesaikan ketegangan</li> </ol>	<p>Kesetaraan antara harapan masyarakat dan visi dan misi sosial Tangguh; Tangguh dinilai masyarakat sebagai perusahaan yang baik dan</p> <p>minor/tidak adanya gangguan terhadap masyarakat: keluhan dan pertentangan minor (tidak menyebabkan cedera) dan minor/tidak adanya kerusakan infrastruktur dan</p> <p>pemerintahan/otoritas yang berwenang secara rutin mengatasi dan menyelesaikan ketegangan sosial</p>	<p>Harapan masyarakat atas beberapa/seluruh kegiatan Tangguh adalah lebih besar dari visi dan misi sosial serta perencanaan Tangguh, yang secara bertahap akan menurunkan citra dari Tangguh</p> <p>atau</p> <p>gangguan moderat terhadap masyarakat seperti : keluhan dan pertentangan moderat (menyebabkan cedera) dan kerusakan infrastruktur moderat</p> <p>dan</p> <p>pemerintah/otoritas yang berwenang tidak berhasil mengatasi dan menyelesaikan ketegangan sosial</p>	<p>Harapan masyarakat atas beberapa/seluruh kegiatan Tangguh adalah jauh lebih besar dari visi misi perencanaan sosial</p> <p>atau</p> <p>gangguan berat pada masyarakat: keluhan dan pertentangan yang sering dan meluas (menyebabkan korban jiwa) dan kerusakan infrastruktur yang parah pemerintah/otoritas yang berwenang gagal untuk mengatasi dan menyelesaikan ketegangan sosial</p>
<p>Tenaga Kerja</p> <p>Mempertimbangkan 3 faktor penting:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ketrampilan dan pengalaman tenaga kerja</li> <li>2) Industri sekitar dan tawaran pekerjaan</li> <li>3) Layanan keuangan</li> </ol>	<p>Tenaga kerja yang sangat terampil dan berpengalaman dan</p> <p>infrastruktur industri yang baik dan jumlah pekerjaan yang tersedia dari industri di sekitar dan</p> <p>jasa keuangan yang baik dan berkualitas</p>	<p>Tenaga kerja yang terampil namun kurang berpengalaman atau</p> <p>beberapa kesenjangan yang signifikan dalam infrastruktur industri (misalnya telekomunikasi) dan tawaran pekerjaan yang dapat diakses oleh sebagian besar masyarakat atau</p> <p>kualitas jasa keuangan yang terbatas</p>	<p>Kurangnya tenaga kerja yang terampil dan berpengalaman atau</p> <p>infrastruktur industri yang kurang dan/atau sedikitnya tawaran pekerjaan yang dapat diakses oleh sebagian masyarakat atau</p> <p>buruknya kualitas jasa keuangan</p>

Indikator Penyarangan	Sensitivitas Rendah 1	Sensitivitas Sedang 2	Sensitivitas Tinggi 3
Transportasi Fasilitas transportasi seperti jumlah dan kualitas infrastruktur; misalnya jalan, transportasi publik	Tersedianya jalan yang baik, dan lalu lintas air dengan arah yang jelas, dan tersedianya transportasi darat dan air yang baik	Tersedianya jalan yang baik, dan masyarakat menggunakan transportasi air, tersedianya arah pada lalu lintas air, dan tersedianya transportasi darat dan laut.	Tidak ada/sedikit jalan yang tersedia, dan tidak ada arah lalu lintas air, dan tidak ada/sedikit transportasi publik darat dan laut
Demografis Mempertimbangkan faktor dibawah ini: 1) Komposisi penduduk asli-pendatang	Penduduk asli jumlahnya minoritas, dan memiliki pendapatan rumah tangga dan/atau aset yang layak untuk memenuhi keperluan mereka sehari-hari, dan menabung, dan akses untuk menggunakan layanan publik seperti kesehatan, pendidikan, dan lain-lain.	Komposisi yang seimbang antara penduduk asli dan pendatang	Penduduk asli jumlahnya mayoritas, dan tidak memiliki pendapatan rumah tangga dan/atau aset yang layak untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, menabung, dan akses untuk menggunakan layanan publik (kesehatan, pendidikan, dan lain-lain)

# Lampiran VI

## **Pembahasan Aspek Non Teknis**

Lampiran VI ini dibuat sebagai catatan mengingat bahwa di dalam proses penyusunan AMDAL Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, terdapat beberapa aspek non-teknis yang biasanya bukan merupakan bagian dari lingkup studi AMDAL karena memang aspek non-teknis tersebut bukan merupakan dampak langsung yang timbul sehubungan dengan adanya rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Di samping itu, penyelesaian beberapa aspek non-teknis tersebut lebih banyak membutuhkan keterlibatan pihak lain di luar Tangguh LNG sebagai pemrakarsa Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Aspek-aspek non-teknis yang dimaksud meliputi: 1) Alokasi Gas; 2) Dana Bagi Hasil (DBH) dan; 3) Kompensasi Adat.

### 1. Alokasi Gas

Sebagai bagian dari komitmen aspek non-teknis dari Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, Tangguh LNG mendukung upaya untuk merealisasikan Surat Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 4112 /13/MEM.M/2014 tertanggal 18 Juni 2014 Perihal: Persetujuan Alokasi LNG dari Kilang LNG Tangguh Kepada Provinsi Papua Barat untuk Pemenuhan Kebutuhan Kelistrikan di Wilayah Papua ("**Surat Menteri ESDM**"). Dukungan Tangguh LNG diberikan dengan tetap memperhatikan persyaratan penjualan LNG tersebut sebagaimana tertuang di dalam surat BP Berau Ltd. kepada SKK Migas No. 1495/SKK MIGAS/Berau/S/2014 tertanggal 22 Mei 2014 Perihal: Konfirmasi untuk Menjual sampai dengan Maximum 20 mmscf Gas Pipa atau 0,16 mtpa LNG untuk Pembangkitan Listrik di Provinsi Papua Barat dan Provinsi Papua ("**Surat BP**"), dan persyaratan lainnya yang akan disepakati oleh Tangguh LNG dengan calon pembeli LNG, serta ketentuan hukum yang berlaku.

Untuk merealisasikan Surat Menteri ESDM tersebut, SKK Migas telah mengeluarkan surat kepada BP Berau Ltd. No. SRT-0022/SKKH0010/2014/S2 tertanggal 1 Juli 2014 Perihal: Alokasi LNG dari Kilang LNG Tangguh kepada Provinsi Papua Barat untuk Pemenuhan Kebutuhan Listrik di Wilayah Papua ("**Surat SKK Migas**"). Di dalam Surat SKK Migas tersebut, Tangguh LNG diminta untuk mengkoordinasikan pembahasan dengan Gubernur Papua Barat, Bupati Teluk Bintuni dan Bupati Fakfak guna menyepakati satu BUMD/Perusda yang akan menjadi pihak pembeli LNG.

Realisasi atas komitmen alokasi gas untuk kepentingan kelistrikan di Wilayah Papua juga akan sangat tergantung pada, antara lain, keputusan bersama oleh Gubernur Papua Barat, Bupati Teluk Bintuni dan Bupati Fakfak untuk menyepakati satu BUMD/Perusda yang akan menjadi calon pembeli LNG sesuai dengan aturan yang berlaku, kemampuan BUMD/Perusda yang ditunjuk untuk mendanai dan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Gas dengan jadwal yang sesuai dengan perkembangan Proyek Pembangunan Tangguh Train 3 serta dengan biaya yang secara komersial wajar, serta kemampuan BUMD/Perusda untuk menjual listrik kepada PLN atau konsumen dengan harga jual yang layak.

## 2. Dana Bagi Hasil (DBH)

Sehubungan dengan tuntutan masyarakat dan pemerintah daerah untuk mendapatkan informasi yang jelas mengenai DBH yang akan diperoleh dari penjualan hidrokarbon yang dihasilkan dari proyek Tangguh LNG, Kementerian Keuangan dengan dukungan SKK Migas dan Ditjen Migas agar memberikan informasi mengenai perkiraan nilai DBH yang akan diterima oleh Pemerintah Daerah, khususnya selama masa konstruksi Proyek Pengembangan Tangguh LNG yang diperkirakan berlangsung pada tahun 2014-2019. Perkiraan Penerimaan DBH selama kurun waktu tersebut akan mempertimbangkan kesepakatan antara Tangguh LNG dengan SKK Migas yang tertuang di dalam Berita Acara tertanggal 26 April 2013 untuk menjaga penerimaan tahunan bagian Pemerintah Kabupaten Teluk Bintuni dari Tangguh pada tingkat nilai yang memadai dengan mengatur pemungutan hak pengembalian Pajak Pertambahan Nilai (PPN) selama pelaksanaan *engineering* dan konstruksi Proyek Tangguh LNG Train 3. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah perkiraan tingkat produksi Tangguh LNG dan asumsi faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi perhitungan DBH selama kurun waktu tersebut.

## 3. Kompensasi Adat

Bupati Teluk Bintuni akan berkoordinasi dengan Gubernur Papua Barat, SKK Migas serta Tangguh LNG untuk mempersiapkan program sebagai tanggapan atas aspirasi masyarakat adat untuk mendapatkan “uang ketuk pintu” sebesar Rp. 54.000.000.000,00 (lima puluh empat miliar rupiah).

Kronologi pembahasan atas ke-tiga aspek non-teknis AMDAL oleh pihak-pihak terkait di Jakarta, antara lain, sebagai berikut:

Tanggal	Perihal	Tempat	Peserta Rapat	Keterangan
7 Januari 2014	Tiga aspek non-teknis AMDAL	Kantor KLH Jakarta	Pimpinan: Menteri Lingkungan Hidup Peserta antara lain: 1. Gubernur Papua Barat; 2. Kepala MRP; 3. Kepala DPRD Papua Barat; 4. Bupati Fakfak; 5. Bupati Bintuni; 6. Bapedalda Papua Barat; 7. KLH Bintuni; 8. BLH Fakfak; 9. Dirjen Migas; 10. SKK Migas; 11. Wakil BP Berau Ltd.	Di dalam pertemuan tersebut Menteri LH menyampaikan bahwa pertemuan lanjutan yang khusus membahas ketiga aspek non-teknis AMDAL harus segera dilakukan oleh pejabat yang berwenang.  Secara paralel, persiapan Rapat Komisi AMDAL lanjutan di Bintuni akan terus dilakukan, didahului oleh pertemuan antara Bupati Fakfak dan Bupati Teluk Bintuni dengan masyarakatnya.  Risalah rapat kemudian disampaikan oleh Menteri LH kepada Menteri ESDM dan MenKeu.

Tanggal	Perihal	Tempat	Peserta Rapat	Keterangan
23 Januari 2014	Tiga aspek non-teknis AMDAL	Kantor Kementrian ESDM Jakarta	Pimpinan: Wakil Menteri ESDM Peserta antara lain: 1. Dirjen Migas; 2. Deputi I KLH; 3. Gubernur Papua Barat; 4. Kepala DPRD PB; 5. Bupati Teluk Bintuni; 6. Bupati Fakfak, 7. DJPK; 8. Sekretaris SKK Migas; 9. BP Berau Ltd	Wakil Menteri ESDM menyampaikan agar Dirjen Migas mengundang wakil Depdagri, Kemenkeu, BPKP, BPK, SKK Migas untuk membahas DBH dan kompensasi adat.  Wamen ESDM menyatakan dukungannya agar surat persetujuan alokasi gas segera dikeluarkan. Oleh karenanya, Dirjen Migas dan SKK Migas diminta untuk menyelesaikan proses administratif yang tertunda terkait masalah alokasi gas ini.  Proses AMDAL tetap dilanjutkan dan direncanakan dilakukan di Bintuni pada 11-12 Februari 2014.
28 Januari 2014	DBH dan Kompensasi Adat	Kantor Dirjen Migas Jakarta	Pimpinan: Dirjen Migas Peserta: 1. Perwakilan DJPK; 2. Direktorat Jendral Anggaran; 3. Direktorat Jendral Pajak (DJP); 4. Deputi I KLH; 5. Direktur terkait Migas; 6. Sekretaris SKK Migas; 7. BPKP; dan 8. BP Berau Ltd.	Dirjen Migas menyampaikan agar SKK Migas, Migas dan Kemenkeu diminta melanjutkan koordinasi untuk menyelesaikan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam menyusun prognosa angka simulasi DBH Tangguh.  Arahan Dirjen Migas: Tangguh LNG agar berkoordinasi dengan Bupati Teluk Bintuni untuk membuat daftar program sebagai langkah untuk menyelesaikan masalah kompensasi adat.  BPKP mengingatkan agar dihindari adanya pembayaran dalam bentuk tunai atas kompensasi adat ini karena hal tersebut berpotensi menimbulkan adanya pelanggaran terhadap perundang-undangan anti korupsi, apabila pembayaran dalam bentuk tunai tersebut tidak mengikuti ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Tanggal	Perihal	Tempat	Peserta Rapat	Keterangan
7 Februari 2014	DBH	Kantor Ditjen Migas Jakarta	Pimpinan: Direktur Pembinaan Program Migas Peserta : 1. Perwakilan dari Ditjen Perimbangan Keuangan (DJPK); 2. Ditjen Pajak (DJP); 3. Ditjen Migas; 4. SKK Migas; 5. BP Berau Ltd.	SKK Migas akan memberikan data pendukung tentang penghasilan Tangguh, termasuk penjelasan realisasi yang dicapai 2013.  Hasil perhitungan perkiraan DBH akan dipresentasikan sebelum Sidang Komisi Amdal di Bintuni
14 April 2014	Alokasi Gas	Kantor Dirjen Migas	Pimpinan: Direktur Pembinaan Program Migas Peserta: 1. Perwakilan SKK Migas; 2. PT PLN (Persero); 3. Pemda Papua Barat; 4. BP Berau Ltd	Diperlukan segera surat resmi rekomendasi SKK Migas dan surat konfirmasi BP Berau Ltd mengenai kesediaan alokasi gas untuk kelistrikan di Wilayah Papua, sehingga Dirjen Migas dapat meneruskan rekomendasi tersebut kepada Menteri ESDM. SKK Migas dan BP Berau Ltd akan segera menindaklanjuti hasil rapat tersebut.
15 April 2014	Isu-isu yang menunda Proyek Pengembangan Tangguh (Alokasi Gas, DBH dan Kompensasi Adat)	Kantor MenKo Jakarta	Pimpinan: Kepala Komite Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (KP3EI) Peserta: 1. Perwakilan dari Kemenko Perekonomian; 2. Kemkeu (DJPK) 3. Kemdagri, Ditjen Migas; 4. SKK Migas; dan 5. Pemda Papua Barat	Semua instansi terkait agar berkoordinasi untuk segera menyelesaikan proses persetujuan AMDAL Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, terutama masalah-masalah yang menunda persetujuan tersebut. KP3EI akan terus memantau perkembangan penyelesaian AMDAL ini.

Tanggal	Perihal	Tempat	Peserta Rapat	Keterangan
8 Mei 2014	DBH	Kantor Dit. PNBP, DJA	Pimpinan: Kasubdit PNBP Peserta: 1. Perwakilan Dit. Penerimaan Negara Bukan Pajak - Ditjen Anggaran (PNBP-DJA); 2. Ditjen Pajak; 3. SKK Migas	Beberapa tambahan data penting dibutuhkan oleh DJA dari Ditjen Pajak, SKK Migas dan BP Berau Ltd.
2 Juni 2014	DBH	Kantor Direktur PNBP, DJA (Kemenkeu)	Pimpinan: Kasubdit PNBP DJA Peserta: 1. Perwakilan SKK Migas; and 2. Ditjen Migas	SKK Migas diminta untuk menyampaikan hasil klarifikasi data tentang distribusi penerimaan dan <i>entitlement</i> Pemerintah pada 2014-2020 dari LNG Tangguh, dan data kewajaran nilai <i>Cost Recovery</i> dan kewajaran nilai perkiraan <i>reimbursement</i> PPN setiap tahun.
13 Juni 2014	Tiga aspek non-teknis AMDAL	Kantor ESDM Jakarta	Pimpinan: Wakil Menteri ESDM Peserta: 1. Direktur Pembinaan Hulu Migas; dan 2. tim Ditjen Migas, Deputi I KLH; 3. Perwakilan Kemenkeu (DJPK dan DJP); 4. SKK Migas (Ketua UPP Tangguh Train 3); dan 5. Wakil Direktur Hulu Migas di Kemenko Perekonomian; dan 6. BP Berau Ltd.	Surat persetujuan alokasi gas untuk Papua Barat - termasuk Teluk Bintuni dan Fakfak akan ditandatangani Menteri ESDM minggu depan. Dirjen Migas agar segera menyampaikan surat rekomendasi ke Menteri ESDM terkait persetujuan ini sesegera mungkin.  Kemenkeu masih menunggu tambahan / revisi data dari SKK Migas. Kemenkeu agar memberikan penjelasan perkiraan DBH Tangguh dalam bentuk surat resmi ke Pemda Bintuni.  Arahan Wamen: Diperlukan pernyataan komitmen bersama antara Bupati Bintuni, Gubernur Papua Barat, BP, SKK Migas dan Ditjen Migas dalam menganggapi aspirasi masyarakat atas kompensasi adat Rp 54M.

Tanggal	Perihal	Tempat	Peserta Rapat	Keterangan
3 Juli 2014	Tiga aspek non-teknis AMDAL	Hotel Sahid Jaya Jakarta	Pimpinan: Head of Country BP Peserta: 1. AsDep KLH; 2. Ketua DPRD Papua Barat; 3. Sekda Bintuni; 4. Sekda Fakfak; 5. Direktur Dana Perimbangan (Kemenkeu); 6. Perwakilan SKK Migas (Ketua UPP Tangguh Train 3); dan 7. BP Berau Ltd	Melalui Sekda, kedua Bupati menyampaikan dukungannya terhadap persetujuan AMDAL serta mengharapkan agar ke-tiga aspek non-teknis tetap dapat dilanjutkan secara terpisah.  KLH menyampaikan bahwa ke-tiga aspek non-teknis ini akan dimasukkan dalam SK Kelayakan Lingkungan yang mencakup kewajiban pihak terkait. SK Kelayakan Lingkungan ini akan disampaikan KLH kepada institusi terkait untuk ditindaklanjuti.

**Referensi korespondensi terkait dan undangan rapat untuk pembahasannya :**

1. Surat Menteri Lingkungan Hidup kepada Presiden No. B-14078/MENLH/PDAL/12/2013 tanggal 23 Desember 2013, perihal Dana Bagi Hasil, Kompensasi Adat dan lain-lain termasuk Alokasi Gas;
2. Surat Menteri Lingkungan Hidup kepada Menteri ESDM dan Menteri Keuangan No. B-476/MENLH/PDAL/01/2014 tanggal 17 Januari 2014, perihal Dana Bagi Hasil;
3. Surat undangan rapat tanggal 23 Januari 2014 dari Sekretaris Jenderal ESDM No. 071/Und/SJN/2014 tanggal 22 Januari 2014, perihal Dana Bagi Hasil, Alokasi Gas, Kompensasi Adat;
4. Surat undangan rapat tanggal 28 Januari 2014 dari Direktur Teknik dan Lingkungan Migas No. 192/18.05/DMT/2014 tanggal 24 Januari 2014, perihal Dana Bagi Hasil dan lain-lain;
5. Surat undangan rapat tanggal 7 Februari 2014 dari Direktur Pembinaan Program Migas No. 286/Und/04/DMB/2014 tanggal 5 Februari 2014, perihal Dana Bagi Hasil;
6. Surat Menteri Lingkungan Hidup kepada Menteri ESDM dan Menteri Keuangan No. B-4758/MENLH/PDAL/04/2014 tanggal 29 April 2014, perihal Tindak Lanjut Dana Bagi Hasil, Uang Ketuk Pintu, Alokasi Gas;
7. Surat undangan rapat tanggal 13 Juni 2014 dari Wakil Menteri ESDM No. 0713/Und/04/WM/2014 tanggal Juni 2014, perihal Tindak Lanjut AMDAL LNG Tangguh;
8. Surat undangan rapat pada tanggal 3 Juli 2014 di Hotel Sahid Jaya dari Head of Country BP Berau Ltd. tertanggal 1 Juli 2014, perihal Koordinasi Amdal Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG.



MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA

Nomor : B-14078 /MENLH/PDAL/12/2013  
Hal : Laporan Proses Penilaian Dokumen AMDAL  
Rencana Kegiatan Pengembangan Tangguh LNG  
oleh BP Berau Ltd.

23 Desember 2013

Yth.  
**Presiden Republik Indonesia**  
di  
Jakarta

Sehubungan dengan pelaksanaan penilaian dokumen AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., maka bersama ini dengan hormat disampaikan laporan sebagai berikut:

1. Proses penilaian AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd. telah melalui proses penilaian KA ANDAL dan telah diterbitkan Keputusan Kesepakatan KA ANDAL dengan Surat Keputusan Ketua Komisi Penilai AMDAL Pusat, Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 30 Tahun 2013 tentang Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd. pada tanggal 24 Juli 2013. Selanjutnya telah dilakukan penilaian dokumen ANDAL, RKL dan RPL pada tanggal 28 Desember 2013 untuk Rapat Tim Teknis Penilai AMDAL Pusat dan Rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat pada tanggal 5 Desember 2013 di Bintuni.
2. Pada Rapat Komisi Penilai AMDAL di Bintuni tersebut perwakilan dari masyarakat yang hadir menyampaikan beberapa *concern* terkait dengan proyek Pengembangan LNG Tangguh secara keseluruhan. Benang merah dari masukan-masukan yang disampaikan adalah masyarakat menolak untuk membahas dan menerima rencana pengembangan *Train 3* dan *4* LNG Tangguh sebelum Pihak BP Berau Ltd. menyelesaikan masalah 'tersisa' dari pembangunan dan pengembangan *Train 1* dan *2* eksisting.

Beberapa masalah yang terkait dengan *Train 1* dan *2* antara lain:

- a. Pembagian Dana Bagi Hasil (DBH) yang lebih adil dan transparan dimana masyarakat menuntut:
  - 1) Porsi terbesar DBH diberikan kepada Kabupaten bukan kepada Provinsi, sehingga masyarakat meminta penjelasan kepada Gubernur Papua Barat yang berdasarkan Peraturan Gubernur telah membagi DBH dengan porsi bagi provinsi lebih besar dari porsi untuk kabupaten penghasil;

- 2) Diakuinya hak adat masyarakat Teluk Bintuni dan Fakfak sebagai pemilik sumber daya gas sehingga ada bagian yang langsung diberikan kepada masyarakat adat;
  - 3) Penjelasan dari Pemerintah RI tentang rumusan DBH dan proses pembagian yang transparan sehingga masyarakat mengetahui hasil penjualan LNG dan Kondensat yang pada akhirnya diketahui DBH yang akan didapat. Masyarakat menuntut MRP Papua Barat untuk bertindak dalam rangka penetapan Perdasus yang mengatur DBH di Papua Barat yang lebih proporsional, transparan dan mengakui hak-hak adat masyarakat Papua Barat.
- b. Penyelesaian komitmen-komitmen yang diklaim oleh masyarakat telah dijanjikan oleh BP Tangguh atau pemerintah atas hak-hak adat masyarakat Papua seperti:
- 1) Uang ketuk pintu yang semestinya dibayar oleh BP Tangguh, namun sampai sekarang belum direalisasikan;
  - 2) Uang kompensasi sebesar 10 Milyar setiap sumur untuk 6 sumur yang telah dibayarkan sebesar 6 Milyar masih tersisa Rp. 54 Milyar untuk dilunasi;
- c. Memperjelas status tanah lokasi kilang LNG BP Tangguh yang dituntut oleh masyarakat adalah sebagai Hak Guna Usaha (HGU). Sebagai informasi area yang sekarang digunakan sebagai lokasi kilang LNG adalah Kampung Tanah Merah, yang pada saat dibangun Kilang LNG, masyarakat Tanah Merah direlokasi ke wilayah Kampung Saengga. Masyarakat Tanah Merah tidak mau tercabut identitasnya karena tidak memiliki tanah sementara sekarang mereka menumpang di wilayah Saengga. Masyarakat Tanah Merah menghendaki setelah kegiatan LNG selesai mereka dapat kembali ke tanah mereka.
- d. Disamping itu masyarakat menghendaki agar pihak BP Tangguh dapat segera menindaklanjuti:
- 1) perbaikan pengelolaan dari program CSR yang telah dilaksanakan dan rencana pengelolaan, seperti mekanisme pemberian beasiswa di bidang pendidikan, bantuan kesehatan khususnya fasilitas untuk kaum perempuan di kedua kabupaten, sosial ekonomi berupa bantuan untuk pengusaha lokal maupun petani dan nelayan, rumah ibadah (kegiatan keagamaan), serta menyesuaikan mekanisme dana bagi hasil untuk masyarakat adat, hak ulayat masyarakat di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil;
  - 2) merealisasikan komitmen alokasi gas dan penyediaan listrik untuk Papua Barat;
  - 3) melakukan pendekatan sosial kepada masyarakat dan melibatkan masyarakat adat baik dalam kegiatan eksisting maupun rencana kegiatan;
  - 4) mempertimbangkan untuk mengutamakan penggunaan tenaga kerja lokal yang memprioritaskan masyarakat Papua Barat asli khususnya Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, komitmen BP Berau Ltd untuk mencapai proporsi 85 % pekerja Papua Barat pada tahun 2029 dianggap terlalu lama;
  - 5) menjelaskan kriteria dan proses penentuan DAV (*Direct Affected Village*) dan mempertimbangkan untuk mengkaji ulang daftar DAV yang ada;
  - 6) mensinergikan program pembangunan infrastruktur daerah dengan bantuan CSR dari pemrakarsa terutama yang terkait dengan pembangunan dan peningkatan jalan, baik

jalan provinsi maupun jalan kabupaten, serta peningkatan jumlah distrik yang teraliri listrik.

3. Mengingat bahwa rencana pengembangan Tangguh LNG ini merupakan proyek strategis dan termasuk dalam MP3EI (*Master Plan* Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia) dan diperkirakan bahwa tuntutan yang disampaikan oleh masyarakat Papua Barat akan menjadi preseden dan dikuatirkan akan menjadi hambatan bagi rencana pengembangan Tangguh LNG di masa mendatang maupun kegiatan-kegiatan migas lainnya yang saat ini terdapat beberapa KKKS yang sedang melakukan kegiatan eksplorasi di Provinsi Papua Barat, maka penyelesaian yang komprehensif atas tuntutan masyarakat ini menjadi penting untuk menjadi perhatian Bapak Presiden.

Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatian Bapak Presiden diucapkan terima kasih.



Tembusan:

1. Bapak Wakil Presiden Republik Indonesia;
2. Sekretaris Kabinet Republik Indonesia;
3. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia;
4. Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat Republik Indonesia;
5. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia;
6. Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia;
7. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia;
8. Menteri Keuangan Republik Indonesia;
9. Kepala SKKMigas;
10. Petinggal.



**MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA**

Nomor : B-476 /MENLH/PDAL/01/2014  
Hal : Risalah Rapat Koordinasi terkait  
AMDAL Rencana Kegiatan  
Pengembangan Tangguh LNG  
oleh BP Berau Ltd.

17 Januari 2014

Yth.

1. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

2. Menteri Keuangan

di

Jakarta

Sebagai tindak lanjut dari Rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat untuk membahas ANDAL, RKL dan RPL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., yang dilaksanakan pada tanggal 5 Desember 2013 di Teluk Bintuni, sebagaimana juga telah kami laporkan kepada Bapak Presiden Republik Indonesia melalui surat nomor: B-14078/MENLH/PDAL/12/2013 tanggal 23 Desember 2013, tentang Laporan Proses Penilaian Dokumen AMDAL Rencana Kegiatan Pengembangan Tangguh LNG oleh BP Berau Ltd. (*terlampir*), maka telah dilaksanakan rapat koordinasi pada tanggal 7 Januari 2014. Rapat koordinasi tersebut dipimpin oleh Menteri Lingkungan Hidup dan dihadiri oleh:

1. Gubernur Papua Barat;
2. Ketua MRP Papua Barat;
3. Ketua DPRD Papua Barat;
4. Bupati Teluk Bintuni;
5. Bupati Fakfak;
6. Kepala Bapedalda Provinsi Papua Barat;
7. Kepala Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Papua Barat;
8. Kepala Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Fakfak;
9. Kepala Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Teluk Bintuni;
10. Direktur Teknik dan Lingkungan, Direktorat Jenderal Migas, Kementerian ESDM;
11. Kepala Divisi Penunjang Operasi, SKKMIGAS; serta
12. *Head of Country* BP Indonesia.

KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP

GEDUNG B LANTAI 2, JALAN DI PANJAITAN, KEBON NANAS, JAKARTA 13410

TELEPON : 021-8517148, 8580067-69 (OPERATOR) • FAKSIMILE 021-8517147 • SITUS : [www.menlh.go.id](http://www.menlh.go.id)

Rapat koordinasi tersebut bertujuan untuk mempersiapkan jawaban dari Pemerintah tentang hal-hal penting yang disampaikan oleh masyarakat pada rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat di Teluk Bintuni pada tanggal 5 Desember 2013 yang lalu. Jawaban tersebut menjadi sangat penting, bagi kelanjutan proses penilaian AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd.

Dari sekian banyak hal yang menjadi perhatian yang disampaikan oleh masyarakat, berdasarkan masukan yang disampaikan oleh Gubernur Papua Barat, Ketua MRP Papua Barat, Ketua DPRD Provinsi Papua Barat, Bupati Teluk Bintuni dan Bupati Fakfak, hal terpenting yang menjadi akar masalah terutama untuk aspek sosial ekonomi yang merupakan dampak dari kegiatan pengembangan LNG Tangguh adalah:

1. Pelibatan, komunikasi, koordinasi dan kerja sama terutama dengan Gubernur sebagai wakil dari Pemerintah di daerah dan juga Bupati di mana lokasi sumber daya minyak dan gas berada, dalam proses penetapan Wilayah Kerja Pertambangan (WKP), serta perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan kegiatan hulu migas dalam rangka didapatkan persepsi yang tepat dan utuh. Selanjutnya para Pimpinan Daerah dapat menjelaskan kepada masyarakat sehingga dapat dihindari munculnya persepsi negatif dan masalah sosial di masyarakat terhadap kegiatan hulu migas dalam hal ini khususnya untuk pengembangan LNG Tangguh.
2. Penjelasan dari Pemerintah tentang pengaturan Dana Bagi Hasil (DBH) migas terutama dalam kerangka Otonomi Khusus di Provinsi Papua Barat, sehingga Pemerintah Provinsi Papua Barat dapat merumuskan dan menuangkan dalam Rancangan Peraturan Daerah Khusus (Perdasus) untuk pengaturan DBH yang saat ini sedang diproses. Rancangan Perdasus ini sangat penting bagi daerah untuk dapat mengoptimalkan hasil dari pemanfaatan SDA berupa minyak dan gas bumi bagi percepatan pembangunan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat Papua Barat.

Mengingat 2 (dua) hal pokok sebagaimana tersebut di atas, kebijakan dan pengaturannya merupakan kewenangan Saudara Menteri ESDM dan Saudara Menteri Keuangan, maka dimohon perhatian dan perkenan untuk dapat menjelaskan secara langsung kepada Pimpinan Daerah di Provinsi Papua Barat. Selanjutnya, dalam kerangka penyelesaian proses penilaian Amdal bagi Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., penjelasan dan penyelesaian terhadap hal-hal yang disampaikan oleh masyarakat menjadi penting, maka diusulkan agar dapat dibuat forum terpisah untuk menyelesaikannya sebagaimana pernah disampaikan melalui surat kami nomor: B-10188/MENLH/PDAL/09/2013, tertanggal 13 September 2013, tentang Perkembangan Proses AMDAL Rencana Kegiatan Pengembangan Tangguh LNG oleh BP Berau Ltd. Hasil kesepakatan dari forum ini yang kemudian akan diadopsi dalam proses AMDAL sehingga diharapkan Izin Lingkungan bagi Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd. dapat segera diterbitkan.

Demikian disampaikan, atas perhatian Saudara Menteri diucapkan terima kasih.

Menteri Lingkungan Hidup  
Republik Indonesia,



Prof. Dr. Balthasar Kambuaya, MBA

Tembusan:

1. Sekretaris Kabinet Republik Indonesia;
2. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian;
3. Gubernur Papua Barat;
4. Bupati Bintuni;
5. Bupati Fakfak;
6. Ketua Dewan Masyarakat Rakyat Papua (Papua Barat);
7. Ketua Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Provinsi Papua Barat;
8. Direktur Jenderal Migas, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral;
9. Kepala SKK Migas.

**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA**

JALAN MEDAN MERDEKA SELATAN NO. 18 JAKARTA 10110

Tromol Pos : 1344/JKT 10013      TELEPON : (021) 3804242 (9 SALURAN)      FAKSIMILE : (021) 3507210      e-mail : setjen@esdm.go.id

Nomor : 0071/Und/04/SJN/2014  
Sifat : Segera  
Lampiran : 1 (satu) lembar  
Perihal : Undangan Rapat

22 Januari 2014

Yang terhormat,  
(Daftar terlampir)  
di  
Tempat

Dengan ini mengharapkan kehadiran Saudara pada rapat yang akan diselenggarakan pada:

Hari/tanggal : Kamis, 23 Januari 2014  
Waktu : 13.00 - Selesai  
Tempat : Ruang Rapat Menteri ESDM  
Agenda : 1. Alokasi Gas untuk Pemerintah Prov. Papua Barat  
2. Dana Bagi Hasil Migas untuk Pemerintah Prov. Papua Barat

Pimpinan Rapat : Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

Mengingat pentingnya acara tersebut, kami mohon kehadiran Saudara tepat pada waktunya.

Atas perhatian dan kehadiran Saudara kami ucapkan terima kasih.

Sekretaris Jenderal,  
  
M. Teguh Pamuji

Tembusan :

1. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral
2. Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

**LAMPIRAN SURAT UNDANGAN**

Nomor : 0071/und/04/SJN/2014

Tanggal : 22 Januari 2014

**DAFTAR UNDANGAN**

1. Direktur Jenderal Minyak dan Gas
2. Kepala SKK Migas
3. Staf Ahli Menteri bidang Tata Ruang dan Lingkungan Hidup - KESDM
4. Staf Ahli Menteri bidang Kelembagaan dan Perencanaan Strategis -KESDM
5. Gubernur Papua Barat
6. Bupati Teluk Bintuni
7. Bupati Fakfak
8. Ketua DPRD Papua Barat
9. Manajemen BP Berau
10. Kepala Biro Hukum – KESDM
11. Kepala Biro Perencanaan - KESDM

**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA**  
**DIREKTORAT JENDERAL MINYAK DAN GAS BUMI**

Gedung Plaza Centris, Jalan H.R. Rasuna Said Kav. B-5, Jakarta 12910

TROMOL POS : 1296/JKT 100 12 TELEPON : (021) 5268910 (HUNTING) FAKSIMILE (0210 5269114 e-mail : [migas@migas.esdm.go.id](mailto:migas@migas.esdm.go.id)

Nomor : 192 /18.05/DMT/2014 24 Januari 2014  
Sifat : Segera  
Lampiran : 1 (satu) lembar  
Perihal : Koordinasi Rencana Kegiatan Pengembangan  
LNG Tangguh Train 3 dan 4 oleh BP Berau Ltd.

Yang terhormat  
(Daftar terlampir)  
di  
Tempat

Sehubungan Surat Menteri Lingkungan Hidup kepada Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral dan Menteri Keuangan No. B-476/MENLH/PDAL/01/2014 tanggal 17 Januari 2014 perihal Risalah Rapat Koordinasi Terkait AMDAL Rencana Pengembangan Tangguh LNG Oleh BP Berau Ltd., bersama ini kami mengundang Bapak/Ibu untuk hadir dalam rapat koordinasi yang akan dilaksanakan pada :

Hari, Tanggal : Selasa, 28 Januari 2014  
Waktu : pukul 14.00 WIB - selesai  
Tempat : Ruang Rapat Wijarso  
Gedung Plaza Centris Lt. 16  
Jl. HR Rasuna Said Kav B-5  
Jakarta Selatan  
Acara : 1. Pembahasan Dana Bagi Hasil Kegiatan Migas LNG Tangguh BP  
Berau Ltd., Papua Barat  
2. Lain-lain  
Pimpinan Rapat : Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi

Mengingat pentingnya acara dimaksud, diharapkan kehadiran Bapak/Ibu tepat pada waktunya.

Atas perhatian dan kehadiran Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Tembusan :  
Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi

Lampiran Surat Nomor : 192/18.05/DMT/2014  
Tanggal : 24 Januari 2014

Daftar Undangan :

1. Direktur Jenderal Perimbangan Keuangan Kementerian Keuangan
2. Direktur Jenderal Anggaran Kementerian Keuangan
3. Direktur Jenderal Pajak Kementerian Keuangan
4. Direktur Jenderal Keuangan Daerah Kementerian Dalam Negeri
5. Direktur Jenderal Otonomi Daerah Kementerian Dalam Negeri
6. Deputi Bidang Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup
7. Direktur Pengawasan Badan Usaha Perminyakan dan Gas Bumi BPKP
8. Kepala Biro Hukum KESDM
9. Sekretaris Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi
10. Direktur Pembinaan Program Migas
11. Direktur Pembinaan Usaha Hulu Migas
12. Direktur Teknik dan Lingkungan Migas
13. Sekretaris SKK Migas
14. Deputi Pengendalian Keuangan SKK Migas
15. Deputi Pengendalian Dukungan Bisnis SKK Migas
16. Deputi Pengendalian Komersialisasi SKK Migas
17. Deputi Pengendalian Perencanaan SKK Migas
18. Deputi Pengendalian Operasi SKK Migas
19. *Head of Country* BP Indonesia

5 Februari 2014

Nomor : 286/Und/04/DMB/2014  
Sifat : Segera  
Lampiran : -  
Perihal : Undangan Rapat

Yang Terhormat,

Terlampir

Sehubungan dengan Surat Head of Country BP Indonesia Nomor 0235/MIGAS/Berau/2/2014 tanggal 3 Februari 2014 perihal Laporan Hasil Pertemuan dengan Bupati Teluk Bintuni, kami harapkan kehadirannya pada:

Hari/Tanggal : Jumat / 7 Februari 2014  
Waktu : pukul 14.00 WIB - selesai  
Tempat : Ruang Rapat Ditjen Migas Lt. 16  
Acara : 1. Menyiapkan jawaban atas pertanyaan Bupati Teluk Bintuni terkait dengan rencana pengembangan Train III.  
2. Simulasi perhitungan penerimaan negara dan DBH Migas bagian Provinsi Papua Barat dan Kabupaten Teluk Bintuni  
3. dll.

Mengingat pentingnya acara tersebut, diharapkan dapat menyiapkan data terkait Train III dan simulasi perhitungan penerimaan negara dan dana bagi hasil migas

Atas perhatian dan kehadirannya, kami ucapkan terima kasih



Direktur Pembinaan Program Migas,

Dr. Ir. Naryanto Wagimin, M.Si  
NIP. 19610220 199003 1 002

Tembusan:  
Dirjen Migas

## DAFTAR UNDANGAN

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Migas
2. Direktur Teknik dan Lingkungan Migas
3. Direktur Pembinaan Usaha Hulu Migas
4. Direktur PNBPN – Ditjen Anggaran
5. Direktur Dana Perimbangan – Ditjen Perimbangan Keuangan
6. Direktur Ekstensifikasi dan Penilaian – Ditjen Pajak
7. Deputy Pengendalian Dukungan Bisnis SKK Migas
8. Deputy Pengendalian Komersial SKK Migas
9. Deputy Pengendalian Perencanaan SKK Migas
10. Deputy Pengendalian Keuangan SKK Migas
11. Ka Div Akuntansi SKK Migas
12. Ka Div Komersialisasi Gas Bumi SKK Migas
13. Ka SKK Migas Perwakilan Kalimantan dan Sulawesi
14. Head of Country BP Indonesia



**MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA**

Nomor : B-4758 /MENLH/PDAL/04/2014  
Hal : Status Penyelesaian Isu-Isu terkait  
Rencana Kegiatan Pengembangan  
Tangguh LNG oleh BP Berau Ltd.

29 April 2014

Yth.

**Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral**

di

Jakarta

Bersama ini kami informasikan tindak lanjut proses penilaian dokumen AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., sebagaimana telah disampaikan sebelumnya melalui surat kami kepada Bapak Presiden Republik Indonesia Nomor: B-14078/MENLH/PDAL/12/2013 tanggal 23 Desember 2013, tentang Laporan Proses Penilaian Dokumen AMDAL Rencana Kegiatan Pengembangan Tangguh LNG oleh BP Berau Ltd., bahwa pada tanggal 5 Desember 2013 telah dilaksanakan rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat untuk penilaian dokumen ANDAL, RKL-RPL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., di Kabupaten Teluk Bintuni, yang pada saat itu dihentikan secara adat karena masyarakat menuntut jawaban atas tuntutan yang mereka sampaikan.

Setelah dilakukan serangkaian pertemuan untuk menjawab tuntutan masyarakat tersebut di Jakarta, baik yang dipimpin oleh Menteri Lingkungan Hidup, pada tanggal 7 Januari 2014 dan pertemuan dengan Wakil Menteri ESDM dan koordinasi yang dipimpin oleh Direktur Jenderal Migas, maka rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat dilanjutkan dengan:

1. Pertemuan dengan masyarakat Kabupaten Fakfak yang diselenggarakan di Distrik Kokas, Kabupaten Fakfak, pada tanggal 14 Februari 2014;
2. Musyawarah sosial ekonomi pra AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni, pada tanggal 17 Februari 2014, yang diselenggarakan di Kabupaten Teluk Bintuni;

3. Rapat.../2

3. Rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat Lanjutan pembahasan dokumen ANDAL, RKL-RPL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., yang diselenggarakan pada tanggal 18 Februari 2014, di Kabupaten Teluk Bintuni.

Rapat Komisi Penilai AMDAL Pusat Lanjutan tersebut telah berhasil merumuskan masukan-masukan bagi perbaikan dokumen ANDAL, RKL-RPL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., yang tertuang dalam Berita Acara Nomor: 33/BA/Komisi/Dep.I-3/LH/02/2014, tanggal 18 Februari 2014.

Selanjutnya, telah dilaksanakan serangkaian asistensi untuk memeriksa perbaikan dokumen ANDAL, RKL-RPL yang telah dilakukan oleh pihak BP Berau Ltd., yang hasilnya dapat disimpulkan bahwa pihak Pemrakarsa telah dapat memperbaiki dokumen dan mengakomodasi sebagian besar masukan yang disampaikan oleh Tim Teknis, Komisi dan masyarakat. Dengan demikian, pada dasarnya proses penilaian AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat oleh BP Berau Ltd., telah berada dalam tahap finalisasi dan siap untuk dilakukan proses pengambilan keputusan, namun masih terdapat beberapa hal yang belum menemukan jalan keluar yang sebetulnya di luar dari *domain* pemrakarsa untuk menyelesaikan dan merupakan tanggung jawab pemerintah.

Beberapa hal yang masih memerlukan formulasi solusinya tersebut adalah sebagai berikut:

1. pembagian Dana Bagi Hasil (DBH) yang lebih adil, transparan, dan memperhatikan hak adat;
2. penyelesaian komitmen-komitmen yang diklaim oleh masyarakat yang telah dijanjikan oleh BP Berau Ltd. atau Pemerintah, atas hak-hak adat masyarakat Papua Barat, antara lain uang ketuk pintu; dan
3. realisasi komitmen alokasi gas dan penyediaan listrik untuk Provinsi Papua Barat.

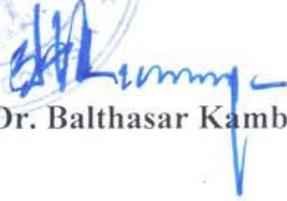
Menyangkut masalah yang masih memerlukan formulasi solusinya tersebut, yang pengaturannya merupakan kewenangan dari Saudara Menteri ESDM, maka dimohon kesediaan Saudara Menteri ESDM untuk dapat memfasilitasi penyelesaiannya. Penyelesaian tersebut akan menjadi dasar pertimbangan bagi penerbitan Surat Keputusan Kelayakan Lingkungan Hidup dan Izin Lingkungan.

Demikian.../3

Demikian disampaikan, atas perhatian Saudara Menteri diucapkan terima kasih.

Menteri Lingkungan Hidup  
Republik Indonesia,



  
Prof. Dr. Balthasar Kambuaya, MBA

Tembusan:

1. Presiden Republik Indonesia;
2. Menteri Koordinator Bidang Perekonomian;
3. Menteri Keuangan;
4. Sekretaris Kabinet Republik Indonesia;
5. Gubernur Papua Barat;
6. Bupati Bintuni;
7. Bupati Fakfak;
8. Ketua Dewan Masyarakat Rakyat Papua (Papua Barat);
9. Ketua Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Provinsi Papua Barat;
10. Direktur Jenderal Migas, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral;
11. Kepala SKK Migas; dan
12. *Head of Country* BP Indonesia.

**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA**

JALAN MEDAN MERDEKA SELATAN NO. 18 JAKARTA 10110

Tromol Pos : 1344/JKT 10013 TELEPON: (021) 3804242 (9 SALURAN) FAKSIMILE : (021) 3507210 e-mail: Setjen@esdm.go.id

Nomor : 0713/Und/04/WM/2014  
Sifat : Segera  
Lampiran : -  
Perihal : Undangan Rapat

Juni 2014

Kepada Yth.

1. Deputi bidang Tata Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup
2. Deputi bidang Infrastruktur dan Perencanaan Daerah, Kemenko Perekonomian
3. Deputi bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, Kemenko Perkonomian
4. Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, KESDM
5. Direktur Jenderal Pajak, Kementerian Keuangan
6. Direktur Jenderal Anggaran, Kementerian Keuangan
7. Direktur Jenderal Perimbangan Keuangan, Kementerian Keuangan
8. Direktur Pembinaan Program Migas, KESDM
9. Kepala SKK Migas
10. Head of Country BP Indonesia  
di tempat

Dengan hormat,

Menindaklanjuti surat kami Nomor: 00626/Und/04/WM/2014, tanggal 2 Juni 2014, perihal Rapat Tindak Lanjut Amdal LNG Tangguh yang SEMULA DITUNDA karena suatu hal, akan diselenggarakan pada:

Hari/tanggal : Jumat, 13 Juni 2014  
Pukul : 14.00 – selesai  
Tempat : Ruang Rapat Menteri ESDM  
Agenda : Rapat Tindak Lanjut Amdal LNG Tangguh  
Pimpinan Rapat : Wakil Menteri ESDM

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wakil Menteri ESDM  
  
Susilo Siswoutomo



Tembusan :

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral



**Dharmawan H Samsu**

Head of Country

BP Indonesia  
Perkantoran Hijau Arkadia  
Tower E, 10<sup>th</sup>, Floor  
Jl. T.B. Simatupang Kav. 88  
Jakarta 12520  
Indonesia

Jakarta, 30 June 2014

No. Ref. 0018/Gubernur Papua Barat/Amdal/6/2014

Kepada Yth:

**Bapak Gubernur Provinsi Papua Barat**

Di tempat

**Perihal: Undangan Rapat Koordinasi  
AMDAL Rencana Kegiatan  
Terpadu Proyek Pengembangan  
Tangguh LNG**

**Subject: Coordination Meeting  
Invitation for Tangguh LNG  
Expansion Project Integrated  
Activity AMDAL**

Dengan hormat,

Dear Sirs,

Dir : (62-21) 78548094  
Tel : (62-21) 78838000  
Fax : (62-21) 78549081  
dharmawan.samsu@bp.com  
www.bp.com

Menindak-lanjuti proses persetujuan AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat dengan KLH, dengan ini kami bermaksud mengundang Bapak Gubernur Provinsi Papua Barat, Bapak Bupati Kabupaten Teluk Bintuni dan Bapak Bupati Kabupaten Fakfak untuk rapat koordinasi untuk mematangkan langkah penyelesaian aspek non teknis termasuk Alokasi Gas, DBH dan Kompensasi Adat yang akan dimasukkan ke dalam SK Kelayakan Lingkungan Hidup dan Izin Lingkungan.

As a follow up of the approval process of AMDAL for Tangguh LNG Expansion Project Integrated Activity in Teluk Bintuni and Fakfak Regency, Papua Barat Province, we herewith would like to invite the Governor of West Papua Province, the Bupati of Teluk Bintuni Regency and the Bupati of Fakfak Regency for a coordination meeting to finalize the road map for the solution of the non technical issues including gas allocation, DBH and Adat Compensation, that will be included in the Environmental Feasibility Decree and Environmental Permit.

Adapun waktu pertemuan yang kami usulkan adalah :

The proposed time for the meeting is :

Tanggal : 3 Juli 2014  
Jam : 14.00 - selesai  
Tempat : Hotel Sahid Jaya

Date : July 3<sup>rd</sup>, 2014  
Time : 14-00 – finish  
Venue: Sahid Jaya Hotel

Besar harapan kami agar melalui pertemuan ini dapat dicapai kesepakatan akan hal-hal non teknis tersebut untuk dibawa ke dalam Rapat Koordinasi dengan Menteri Negara Lingkungan Hidup untuk persetujuan AMDAL yang telah dijadwalkan oleh KLH pada tanggal 4 Juli 2014. Surat undangan untuk pertemuan dengan Menteri KLH tanggal 4 Juli 2014 akan dikirimkan terpisah oleh KLH.

We do expect that through this meeting we can reach an agreement on the solution process for those non -technical issues to be raised in to the Coordination Meeting with the State Minister of Environment for AMDAL agreement which has been scheduled by the MOE on July 4<sup>th</sup>, 2014. Invitation Letter for the July 4<sup>th</sup>, 2014 meeting with the Minister of Environment will be sent separately by MOE.

Atas perhatian dan kerjasamanya yang baik  
selama ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Your kind attention and cooperation are  
highly appreciated.

Hormat kami,



**Dharmawan H Samsu**  
Head of Country - BP Indonesia

Tembusan:

1. Kepala SKKMigas
2. Dirjen Migas
3. Deputi 1 KLH Bidang Tata Lingkungan



## Dharmawan H Samsu

Head of Country

BP Indonesia  
Perkantoran Hijau Arkadia  
Tower E, 10<sup>th</sup>, Floor  
Jl. T.B. Simatupang Kav. 88  
Jakarta 12520  
Indonesia

Jakarta, 30 June 2014

No. Ref. 0071/BUPATI BINTUNIAmdal/6/2014

Kepada Yth:

**Bapak Bupati Kabupaten Teluk Bintuni**

Di tempat

**Perihal: Undangan Rapat Koordinasi  
AMDAL Rencana Kegiatan  
Terpadu Proyek Pengembangan  
Tanggung LNG**

**Subject: Coordination Meeting  
Invitation for Tangguh LNG  
Expansion Project Integrated  
Activity AMDAL**

Dengan hormat,

Dear Sirs,

Dir : (62-21) 78548094  
Tel : (62-21) 78838000  
Fax : (62-21) 78549081  
dharmawan.samsu@bp.com  
www.bp.com

Menindak-lanjuti proses persetujuan AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat dengan KLH, dengan ini kami bermaksud mengundang Bapak Gubernur Provinsi Papua Barat, Bapak Bupati Kabupaten Teluk Bintuni dan Bapak Bupati Kabupaten Fakfak untuk rapat koordinasi untuk mematangkan langkah penyelesaian aspek non teknis termasuk Alokasi Gas, DBH dan Kompensasi Adat yang akan dimasukkan ke dalam SK Kelayakan Lingkungan Hidup dan Izin Lingkungan.

As a follow up of the approval process of AMDAL for Tangguh LNG Expansion Project Integrated Activity in Teluk Bintuni and Fakfak Regency, Papua Barat Province, we herewith would like to invite the Governor of West Papua Province, the Bupati of Teluk Bintuni Regency and the Bupati of Fakfak Regency for a coordination meeting to finalize the road map for the solution of the non technical issues including gas allocation, DBH and Adat Compensation, that will be included in the Environmental Feasibility Decree and Environmental Permit.

Adapun waktu pertemuan yang kami usulkan adalah :

The proposed time for the meeting is :

Tanggal : 3 Juli 2014  
Jam : 14.00 - selesai  
Tempat : Hotel Sahid Jaya

Date : July 3<sup>rd</sup>, 2014  
Time : 14-00 – finish  
Venue: Sahid Jaya Hotel

Besar harapan kami agar melalui pertemuan ini dapat dicapai kesepakatan akan hal-hal non teknis tersebut untuk dibawa ke dalam Rapat Koordinasi dengan Menteri Negara Lingkungan Hidup untuk persetujuan AMDAL yang telah dijadwalkan oleh KLH pada tanggal 4 Juli 2014. Surat undangan untuk pertemuan dengan Menteri KLH tanggal 4 Juli 2014 akan dikirimkan terpisah oleh KLH.

We do expect that through this meeting we can reach an agreement on the solution process for those non -technical issues to be raised in to the Coordination Meeting with the State Minister of Environment for AMDAL agreement which has been scheduled by the MOE on July 4<sup>th</sup>, 2014. Invitation Letter for the July 4<sup>th</sup>, 2014 meeting with the Minister of Environment will be sent separately by MOE.

Atas perhatian dan kerjasamanya yang baik  
selama ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Your kind attention and cooperation are  
highly appreciated.

Hormat kami,



**Dharmawan H Samsu**  
Head of Country - BP Indonesia

Tembusan:

1. Kepala SKKMigas
2. Dirjen Migas
3. Deputi 1 KLH Bidang Tata Lingkungan



**Dharmawan H Samsu**  
Head of Country

BP Indonesia  
Perkantoran Hijau Arkadia  
Tower E, 10<sup>th</sup>, Floor  
Jl. T.B. Simatupang Kav. 88  
Jakarta 12520  
Indonesia

Jakarta, 27 June 2014

No. Ref. 0014/Bupati FakFak/Amdal/6/2014

Kepada Yth:  
**Bapak Bupati Kabupaten Fakfak**  
Di tempat

**Perihal: Undangan Rapat Koordinasi  
AMDAL Rencana Kegiatan  
Terpadu Proyek Pengembangan  
Tanggung LNG**

**Subject: Coordination Meeting  
Invitation for Tangguh LNG  
Expansion Project Integrated  
Activity AMDAL**

Dengan hormat,

Dear Sirs,

Dir : (62-21) 78548094  
Tel : (62-21) 78838000  
Fax : (62-21) 78549081  
dharmawan.samsu@bp.com  
www.bp.com

Menindak-lanjuti proses persetujuan AMDAL Rencana Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat dengan KLH, dengan ini kami bermaksud mengundang Bapak Gubernur Provinsi Papua Barat, Bapak Bupati Kabupaten Teluk Bintuni dan Bapak Bupati Kabupaten Fakfak untuk rapat koordinasi untuk mematangkan langkah penyelesaian aspek non teknis termasuk Alokasi Gas, DBH dan Kompensasi Adat yang akan dimasukkan ke dalam SK Kelayakan Lingkungan Hidup dan Izin Lingkungan.

As a follow up of the approval process of AMDAL for for Tangguh LNG Expansion Project Integrated Activity in Teluk Bintuni and Fakfak Regency, Papua Barat Province, we herewith would like to invite the Governor of West Papua Province, the Bupati of Teluk Bintuni Regency and the Bupati of Fakfak Regency for a coordination meeting to finalize the road map for the solution of the non technical issues including gas allocation, DBH and Adat Compensation, that will be included in the Environmental Feasibility Decree and Environmental Permit.

Adapun waktu pertemuan yang kami usulkan adalah :

The proposed time for the meeting is :

Tanggal : 3 Juli 2014  
Jam : 14.00 - selesai  
Tempat : Hotel Sahid Jaya

Date : July 3<sup>rd</sup>, 2014  
Time : 14-00 – finish  
Venue: Sahid Jaya Hotel

Besar harapan kami agar melalui pertemuan ini dapat dicapai kesepakatan akan hal-hal non teknis tersebut untuk dibawa ke dalam Rapat Koordinasi dengan Menteri Negara Lingkungan Hidup untuk persetujuan AMDAL yang telah dijadwalkan oleh KLH pada tanggal 4 Juli 2014. Surat undangan untuk pertemuan dengan Menteri KLH tanggal 4 Juli 2014 akan dikirimkan terpisah oleh KLH.

We do expect that through this meeting we can reach an agreement on the solution process for those non -technical issues to be raised in to the Coordination Meeting with the State Minister of Environment for AMDAL agreement which has been scheduled by the MOE on July 4<sup>th</sup>, 2014. Invitation Letter for the July 4<sup>th</sup>, 2014 meeting with the Minister of Environment will be sent separately by MOE.

Atas perhatian dan kerjasamanya yang baik  
selama ini kami ucapkan banyak terima kasih.

Your kind attention and cooperation are  
highly appreciated.

Hormat kami,



 **Dharmawan H Samsu**  
Head of Country - BP Indonesia

Tembusan:

1. Kepala SKK Migas
2. Dirjen Migas
3. Deputi 1 KLH Bidang Tata Lingkungan