



SKRIPSI - ME141501

**PENILAIAN RISIKO TERHADAP LINGKUNGAN PADA JALUR
PIPA *TAILING OFFSHORE*
STUDI KASUS : TELUK SENUNU, SUMBAWA BARAT**

Kevin Kurniawan
NRP 4213 100 083

Dosen Pembimbing

A. A. B. Dinariyana D. P. S.T., MES., Ph.D
Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



SKRIPSI - ME 141501

**PENILAIAN RISIKO TERHADAP LINGKUNGAN PADA JALUR PIPA
TAILING OFFSHORE
STUDI KASUS: TELUK SENUNU, SUMBAWA BARAT**

KEVIN KURNIAWAN
NRP 4213 100 083

Dosen Pembimbing
A. A. B. Dinariyana D.P. S.T., MES., Ph.D
Raja Oloan Saut Gurning S.T., M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - ME 141501

**ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT ON OFFSHORE TAILING
PIPELINE
CASE STUDY: TELUK SENUNU, SUMBAWA BARAT**

KEVIN KURNIAWAN
NRP 4213 100 083

Supervisors

A. A. B. Dinariyana D.P. S.T., MES., Ph.D
Raja Oloan Saut Gurning S.T., M.Sc, Ph.D

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**PENILAIAN RISIKO TERHADAP LINGKUNGAN PADA JALUR PIPA
TAILING OFFSHORE
STUDI KASUS: TELUK SENUNU, SUMBAWA BARAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Reliability, Availability, Management
and Safety* (RAMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

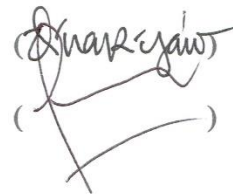
Oleh:

Kevin Kurniawan
NRP 4213 100 083

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

A.A.B. Dinariyana D.P., S.T., MES, Ph.D

Raja Oloan Saut Gurning S.T., M.Sc, Ph.D



(Kevin Kurniawan)

SURABAYA
Juli, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PENILAIAN RISIKO TERHADAP LINGKUNGAN PADA JALUR PIPA *TAILING OFFSHORE* STUDI KASUS: TELUK SENUNU, SUMBAWA BARAT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Management
and Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Kevin Kurniawan
NRP 4213 100 083

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

NIP. 197708022008011007

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Kevin Kurniawan
NRP : 42 13 100 083
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing :
1. **A. A. B. Dinariyana D.P., S.T., MES., Ph.D**
2. **Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D**

Tailing merupakan jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan pertambangan (pengolahan logam) dan kehadirannya di dunia pertambangan tidak dapat dihindari. Laju dumping tailing harian maksimum pada tahun 2016 adalah sebesar 150.128 metrik ton kering per hari (dry metric ton/day), sehingga pada rentang waktu Januari – September 2016 terdapat sekitar 31.308.694 metrik ton kering per hari tailing yang telah ditimbun di Teluk Senunu. Risiko yang dihasilkan dalam proses tailing sangat besar. Zat kimia yang terkandung dalam tailing dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Terutama, ketika pipa tailing yang telah dipasang mengalami kebocoran dan mencemari lingkungan. Proses tailing dapat menghasilkan nilai risiko yang tidak dapat diterima sehingga upaya mitigasi sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hazard yang dapat terjadi pada pipa tailing, mengidentifikasi tingkat frekuensi risiko dan tingkat konsekuensi yang dapat dihasilkan, lalu mendapatkan hasil dari tingkat risiko pada risk matrix, kemudian mendapatkan informasi bentuk rekomendasi (jika dibutuhkan) apabila risiko berada pada tahap yang tidak diterima. Pengidentifikasian hazard dilakukan berdasarkan historikal periodik pipa tailing.. Analisa konsekuensi dilakukan dengan menggunakan pendekatan berdasarkan parameter atau standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. Untuk representasi risiko digunakan matriks risiko yang mengacu pada standar Robertson Risk Matrix Standard. Penelitian ini menghasilkan berupa analisis frekuensi yang telah dilakukan, dihasilkan hasil berupa 1 (satu) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori Not Likely, 2 (dua) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori Low, dan 3 (tiga) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori Moderate. Hasil dari analisis konsekuensi adalah berupa 1 (satu) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori High, 2 (dua) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori Low, dan 3 (tiga) pipa segmen memiliki frekuensi dengan kategori Moderate. Sedangkan hasil dari representasi risiko menggunakan matriks risiko, terdapat pipa segmen C yang menghasilkan tingkat risiko yang tidak dapat diterima sehingga diperlukan mitigasi.

Kata Kunci: Tailing, Teluk Senunu, Kebocoran, Konsekuensi, Matriks Risiko

ABSTRACT

Name : Kevin Kurniawan
NRP : 42 13 100 083
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor :
1. **A. A. B. Dinariyana D.P., S.T., MES., Ph.D**
2. **Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D**

Tailings are a type of waste generated by mining activities (metal processing) and its presence in the mining world can not be avoided. The maximum daily tailings dumping rate in 2016 is 150,128 dry metric ton / day, so that in January - September 2016 period there are about 31,308,694 dry metric ton per day tailings that have been stockpiled in Teluk Senunu. The risks generated in the tailing process are enormous. The chemicals contained in the tailings can cause pollution to the environment. Especially when the tailings pipes that have been installed leak and pollute the environment. The tailing process can result in an unacceptable risk value so that mitigation efforts are necessary. This study aims to identify the hazards that can occur in the tailings pipeline, identify the level of frequency of the risk and the level of consequences that can be generated, then get the results of the risk level on the risk matrix, then get the information form of recommendation if the risk is at an unacceptable stage. The hazard identification is based on the periodic historical tailings pipe. The consequence analysis is carried out by using the parameter or standard approach of Decree of the Minister of Environment No. 51 of 2004 on the Quality Standard of Sea Water. For risk representation, risk matrices are used which refer to standard Robertson Risk Matrix Standard. This research resulted in the form of frequency analysis which has been done, the results are 1 (one) pipe segment has frequency with Not Likely category, 2 (two) segment pipes have Low frequency category, and 3 (three) segment pipes have frequency with Moderate category . The result of consequence analysis is 1 (one) pipe segment has frequency with High category, 2 (two) segment pipes have Low frequency category, and 3 (three) segment pipes have frequency with Moderate category. While the result of risk representation using a risk matrix, there is a C segment pipe that produces an unacceptable risk level so that mitigation is required.

Keywords: Tailing, Teluk Senunu, Leak, Consequences, Risk Matrix

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmatnya sehingga tugas akhir dengan judul **“Penilaian Risiko Terhadap Lingkungan Pada Jalur Pipa Tailing Offshore Studi Kasus: Teluk Senunu, Sumbawa Barat”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS. Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu kandung penulis, Erna Suryani, yang telah bersedia mendengar keluh kesah, memberikan dukungan baik secara moral maupun material, dan doa yang begitu tulus dan ikhlas kepada penulis saat menghadapi kesulitan dalam pengerjaan tugas akhir, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak A. A. B. Dinariyana D. P., S.T., MES, Ph.D selaku dosen pembimbing pertama, Kepala Laboratorium Reability, Avaliability, Maintainability, and Safety (RAMS), dan juga sebagai orang tua penulis selama menjadi anggota laboratorium, yang sejauh ini membimbing dan memotivasi penulis dalam hal disiplin diri, disiplin waktu, kerja keras hingga memberikan pelajaran dan pengalaman hidup yang bermanfaat dengan sangat berkesan. Kemudian memberikan penulis kesempatan mengajar dalam mata kuliah Keandalan Sistem sehingga dapat memberikan pengalaman dan memnunjng kemampuan penulis menjadi lebih baik.
3. Bapak Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing kedua dalam pengerjaan tugas akhir ini. Terima kasih telah membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir dengan rasa sabar, ikhlas dan telah memberikan banyak perhatian dan masukan selama ini.
4. Bapak Dr. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng., yang telah memberikan banyak bantuan berupa informasi dan ilmu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr.Eng Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T., yang selalu membimbing Penulis yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dari semester satu hingga saat ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ketut Buda Artana S.T., M.Sc., yang telah sangat memberikan banyak perhatian kepada Penulis untuk tetap menjadi orang yang disiplin dan bermanfaat kepada orang lain selama menjadi anggota RAMS dan menjadi salah satu dosen yang memberikan rekomendasi kepada Penulis untuk mengikuti program Summer School di Kobe University, Jepang.
7. Bapak Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc., selaku salah satu dosen di bidang RAMS yang telah memberikan banyak ilmu, saran, serta rekomendasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini dan juga menjadi dosen yang membantu penulis dalam mempersiapkan persyaratan Summer School di

- Kobe University, Jepang sehingga Penulis dapat mendapatkan pengalaman dan ilmu yang sangat berharga. Penulis sangat berterima kasih akan hal tersebut.
8. Bapak Mujitahid Iqbal dan Bapak Ikhwan yang bersedia memberikan data, informasi serta diskusi perihal tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
 9. Emak dan Datok yang selalu memberikan petuah, doa dengan ikhlas, dan tidak lelah untuk selalu mengingatkan untuk tetap melaksanakan ibadah Sholat dan tetap berdoa agar selalu diberikan kemudahan dan ketenangan.
 10. Tante Nana dan Tante Ria yang selalu membuatkan makanan dan sambal sehingga penulis dapat menjalankan kehidupan perkuliahan dengan tetap sehat walafiat.
 11. Mas Ilham dan Titis yang memberikan bimbingan dalam penggunaan *software* untuk pengerjaan tugas akhir
 12. Semua teman-teman Barakuda '13 atas kerjasama dan dukungan selama ini. Teman-teman seperjuangan yang saling mendukung dan menyemangati sejak semester 1 hingga saat ini. Sukses untuk kita selalu
 13. Untuk Mas Zein, Nyimas, Dante, Hilda, Ago, Thariq, Ben, Danu, Filik, Mbak Bernad, Mas Ardi, Made, Miranto dan teman-teman anggota RAMS lainnya yang mengerjakan tugas akhir bersama-sama yang selalu saling mengingatkan dan mendukung sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir bersama-sama
 14. Sesepeuh RAMS, Mbak Emmy, Mbak Ucik, Mbak Putri, Mbak Dilla yang selalu membantu dengan petunjuk dan saran yang sangat membangun.
 15. Teman-teman Kabinet Mahakarya yang menjadikan Penulis menjadi seseorang yang lebih baik, dewasa dan berkembang
 16. Boy, Oky, Arfan, Bowo, Arif, Yudha, Heri, Tio, Fegie dan teman-teman lainnya yang tergabung dalam Keluarga 'Kontrakan Abah / Uenak Group' yang menjadi tempat berkeluh kesah, memberikan bantuan, nasihat, motivasi dan semangat untuk terus mencapai cita-cita
 17. Pipit, Adul, dan Arbi yang menjadi sahabat lama dan sama-sama berjuang untuk mencapai cita-cita di kampus masing-masing. Terima kasih sudah menjadi sahabat yang siap membantu saat susah maupun senang
 18. Keluarga Kos Gria Pena yang menjadi keluarga pertama sejak pertama kali penulis tinggal di Surabaya
 19. Teman-teman Axlaretale yang selalu saling mendukung dalam menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir. Semoga cita-cita kita semua tercapai
 20. Crew dari grup 'Odit Ohoy Ohoy Ohoy' yang selalu mengajak dalam kesenangan bermain dan menonton kegemaran bersama selama perkuliahan
 21. PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. yang telah bersedia mendanai penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir

22. Dan semua pihak yang terlibat dan berkontribusi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik, saran, dan opini yang bersifat membangun bagi penulis sangat diharapkan demi perbaikan dan kemajuan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan berkah dan rahmat-Nya kepada kita semua. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kondisi Terkini.....	5
2.2 Studi Literatur.....	7
2.2.1 Studi Literatur I.....	7
2.2.2 Studi Literatur II	8
2.2.3 Studi Literatur III	8
2.2.4 Studi Literatur IV	8
2.2.5 Studi Literatur V	9
2.3 Dasar Teori	9
2.3.1 <i>Tailing</i>	9
2.3.2 Pipa HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>)	11
2.3.3 Pergerakan Massa Air Vertikal (<i>Upweilling</i>)	12
2.3.4 Lapisan Termoklin.....	13
2.3.5 Penilaian Risiko	14
2.3.6 Penilaian Konsekuensi	16
2.3.7 Pemodelan Konsekuensi	16
2.3.8 Diagram Hjulström	17
2.3.9 Matriks Risiko	18
2.3.10 Dampak Terhadap Lingkungan.....	21
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Perumusan Masalah.....	26
3.2 Tinjauan Pustaka	26
3.3 Pengumpulan Data.....	26
3.4 <i>Hazard Identification</i>	26
3.5 Analisis Frekuensi	26
3.6 Analisis Konsekuensi	27

3.7 Representasi Risiko	27
3.8 Analisis Mitigasi.....	27
BAB IV	
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Gambaran Umum.....	29
4.2 Data.....	29
4.2.1 Layout dari Jalur Pipa <i>Tailing Offshore</i>	29
4.2.2 Data Teknis dari Jalur Pipa <i>Tailing Offshore</i>	29
4.2.3 Kondisi Batimetri Perairan Teluk Senunu	32
4.2.4 Kondisi Hidro-Oseanografi Perairan Teluk Senunu	33
4.3 Pembagian Segmentasi Pipa	35
4.4 <i>Hazard Identification</i>	37
4.5 Analisis Frekuensi	39
4.6 Analisis Konsekuensi.....	40
4.7 Pemodelan Konsekuensi.....	46
4.7.1 Pengaplikasian Diagram Hjulström	46
4.7.2 Pemodelan dengan Perangkat Lunak	50
4.8 Dampak Persebaran Sedimen	52
4.9 Representasi Risiko	53
4.10 Analisis Mitigasi.....	55
4.10.1 Penempatan <i>Tailing</i> pada Bendungan Khusus.....	55
4.10.2 Penginjeksian ke dalam Tempat Pembuangan Sampah (Bawah Tanah) ...	56
4.10.3 Menerapkan <i>Veneer Tailing</i> Kental di Permukaan Tanah	56
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	65
BIODATA PENULIS	163

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Area Studi.....	1
Gambar 2.1 Lokasi Penempatan <i>Tailing</i> di Teluk Senunu.....	5
Gambar 2.2 Teluk Senunu, Sumbawa Barat	5
Gambar 2.3 Penggambaran Jalur Pipa <i>Tailing</i> di Teluk Senunu.....	6
Gambar 2.4 Pipa HDPE.....	7
Gambar 2.5 <i>Tailing</i>	10
Gambar 2.6 Saluran Pipa HDPE	11
Gambar 2.7 Fenomena <i>Upwelling</i>	12
Gambar 2.8 Rerata Bulanan Temperatur (dalam $^{\circ}\text{C}$) Permukaan Laut	13
Gambar 2.9 Profil Lapisan Termoklin	14
Gambar 2.10 Prosedur Penilaian Risiko.....	15
Gambar 2.11 Diagram Hjulström.....	17
Gambar 2.12 Robertson <i>Risk Matrix</i>	20
Gambar 3.1 Alur Diagram Penilaian Risiko.....	25
Gambar 4.1 Model 3D Pipa Laut Kedalaman 125 di Permukaan Laut.....	29
Gambar 4.2 Jalur Pipa <i>Tailing Offshore</i>	30
Gambar 4.3 Kondisi Aktual Pipa Laut	31
Gambar 4.4 Batimetri Teluk Senunu (Perbedaan Warna Mewakili Kedalaman)	32
Gambar 4.5 Batimetri 3 Dimensi Teluk Senunu	33
Gambar 4.6 Pola arus rata-rata di lautan Indonesia pada Kedalaman 20 – 150 m.....	34
Gambar 4.7 Pola Arus Permukaan di Perairan Lepas Pantai Teluk Senunu	34
Gambar 4.8 Pola Arus Permukaan di Perairan Lepas Pantai Teluk Senunu dalam 3D..	35
Gambar 4.9 Profil Lapisan Termoklin Teluk Senunu	45
Gambar 4.10 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 50 cm/detik	47
Gambar 4.11 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 80 cm/detik	48
Gambar 4.12 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 20 cm/detik	49
Gambar 4.13 Contoh Hasil Pemodelan Persebaran Sedimen pada $t=50$ jam.....	51
Gambar 4.14 Lambang S5 sebagai Skenario.....	52
Gambar 4.14 Hasil Representasi Risiko pada Matriks Risiko.....	54

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Frekuensi Risiko.....	19
Tabel 2.2 Tingkat Keparahan dari Konsekuensi	21
Tabel 4.1 Spesifikasi Teknis Jalur Pipa <i>Tailing</i> Offshore di Teluk Senunu.....	31
Tabel 4.2 Karakteristik <i>Tailing</i>	32
Tabel 4.3 Pembagian Zona.....	36
Tabel 4.4 <i>Hazard</i> yang Teridentifikasi.....	37
Tabel 4.5 Penjelasan Setiap <i>Hazard</i> yang telah teridentifikasi.....	38
Tabel 4.6 Pembagian <i>Hazard</i> Berdasarkan Segmentasi Pipa.....	39
Tabel 4.7 Hasil Frekuensi setiap Segmentasi Pipa.....	39
Tabel 4.8 Kelas Frekuensi setiap Segmentasi Pipa	40
Tabel 4.9 Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut	42
Tabel 4.10 Kandungan <i>Tailing</i> dalam Pemantauan di Berbagai Segmen	44
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan.....	54

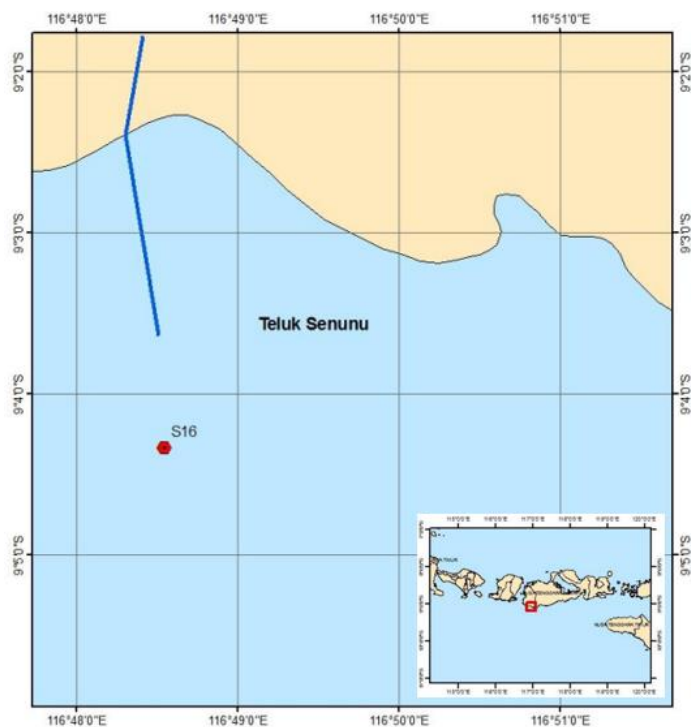
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tailing adalah jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan pertambangan (pengolahan logam) dan kehadirannya di dunia pertambangan tidak dapat dihindari. Seperti pengolahan batuan limbah sisa yang mengandung mineral, *tailing* mungkin berisi mineral berharga. Kandungan mineral dalam *tailing* dikarenakan dalam proses pengolahan bijih mineral, yang dapat digunakan dalam industri pertambangan tidak akan mencapai akuisisi (*recovery*) 100% (Pohan, 2007).



Gambar 1.1 Area Studi
(Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2006)

Di Indonesia, terdapat perusahaan tambang yang membuang *tailing* ke dalam ekosistem perairan laut, salah satunya adalah perusahaan tambang emas asing yang membuang *tailing* pada di Teluk Buyat. Teluk Buyat merupakan teluk kecil yang terletak di Pantai Semenanjung Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Akibat kegiatan pertambangan skala besar yang telah dilakukan, ekosistem perairan laut di Teluk Buyat menjadi rusak parah akibat sebagai lokasi pembuangan sekitar 2000 ton *tailing* atau limbah tambang setiap hari. Perubahan Teluk Buyat adalah bentuk bencana ekologis akibat terkontaminasi oleh kandungan logam berat. *Tailing* ini dihasilkan dari proses

estraksi emas pada badan bijih yang telah ditambang. Metode pelepasan emas ini menggunakan senyawa sianida. Adapun beberapa jenis logam berat yang ikut terangkat dari perut bumi adalah Hg (merkuri), As (arsen), Cd (kadmium), Pb (timah) dan emas itu sendiri. Dari proses pengolahan tersebut tentu saja hanya bijih emas yang diambil, dan logam berat yang lain dialirkan menjadi limbah halus melalui pipa *tailing* ke Teluk Buyat. Hingga terjadi kebocoran pada pipa *tailing* tahun 1998 yang diakibatkan oleh kegagalan pada sambungan flens di kedalaman sebesar 10 meter. Berdasarkan hasil kajian kelayakan pembuangan limbah ke Teluk Buyat, beberapa ancaman limbah tambang yang dibuang ke dasar laut yang dapat terjadi adalah seperti limbah lumpur di dasar perairan memberikan dampak buruk bagi organisme bentos dan jenis biota laut lainnya serta Elemen kimia toksik seperti arsen, kadmium, merkuri, timah, nikel dan sianida dapat merusak ekosistem laut. Lebih berbahaya, elemen-elemen kimia yang bersifat karsinogenik terakumulasi dalam rantai makanan yang akhirnya tiba pada manusia. Sejumlah ikan ditemui memiliki benjolan semacam tumor dan mengandung cairan kental berwarna hitam dan lendir berwarna kuning keemasan. Fenomena serupa ditemukan pula pada sejumlah penduduk Buyat, dimana mereka memiliki benjol-benjol di leher, payudara, betis, pergelangan, pantat dan kepala. Beberapa penelitian dilakukan sebagai respon atas pengaduan masyarakat nelayan setempat yang menyaksikan sejumlah ikan mati mendadak, menghilangnya beberapa jenis ikan terutama nener atau bandeng, serta keluhan kesehatan pada masyarakat. Dari laporan-laporan penelitian tersebut, ditemukan kesamaan pola penyebaran logam-logam berat seperti arsen (As), antimon (Sb), dan merkuri (Hg) dan mangan (Mn), dimana konsentrasi tertinggi logam berbahaya tersebut ditemukan di sekitar lokasi pembuangan *tailing*. Hal ini mengindikasikan bahwa pembuangan *tailing* di Teluk Buyat merupakan sumber pencemaran sejumlah logam berbahaya (Edinger et al., 2006; Simpson et al., 2005)

Di daerah lainnya, yaitu di Teluk Senunu yang terletak di Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat (lihat Gambar 1.1), telah terpasang pipa *tailing* di dasar laut dengan tujuan untuk mengalirkan *tailing* dan menimbunnya pada palung yang memiliki kedalaman yang sangat besar. Laju dumping *tailing* harian maksimum pada tahun 2016 adalah sebesar 150.128 metrik ton kering per hari (*dry metric ton/day*), sehingga pada rentang waktu Januari – September 2016 terdapat sekitar 31.308.694 metrik ton kering per hari *tailing* yang telah ditimbun di Teluk Senunu (Newmont Nusa Tenggara, 2016). Akan tetapi, jika dilihat dari risiko yang terjadi di Teluk Buyat, risiko yang dihasilkan dalam proses *tailing* sangat besar. Zat kimia yang terkandung dalam *tailing* dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Terutama, ketika pipa *tailing* yang telah dipasang mengalami kebocoran dan mencemari lingkungan. Proses *tailing* dapat menghasilkan nilai risiko yang tidak dapat diterima sehingga upaya mitigasi sangat diperlukan. Hasil risiko dapat menimbulkan bahaya seperti kontaminasi laut, perubahan ekosistem atau lainnya. Oleh karena itu, sangat perlu untuk melakukan penilaian risiko lingkungan terhadap kebocoran perpipaan *tailing* yang terjadi di Teluk Senunu, Sumbawa Barat.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana mengidentifikasi *hazard* yang dapat terjadi pada pipa *tailing offshore* yang terletak di Teluk Senunu, Sumbawa Barat?
- b. Bagaimana mengidentifikasi tingkat frekuensi yang dapat dihasilkan pada pipa *tailing offshore*?
- c. Bagaimana mengidentifikasi tingkat konsekuensi yang terjadi?
- d. Apa saja dampak yang dapat terjadi pada organisme maupun lingkungan yang terpapar oleh persebaran *tailing*?
- e. Bagaimana hasil dari tingkat risiko pada matriks risiko berdasarkan *Robertson Risk Matrix Standard*?
- f. Bagaimana bentuk rekomendasi (jika dibutuhkan) berdasarkan standar yang ditentukan?

1.3 Batasan Masalah

- a. Objek yang dianalisis adalah jalur pipa *tailing offshore* yang terletak di Teluk Senunu, Sumbawa Barat
- b. Menggunakan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut sebagai standar dalam mengidentifikasi konsekuensi yang terjadi
- c. Menggunakan *Robertson Risk Matrix Standard* sebagai bentuk representasi risiko

1.4 Tujuan

- a. Untuk mengidentifikasi *hazard* yang dapat terjadi pada pipa *tailing offshore* yang terletak di Teluk Senunu, Sumbawa Barat
- b. Untuk mengidentifikasi tingkat frekuensi risiko yang dapat dihasilkan pada pipa *tailing offshore*
- c. Untuk mengidentifikasi tingkat konsekuensi yang terjadi
- d. Untuk mendapatkan dampak yang dapat terjadi pada organisme maupun lingkungan yang terpapar oleh persebaran *tailing*.
- e. Mendapatkan hasil dari tingkat risiko pada *risk matrix* berdasarkan *Robertson Risk Matrix Standard*
- f. Mendapatkan informasi bentuk rekomendasi (jika dibutuhkan) berdasarkan standar yang ditentukan

1.5 Manfaat

- a. Dapat menyediakan rekomendasi dari risiko yang dapat dihasilkan dari proses yang terjadi di Teluk Senunu, Sumbawa Barat.
- b. Dapat digunakan oleh *stakeholder* untuk menentukan pencegahan dan mitigasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Terkini

Dalam kasus ini, dilakukan studi kasus di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Teluk Senunu merupakan tempat ditematkannya *Tailing* hasil sisa pengolahan tambang berupa emas, tembaga, dan perak. Teluk Senunu terletak pada koordinat garis lintang $9^{\circ} 1'56.80''S$ dan garis bujur $116^{\circ} 48'13.17''E$ dengan menghadap pada Samudera Hindia. Pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 menjelaskan lokasi penempatan jalur pipa di Teluk Senunu.



Gambar 2.1 Lokasi Penempatan *Tailing* di Teluk Senunu
(Sumber: Newmont Nusa Tenggara, 2010)



Gambar 2.2 Teluk Senunu, Sumbawa Barat
(Sumber: Newmont Nusa Tenggara, 2010)

Tailing dialirkan secara tertutup melalui pipa darat berdiameter 44 inci yang terbuat dari baja berlapis karet sepanjang 6,2 km. Pipa kemudian disambung dengan pipa laut berdiameter 40-48 inci sepanjang kurang lebih 3,2 km menembus perairan pantai. Pipa laut berlapis karet dan diberi pemberat beton agar stabil. Pemilihan jenis pipa didasarkan pada desain dan perencanaan pengelolaan *tailing* secara aman. Sebelum dialirkan melalui pipa dan dilepas ke laut, pH *tailing* dinormalkan terlebih dahulu. Jalur pipa terbagi menjadi dua, yaitu jalur barat (*west line*) dan jalur timur (*east line*). Jalur barat merupakan jalur pipa utama dalam proses pengaliran *tailing*, sedangkan jalur timur merupakan jalur pipa cadangan apabila jalur barat mengalami kegagalan atau mengalami penggantian konstruksi (Newmont Nusa Tenggara, 2010). Pada Gambar 2.3 menggambarkan penggambaran jalur pipa *Tailing* di Teluk Senunu secara spesifikasi dan arah untuk jalur pipa barat maupun jalur pipa timur.



Gambar 2.3 Penggambaran Jalur Pipa *Tailing* di Teluk Senunu
(Sumber: Newmont Nusa Tenggara, 2010)

Jenis pipa yang digunakan adalah pipa *high-density polyethylene* atau polietilena berdensitas tinggi (disingkat menjadi HDPE). Terdapat dua pipa dasar laut yang terpasang paralel yaitu satu di jalur barat (3,2 km) dan satu lagi di jalur timur (3,5 km) yang digunakan secara bergantian (salah satu pipa menjadi cadangan bagi pipa lainnya). Gambar 2.4 memperlihatkan bentuk dan rupa dari pipa HDPE yang digunakan. Apabila telah mencapai ketebalan minimumnya, pipa HDPE harus diganti dengan pipa baru yang dipasang di jalur yang sama. Hingga saat ini, telah dilakukan penggantian sebanyak 9 kali pipa dasar laut. Hingga bulan Mei 2015, telah dioperasikan dua macam ukuran diameter pipa HDPE, yaitu 48 dan 40 inci, menyesuaikan dengan kapasitas pipa *tailing* yang diperlukan untuk menangani *throughput* yang dihasilkan pabrik.



Gambar 2.4 Pipa HDPE
(Sumber: Newmont Nusa Tenggara, 2010)

2.2 Studi Literatur

2.2.1 Studi Literatur I

Studi literatur pertama berjudul *Heavy Metal Concentration in Shallow Marine Sediments Affected by Submarine Tailings Disposal and Artisanal Gold Mining Buyat-Ratototok District, North Sulawesi, Indonesia* yang menjelaskan tentang jejak konsentrasi elemen di sedimen laut dangkal di Kabupaten Buyat-Ratototok, Sulawesi Utara, Indonesia, yang terkena dampak oleh pembuangan limbah *tailing* dari industri pengolahan tambang emas dan pembuangan limbah *tailing* dan air limbah buangan yang tidak diatur dari industri pengolahan tambang emas skala kecil dengan menggunakan penggabungan merkuri. *Tailing* hasil industri pengolahan tambang emas tersebut mengandung arsenik sekitar 590-690 ppm, antimoni sekitar 490-580 ppm, dan merkuri sekitar 0,8-5,8 ppm. Konsentrasi As dan Sb dari sedimen yang terkena kontaminasi dari *tailing* menjadi 20-30 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi sedimen yang tidak terkontaminasi, dan 50-60 kali lebih tinggi dari sebelum adanya proses tambang. Konsentrasi merkuri paling tinggi diamati pada sedimen yang terkena dampak pada pertambangan skala kecil menggunakan campuran merkuri (5-29 ppm). Konsentrasi dari sebagian besar jejak elemen lainnya sebanding dengan sedimen yang dipengaruhi oleh kedua jenis penambangan dan sedikit lebih tinggi dari rata-rata untuk sedimen yang sedikit dikumpulkan sebelum permulaan dimulainya proses penambangan. Konsentrasi yang meningkat dari As dan Sb dalam proporsi yang kira-kira sama menunjukkan penyebaran *tailing* minimal sekitar 3,5 km. Kandungan merkuri yang dilepaskan dari pertambangan tersebar hingga 4 km dari mulut sungai. Terdapat sedikit peningkatan dalam konsentrasi dari jejak elemen non-merkuri di daerah yang terkena dampak pertambangan terhadap konsentrasi sebelum adanya industri pertambangan yang mungkin disebabkan oleh kenaikan tingkat laju erosi.

2.2.2 Studi Literatur II

Studi literatur kedua berjudul *Study on the Risk Assessment of the Tailings Dam Break*. Publik semakin memperhatikan bagaimana menjamin keamanan dari wilayah pemukiman dekat bendungan *tailing*. Dalam penelitian ini, ditetapkan sistem evaluasi risiko yang mendasarkan pada analisis peluang kegagalan dan penilaian konsekuensi dari kegagalan bendungan *tailing*. Metode kegagalan bendungan *tailing* dibentuk melalui penelitian dari mekanisme kegagalan bendungan *tailing*. Selama membentuk indeks sistem penilaian stabilitas bendungan *tailing*, menerapkan sepasang analisis pada penilaian stabilitas bendungan *tailing*; membentuk perhitungan pengendalian, mensimulasikan *routing* dan pergerakan dari aliran *tailing* di hilir pasca kegagalan bendungan *tailing*, menginvestigasi distribusi dari personil dan struktur dalam jarak yang terpengaruhi, menggunakan metode pembobotan faktor komprehensif dalam mengkonstruksi model evaluasi konsekuensi serius kegagalan bendungan *tailing*, model yang memperhitungkan skala bendungan *tailing*, korban jiwa, kerugian ekonomi dan dampak lingkungan sosial, menunjukkan titik kunci dan tingkat kesulitan dari penelitian dampak kegagalan bendungan *tailing*. Bendungan *tailing* untuk penilaian risiko kuantitatif yang tepat sangat sulit, indeks penilaian risiko adalah jenis dari metode analisis risiko kualitatif, membentuk perangkat lunak penilaian risiko bendungan *tailing* berdasarkan metode indeks penilaian risiko.

2.2.3 Studi Literatur III

Studi literatur ketiga berjudul *Environmental Risk Assessment of Heavy Metals in Bohai Sea, North China*. Sebuah metode penilaian risiko yang direkomendasikan oleh PEMSEA diperkenalkan untuk menilai risiko lingkungan oleh logam berat (tembaga, timbal, merkuri, dan kadmium) di air laut Bohai, Tiongkok Utara. Perhitungan risiko dihitung berdasarkan pada data yang diukur dari tahun 2002 dan kriteria kualitas air laut. Risiko prioritas adalah Hg dan Pb, risiko yang dilokalisasi berupa Cu lalu Cd berada pada tingkat yang dapat diterima. Perairan pesisir dekat muara dan kota besar memiliki potensi risiko yang lebih tinggi; terutama Teluk Bohai yang terletak di Laut Bohai Barat memiliki risiko tertinggi dimana pencemaran logam berat adalah hal yang sangat serius. Data dari tahun selanjutnya memverifikasi hasil analisis yang belum pasti yang dengan baik yaitu lebih dari 75% risiko untuk Hg dan Pb melebihi nilai kritis.

2.2.4 Studi Literatur IV

Studi literatur keempat berjudul *Kajian Dinamika Pantai: Studi Kasus di Pantai Rening, Jembrana, Bali*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai, transpor sedimen dan dinamika pantai di Pantai Rening. Pengambilan data arus dan sampel sedimen diambil dari tujuh belas titik pengambilan sampel yang tersebar merata di sepanjang perairan Pantai Rening. Sampel sedimen kemudian diujikan di laboratorium menggunakan metode granulometri untuk mengetahui karakteristik sedimen. Perubahan garis pantai dianalisa menggunakan analisis peta citra satelit tahun 2011, 2014 dan 2016, sedangkan pola transpor sedimen dianalisa menggunakan grafik

Hjulstrom. Dari hasil analisa perubahan garis pantai dan transpor sedimen, dapat dianalisa dinamika Pantai Rening. Hasil uji sedimen menunjukkan bahwa jenis sedimen didominasi oleh pasir sedang dengan diameter antara 0.25-5 mm. Pergerakan arus dominan mengarah ke arah barat. Hasil analisis perubahan garis pantai antara tahun 2011-2016, dan analisa grafik Hjulstrom menunjukkan pola yang sama bahwa pada Pantai Rening mengalami erosi dan mundurnya garis pantai. Dinamika Pantai Rening cukup tinggi dengan kecenderungan terjadi erosi pantai berupa *littoral drift* akibat arus sejajar pantai.

2.2.5 Studi Literatur V

Studi literatur kelima berjudul *Heavy Metal Contamination from Gold Mining Recorded in Porites lobata Skeletons, Buyat-Ratatotok District, North Sulawesi, Indonesia*. Sedimen laut dangkal dan terumbu karang tepi di Kabupaten Buyat-Ratatotok di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, dipengaruhi oleh pembuangan *tailing* bawah laut dari industri pengolahan tambang emas dan oleh pertambangan emas skala kecil dengan menggunakan penggabungan merkuri. Variasi antar-lokasi pada konsentrasi logam berat pada sedimen laut dangkal sebagian tercermin dari konsentrasi jejak elemen pada kerangka karang terumbu dari terumbu yang berdekatan. Kerangka dari karang terindikasi adanya silikon, mangan, besi, tembaga, kromium, kobalt, antimon, thallium, dan timbal dalam konsentrasi yang berbeda sesuai dengan sumbernya, akan tetapi konsentrasi dari arsen dalam karang tidak berbeda secara signifikan di antara lokasi. Analisis temporal menemukan bahwa konsentrasi puncak dari arsenik dan kromium umumnya bersamaan dengan konsentrasi tertinggi dari silika dan/atau tembaga, yang menunjukkan bahwa sebagian besar elemen jejak pada kerangka karang digabungkan ke dalam sedimen *siliciclastic detrital*, bukan kotoran dalam aragonit kerangka.

2.3 Dasar Teori

2.3.1 Tailing

Tailing merupakan kombinasi atau campuran dari material padat berbentuk butiran halus (biasanya berukuran dengan kisaran antara 0,001 sampai 0,6 mm) yang tersisa setelah logam dan mineral yang dapat dipulihkan telah mengalami proses ekstraksi dari bijih tambang, bersama-sama dengan air yang digunakan dalam proses pemulihan. Karakteristik fisik dan kimia dari *tailing* dapat bervariasi, tergantung pada sifat bijih dan metode pengolahan yang digunakan. (Australian Government Department of Industry, Innovation and Science, 2016). Pada Gambar 2.5 diperlihatkan perihal wujud dari *tailing* yang dihasilkan sebelum difilter kembali.



Gambar 2.5 *Tailing*

(Sumber: Australian Government Department of Industry, Innovation and Science, 2016)

Tailing dapat disimpan dalam berbagai cara tergantung pada sifat fisik dan kimia, topografi (keadaan muka bumi) dari situs, kondisi iklim, peraturan dan batasan lingkungan, dan konteks sosioekonomi dimana operasi dan pabrik pengolahan tambang berada. *Tailing* paling sering diangkut dalam bentuk lumpur atau biasa disebut dengan *slurry* ke fasilitas penyimpanan di permukaan daratan, umumnya dikenal sebagai Fasilitas Pengelolaan *Tailing* atau Fasilitas Penyimpanan *Tailing* (FPT), yang biasanya dapat menempati setengah dari area dan menyebabkan gangguan pada operasi penambangan. *Tailing* juga dapat disimpan di dalam lubang dan berbentuk lahan limbah terpadu (*integrated waste landforms*) (Western Australian Department of Mines and Petroleum, 2013).

Persyaratan dasar dari FPT adalah menyediakan penyimpanan *tailing* yang aman, stabil, tidak berpolusi dan ekonomis, menghasilkan risiko kesehatan dan keselamatan masyarakat yang dapat diabaikan, dan dampak sosial dan lingkungan yang dapat diterima selama operasi dan setelah penutupan tambang.

Tailing biasanya disimpan di permukaan baik di dalam struktur penahan atau dalam bentuk tumpukan (tumpukan kering) tetapi juga dapat disimpan di bawah tanah pada rongga tambang yang kosong dengan proses biasa disebut sebagai *backfill*. Proses *backfill* dapat memberikan dukungan dasar (tanah) dan dinding, meningkatkan pertukaran udara, memberikan alternatif ke permukaan penyimpanan *tailing* dan mencegah penurunan.

Tailing dari jenis yang sama mungkin memiliki mineralogi yang berbeda dan oleh karena itu, *tailing* akan memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda. Karakteristik *tailing* harus ditentukan untuk membentuk sifat *tailing* sekali disimpan di lokasi penyimpanan terakhir mereka dan potensi liabilitas jangka pendek hingga jangka

panjang dan dampak terhadap lingkungan. Setelah karakteristik kemungkinan dari *tailing* ditentukan dari laboratorium, persyaratan desain yang diperlukan dapat diidentifikasi untuk mengurangi dampak lingkungan serta menentukan kinerja operasional yang optimal (Ritcey, G. M., 1989). Karakteristik berikut dari *tailing* yang perlu dibentuk untuk fasilitas *tailing* adalah sebagai berikut (European Commission, 2004):

- a. Komposisi kimia (termasuk perubahan kimia melalui pengolahan mineral) dan kemampuannya untuk mengoksidasi dan memobilisasi logam
- b. Komposisi fisik dan stabilitas (statis dan seismik)
- c. Perilaku di bawah tekanan dan tingkat konsolidasi
- d. Stabilitas erosi (angin dan air)
- e. Sifat pengendapan, waktu pengeringan dan sifat pemadatan setelah deposisi

2.3.2 Pipa HDPE (*High-Density Polyethylene*)

Pipa HDPE (*high-density polyethylene*) adalah pipa yang terbuat dengan bahan *polyethylene* atau polietilena dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur atau fleksibel dan tahan terhadap bahan kimia. Pipa HDPE tidak memiliki potensi untuk megkontaminasi air dan menjadi media tumbuhnya lumut. Pada Gambar 2.6 menunjukkan saluran pipa HDPE yang digunakan dalam proses pengaliran *tailing*.



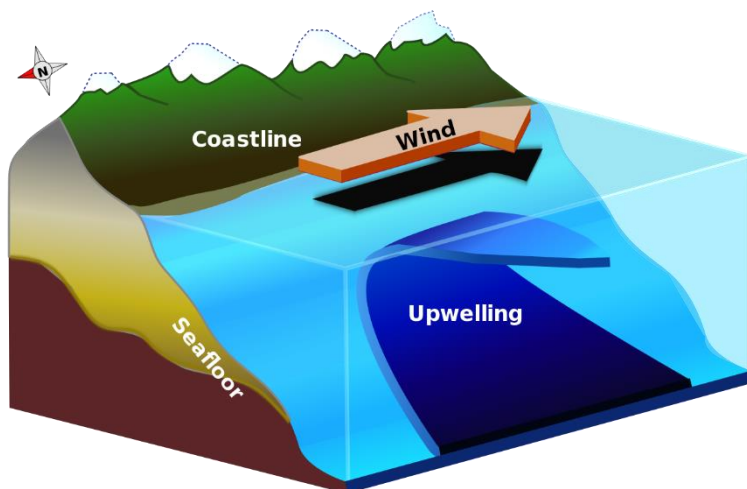
Gambar 2.6 Saluran Pipa HDPE
(Sumber: Wardhana, H., 2016)

Pipa yang terbuat dari *polyethylene* adalah solusi efektif untuk biaya untuk berbagai masalah perpipaan seperti perpipaan di kota, industri, kelautan, pertambangan, tempat pembuangan akhir, saluran dan aplikasi pertanian. Telah diuji dan terbukti efektif untuk di atas tanah, di permukaan, terkubur dalam tanah, mengapung di air, aplikasi kelautan di permukaan bawah laut.

Pipa HDPE dapat membawa dan mengalirkan air minum, air limbah, lumpur, bahan kimia, limbah berbahaya, dan gas bertekanan. Bahkan, pipa HDPE memiliki sejarah panjang dalam penggunaannya terhadap pengaliran gas, minyak, bidang pertambangan dan industri lainnya. Pipa HDPE memiliki frekuensi reparasi terendah per mil dari pipa per tahun dibandingkan dengan pipa dengan bahan lainnya yang digunakan untuk distribusi gas perkotaan.

2.3.3 Pergerakan Massa Air Vertikal (*Upwelling*)

Upwelling merupakan salah satu fenomena oseanografi yang dikhawatirkan dapat membawa material *tailing* dari dasar laut ke permukaan laut sehingga dapat berdampak pada produktivitas permukaan atau mencemari daerah pesisir. Pada Gambar 2.7 mengilustrasikan fenomena *Upwelling* yang dapat terjadi di laut khususnya di Teluk Senenu dan sekitarnya.

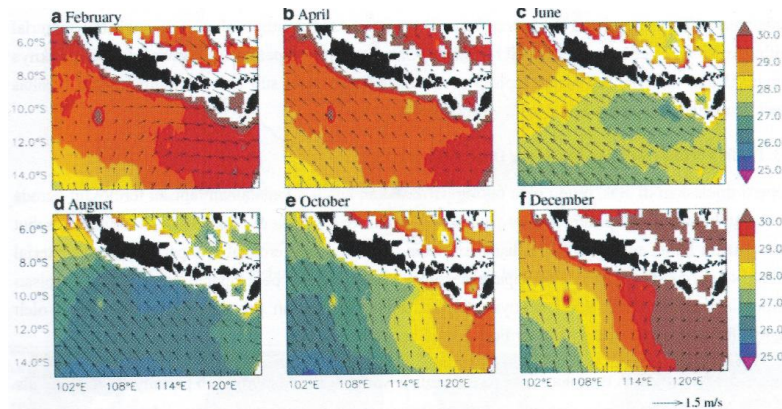


Gambar 2.7 Fenomena *Upwelling*
(Sumber: Gaines, et al., 2012)

Secara regional, fenomena *upwelling* di Samudera Indonesia/Hindia, khususnya di perairan pantai Barat Sumatera, pesisir Selatan Nusa Tenggara telah dikaji oleh beberapa peneliti seperti Murtugudde et al. (1999). Peneliti tersebut memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk mengidentifikasi fenomena *upwelling*. Pada umumnya distribusi temperatur dan kelimpahan klorofil di permukaan laut merupakan parameter yang sering dianalisis sebagai indikator untuk identifikasi *upwelling* dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh karena teknologi ini dapat memetakan kondisi kedua parameter tersebut di permukaan.

Sebagai contoh, hasil pengolahan data citra satelit selama jangka waktu satu tahun untuk identifikasi *upwelling* dari penelitian sebelumnya (Iskandar et al., 2010) ditampilkan pada Gambar 2.8. Gambar-gambar pada Gambar 2.8 tersebut menunjukkan anomali temperatur rendah dan kelimpahan plankton di pesisir selatan Pulau Jawa hingga

Nusa Tenggara pada saat musim timur (Bulan Agustus – Oktober) yaitu saat angin Tenggara bertiup. Hal ini mengindikasikan terjadinya *Upweilling* dan hal ini didukung oleh hasil pengolahan data temperatur vertikal yang menunjukkan penipisan lapisan termoklin pada bulan September.



Gambar 2.8 Rerata Bulanan Temperatur (dalam $^{\circ}\text{C}$) Permukaan Laut
(Sumber: Iskandar et al., 2010)

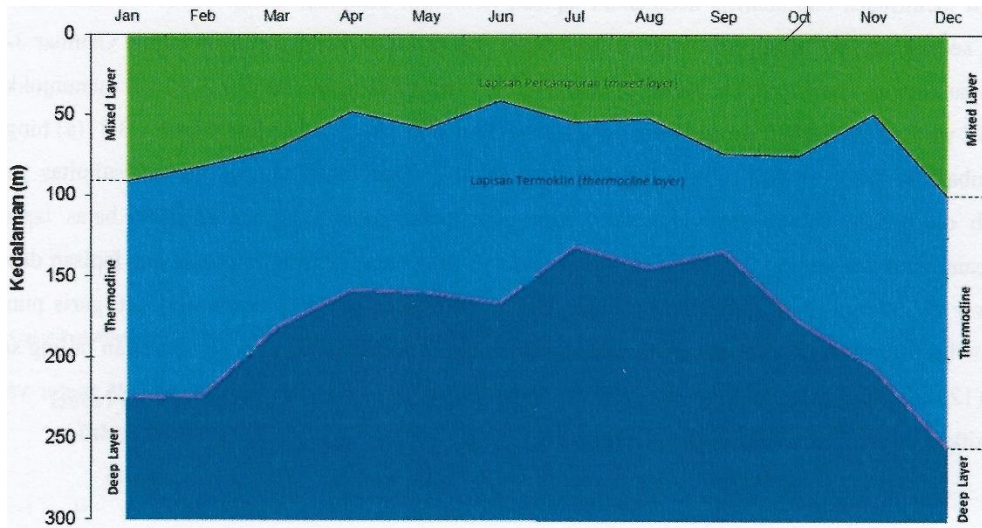
2.3.4 Lapisan Termoklin

Lapisan termoklin atau *thermocline layer* merupakan lapisan pembatas antara air laut yang berada di permukaan dan yang berada di bawahnya sehingga dapat dikatakan sebagai lapisan yang membagi dua massa air di perairan. Pada umumnya, lapisan ini memiliki perbedaan suhu yang sangat tajam dibandingkan dengan lapisan air lainnya. Pada Gambar 2.9 memperlihatkan ilustrasi lapisan termoklin di daerah Teluk Senenu.

Lapisan termoklin terdapat pada daerah garis lintang rendah dan menengah di laut atau samudera sepanjang tahun. Akan tetapi, di garis lintang kutub, variasi temperatur antara permukaan dan dasar laut sangat kecil dan oleh karena itu, tidak ada lapisan termoklin yang bersifat permanen pada garis lintang yang tinggi. Temperatur dan kedalaman dari lapisan campuran bervariasi dari musim ke musim dalam garis lintang menengah. Pada lintang ini selama musim semi, temperatur permukaan laut mulai meningkat dan kondisi dari permukaan menjadi kurang kasar, lapisan termoklin musiman mulai terbentuk di bawah lapisan campuran. Kemudian lapisan termoklin musiman ini berkembang sepenuhnya pada musim panas ketika kondisinya menjadi lebih baik. Pada musim ini, ketika laut mendapatkan panas, lapisan atas menjadi tidak homothermal, tetapi mengandung lapisan termoklin musiman kecil.

Selama musim gugur dan musim dingin, ketika temperatur permukaan rendah dan kondisi kasar terdapat pada permukaan, lapisan permukaan campuran berkembang menjadi lapisan termoklin permanen. Lapisan atas biasanya homothermal di musim gugur dan musim dingin ketika laut kehilangan panas dan berpindah ke atmosfer. Pada lintang rendah tidak terdapat banyak pendinginan di musim dingin dan sehingga lapisan termoklin musiman berubah menjadi permanen dan bergabung dengan lapisan termoklin

permanen. Pada lintang tinggi, diatas 60° , tidak terdapat lapisan termoklin permanen, akan tetapi, lapisan termoklin musiman dapat berkembang saat musim panas. Pada lintang utara atas, lapisan dari air dingin antara permukaan yang lebih hangat dan air yang lebih dalam, terdapat lapisan yang dikenal sebagai lapisan dikotermal (Affholder et al., 2001).



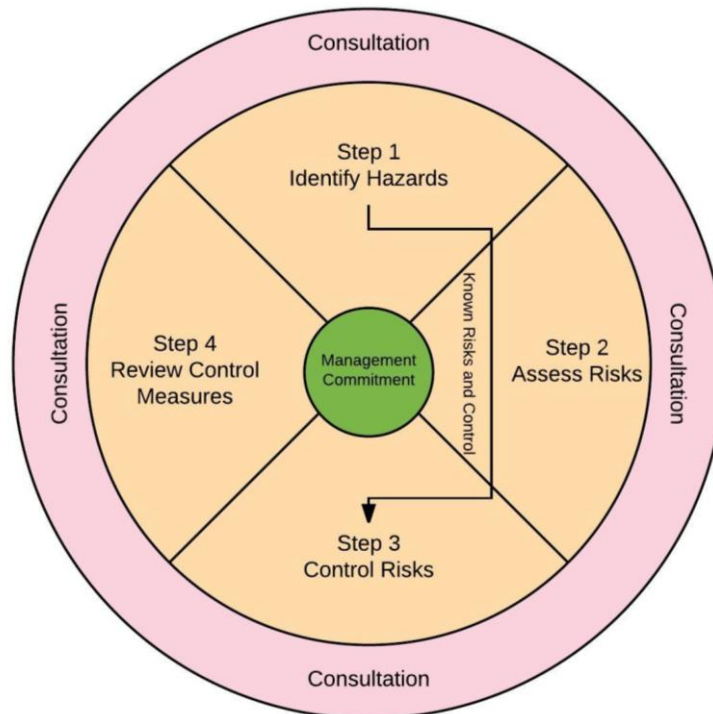
Gambar 2.9 Profil Lapisan Termoklin
(Sumber: PT. LAPI ITB, 2015)

2.3.5 Penilaian Risiko

Risiko adalah pengaruh dari ketidaktentuan atau ketidakpastian pada tujuan, di mana pengaruh tersebut merupakan sebuah deviasi dari yang diharapkan, baik itu bersifat positif dan/atau negatif. Tujuan tersebut dapat berasal dari aspek yang berbeda seperti aspek finansial, kesehatan dan keselamatan, dan tujuan yang berhubungan dengan lingkungan dan dapat diaplikasikan pada tingkat yang berbeda seperti strategis, organisasi, proyek, produk, dan proses. Risiko sering ditandai dengan mengacu pada kejadian atau *event* potensial, konsekuensi, atau kombinasi dari keduanya dan bagaimanahal itu dapat mempengaruhi pencapaian tujuan yang ingin dicapai. Risiko sering dinyatakan dalam kaitannya terhadap kombinasi dari konsekuensi dari sebuah *event* atau perubahan dari keadaan, dan frekuensi peluang terjadinya yang terkait (ISO/IEC Guide 73, 2008).

Sementara penilaian risiko didefinisikan sebagai keseluruhan proses dari mengidentifikasi risiko (*risk identification*), menganalisis risiko (*risk analysis*), dan mengevaluasi risiko (ISO/IEC Guide 73, 2008). *Risk assessment* berupa identifikasi sumber risiko, penyebabnya, dan kemungkinan konsekuensi yang dapat terjadi. Mengidentifikasi risiko dapat melibatkan data historis, analisis teoritis, pendapat ahli dan kebutuhan dari *stakeholder*. Setelah teridentifikasi, kemudian dilakukan analisis risiko, yaitu berupa proses dengan tujuan untuk memahami sifat risiko dan menentukan tingkat

dari risiko itu sendiri. Proses analisis risiko ini memberikan dasar untuk evaluasi risiko dan keputusan perihal penanganan risiko itu. Setelah itu dilakukan evaluasi risiko dengan membandingkan hasil dari analisis risiko terhadap kriteria risiko untuk menentukan apakah tingkat risiko tersebut dapat diterima atau tidak dapat diterima. Gambar 2.10 menjelaskan prosedur dari proses *risk assessment*.



Gambar 2.10 Prosedur Penilaian Risiko

a) ***Hazard Identification***

Hazard merupakan sumber dari potensi kerusakan, kerugian atau efek kesehatan yang merugikan pada sesuatu atau seseorang dalam kondisi tertentu di area kerja. Pada dasarnya, *hazard* dapat menyebabkan kerusakan atau efek samping (untuk individu berupa efek kesehatan atau organisasi berupa kerugian pada properti atau peralatan). (CCOHS, 2009). Sementara *Hazard Identification* (HAZID) merupakan "proses identifikasi bahaya, sebagai bentuk langkah pertama yang penting dari *risk assessment*". Terdapat dua tujuan dalam mengidentifikasi *hazard*. Yang pertama adalah untuk mendapatkan daftar *hazard* untuk evaluasi selanjutnya dengan menggunakan teknik penilaian risiko lainnya. Hal ini kadang-kadang dikenal sebagai "*failure case selection*". Dan yang kedua adalah untuk melakukan evaluasi kualitatif tentang pentingnya bahaya dan langkah-langkah untuk mereduksi risiko yang dihasilkan. Hal ini kadang-kadang disebut sebagai "*hazard assessment*" (Germanischer Lloyd, 2008).

Dalam mengidentifikasi *hazard*, dibutuhkan adanya pengumpulan data. Hal ini dikarenakan tahap identifikasi *hazard* ini berupaya membangun proses pengumpulan

data sehingga dapat mengidentifikasi *hazard* yang akan terjadi atau dapat ditemui dikarenakan operasi dari kondisi atau area dari lingkungan dan tindakan pengendalian risiko yang ada terkait dengan bahaya tersebut. Sama pentingnya, tahap ini juga dapat mengidentifikasi bahan baru yang dapat tercipta sebagai hasil dari operasi yang dilakukan. Pendekatan ini mengakui bahwa orang-orang yang paling tepat untuk mengidentifikasi bahaya seringkali merupakan orang-orang yang bekerja di dekat operasi atau sistem atau komponen tertentu.

Proses HAZID harus dilakukan atas dasar kategori insiden, di setiap area dari sebuah lokasi tertentu. Proses ini harus secara sistematis mempertimbangkan operasi dan antarmuka yang sesuai untuk setiap area. Pendekatannya adalah dengan melakukan identifikasi *hazard* umum secara geografis, diikuti oleh penilaian terhadap operasi tertentu. *Hazard* yang dimaksud harus diidentifikasi pada awalnya secara general dan kemudian ditambahkan, untuk mempertimbangkan skenario yang spesifik untuk area lokasi yang berbeda.

b) Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan analisis seberapa sering atau probabilitas untuk kemunculan insiden berbahaya yang mungkin terjadi. Setelah *hazard* dari sistem atau proses dapat diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menghitung perkiraan frekuensi yang terjadi. Sebelum melakukan perhitungan frekuensi, diharuskan untuk menyediakan data tentang objek yang akan dipelajari terlebih dulu. Frekuensi probabilitas suatu peristiwa yang tidak diinginkan terjadi dinyatakan sebagai kejadian per satuan waktu dan biasanya juga disebut dengan kejadian per tahun.

2.3.6 Penilaian Konsekuensi

Consequence Assessment atau penilaian konsekuensi adalah penilaian dampak yang mungkin terjadi karena potensi bahaya atau *hazard*. Konsekuensi adalah bagian penting dari proses penilaian risiko disamping frekuensi. Dalam perkiraan penilaian atau frekuensi dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan. Konsekuensi dalam hal ini dapat dinyatakan sebagai dampak dari suatu peristiwa pada properti yang dapat menyebabkan kerusakan yang berakibatkan pada banyaknya kematian, tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi atau biaya besar yang dikeluarkan untuk perbaikan.

2.3.7 Pemodelan Konsekuensi

Pemodelan konsekuensi mengacu pada perhitungan atau estimasi nilai numerik (atau representasi grafis) yang menggambarkan hasil fisik yang dapat dipercaya dari kerugian hasil skenario yang melibatkan bahan yang mudah terbakar, bahan peledak dan bahan beracun yang kemudian berdampak terhadap keselamatan orang, aset atau properti lainnya (OGP Database, 2010).

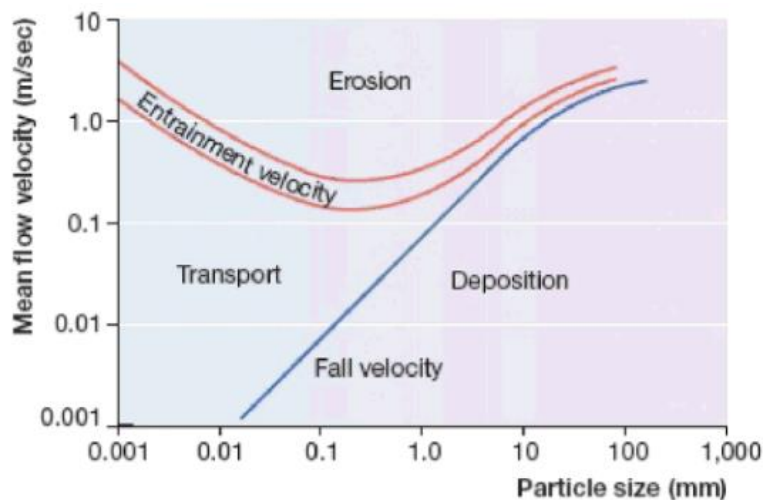
Kebutuhan akan penilaian risiko hingga dilakukannya pemodelan konsekuensi dalam sebuah sistem akan menjadi sangat kritis jika tingkat kerumitan dan tingkat kompleks yang dimiliki semakin tinggi, terutama sistem yang berhubungan dengan

proses bahan beracun, bahan yang mudah terbakar atau bahan kimia yang berbahaya di bawah kondisi suhu dan tekanan yang ekstrem. Selain itu, pendekatan dari banyak faktor seperti itu terhadap daerah berpenduduk atau daerah yang berhubungan dengan keselamatan atau aset.

Dalam proses pemodelan konsekuensi, dibutuhkan sebuah perangkat lunak yang dapat merepresentasikan bentuk dari konsekuensi yang akan dihadapi kedepannya. Dalam proses pemodelan tersebut, dibutuhkan beberapa faktor atau sumber yang mewakili kondisi lingkungan yang sebenarnya, seperti bentuk garis bibir pantai, batimetri kedalaman laut, kecepatan angin, kecepatan arus dan lain-lain. Untuk pemodelan konsekuensi berupa pergerakan sedimentasi, perlu beberapa faktor khusus yang harus ditentukan, seperti titik munculnya sedimentasi (dapat berupa kebocoran), total *discharge* dari sedimentasi yang keluar

2.3.8 Diagram Hjulström

Hjulström Diagram atau Diagram Hjulström (sering juga disebut dengan Kurva Hjulström) merupakan diagram yang merepresentasikan batas-batas antara erosi, perpindahan atau transportasi, dan pengendapan dalam grafik kecepatan aliran vs ukuran partikel. Diagram Hjulström menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran dan transportasi dari butiran-butiran sedimen. Ketika butiran sedimen telah terendapkan, diperlukan energi yang lebih tinggi untuk dapat menggerakkannya daripada menjaganya tetap bergerak ketika telah bergerak. Sifat kohesif dari partikel lempung mengartikan bahwa sedimen berbutir halus memerlukan kecepatan yang lebih tinggi untuk mengerosi kembali sedimen ini ketika sedimen ini terendapkan, khususnya ketika terkompaksi atau penekanan partikel sehingga membentuk massa padat (Press et al., 1986).



Gambar 2.11 Diagram Hjulström
(Sumber: Raw, M., 2012)

Diagram Hjulström yang dapat dilihat pada Gambar 2.12, memiliki dua garis utama pada diagram. Garis yang lebih rendah menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran dan partikel yang siap akan bergerak. Ini menunjukkan bahwa kerikil akan berhenti di sekitar 20-30 cm/s, butiran partikel pasir pada 2-3 cm/s, dan partikel lempung ketika kecepatan aliran adalah secara efektif nol. Oleh karena itu, ukuran butir partikel di dalam aliran dapat digunakan sebagai petunjuk kecepatan aliran pada waktu pengendapan sedimen jika terendapkan sebagai partikel-partikel terisolasi.

Garis kurva bagian atas menunjukkan kecepatan aliran yang diperlukan untuk menggerakkan partikel dari kondisi diam. Pada setengah bagian kanan grafik, garis ini sejajar dengan garis yang pertama namun untuk ukuran butir tertentu, diperlukan kecepatan yang lebih besar untuk memulai pergerakan daripada untuk menjaga partikel tetap bergerak. Pada sisi kiri diagram terdapat garis divergen yang tajam. Secara intuisi, partikel seperti lempung memerlukan kecepatan yang lebih besar untuk menggerakannya daripada pasir. Hal ini dapat dijelaskan melalui sifat mineral lempung yang akan mendominasi fraksi halus dalam sedimen. Partikel lempung bersifat kohesif (melekat antara satu dengan yang lainnya) dan sekali terendapkan akan cenderung merekat bersama, membuatnya untuk naik ke dalam aliran dibandingkan dengan butir-butir pasir.

2.3.9 Matriks Risiko

Tingkat dari risiko yang telah didapatkan didasarkan pada sebuah matriks dengan sumbu konsekuensi dan probabilitas. Kombinasi dari tingkat konsekuensi dan tingkat probabilitas menciptakan peringkat dari risiko itu sendiri. Meskipun banyak matriks risiko telah dikembangkan dan diimplementasikan, pengembangan matriks penilaian risiko yang baru adalah sebuah tantangan khusus. Meskipun matriks risiko mudah untuk digunakan, akan tetapi matriks risiko dapat menyebabkan masalah liabilitas dan tingkat keamanan yang tidak riil. Matriks risiko yang efektif harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Mudah digunakan dan dipahami
- Tidak membutuhkan pengetahuan yang luas tentang menggunakan analisis risiko kuantitatif
- Memiliki orientasi yang jelas dalam penerapan
- Memiliki rentang kemungkinan yang konsisten yang mencakup seluruh skenario yang bersifat potensial
- Memiliki deskripsi terinci dari konsekuensi yang berhubungan dengan setiap kisaran konsekuensi
- Memiliki tingkat risiko yang jelas, antara risiko yang dapat ditoleransi dan tidak dapat ditoleransi

Dalam tugas akhir ini digunakan *Robertson Risk Matrix*, yang merupakan pengembangan matriks risiko yang digunakan untuk menentukan tingkat konsekuensi untuk bidang pertambangan dan bidang lainnya yang sejenis. Probabilitas dari kegagalan yang terjadi membawa pada konsekuensi yang diklasifikasikan dengan menggunakan

sistem 5 kelas atau 5 tingkat, yang dimulai dari *not likely* (tingkat terendah) hingga *expected* (tingkat tertinggi). Dua distribusi kemungkinan atau probabilitas yang dibuat secara terpisah digunakan. Yang pertama adalah untuk konsekuensi keselamatan, dan yang kedua adalah konsekuensi pada lingkungan dan sosial. Alasan dari sistem ini adalah ditemukan bahwa, secara umum, toleransi masyarakat untuk konsekuensi keselamatan lebih rendah dan oleh karena itu penerimaan dari risiko dari kejadian yang bersifat keselamatan lebih rendah dibandingkan kejadian yang berhubungan dengan lingkungan.

Tabel 2.2 menjelaskan perihal frekuensi akan terjadinya suatu *event* atau kejadian yang dapat menyebabkan konsekuensi terhadap beberapa kategori. Peluang diberikan dalam bentuk persen dengan satuan kejadian per tahun (*events/year*). Tingkat konsekuensi, atau keparahan, juga diklasifikasikan menggunakan sistem 5 kelas atau tingkat. Ditentukan tingkatan yang diberikan dari *negligible* (diabaikan) hingga *extreme consequences* (konsekuensi ekstrim) agar menjadi efektif dan intuitif. Interval kelas untuk masing-masing kategori diuraikan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Frekuensi Risiko

Kelas		Frekuensi dari Konsekuensi Keselamatan (<i>events/year</i>)	Frekuensi dari Konsekuensi Lingkungan dan Sosial (<i>events/year</i>)
<i>Not (NL)</i>	<i>Likely</i>	<0.01	<0.1
<i>Low (L)</i>		0.01-0.1	0.1-1
<i>Moderate (M)</i>		0.1-1	1-10
<i>High (H)</i>		1-10	10-50
<i>Expected (E)</i>		>10	>50

(Sumber: Robertson et al., 2006)

Untuk setiap efek yang dihasilkan, konsekuensinya dapat dinilai secara terpisah dalam masing-masing empat bidang kategori yang berbeda. Untuk masing-masing bidang kategori, terdapat berbagai skala dan ambang batas yang mungkin berlaku, seperti skala berdasarkan tingkat keparahan cedera, kesejahteraan masyarakat atau sosial, dampak lingkungan, dampak operasional dan lain-lain.

Untuk tujuan dalam bidang pertambangan, telah ditemukan bahwa sangat berguna untuk memiliki kategori konsekuensi terpisah untuk masing-masing yang dikelompokkan sebagai berikut. (Robertson et al., 2006):

- *Biological Impacts/Land Use*
- *Regulatory Impacts and Censure*
- *Public Concern and Image Impacts*
- *Health and Safety*

		LIKELIHOOD				
		NOT LIKELY	LOW	MODERATE	HIGH	EXPECTED
CONSEQUENCE	EXTREME					
	HIGH					
	MODERATE					
	LOW					
	NEGLECTIBLE					

Gambar 2.12 Robertson *Risk Matrix*
(Sumber: Robertson et al., 2006)

Dengan diberikannya peluang risiko dan *severity of effects*, tingkat risiko dapat ditentukan dan ditampilkan dengan memplot hasil pada matriks risiko. Sebuah bentuk kegagalan yang diharapkan dan akan menghasilkan plot konsekuensi yang 'ekstrem' dalam kotak berwarna merah. Tingkat risiko ditampilkan dalam bentuk warna itu sendiri, untuk menunjukkan bahwa ini bukan representasi matematis. Tingkat 'risiko' meningkat dari kiri bawah ke kanan atas. Warna kuning hingga merah menunjukkan bentuk kegagalan dengan tingkat risiko yang meningkat dan signifikan. Ini adalah bentuk kegagalan yang paling membutuhkan penentuan langkah-langkah mitigasi. Warna biru muda hingga biru tua menunjukkan bentuk kegagalan dengan tingkat risiko moderat hingga rendah, dimana tidak diperlukannya mitigasi karena dianggap masih dapat ditoleransi. Terdapat warna hijau yang terletak di antara warna yang mewakili tingkat risiko rendah dengan warna yang mewakili tingkat risiko yang sangat tinggi, sehingga warna hijau masuk dalam kategori ALARP (*As Long As Reasonably Practicable*), dimana dianggap tidak diperlukannya mitigasi karena risiko yang dihadapi masih dapat ditoleransi (Robertson et al., 2006). Gambar 2.12 memperlihatkan bentuk dari matriks risiko dari *Robertson Risk Matrix* yang dimaksud. Penggunaan *risk matrix* ini juga diimplementasi oleh Pavel Danihelka (2007) dalam menghubungkan antara kemungkinan frekuensi dan konsekuensi yang dihasilkan dan melihat hasilnya apakah risiko tersebut dapat diterima dalam analisis risiko dan melakukan manajemen risiko pada *tailing dam* di beberapa negara.

Tabel 2.2 Tingkat Keparahan dari Konsekuensi

Tingkat Konsekuensi	<i>Biological Impacts and Land Use</i>
<i>Extreme</i>	Dampak seperti bencana pada habitat (irreversible & besar)
<i>High</i>	Dampak irreversible yang signifikan terhadap habitat (besar tetapi reversibel)
<i>Moderate</i>	Signifikan, dampak reversibel terhadap habitat
<i>Low</i>	Dampak minor pada habitat
<i>Negligible</i>	Tidak ada dampak terukur

(Sumber: Robertson et al., 2006)

2.3.10 Dampak Terhadap Lingkungan

Dampak terhadap lingkungan merupakan hal yang harus diperhatikan sebagai bentuk akibat dari tingkat risiko yang tidak dapat diterima. Adapun dampak terhadap lingkungan yang dapat terjadi adalah sebagai berikut:

2.3.9.1 *Hyper-Sedimentation*

Pembuangan *tailing* ke laut dapat menyebabkan dampak yang berbahaya. Apabila terjadi kebocoran dalam pengalirannya, maka dapat mengakibatkan terjadinya *Hyper-Sedimentation*. Endapan *tailing* dapat setinggi beberapa meter di atas dasar laut dan dapat menutupi kehidupan yang berada pada zona bentik, di mana bentos (organisme biotik, baik hewan maupun tumbuh-tumbuhan yang hidup di wilayah yang disebut zona bentik maupun daerah tepian) berada. Organisme yang terkena dampak adalah organisme yang hidup di atas maupun di bawah zona bentik.

Beberapa *tailing* dapat memiliki sifat inert dan tidak beracun. Namun jika dihubungkan dengan kasus *hyper-sedimentation*, *tailing* tersebut tetap dapat berdampak. Dan untuk kasus yang ada di Teluk Senenu ini, *tailing* yang memiliki kandungan logam berat dan bahan kimia yang mempunyai efek beracun dapat berdampak bagi organisme yang ada. Dalam kasus-kasus *hyper-sedimentation* yang bersifat ekstrem, semua organisme yang berada di zona bentik dapat hilang dan area tersebut dapat menjadi tandus atau gersang. Sedangkan di luar zona bentik atau di luar zona terjadinya kebocoran *tailing*, seperti zona transisi, hanya beberapa spesies yang dapat bertahan di zona tersebut.

Terdapat sebuah studi yang didasarkan pada literatur dari eksperimen yang dilakukan dalam konteks pengerukan yang memperkirakan bahwa 50% spesies bentik akan mati ketika terkubur secara cepat oleh partikel *tailing* sedalam 5,4 cm, dan 5% spesies lainnya akan mati jika terkubur dengan sedimen partikel *tailing* setinggi 6,3 mm

(Smit et al., 2008). Kemudian, Sumber dan sifat sedimen kemungkinan akan mempengaruhi kepekaan dari organisme terhadap penguburan sedimen. Eksperimen lapangan yang meniru pemuatan sedimen terestrial dalam *embayment* Selandia Baru menunjukkan sensitivitas organisme makrofaunal terhadap endapan dengan tinggi sekitar 3-5 mm, dengan penurunan jumlah individu, jumlah taksa, dan kepadatan takson individu itu sendiri (Rodil et al., 2011).

Dampak terhadap *hard-substratum fauna* juga perlu diperhatikan, seperti karang koral dan spons (porifera). Hasil dari eksperimen laboratorium menyatakan bahwa terjadinya penurunan laju metabolisme dan penurunan pertumbuhan yang terjadi pada karang koral dan spons yang terpapar oleh meningkatnya konsentrasi sedimen (Larsson, et al., 2013). Dengan demikian, efek yang bersifat berbahaya terhadap organisme dapat diperkirakan, seperti efek yang menyebabkan munculnya daerah yang gersang atau tandus yang dekat dengan zona tempat kebocoran *tailing*, penurunan laju metabolisme dan pertumbuhan pada organisme, dan kematian hingga hilangnya spesies.

2.3.9.2 Efek Racun Logam Berat

Sedimen *tailing* mengandung berbagai jenis kandungan logam berat yang dapat mencemari lingkungan jika terjadinya kebocoran dalam proses pengaliran dari darat ke Fasilitas Penyimpanan Tailing (FPT). Terdapat *tailing* yang bersifat relatif inert, karena berasal dari ekstraksi karbonat. Namun juga terdapat *tailing*, seperti pada kasus di Teluk Senenu, memiliki kandungan logam berat yang potensial dan beracun bagi lingkungan. Ditambah lagi dengan adanya penambahan beberapa bahan kimia yang dapat digunakan oleh pabrik pengolahan tambang untuk membantu proses ekstraksi mineral. Pada bagian selanjutnya, akan dijelaskan terkait toksisitas logam berat yang berasal dari *tailing* di Teluk Senenu jika terjadi kebocoran.

Salah satu syarat pada logam agar dapat bersifat beracun bagi organisme fauna adalah harus berbentuk bioavailabilitas atau dapat terserap dan beredar dalam tubuh. Ion logam bebas dianggap yang paling memiliki sifat bioavailabilitas. Selain itu, *tailing* pertambangan terdiri atas berbagai campuran kandungan logam berat dan bahan kimia yang dapat menimbulkan efek yang berbeda dari masing-masing elemen secara terpisah. Efek dari racun logam tersebut juga bergantung pada spesies yang ada dan tahap perkembangan dari organisme itu sendiri.

Sebagai contoh, ikan pada tahap awal pengembangan memiliki tingkat kepekaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan dewasa, dan pada kondisi tertentu saat menerima air dalam tubuh (dalam pengenceran tingkat tinggi atau rendah). Pada ikan, efek toksik ion logam terjadi ketika berikatan dengan bagian permukaan dan menghambat pengikatan ion penting lainnya yang berguna bagi organisme, khususnya ikan. Terdapat studi yang mempelajari efek beberapa jejak kandungan logam berat pada insang ikan, dan dihasilkan bahwa terdapat indikasi respon yang bersifat toksik pada insang ikan saat terpapar jejak campuran bahan metal tersebut. dengan adanya perubahan fisik pada morfologi insang ikan yang terkena paparan jejak kandungan logam tersebut, akan terjadi gangguan pada proses fundamental yang terjadi dalam ikan, misalnya seperti proses osmoregulasi, pertukaran gas, dan proses metabolisme (Pandey et al., 2008).

2.3.9.3 Efek Perubahan Kadar Organik dan Ukuran Partikel

Sebagai bentuk tambahan dari dampak *hyper-sedimentation*, ukuran dan bentuk dari partikel *tailing* juga memainkan penting dalam dampaknya terhadap organisme fauna yang berada di zona bentik, karena kemungkinan besar bahwa *tailing* tambang mungkin memiliki komposisi ukuran partikel yang berbeda dengan sedimen yang asli. *Tailing* rendah akan kandungan organik. Jika terjadi kebocoran *tailing*, sedimen *tailing* akan menyebabkan penurunan kandungan bahan organik. Penurunan kandungan bahan organik juga mengakibatkan sedimen yang asli menjadi nilai gizi yang berkurang untuk organisme zona bentik karena *tailing* mengandung nilai makronutrien yang rendah, bahkan menimbulkan efek racun.

Hal lain yang dapat diubah oleh *tailing* pada lingkungan adalah porositas dan permeabilitas dari lingkungan tersebut. porositas ini merupakan sifat sebagai tempat pertukaran gas sedangkan permeabilitas merupakan sifat kemampuan untuk meloloskan partikel dengan menembusnya. Perubahan karakteristik dasar laut ini pada waktunya akan dapat mengubah penetrasi dari oksigen dan potensi terjadinya redoks (pertukaran molekul) sedimen, yang mempengaruhi sifat kimiawi sedimen yang asli.

Selain itu, salah satu faktor penting lainnya yang dijadikan sebagai peran kunci dalam hal dampak pada organisme fauna adalah bentuk partikel. Bentuk dari partikel terbentuk berdasarkan proses pengolahan tambang dan jenis mineral itu sendiri. Adapun partikel *tailing* yang ada memiliki jenis *Silt*, *Sand*, dan *Clay*. Partikel-partikel *tailing* tersebut biasanya memiliki sudut-sudut yang tajam dan berbentuk seperti jarum, dimana bentuk tersebut sangat berbahaya bagi jaringan yang dimiliki ikan, terutama pada bagian insang. Untuk organisme lain seperti kerang, dapat menyebabkan kerusakan pada struktur pencernaan, selaput insang dan sel kelenjar yang dimiliki.

2.3.9.4 Persebaran *Plume*

Untuk memastikan tidak terjadinya pencemaran dalam dampak yang besar, *tailing* harus tersimpan dalam suatu area khusus dan yang memang di desain untuk menyimpan atau menimbun *tailing* dengan tujuan agar *tailing* dicegah untuk berpindah. Prinsip penahanan *tailing* agar tetap di tempat meliputi skala jangkauan dan waktu dari persebaran *tailing* dari titik kebocoran atau pembuangan. Jangkauan dan waktu yang dimaksud bergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah ukuran partikel, dispersi secara horizontal dan kecepatan pengendapan.

Terdapat sebuah penelitian yang dilakukan di Teluk Senunu, Indonesia. Terdapat sekitar 110.000 hingga 120.000 ton *tailing* yang dibuang setiap harinya pada kedalaman 150 m di bawah permukaan laut, dan akan tenggelam hingga mencapai 3000-4000 m (di palung Jawa). Akan tetapi, endapan-endapan *tailing* terdeteksi tidak hanya pada kedalaman yang telah ditentukan, tetapi juga pada berbagai variasi kedalaman. Kedalaman limbah *tailing* yang bervariasi serta persebaran *tailing* dalam penelitian tersebut dianggap berhubungan baik dengan variasi kerapatan air yang berbeda secara musiman, dan utamanya bergantung pada temperatur air (Prisetiahyadi et al., 2005).

Plume tailing dapat memiliki dampak pada ekosistem pelagis (ekosistem yang berada pada permukaan laut hingga pada kedalaman sekitar 200 m). Di mana terjadi kebocoran *tailing* pada suatu kedalaman tertentu, maka akan berakibat dengan tingkat turbiditas atau kekeruhan yang menjadi sangat tinggi. Tingkat turbiditas yang tinggi akan berdampak pada ekosistem pelagis, di mana ekosistem pelagis menjadi tempat bagi komunitas khususnya ikan pelagis. Ikan pelagis memiliki sifat membentuk gerombolan (*schooling*) dan melakukan migrasi sesuai dengan daerah migrasinya. Turbiditas yang tinggi dapat mengganggu rute migrasi dari ikan pelagis yang berpotensi mempengaruhi aktivitas penangkapan ikan setempat.

2.3.9.5 Risiko Upwelling dan Kegagalan Lereng

Yang harus diketahui adalah *tailing* akan menyebabkan arus turbiditas, di mana arus ini akan membawa limbah *tailing* ini ke dasar laut atau minimal dapat dipindahkan di bawah lapisan campuran di mana lapisan termoklin berfungsi sebagai pembatas sehingga tidak terjadi pencampuran secara vertikal. Akan tetapi, *upwelling*, arus dalam, kegagalan pada lereng, hingga kebocoran pada pipa dapat terjadi secara tak terduga, menyebabkan terjadinya persebaran dan endapan *tailing*.

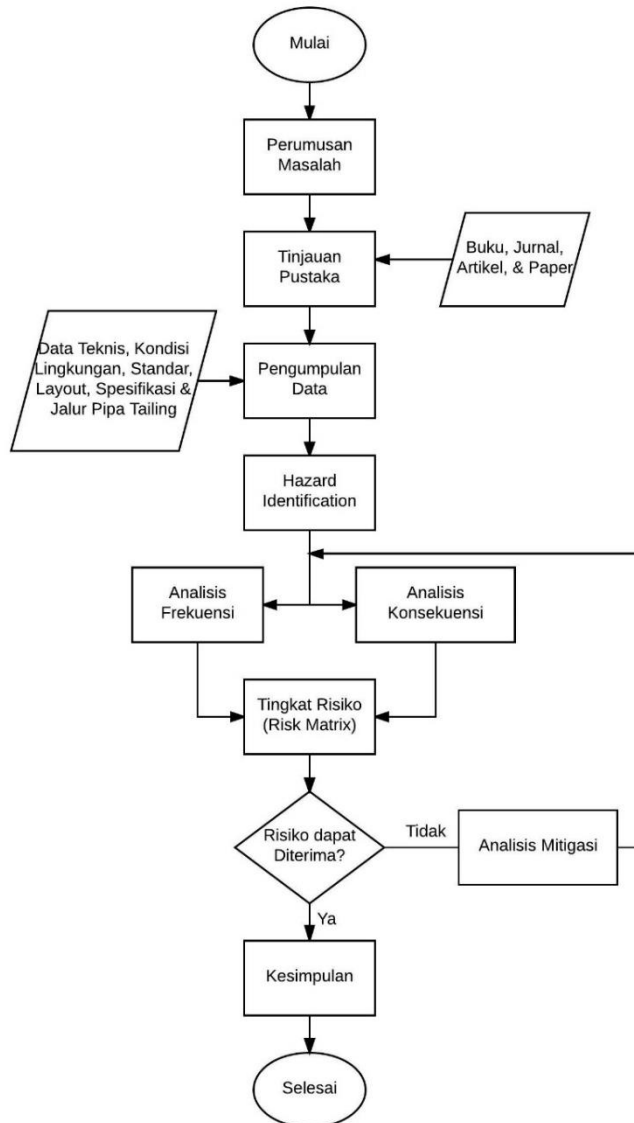
Proses *upwelling* dari *tailing* ke permukaan air dapat disebabkan oleh proses adveksi atau pergerakan massa udara secara vertikal, di mana partikel *tailing* tersebut terbentuk dari aliran turbiditas dapat terbawa ke permukaan laut. Dampak lingkungan dari terjadi *upwelling* ini sangat beragam. Mulai dari penggeseran endapan *tailing* yang dapat mempengaruhi komunitas bentik dan pelagis. Peningkatan turbiditas pada zona pelagik misalnya, menyebabkan terjadinya pengendapan dan sedimen tersebut dapat menutupi organisme yang ada seperti terumbu karang dan padang lamun dan mempengaruhi organisme fauna yang tinggal di dalamnya, menurunkan keanekaragaman hayati dan mengubah komposisi dan struktur dari spesies tersebut.

Jika *tailing* memiliki konsentrasi logam berat, maka dapat terjadi efek mematikan pada fauna, seperti terjadinya bioakumulasi logam berat dalam organisme. Tingkat sedimentasi yang tinggi mencegah adanya penguatan pada sedimen sehingga dapat terjadi ketidakstabilan lereng yang semakin meningkat. *Tailing* yang tertimbun secara cepat di dasar laut akan menghasilkan lapisan tebal yang berasal dari endapan *tailing* yang rentan terhadap gangguan alam, yang dapat menyebabkan kejadian seperti aliran turbiditas atau kegagalan lereng.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini adalah gambaran umum dari prosedur dan langkah-langkah kerja dari sebuah penelitian. Dalam metodologi penelitian ini, akan dijelaskan langkah demi langkah yang akan diambil dalam tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Alur Diagram Penilaian Risiko

Untuk mendapatkan hasil yang baik dan terstruktur, dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah diperlukannya prosedur dan langkah-langkah yang bekerja secara sistematis. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tesis ini tergambar pada Gambar 3.1

3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan langkah awal dalam pelaksanaan tugas akhir. Langkah ini adalah tahap yang sangat penting, dimana langkah ini terdapat alasan mengapa terdapat masalah yang harus dipecahkan sehingga layak untuk digunakan sebagai bahan dalam tugas akhir. Perumusan masalah dapat dilakukan dengan cara menggali informasi tentang masalah yang terjadi saat ini. Dari langkah ini, tujuan mengapa tugas akhir dilakukan dapat diketahui dalam langkah ini.

3.2 Tinjauan Pustaka

Setelah masalah sudah diketahui, langkah selanjutnya adalah studi literatur. Apa yang harus dilakukan pada langkah ini adalah untuk mencari referensi dari permasalahan yang ada dan solusi dan juga mempelajari kedua ini akan dilaksanakan dalam tesis ini. Jadi jelas apa yang harus dilakukan agar masalah ini dapat diselesaikan. Studi literatur dapat dilakukan dengan menggunakan kertas, jurnal, pedoman, atau standar referensi yang berhubungan dengan masalah yang harus diselesaikan.

3.3 Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data yang bertujuan untuk memperoleh data dan informasi yang mendukung tugas akhir. Data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- *Technical Data* dari *Tailing Pipelines*
- Standar Operasional Prosedur dari *Tailing Pipelines*
- Kondisi Alam Teluk Senenu
- *Layout* dari *Tailing Pipelines*
- P&ID dari *Tailing Pipelines*

3.4 Hazard Identification

Langkah selanjutnya dilakukan dengan melakukan *Hazard Identification* yang mengacu pada P&ID atau data lainnya. Proses identifikasi meliputi:

- Memahami seluruh proses yang terjadi pada fasilitas pipa *tailing* bawah laut
- Mengidentifikasi risiko dan konsekuensi pada fasilitas pipa *tailing* bawah laut

3.5 Analisis Frekuensi

Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan probabilitas kegagalan yang terjadi pada sistem. Analisis ini dibuat berdasarkan *hazard identification* yang telah dibuat.

3.6 Analisis Konsekuensi

Analisis konsekuensi bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian atau bahaya apa yang mungkin terjadi karena *hazard* dan dampaknya. Dalam tugas akhir ini, analisis konsekuensi dilakukan dengan menggunakan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut sebagai standar dalam mengidentifikasi konsekuensi yang terjadi.

3.7 Representasi Risiko

Berdasarkan identifikasi bahaya, frekuensi, dan konsekuensi yang sudah didapatkan, langkah selanjutnya adalah menganalisis risiko untuk menentukan tingkat risiko dari. Untuk mengidentifikasi tingkatan risiko yang dihasilkan, digunakan *Robertson risk matrix* sebagai metode yang paling tepat untuk merepresentasikannya.

3.8 Analisis Mitigasi

Jika tingkat risiko pada tingkat yang tidak dapat diterima maka mitigasi perlu dilakukan. Dalam hal ini rekomendasi tindakan mitigasi akan diberikan dengan menggunakan standar yang ditentukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Pada tugas akhir ini objek yang digunakan dalam penilaian risiko lingkungan adalah jalur pipa *tailing offshore*. Jalur pipa *tailing offshore* ini terletak di Teluk Senunu, Sekongkang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Jalur Pipa *tailing offshore* tersebut memiliki panjang sekitar kurang lebih 3,2 km berdiameter 40-48 inci dengan jenis pipa HDPE.

4.2 Data

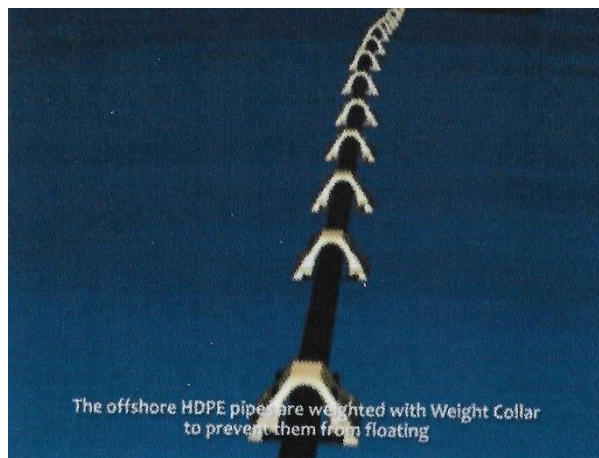
Data yang diperlukan dalam tugas akhir ini antara lain:

4.2.1 Layout dari Jalur Pipa *Tailing Offshore*

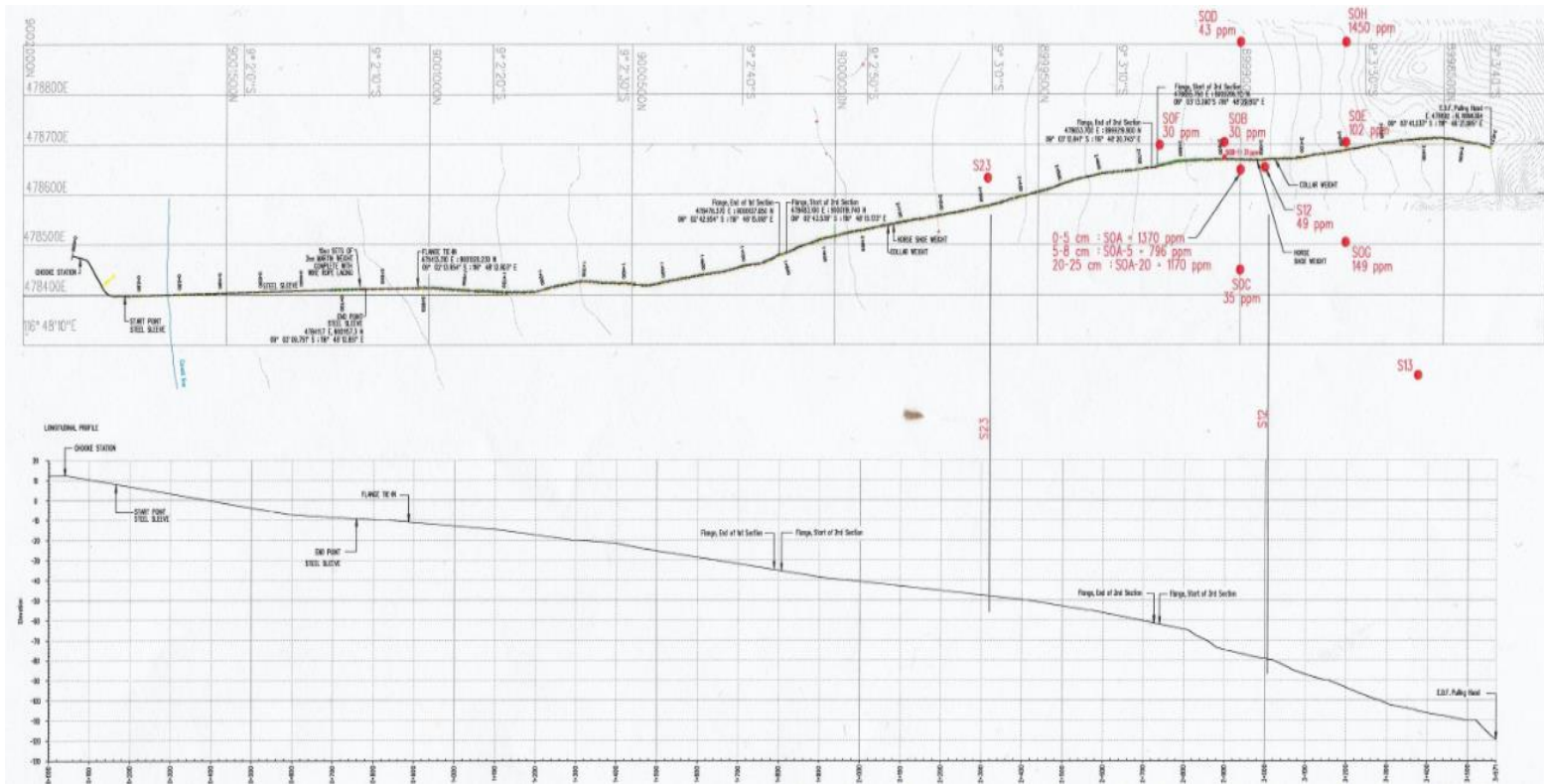
Layout dari jalur pipa *tailing offshore* ini merupakan denah lokasi jalur pipa *tailing offshore* di Teluk Senunu yang merupakan milik dari Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Nusa Tenggara Barat. Gambar 4.2 memperlihatkan bentuk dari layout dari jalur pipa *tailing offshore* yang dimaksud.

4.2.2 Data Teknis dari Jalur Pipa *Tailing Offshore*

Sejak bulan Mei 2015, pipa HDPE diameter 44” mulai dioperasikan untuk menggantikan pipa ukuran diameter 40” dan 48” dinilai lebih sesuai dengan rentang *throughput* yang diprediksikan akan dihasilkan pabrik konsentrator dari tahun 2015 hingga akhir masa tambang. Direncanakan bahwa ukuran diameter 44” akan menjadi ukuran standar pipa dasar laut yang digunakan hingga akhir operasi tambang. Sampai pada kedalaman 108 m, pipa tersebut diberi pemberat (*clump weight*) agar tetap berada di dasar laut dan tahan terhadap gelombang/ arus laut.

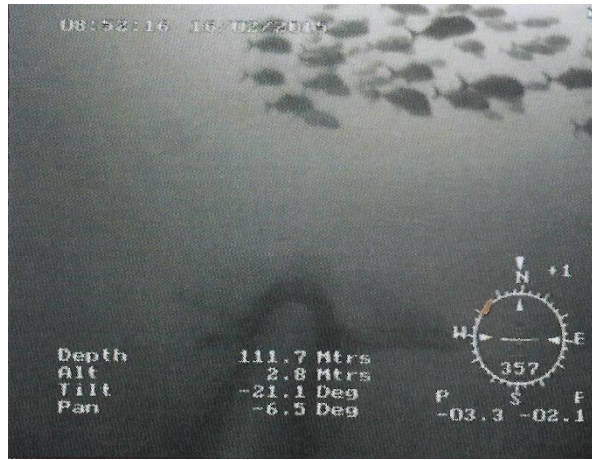


Gambar 4.1 Model 3D Pipa Laut Kedalaman 125 di Permukaan Laut
(Sumber: PT. LAPI ITB, 2015)



Gambar 4.2 Jalur Pipa Tailing Offshore
 (Sumber: Dinas Pertambangan & Energi, 2008)

Dikarenakan kondisi dasar laut dalam yang curam, maka pemberat *clump weight* tidak digunakan untuk keseluruhan panjang pipa. Untuk pipa yang berada lebih dalam dari 108 meter, pemberat yang digunakan untuk menjaga kondisi kestabilan pipa adalah *permanent pipe anchor* dan *mattres*. Ujung keluaran pipa *tailing* dasar laut terletak pada kedalaman 125 m di bawah permukaan laut dan berada di bibir tebing menuju palung laut. Gambar 4.1 menjelaskan model bentuk pipa *tailing* pada kedalaman 125 m di permukaan laut dan Gambar 4.3 memperlihatkan situasi pipa yang mengalirkan *tailing* dalam air secara aktual.



Gambar 4.3 Kondisi Aktual Pipa Laut
(Sumber: PT. LAPI ITB, 2015)

Tabel 4.1 menjelaskan beberapa data teknis jalur pipa *tailing offshore* di Teluk Senenu, dimana terdapat bahan pipa, panjang pipa, diameter pipa dan densitas dari *Tailing*. Pipa HDPE digunakan sebagai bahan utama dari pipa dengan sepanjang 3,2 km. Diameter yang dimiliki adalah sekitar 44 inci. Densitas *tailing* yang dialirkan oleh pipa ini adalah sebesar 1,3 – 2,6 gr/cc.

Tabel 4.1 Spesifikasi Teknis Jalur Pipa *Tailing Offshore* di Teluk Senenu

No.	Spesifikasi Teknis Fasilitas	Nilai Perkiraan
1.	Bahan Pipa	HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>)
2.	Panjang Pipa (<i>Offshore</i>)	3,2 Km
3.	Diameter Pipa	44 inci
4.	Densitas <i>Tailing</i>	1,3 – 2,6 gr/cc

(Sumber: Lubis, S., et al., 2001)

Pada Tabel 4.2 menjelaskan perihal *slurry tailing* hasil sisa pabrik pengolahan bijih berdasarkan data dari laboratorium, dimana ciri-ciri yang dimiliki berupa konsentrasi padatan dan temperatur dimana temperatur yang dimiliki sekitar 31,5°C dengan konsentrasi sebesar 13,23 – 32,34%. Karakteristik dapat berubah sewaktu-waktu tergantung pada proses pengolahan yang dilakukan oleh pabrik pengolahan.

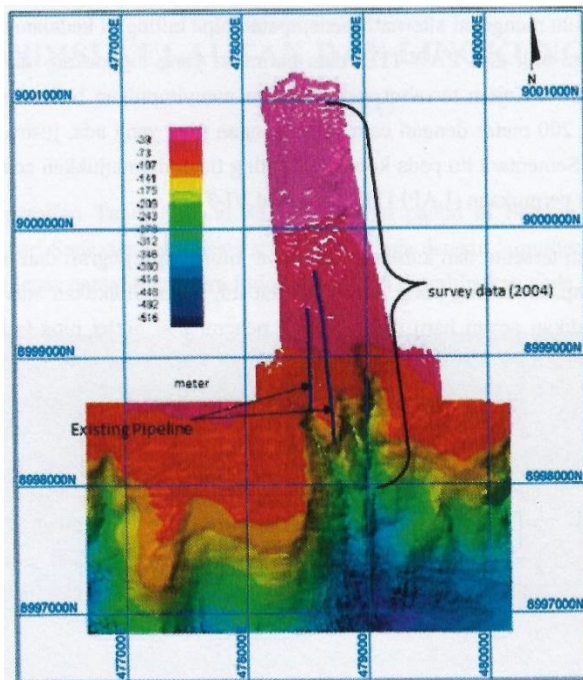
Tabel 4.2 Karakteristik *Tailing*

No.	Karakteristik <i>Tailing</i>	Nilai Perkiraan
1.	<i>Specific Gravity</i>	2,79
2.	Solid Concentration	13,23 – 32,34%
3.	Temperatur	31,5°C (88,4°F)

(Sumber: PT. LAPI ITB, 2015)

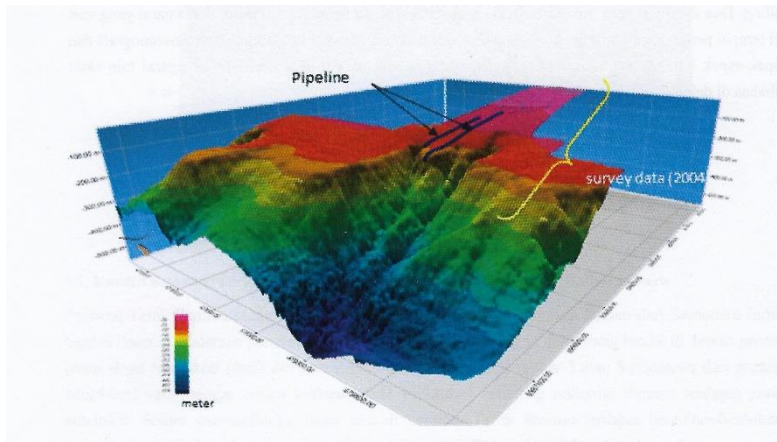
4.2.3 Kondisi Batimetri Perairan Teluk Senenu

Perairan Teluk Senenu secara alami berhadapan langsung dan termasuk bagian dari Samudera Hindia bagian Timur. Kedalaman perairan ini bervariasi dengan kemiringan dasar yang landai di daerah pantai (*mild slope in coastal shelf*) dan kemiringan menjadi curam di sekitar 3 atau 5 kilometer dari pantai. Morfologi yang sangat curam terdapat pada perbatasan lempeng tektonik, dimana terdapat zona subduksi. Gambar 4.4 terdapat bentukan-bentukan seperti cekungan (*basin*) maupun ngarai (*canyon*) di Teluk Senenu secara geomorfologi, di dasar laut.



Gambar 4.4 Batimetri Teluk Senenu (Perbedaan Warna Mewakili Kedalaman)
(Sumber: Geophysical Site Survey, 2012)

Data batimetri terbaru melengkapi data sebelumnya dimana hanya terdapat gambaran topografi di bawah laut Teluk Senenu di sekitar lokasi *outlet* pipa. Pada Gambar 4.5 diketahui lokasi outlet Jalur barat berada pada kedalaman 125,6 meter di bawah permukaan laut sedangkan Jalur timur berada 131,8 meter di bawah permukaan laut dan langsung mengarah ke ngarai yang berada di Selatan.

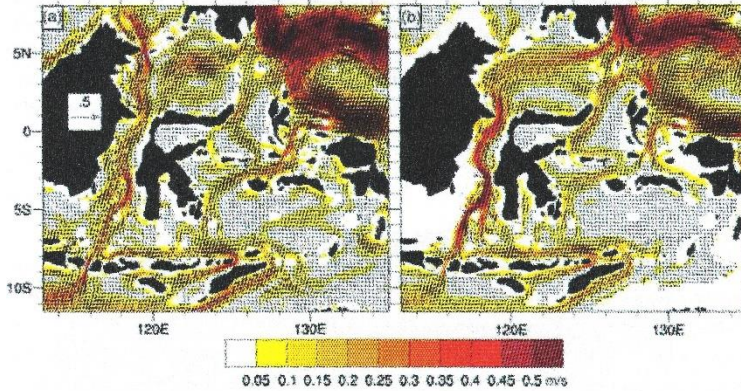


Gambar 4.5 Batimetri 3 Dimensi Teluk Senenu
(Sumber: Geophysical Site Survey, 2012)

4.2.4 Kondisi Hidro-Oseanografi Perairan Teluk Senenu

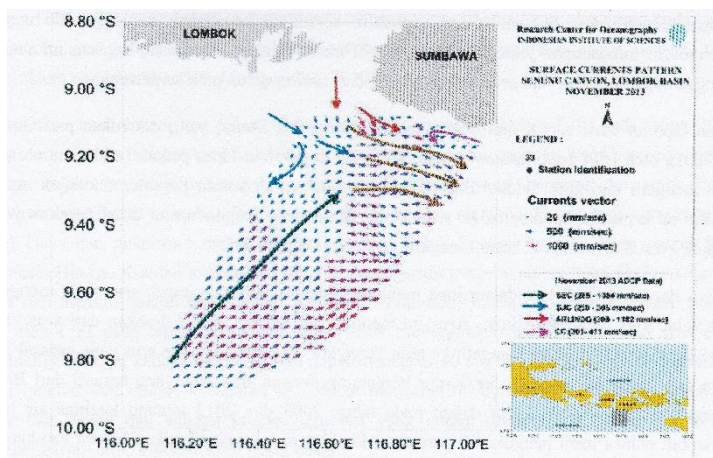
Selain secara dinamis dipengaruhi oleh Samudera Indonesia, perairan pantai Teluk Senenu juga mendapat pengaruh dari dinamika arus di Selat Alas. Berdasarkan pengukuran arus di Selat Alas yang dilakukan oleh PUSLITBANG Geologi Kelautan pada bulan Agustus 2007 dan hasil simulasi model hidrodinamika selama satu tahun, arus di Selat Alas dominan bergerak dari arah utara menuju selatan dan membawa massa air dari Selat Makassar ke Samudera Indonesia (Bachtiar et al., 2009)

Secara umum, perairan Teluk Senenu dan juga perairan lainnya yang terletak di Selatan Pulau Sumbawa dipengaruhi oleh pasang surut (arus pasang surut) dan dua arus permukaan utama, yaitu arus musiman (*monsoonal current*) dan arus selatan ekuator (*South Equatorial Current/SEC*). Arus musiman memiliki arah pergerakan sesuai arah angin yaitu dari arah timur hingga tenggara menuju arah barat hingga barat laut pada bulan Juni sampai dengan bulan September (musim timur) dan dari arah Barat hingga Barat Laut menuju arah Timur hingga Tenggara pada bulan November sampai dengan Februari (musim barat). Gambar 4.6 menjelaskan arus rata-rata tahunan yang dibangkitkan oleh angin pada kedalaman sekitar 20 meter sampai dengan kedalaman 150 meter mengarah ke Barat hingga Barat Daya (Meztger, 2010).



Gambar 4.6 Pola arus rata-rata di lautan Indonesia pada Kedalaman 20 – 150 m
(Sumber: Meztger *et al.*, 2010)

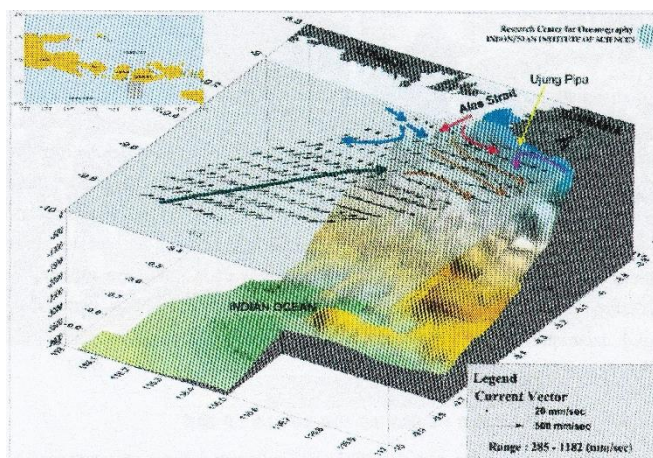
Berdasarkan hasil survei laut dalam (*Deep Sea Study*) yang dilakukan LIPI pada tahun 2009, arus yang mengarah ke selatan dari Selat Alas juga mempengaruhi perairan ini, khususnya perairan di sekitar Teluk Senunu. Kombinasi antara arus musiman yang bergerak ke arah Barat Laut (*Northwestward*) dan arus menuju Selatan dari Selat Alas membangkitkan arus yang mengarah ke Barat Daya dan membawa massa air dari perairan Teluk Senunu ke arah lepas pantai Samudera Indonesia/Hindia. Kondisi arus inilah yang mempengaruhi pergerakan sedimen *tailing* ke arah Barat Daya dan menuju daerah lepas pantai Samudera Indonesia/Hindia (PT. LAPI ITB, 2015). Hasil pengukuran arus oleh LIPI pada bulan September tahun 2009 menunjukkan bahwa kecepatan arus di permukaan (hingga kedalaman 20 meter) dapat mencapai 80 cm/detik sedangkan di kedalaman yang besar (sekitar 400 meter) kecepatan arus dapat mencapai 40 cm/detik. Keberadaan kanal-kanal di dasar laut dalam dan adanya kontur batimetri yang curam membentuk tebing (*canyon*) sangar mempengaruhi arus, khususnya di dekat dasar.



Gambar 4.7 Pola Arus Permukaan di Perairan Lepas Pantai Teluk Senunu
(Sumber: LIPI, 2013)

Pengukuran profil vertikal dari temperatur dan salinitas juga dilakukan oleh LIPI pada bulan September tahun 2009. Dari survei tersebut diperoleh kesimpulan bahwa terjadi pengangkatan massa air dari kedalaman ke permukaan (*upwelling*). Hal ini diindikasikan berdasarkan anomali temperatur rendah di permukaan laut yang memiliki temperatur berkisar antara 26⁰C sampai dengan 27⁰C dan adanya kelimpahan chlorophyll-A. Temperatur tersebut diatas lebih rendah 3⁰C dibandingkan temperatur permukaan laut di daerah tropis pada umumnya.

Berdasarkan laporan hasil survei laut dalam terkini (*Deep Sea Study*) yang dilakukan pada bulan November 2013 oleh LIPI, di perairan lepas pantai Teluk Senenu arus permukaan mengalir dari arah Selatan Barat Daya menuju ke arah pesisir perairan cekungan ngarai Senenu. Pada Gambar 4.8 menjelaskan arus ini yang membelok ke arah Timur di perairan dengan kontur dasar perairan yang lebih dangkal, kemudian sebagian besar mengalir ke Timur.



Gambar 4.8 Pola Arus Permukaan di Perairan Lepas Pantai Teluk Senenu dalam 3D (Sumber: LIPI, 2013)

4.3 Pembagian Segmentasi Pipa

Untuk memudahkan identifikasi, maka fasilitas pipa *tailing* bawah laut harus dibagi menjadi beberapa bagian yang disebut dengan segmentasi. Pembagian segmentasi didasari oleh beberapa faktor seperti kedalaman dan kondisi lingkungan yang dilewati oleh pipa. Pembagian segmentasi pipa pada dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berikut adalah penjelasan teknis mengenai setiap zona yang telah dibagi

a. Pipa Segmen A

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 0 – 25 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini, cahaya matahari dapat menembus, sehingga banyak terdapat biota laut maupun terumbu karang. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen A adalah sekitar 27 – 29⁰C

Tabel 4.3 Pembagian Zona

No.	Segmentasi Pipa	Deskripsi	Posisi
1.	Pipa Segmen A	Kedalaman 0 – 25 m dari permukaan laut	0 – 80
2.	Pipa Segmen B	Kedalaman 25 – 50 m dari permukaan laut	80 – 160
3.	Pipa Segmen C	Kedalaman 50 – 75 m dari permukaan laut	160 – 240
4.	Pipa Segmen D	Kedalaman 75 – 100 m dari permukaan laut	240 – 320
5.	Pipa Segmen E	Kedalaman 100 – 112,5 m dari permukaan laut; terletak pada lapisan termoklin	320 – 375
6.	Pipa Segmen F	Kedalaman 112,5 – 125 m dari permukaan laut; terletak pada lapisan termoklin	375 – 430

b. Pipa Segmen B

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 25 – 50 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini, cahaya matahari dapat menembus, sehingga banyak terdapat biota laut maupun terumbu karang. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen B adalah sekitar 26 – 28°C

c. Pipa Segmen C

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 50 – 75 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini, cahaya matahari dapat menembus, sehingga banyak terdapat biota laut. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen C adalah sekitar 26 – 28°C

d. Pipa Segmen D

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 75 – 100 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini, cahaya matahari mulai sulit untuk menembus, dan hanya terdapat biota laut yang bersifat demersal. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen D adalah sekitar 24 – 26°C

e. Pipa Segmen E

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 100 – 112,5 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini, cahaya matahari sulit untuk menembus, dan hanya terdapat biota laut yang bersifat demersal. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen E adalah sekitar 20 – 22°C. Pada segmen E terdapat lapisan termoklin.

f. Pipa Segmen F

Pada segmen ini terdapat kondisi lingkungan dimana kedalaman yang dilalui adalah dari 100 – 112,5 meter dari permukaan laut. Pada kedalaman ini,

cahaya matahari sangat sulit untuk menembus, dan hanya terdapat biota laut yang bersifat demersal. Temperatur pada lingkungan di sekitar segmen F adalah sekitar 17 – 20°C. Pada segmen F terdapat lapisan termoklin.

4.4 Hazard Identification

Dalam melakukan *hazard identification* pada penelitian tugas akhir kali ini, dilakukan berdasarkan histori atau kejadian yang pernah terjadi untuk menghindari *event* utama yaitu kebocoran pada pipa. Pembagian hazard dilakukan dengan menggunakan dasar kategori kecelakaan, untuk setiap segmen yang terbagi Sebelum menghitung frekuensi, harus dilakukan proses pemilihan secara deskriptif kualitatif untuk menentukan tipe kecelakaan yang akan ditentukan. Pemilihan secara deskriptif kualitatif dilakukan disebabkan kecelakaan yang terjadi pada jalur pipa *tailing* bawah laut di perairan lepas Teluk Senunu, hampir tidak ada. Selain itu, kepadatan lalu lintas wilayah perairan lepas Teluk Senunu yang dianggap tidak ramai dan relatif sepi.

Historis kegagalan yang pernah terjadi yang diambil berada dalam rentang waktu antara tahun 2000 hingga 2013. *Hazard-hazard* tersebut merupakan suatu kejadian yang secara langsung dapat menyebabkan kejadian yang dijadikan sebagai *event* utama yaitu kebocoran. Dalam Tabel 4.3 dijelaskan perihal definisi dari kegagalan yang dimaksudkan yang berhasil diidentifikasi beserta posisi kegagalan terjadi.

Tabel 4.4 *Hazard* yang Teridentifikasi

No.	<i>Hazard</i>	Posisi
1.	Karet Sobek	374
2.	Benda Tajam Mengoyak Karet	014; 376
3.	Karet Tidak Masak	222; 191
4.	Kerusakan Mekanis	369; 380; 381
5.	Lapisan Mengalami Keausan	374
6.	Baut Antar <i>Flange</i> Longgar	262

(Sumber: Newmont Nusa Tenggara, 2014)

Dari Tabel 4.4 di atas, terdapat 6 jenis *hazard* yang teridentifikasi, yaitu karet sobek, benda tajam mengoyak karet, karet tidak masak, kerusakan mekanis, lapisan mengalami keausan, dan baut antar *flange* longgar. Posisi dari setiap *hazard* yang teridentifikasi menunjukkan lokasi terjadinya *hazard* yang dimaksud. Posisi tersebut menunjukkan titik-titik yang telah terbagi sebelumnya berdasarkan Tabel 4.3 di atas. Kemudian, pada Tabel 4.5 menjelaskan definisi atau penjelasan dari setiap *hazard*.

Tabel 4.5 Penjelasan Setiap Hazard yang telah teridentifikasi

Kategori	Penjelasan
Karet Sobek	Terdapat karet pelindung pada setiap sambungan pipa <i>tailing</i> bawah laut yang biasanya mengalami sobek yang dikarenakan usia penggunaan yang habis (masa penggunaan telah habis). Peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah termasuk sangat kecil, dikarenakan sebelum terjadinya <i>hazard</i> , sudah lebih dahulu dilakukan penggantian.
Benda Tajam Mengoyak Karet	Terdapat karet pelindung pada setiap sambungan pipa <i>tailing</i> bawah laut yang biasanya mengalami kerusakan dikarenakan terkena benda tajam yang berada di perairan lepas seperti butiran kasar dari pasir atau benda asing lainnya. Peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah sangat kecil.
Karet Tidak Masak	Terdapat karet pelindung pada setiap sambungan pipa <i>tailing</i> bawah laut yang biasanya masih belum dapat digunakan namun tetap diaplikasikan pada sambungan. Peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah kecil
Kerusakan Mekanis	Pada pipa <i>tailing</i> bawah laut, terjadi kegagalan yang berhubungan dengan pengoperasiannya. Untuk kejadian secara spesifik tidak disebutkan dalam data yang dimiliki. Adapun peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah kecil
Lapisan Mengalami Keausan	Pada pipa <i>tailing</i> bawah laut, terjadi kegagalan yang disebabkan oleh lapisan pipa yang mengalami susut karena tergosok oleh objek lainnya, misalnya arus atau butiran pasir <i>tailing</i> . Adapun peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah sangat kecil.
Baut Antar <i>flange</i> Longgar	Pada sambungan pipa <i>tailing</i> bawah laut, terjadi kegagalan yang disebabkan oleh adanya baut pada sambungan atau antar <i>flange</i> mengalami kelonggaran sehingga sambungan dapat menghasilkan celah dan menyebabkan terjadinya <i>tailing</i> keluar dan mencemari perairan. Adapun peluang terjadinya <i>hazard</i> ini adalah sangat kecil

4.5 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan dengan menghubungkan *hazard* yang telah diidentifikasi dengan segmentasi pipa yang telah dilakukan. Setiap *hazard* yang dihubungkan harus berdasarkan atas posisi kegagalan yang telah teridentifikasi. Setiap *hazard* akan langsung berpotensi terhadap terjadinya kejadian atau *event* utama yaitu kebocoran pipa *tailing*. Pada Tabel 4.4 menjelaskan perihal pembagian kegagalan berdasarkan segmentasi pipa yang telah dikelompokkan.

Tabel 4.6 Pembagian *Hazard* Berdasarkan Segmentasi Pipa

No.	Segmentasi Pipa	Jumlah <i>Hazard</i>	Kedalaman Laut
1.	Pipa Segmen A	1	0 – 25
2.	Pipa Segmen B	0	25 – 50
3.	Pipa Segmen C	2	50 – 75
4.	Pipa Segmen D	1	75 – 100
5.	Pipa Segmen E	3	100 – 112,5
6.	Pipa Segmen F	3	112,5 – 125

Jumlah *Hazard* yang telah ditentukan untuk setiap segmentasi pipa kemudian harus dibagi dengan tahun periode dari daftar riwayat kegagalan yang ada pada pipa *tailing* untuk dapat menentukan nilai yang nanti digunakan sebagai nilai masukan pada matriks risiko yang digunakan. Periode tahun dari riwayat kegagalan dari pipa *tailing offshore* adalah tahun 2000 – 2013, sehingga dapat dikatakan periode tahunnya adalah 14 tahun. Tabel 4.7 memperlihatkan hasil yang didapatkan berdasarkan frekuensi yang terjadi setiap tahunnya.

Tabel 4.7 Hasil Frekuensi setiap Segmentasi Pipa

No.	Segmentasi Pipa	Formula	Nilai Frekuensi
1.	Pipa Segmen A	1/14	0,0714
2.	Pipa Segmen B	0/14	0
3.	Pipa Segmen C	2/14	0,1428
4.	Pipa Segmen D	1/14	0,0714
5.	Pipa Segmen E	3/14	0,2142
6.	Pipa Segmen F	3/14	0,2142

Berdasarkan Tabel 4.7, pipa segmen A dan pipa segmen D menghasilkan nilai sama, yaitu 0,0714 dikarenakan *hazard* yang terdapat pada segmen tersebut berjumlah 1. Pipa segmen B menghasilkan nilai 0 dikarenakan tidak terdapat *hazard* yang terjadi pada segmen tersebut. Untuk pipa segmen C, nilai yang dihasilkan adalah 0,1428 yang disebabkan *hazard* yang terjadi pada segmen ini adalah 2 (dua). Segmen terakhir yaitu pipa segmen E dan pipa segmen F menghasilkan nilai 0,2142 dengan *hazard* yang terjadi pada masing-masing segmen adalah 3 (tiga). Dari nilai-nilai frekuensi yang telah didapat, masing-masing dari setiap segmen pipa dihubungkan dengan kelas yang dimiliki matriks

risiko (lihat Tabel 2.1) untuk menentukan kelas manakah yang sesuai dan tepat. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kelas Frekuensi setiap Segmentasi Pipa

No.	Segmentasi Pipa	Nilai Frekuensi	Kelas Frekuensi
1.	Pipa Segmen A	0,0714	Low (L)
2.	Pipa Segmen B	0	Not Likely (NL)
3.	Pipa Segmen C	0,1428	Moderate (M)
4.	Pipa Segmen D	0,0714	Low (L)
5.	Pipa Segmen E	0,2142	Moderate (M)
6.	Pipa Segmen F	0,2142	Moderate (M)

Dari hasil penghubungan antara nilai frekuensi dan kelas frekuensi yang telah dilakukan, pipa segmen B berada pada kelas *Not Likely* (NL) yang dikarenakan nilai yang dihasilkan adalah 0 dan karakteristik daripada kelas *Not Likely* (NL) memiliki nilai $<0,01$ atau memiliki nilai kurang dari 0,01. Pipa segmen A dan pipa segmen D berada pada kelas *Low* (L) yang dikarenakan nilai yang dihasilkan masing-masing adalah 0,0714 dan 0,0714 serta karakteristik daripada kelas *Low* (L) memiliki nilai di antara 0,01 dan 0,1. Pipa segmen C, pipa segmen E dan pipa segmen F berada pada kelas *Moderate* (M) yang dikarenakan nilai yang dihasilkan masing-masing adalah 0,1428; 0,2142 dan 0,2142 serta karakteristik daripada kelas *Low* (L) memiliki nilai di antara 0,01 dan 0,1.

4.6 Analisis Konsekuensi

Sedimen atau endapan memainkan peranan penting dalam proses unsur dalam lingkungan air atau laut. Sedimen memiliki proporsi yang berbeda, dimana terdapat sedimen yang mengandung banyak nutrisi dan ada yang mengandung kontaminan atau racun yang dapat mencemari lingkungan. Sedimen juga memiliki peranan penting sebagai media transfer, penyimpanan dan media pelepas antar unsur lingkungan yang ada. Kebanyakan sedimen yang berada di perairan lepas berasal dari erosi permukaan terdiri atas komponen mineral, yang dihasilkan dari erosi batuan dasar dan komponen organik yang timbul selama proses pembentukan tanah. Namun ada juga sedimen yang merupakan sedimen yang mengandung kontaminan, yang dihasilkan dari berbagai proses yang dilakukan oleh manusia dan sedimen tersebut sebagai hasil maupun ampas dari proses yang dilakukan. Kontaminan-kontaminan yang terkandung dapat berupa unsur-unsur kimia yang berbahaya atau kandungan logam berat yang dapat berbahaya bagi lingkungan. (UN Environment Programme, 1996)

Tailing yang merupakan kategori sedimen, yaitu sedimen yang memegang peran sebagai kontaminan atau racun. Hal ini dikarenakan *tailing* mengandung kadar logam berat sebagai hasil dari pengolahan hasil tambang. Parameter atau standar yang akan digunakan dalam menganalisis konsekuensi adalah Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. Dimana

keputusan menteri tersebut berisi penetapan baku mutu air laut untuk tiga kategori yang dibagi, yaitu perairan pelabuhan, wisata bahari, dan biota laut.

Baku mutu adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut. Pada kasus ini, standar yang digunakan adalah kategori biota laut. Hal ini dikarenakan berdasarkan definisi dari keputusan menteri, yaitu merupakan berbagai jenis organisme hidup di perairan laut. Dalam kasus ini, konsekuensi yang diukur salah satunya adalah pengaruh *tailing* terhadap lingkungan laut pada perairan lepas pantai Teluk Senunu. Tabel 4.9 menjelaskan perihal baku mutu air laut untuk biota laut yang digunakan sebagai standar.

Kemudian dapat dilakukan proses pembuatan skenario konsekuensi. Skenario konsekuensi dilakukan berdasarkan data kandungan yang dikandung *tailing* dan kemudian membandingkannya dengan baku mutu pada Tabel 4.9.

Skenario Konsekuensi:

- Pipa Segmen A
Segmen ini berada pada kedalaman 0 – 25 meter dari permukaan laut dan belum terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 3 m di bawah permukaan laut.
- Pipa Segmen B
Segmen ini berada pada kedalaman 25 – 50 meter dari permukaan laut dan belum terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 50 m di bawah permukaan laut.
- Pipa Segmen C
Segmen ini berada pada kedalaman 50 – 75 meter dari permukaan laut dan belum terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 70 m di bawah permukaan laut.
- Pipa Segmen D
Segmen ini berada pada kedalaman 75 – 100 meter dari permukaan laut dan belum terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 93 m di bawah permukaan laut.
- Pipa Segmen E
Segmen ini berada pada kedalaman 100 – 112,5 meter dari permukaan laut. Pada segmen E ini sudah terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 104 m di bawah permukaan laut.
- Pipa Segmen F
Segmen ini berada pada kedalaman 112,5 – 125 meter dari permukaan laut. Pada segmen F ini sudah terdapat lapisan termoklin. Dengan skenario pengukuran kualitas air laut pada kedalaman sekitar 120 m di bawah permukaan laut.
- Adapun data yang digunakan dalam skenario beserta perbandingannya dengan baku mutu yang digunakan sebagai standar terdapat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan*	m	Coral: >5 Mangrove: - Lamun: >3
2.	Kebauan	-	Alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	Coral:20 Mangrove: 80 Lamun: 20
5.	Sampah	-	Nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	Alami Coral: 28-30 Mangrove: 28-32 Lamun: 33-34
7.	Lapisan minyak	-	nihil
KIMIA			
1.	pH	-	7 – 8,5
2.	Salinitas	‰	Alami Coral: 33-34 Mangrove: s/d 34 Lamun: 33-34
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015

Lanjutan dari halaman sebelumnya

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l (MBAS)	1
14.	Minyak & Lemak	mg/l	1
15.	Pestisida	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin)	µg/l	0,01
Logam Terlarut			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total)	MPN/100 ml	1000
2.	Patogen	Sel/100 ml	Nihil
3.	Plankton	Sel/100 ml	Tidak bloom
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

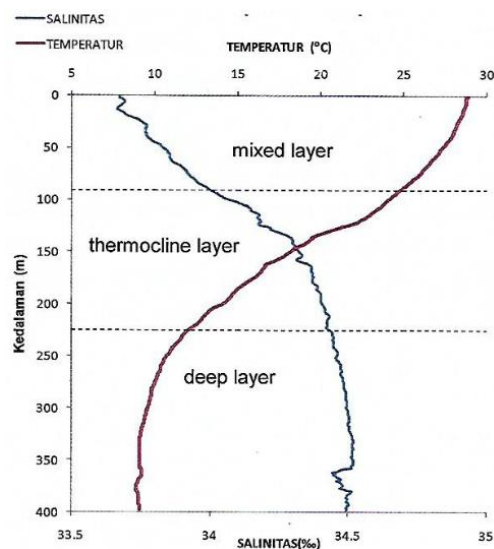
Tabel 4.10 Kandungan *Tailing* dalam Pemantauan di Berbagai Segmen

Kedalaman	TSS mg/l	Turb NTU	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Segmen A										
3 m	43,5	124,10	0,0029	0,0001	0,002	0,018	0,0001	0,002	0,002	0,045
Segmen B										
43 m	43,5	124,08	0,0031	0,0001	0,002	0,018	0,0001	0,002	0,002	0,045
Segmen C										
50 m	43,5	124,23	0,0094	0,0003	0,008	0,037	0,0001	0,002	0,002	0,01
Segmen D										
93 m	43,5	124,15	0,0038	0,0001	0,002	0,018	0,0001	0,002	0,002	0,045
Segmen E										
104 m	<0,5	0,27	0,0009	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,00005	<0,001	<0,001	<0,005
Segmen F										
120 m	<0,5	0,16	0,0041	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,00005	<0,001	<0,001	<0,005
Standard										
Kepmen- LH No.51 Thn 2004	20	5	0,0120	0,0001	0,005	0,008	0,001	0,05	0,008	0,05

Berdasarkan hasil perbandingan data dengan baku mutu tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada pipa segmen C terdapat beberapa kandungan logam berat yang berada di atas batas dari baku mutu yang ditentukan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. Logam berat yang dimaksud adalah Cd (Kadmium), Cu (Tembaga), dan Cr (Kromium) dan meningkatnya *Total Suspended Solid* (TSS) dan Turbiditas yang melebihi ambang batas baku mutu. Dari pernyataan tersebut dan menimbang bahwa dari 10 parameter yang digunakan, terdapat 5 parameter yang melebihi ambang batas dari baku mutu, dapat disimpulkan bahwa konsekuensi yang dihasilkan adalah tinggi (*High*).

Pada pipa segmen A, pipa segmen B, dan pipa segmen D terdapat kandungan logam berat yang berada di atas batas dari baku mutu. Logam tersebut adalah Cu (Tembaga). Kemudian terjadinya peningkatan *Total Suspended Solid* (TSS) dan Turbiditas yang melebihi ambang batas baku mutu. Dari pernyataan tersebut dan menimbang bahwa dari 10 parameter yang digunakan, terdapat 3 parameter yang melebihi ambang batas dari baku mutu, maka dapat disimpulkan bahwa konsekuensi yang dihasilkan adalah *Moderate* (sedang).

Pada pipa segmen E dan pipa segmen F, tidak terdapat kandungan logam berat yang berada di atas batas dari baku mutu. Hal yang sama juga terjadi pada parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dan turbiditas yang tidak melebihi ambang batas baku mutu. Sehingga dari pernyataan tersebut dan menimbang bahwa dari 10 parameter yang digunakan, tidak terdapat parameter yang melebihi ambang batas dari baku mutu, maka dapat disimpulkan bahwa konsekuensi yang dihasilkan adalah *low* (rendah).



Gambar 4.9 Profil Lapisan Termoklin Teluk Senenu
(Sumber: PT. LAPI ITB, 2015)

Alasan mengapa pada pipa segmen E dan pipa segmen F tidak ada parameter yang melebihi ambang batas adalah disebabkan oleh adanya lapisan termoklin. Lapisan

termoklin memiliki arti penting dalam analisis lingkungan yang berhubungan dengan sedimentasi khususnya *tailing*, karena pembuangan material *tailing* di atas lapisan termoklin ini akan berpotensi mengakibatkan pengangkatan material *tailing* ke permukaan laut. Pada Gambar 4.9 menjelaskan perihal lapisan termoklin pada Teluk Senunu.

4.7 Pemodelan Konsekuensi

Pemodelan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui luasan dari persebaran sedimen berupa *tailing* yang disebabkan oleh faktor utama yaitu faktor arus gelombang laut di Teluk Senunu dan sekitarnya dan digunakan Diagram Hjulström.

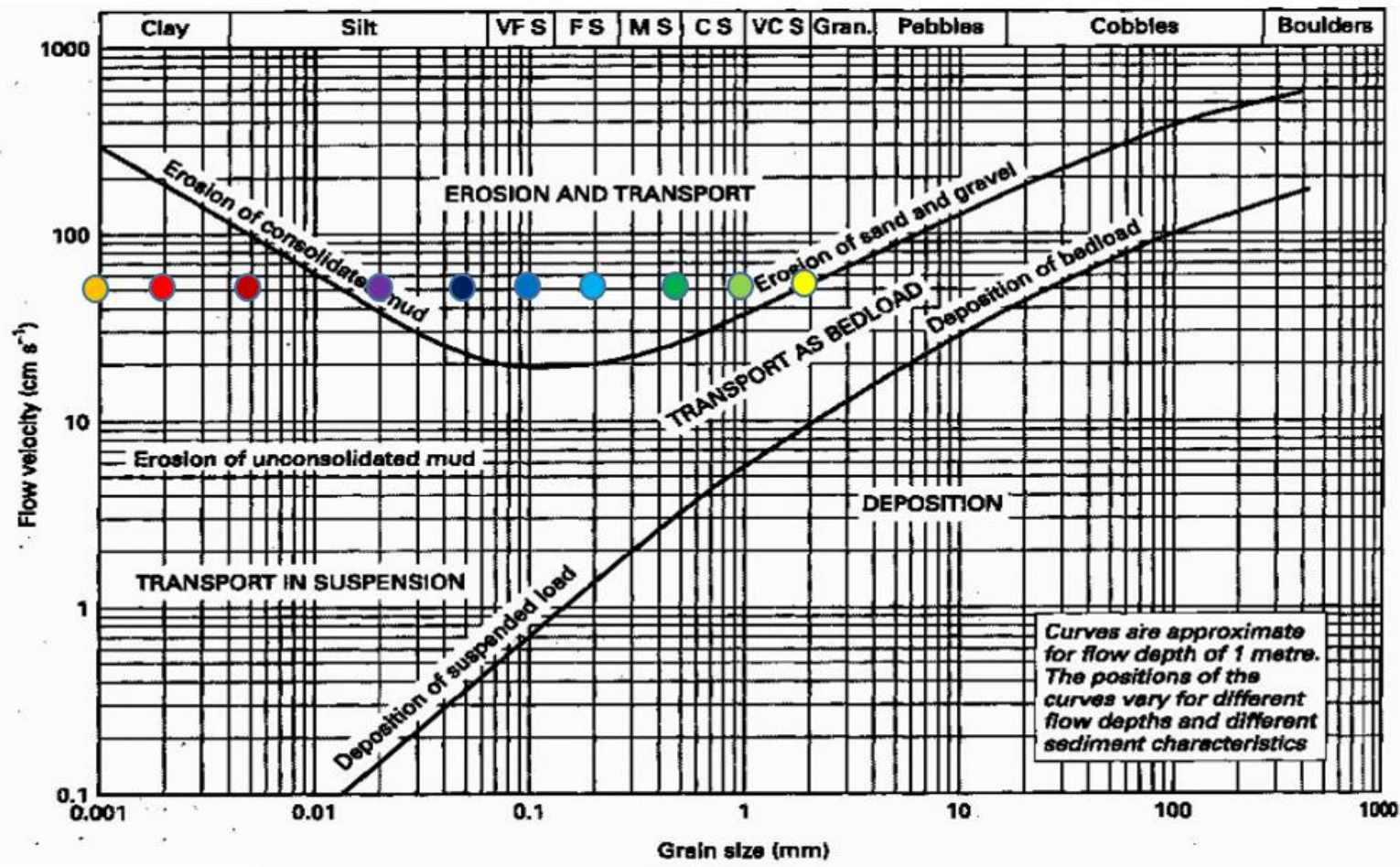
4.7.1 Pengaplikasian Diagram Hjulström

Berdasarkan hasil pengukuran arus oleh LIPI pada bulan September tahun 2009 menunjukkan bahwa kecepatan arus di permukaan (hingga kedalaman 20 meter) dapat mencapai 80 cm/detik. Kemudian terdapat penelitian yang dilakukan oleh Waworuntu et al (2006) bahwa pada di kedalaman 20 meter, arus bergerak ke utara dengan kecepatan maksimum 50-100 cm/detik pada bulan Januari hingga April 2006. Kecepatan tersebut akan semakin rendah jika kedalamannya semakin besar, dengan asumsi kecepatan di dasar laut sekitar 20 cm/s. Berdasarkan data tersebut, kecepatan yang akan dimasukkan dalam Diagram Hjulström adalah 50 cm/detik, 80 cm/detik, dan 20 cm/detik. Hal ini dikarenakan kecepatan tersebut dianggap sebagai arus maksimum yang terjadi di teluk Senunu.

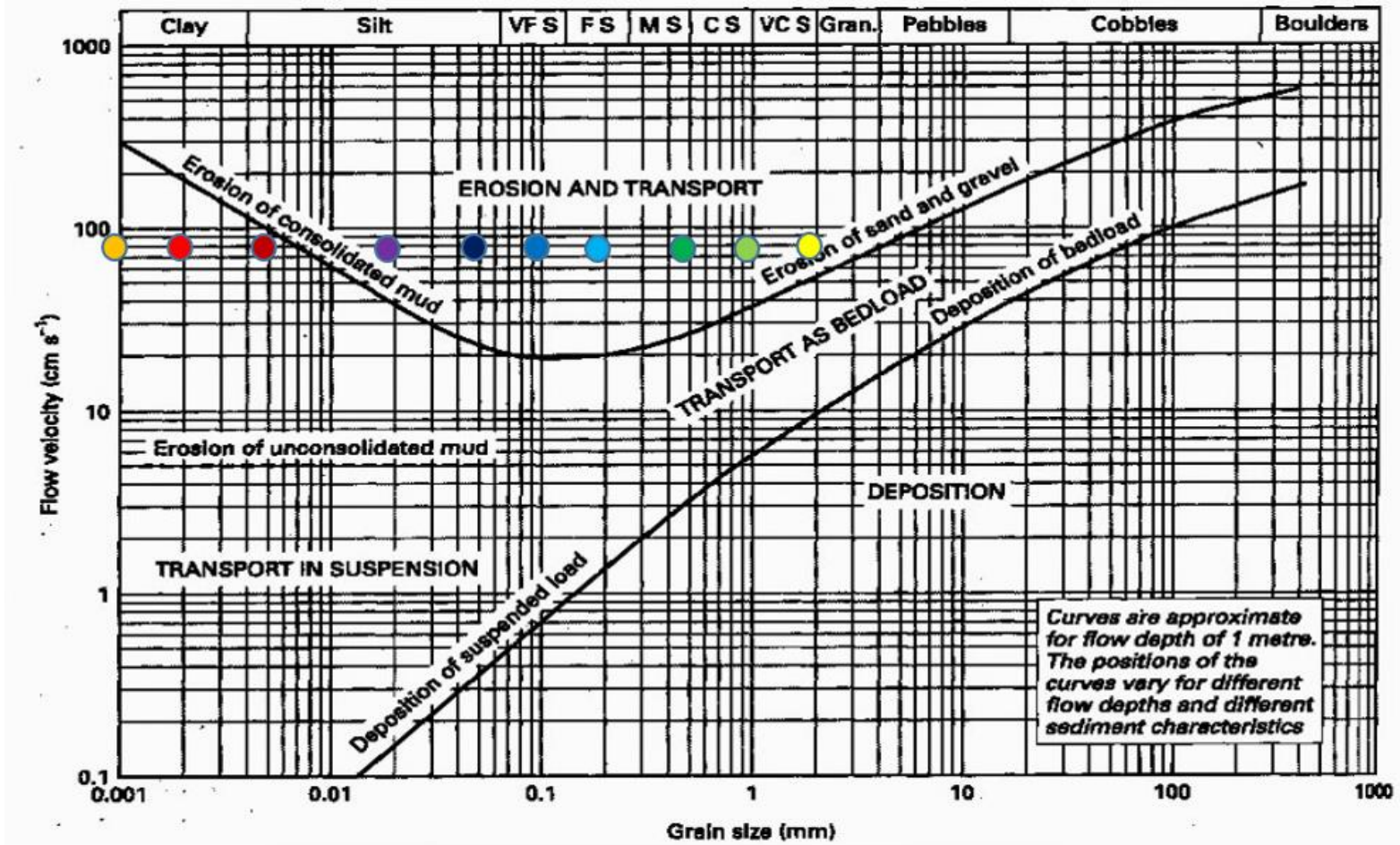
Dalam melakukan pengaplikasian Diagram Hjulström, dibutuhkan beberapa data-data yaitu kecepatan arus yang terjadi di Teluk Senunu dan juga ukuran diameter dari partikel *tailing* yang ada. Untuk jenis partikel dari *tailing*, terbagi atas 3 jenis, yaitu *Sand*, *Silt*, dan juga *Clay*. dari ketiga jenis partikel *tailing* tersebut juga terbagi atas 10 (sepuluh) kelompok berdasarkan ukuran partikel. Adapun 10 (sepuluh) kelompok tersebut adalah (Newmont Nusa Tenggara, 2012):

- Sand-1 dengan ukuran 1-2 mm
- Sand-2 dengan ukuran 0,5-1 mm
- Sand-3 dengan ukuran 0,2-0,5 mm
- Sand-4 dengan ukuran 0,1-0,2 mm
- Sand-5 dengan ukuran 0,05-0,1 mm
- Silt-6 dengan ukuran 20-50 μm
- Silt-7 dengan ukuran 5-20 μm
- Silt-8 dengan ukuran 2-5 μm
- Clay-9 dengan ukuran 0,2-2 μm
- Clay-10 dengan ukuran <0,2 μm

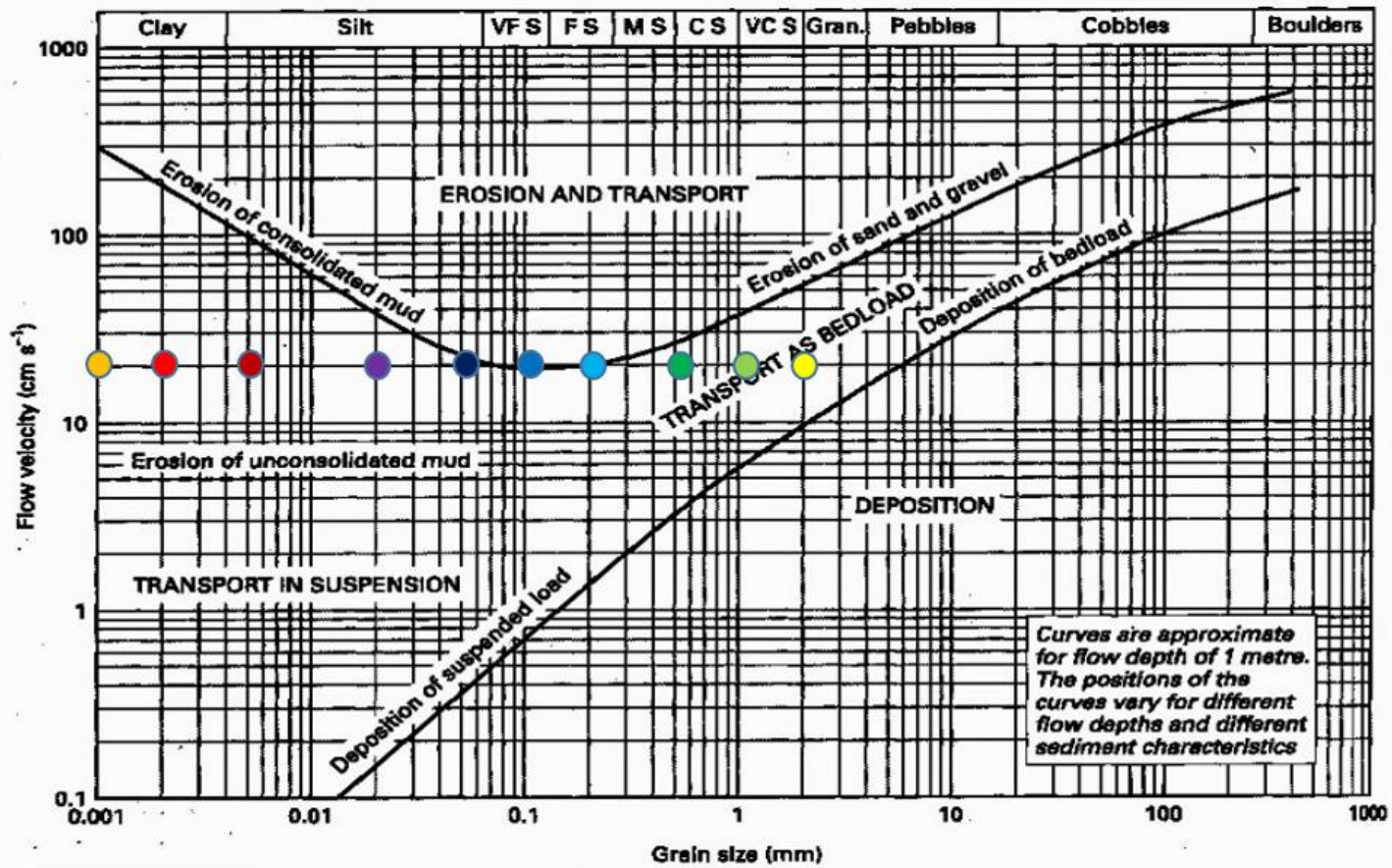
Dengan terkumpulnya data yang dibutuhkan, maka Diagram Hjulström dapat digunakan. Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 memperlihatkan hasil dari Diagram Hjulström setelah dimasukkan data-data variasi ukuran *tailing* tersebut..



Gambar 4.10 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 50 cm/detik



Gambar 4.11 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 80 cm/detik



Gambar 4.12 Hasil Diagram Hjulström pada Kecepatan 20 cm/detik

Keterangan Gambar:

- = Sand-1 dengan ukuran 1-2 mm
- = Sand-2 dengan ukuran 0,5-1 mm
- = Sand-3 dengan ukuran 0,2-0,5 mm
- = Sand-4 dengan ukuran 0,1-0,2 mm
- = Sand-5 dengan ukuran 0,05-0,1 mm
- = Silt-6 dengan ukuran 20-50 μm
- = Silt-7 dengan ukuran 5-20 μm
- = Silt-8 dengan ukuran 2-5 μm
- = Clay-9 dengan ukuran 0,2-2 μm
- = Clay-10 dengan ukuran $<0,2 \mu\text{m}$

Gambar 4.10 menjelaskan perihal hasil dari *input* 10 (sepuluh) kelompok ukuran dari *tailing* dengan kecepatan arus sebesar 50 cm/detik. Hasil yang didapatkan adalah 4 (empat) kelompok ukuran *tailing* mengalami perpindahan (*transport*). Dari empat kelompok tersebut, tiga diantaranya mengalami perpindahan dalam bentuk suspensi yaitu Silt-8, Clay-9, dan Clay-10, dan sisanya mengalami perpindahan secara merayap di dasar (*bedload*) yaitu Sand-1. Enam kelompok ukuran *tailing* lainnya mengalami perpindahan namun juga mengalami erosi yaitu Sand-2, Sand-3, Sand-4, Sand-5, Silt-6, dan Silt-7.

Gambar 4.11 menjelaskan perihal hasil dari *input* 10 (sepuluh) kelompok ukuran dari *tailing* dengan kecepatan arus sebesar 80 cm/detik. Hasil yang didapatkan adalah tiga kelompok ukuran *tailing* mengalami perpindahan (*transport*) dan mengalami perpindahan dalam bentuk suspensi yaitu Silt-8, Clay-9, dan Clay-10. Tujuh kelompok ukuran *tailing* lainnya mengalami perpindahan namun juga mengalami erosi yaitu Sand-1, Sand-2, Sand-3, Sand-4, Sand-5, Silt-6, dan Silt-7.

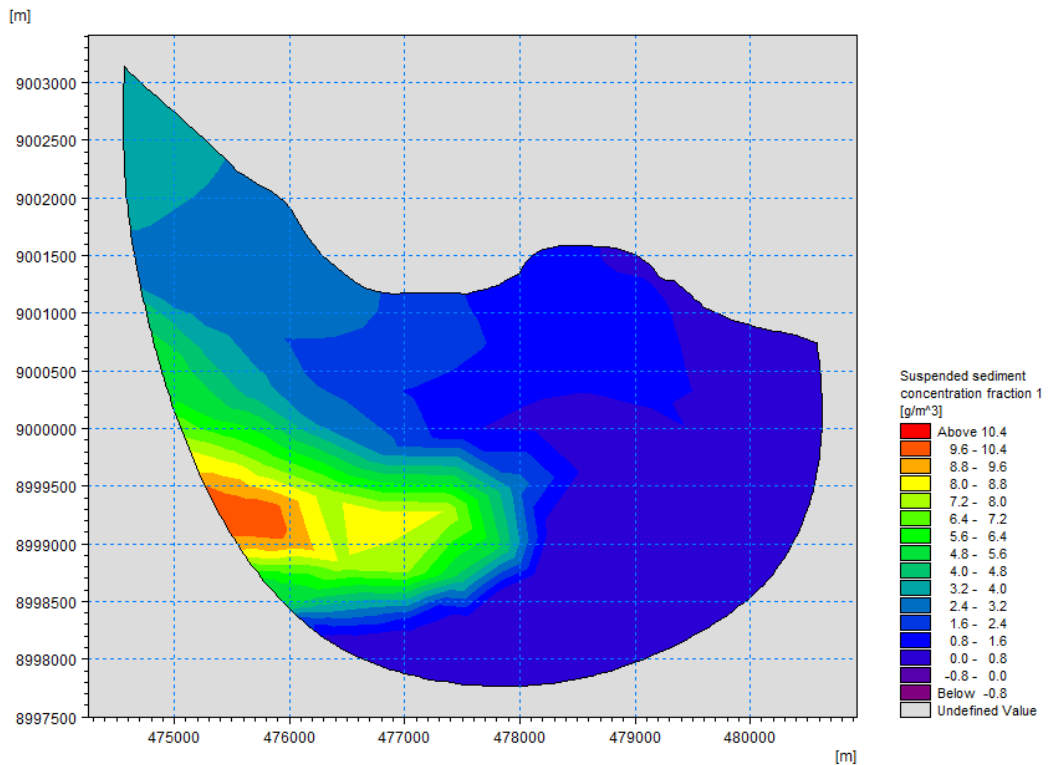
Gambar 4.12 menjelaskan perihal hasil dari *input* 10 (sepuluh) kelompok ukuran dari *tailing* dengan kecepatan arus sebesar 20 cm/detik. Hasil yang didapatkan adalah 9 (sembilan) kelompok ukuran *tailing* mengalami perpindahan (*transport*). Dari sembilan kelompok tersebut, lima diantaranya mengalami perpindahan dalam bentuk suspensi yaitu Silt-6, Silt-7, Silt-8, Clay-9, dan Clay-10, dan sisa empat kelompok lainnya mengalami perpindahan secara merayap di dasar (*bedload*) yaitu Sand-1, Sand-2, Sand-3, dan Sand-4. Satu kelompok ukuran *tailing* sisanya mengalami perpindahan namun juga mengalami erosi yaitu Sand-5.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa partikel-partikel *tailing* dengan berbagai ukuran tersebut akan mengalami proses perpindahan (*transport*) baik dalam bentuk suspensi maupun secara merayap di dasar (*bedload*) dengan berbagai variasi kecepatan arus yang terjadi di teluk Senunu. Namun terdapat beberapa ukuran dari partikel *tailing* yang mengalami proses perpindahan (*transport*) dan juga proses erosi.

4.7.2 Pemodelan dengan Perangkat Lunak

Pemodelan ini menggunakan perangkat lunak yang memang biasanya digunakan untuk memodelkan persebaran sedimentasi. Faktor-faktor yang dibutuhkan adalah

batimetri dari Teluk Senunu, kecepatan angin, arah angin, ukuran diameter partikel sedimen, volume *discharge* yang dibutuhkan. Setelah itu, dalam perangkat lunak tersebut diatur interval waktu yang diinginkan. Setiap faktor tersebut dimasukkan kedalam perangkat lunak agar dapat menjalankan simulasi persebaran sedimentasi sesuai dengan yang diinginkan.



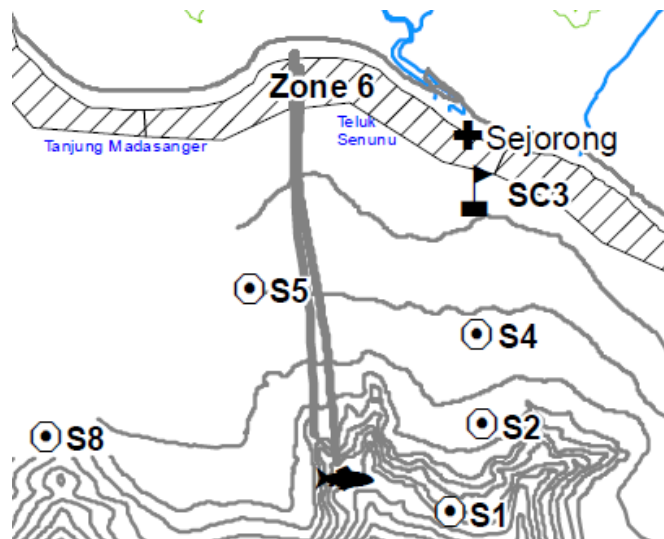
Gambar 4.13 Contoh Hasil Pemodelan Persebaran Sedimen pada $t=50$ jam

Beberapa nilai-nilai yang menjadi masukan atau *input* adalah sebagai berikut: (a) nilai *bed resistance* yang digunakan adalah $32 \text{ m}^{-3}/\text{s}$; (b) nilai *wind forcing* yang digunakan adalah $6,3 \text{ m/s}$ dengan arah 119° ; (c) nilai *wind friction* adalah $1,255 \times 10^{-3}$; (d) titik kebocoran terletak *Easting* $477828,35 \text{ m}$ dan *Northing* $8999050,52$ dengan proyeksi peta Indonesia UTM zona 50; (e) volume *discharge* sebesar $150 \text{ m}^3/\text{s}$; (f) nilai diameter yang digunakan adalah $0,002 \text{ mm}$ dengan densitas relatif sebesar $1,3 \text{ kg/m}^3$. Pemodelan kemudian dibuat dengan 50 buah gambar dengan masing-masing gambar memiliki interval sebesar 3600 detik. Dari Gambar 4.13, sedimen cenderung bergerak ke arah barat barat daya dari titik pusat terjadinya kebocoran. Hal ini dikarenakan arah angin di Teluk Senunu lebih dominan ke arah tersebut. Hasil lainnya dapat dilihat pada Lampiran

4.8 Dampak Persebaran Sedimen

Di Teluk Senunu, terdapat berbagai macam organisme yang hidup, seperti terumbu karang, ikan karang, makrobentos, meiobentos, plankton, kerang-kerangan, dan ikan demersal. Ikan karang yang terpantau didominasi oleh ikan-ikan dari famili *Labridae* dan *Pomacentridae*. Makrobentos yang mendominasi yaitu *Malacostraca* (genus *Hyale*, *Ampithoe*) dan *Polychaeta* (*Prionospio*). Kelimpahan dari fitoplankton didominasi oleh kelompok *Bacillariophyceae*, terutama genus *Chaetocheros* dan *Coscinodiscus*. Sedangkan kelimpahan zooplankton didominasi oleh *crustacea planktonik* seperti *Calanus*, *Conchoecia* dan *Oithona* serta *oikopleura (ucochordata)* dan *sagitta*. Semua ini merupakan organisme yang mendominasi area Teluk Senunu khususnya yang masih berdekatan dengan jalur pipa *tailing*.

Kebocoran sedimen *tailing* ke laut lepas terutama pada daerah yang penuh dengan organisme tentulah sangat berbahaya. Beberapa dampak yang dapat terjadi pada organisme maupun lingkungan Teluk Senunu adalah *Hyper-sedimentation*, efek racun logam berat pada organisme, efek perubahan kadar organik pada lingkungan, efek ukuran partikel sedimen pada organisme, efek persebaran sedimen pada organisme, hingga terjadi kegagalan lereng. Dampak-dampak tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan keanekaragaman hayati dan perubahan komposisi dan struktur dari spesies tersebut.



Gambar 4.14 Lambang S5 sebagai Skenario

Dengan menghubungkannya pada hasil simulasi pemodelan menggunakan perangkat lunak, dapat diidentifikasi dan dianalisis seberapa besar jumlah dan efek dari setiap organisme yang terpapar atau terkontaminasi dari persebaran *tailing* dari selang waktu yang telah dibentuk dari perangkat lunak. Selang waktu yang ditentukan pada perangkat lunak adalah 1 jam. Adapun data-data dari jumlah beberapa organisme dapat dilihat pada Lampiran. Dengan skenario kebocoran yang digunakan pada simulasi

dengan perangkat lunak berada pada area yang dekat dengan S5, maka yang dianalisis adalah organisme yang berada di dekat S5.

Pada jam pertama sejak kebocoran terjadi, dari hasil simulasi pemodelan, sedimentasi *tailing* tersebar dengan luasan kurang lebih 1 km² (kilometer persegi). Konsentrasi dari *tailing* yang tersebar bervariasi, dengan konsentrasi terendah sekitar 2 g/m³ dan yang tertinggi sekitar di atas 7 g/m³. Sehingga dari pernyataan di atas, organisme-organisme yang telah terpapar atau terkontaminasi dengan sedimen *tailing* adalah makrobentos yang terpapar adalah sekitar 41 individu/m², meiobentos yang terpapar adalah sekitar 258 individu/sampel, *phytoplankton* yang terpapar sekitar 3.897.425 dan *zooplankton* yang terpapar sekitar 8.657 individu/sampel. Untuk pada organisme-organisme yang bersifat mikro, dampak yang dapat terjadi adalah kematian atau juga menjauh dari lingkungan yang telah terkontaminasi.

Pada organisme lain, seperti bivalvia atau kerang-kerangan, dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur organ yang dimiliki, selaput insang dan sel kelenjar yang dimiliki. Hal ini dikarenakan bentuk partikel *tailing* yang kecil dan memiliki sudut tajam. Untuk karang yang mungkin dapat terjadi setelah terpapar adalah terjadinya penurunan laju metabolisme dan juga pertumbuhan, sehingga dapat muncul area yang bersifat gersang. Untuk ikan-ikan terjadi gangguan pada proses yang hanya terjadi pada ikan seperti metabolisme, osmoregulasi hingga pernafasan. Selain itu, dapat menyebabkan luka pada insang atau jaringan-jaringan lainnya. Turbiditas yang tinggi juga dapat mengganggu rute migrasi dari beberapa ikan melakukan proses migrasi.

Secara umum, dampak yang dapat terjadi pada lingkungan dan organisme yang terpapar adalah terjadinya kematian yang biasanya disebabkan oleh terkuburnya organisme oleh sedimen atau terluka karena sedimen yang cukup dapat melukai organisme. Kemudian dapat terjadinya bioakumulasi logam berat yang terserap dan tersebar pada tubuh organisme, yang jika dikonsumsi, maka kandungan logam tersebut dapat meningkat, lalu pada lingkungan menjadi tempat yang gersang atau tandus karena terjadinya pengendapan dan menutupi organisme yang ada seperti terumbu karang dan padang lamun dan mempengaruhi organisme fauna yang tinggal di dalamnya, yang berakibat pada penurunan keanekaragaman hayati dan mengubah komposisi dan struktur dari spesies tersebut.

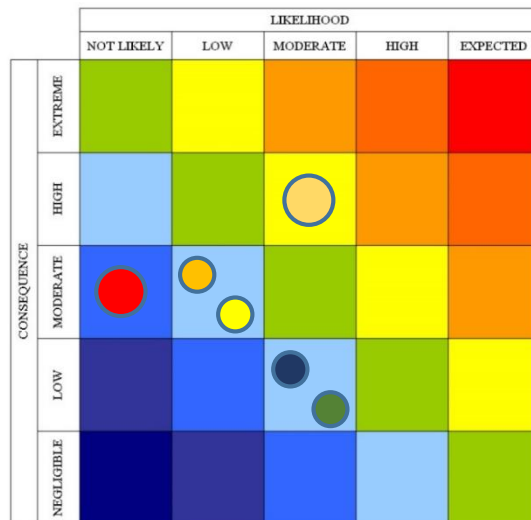
4.9 Representasi Risiko

Risiko pada umumnya dikatakan sebagai perkalian penggabungan antara frekuensi dan konsekuensi. Setelah nilai frekuensi dan konsekuensi didapatkan maka kemudian nilai tersebut diplotkan pada sebuah matriks risiko. Matriks risiko yang digunakan adalah sesuai dengan standar Robertson Matrix. Risiko akan bisa diterima apabila terdapat dalam level *acceptable* atau sekurang-kurangnya ALARP atau *As Low As Reasonably Practicable* (terwakili dengan warna biru). Pada Tabel 4.9 menjelaskan perihal hasil rekapitulasi frekuensi dan konsekuensi untuk lokasi tersebut.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan







Segmentasi	Nilai Frekuensi	Kelas	Consequence Severity	Dampak
Pipa Segmen A	0,0714	Low (L)	Moderate	Signifikan, dampak reversibel terhadap habitat
Pipa Segmen B	0	Not Likely (NL)	Moderate	Signifikan, dampak reversibel terhadap habitat
Pipa Segmen C	0,1428	Moderate (M)	High	Dampak irreversible yang signifikan terhadap habitat (besar tetapi reversibel)
Pipa Segmen D	0,0714	Low (L)	Moderate	Signifikan, dampak reversibel terhadap habitat
Pipa Segmen E	0,2142	Moderate (M)	Low	Dampak minor pada habitat
Pipa Segmen F	0,2142	Moderate (M)	Low	Dampak minor pada habitat

Dari hasil yang diperoleh dari Tabel 4.11, dapat dipergunakan sebagai masukan pada matriks risiko yang digunakan. Hasil dari setiap segmen yang telah didapatkan dimasukkan pada salah satu kotak di matriks risiko sesuai dengan tingkatan berdasarkan frekuensi dan tingkat konsekuensi yang dimiliki. Gambar 4.14 menunjukkan hasil representasi risiko untuk skenario kebocoran.



Gambar 4.14 Hasil Representasi Risiko pada Matriks Risiko

Keterangan Gambar 4.14

-  = Pipa segmen A
-  = Pipa segmen B
-  = Pipa segmen C
-  = Pipa segmen D
-  = Pipa segmen E
-  = Pipa segmen F

Dari Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa tingkat risiko pipa segmen C berada pada tingkat risiko yang tidak dapat diterima sehingga perlu dilakukan mitigasi. Sedangkan untuk pipa segmen A, pipa segmen B, pipa segmen D, pipa segmen E dan pipa segmen F, tingkat risiko yang dihasilkan berada pada risiko dapat diterima sehingga tidak perlu dilakukan mitigasi.

4.10 Analisis Mitigasi

Proses mitigasi harus dilakukan dikarenakan terdapat tingkat risiko yang tidak dapat diterima. Adapun mitigasi yang dilakukan berdasarkan pada bentuk mitigasi yang dibentuk oleh Vector Engineering, Inc., adalah sebagai berikut:

4.10.1 Penempatan *Tailing* pada Bendungan Khusus

Salah satu cara untuk melakukan mitigasi adalah dengan membangun sebuah bendungan sebagai tempat penyimpanan *tailing*. Dengan bentuk konsep yaitu pada saat bendungan tersebut penuh dan mengalami pengeringan setelah jangka waktu tertentu (bergantung pada faktor seperti ketebalan *tailing*, tingkat konsentrasi dan kadar padatan), maka akan dibuat bendungan lagi di atas bendungan yang telah penuh. Di luar zona ini, di dekat permukaan akhir dari bendungan ini, tidak akan menerima lagi *tailing* dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas, menghindari erosi dan tumpahnya *tailing*, serta masalah kualitas air lainnya.

Kelebihan

- Peralatan bergerak tidak akan terlibat dengan *tailing*
- Biaya operasi dan modal paling terendah dibandingkan semua opsi yang diberikan
- Metode pembuangan langsung yang tidak perlu memerlukan peralatan tambahan
- Tidak ada peralatan bergerak tambahan yang diperlukan untuk penempatan *tailing* di dalam bendungan

Kekurangan

- Memerlukan lokasi yang cukup besar di daratan dan lokasi pembuangan harus direncanakan dengan hati-hati dan mungkin ada pengurangan fleksibilitas dalam pengelolaan tempat pembuangan
- Jika terdapat bagian dari bendungan yang terlalu cepat, mungkin terjadi kegagalan di tempat pembuangan, kemungkinan mengakibatkan kecelakaan serius

- Penjadwalan perawatan konstruksi *tailing* harus dikoordinasikan dengan ketat dengan pembuangan
- Jika semen dibutuhkan dalam pembangunan untuk stabilitas, ini akan menambah biaya operasi
- Menjadi sumber debu atau erosi

4.10.2 Penginjeksian ke dalam Tempat Pembuangan Sampah (Bawah Tanah)

Metode injeksi melibatkan pengisian *tailing* ke dalam tempat pembuangan limbah (bawah tanah) melalui pipa berlubang. Penelitian menunjukkan bahwa cara terbaik untuk mencapainya adalah dengan menempatkan pipa pada permukaan tanah dan kemudian menutupinya. Kemudian pipa-pipa di tempat pembuangan akan terhubung dengan sistem distribusi *tailing* dan *tailing* akan disuntikkan ke dalam tubuh tempat pembuangan.

Kelebihan

- Peralatan pertambangan tidak bersentuhan dengan *tailing*;
- Biaya operasi harus sangat rendah dengan hanya biaya pipa dan tenaga kerja untuk menghubungkan sistem perpipaan;
- Metode langsung penempatan limbah tambang yang tidak memerlukan peralatan bergerak tambahan;
- Zona dengan rasio limbah-ke-*tailing* rendah akan jauh dari muka pembuangan; Dengan demikian, stabilitas angkat mudah terjamin;
- Urutan *dump* fleksibel;
- Kemampuan untuk menggunakan ruang kosong yang tersedia di tempat pembuangan lama; dan,
- Penggunaan semen akan dikurangi atau dihilangkan; Meskipun penambahan semen mungkin diperlukan untuk mencapai kekuatan yang lebih tinggi dan mengurangi kemungkinan pencemaran lingkungan atau pencucian *tailing*.;

Kekurangan

- Teknologi ini belum bisa dicoba pada skala penuh. Namun, ini menggabungkan teknologi *tailing* pasta dan teknologi injeksi *tailing*, yang keduanya diterima dengan baik;
- Mungkin memerlukan pipa bertekanan tinggi yang mahal untuk mencapai penetrasi *tailing* yang diinginkan;
- Pipa perlu dijaga sebelum digunakan sehingga tidak rusak oleh lalu lintas tangkapan; dan,
- Injeksi perlu dipantau sehingga tekanan yang berlebihan terhadap *tailing* tidak menyebabkan ketidakstabilan.

4.10.3 Menerapkan *Veneer Tailing Kental* di Permukaan Tanah

Metode ini melibatkan penempatan lapisan tipis pasta atau pengerasan *tailing* pada permukaan batuan sisa dan kemudian membiarkan *tailing* untuk menyusup ke dalam

tanah. Setelah beberapa saat (jam ke hari tergantung pada tailing dan batuan sisa), *veneer* akan ditutupi oleh lapisan batuan sisa lainnya.

Kelebihan

- Peralatan pertambangan tidak terlibat;
- Pemantauan sistem secara visual memungkinkan pengendalian kualitas yang handal;
- Metode langsung penempatan limbah tambang yang tidak memerlukan peralatan bergerak tambahan;
- Tidak ada pompa bertekanan tinggi yang diperlukan untuk menyuntikkan tailing; dan,
- Kebutuhan semen dikurangi atau dihindari.

Kekurangan

- Selain uji coba, ini adalah sistem yang belum dicoba dengan menggabungkan teknologi pasta dan teknologi injeksi *tailing* dengan cara yang unik;
- Area pengaplikasian harus dijaga agar lalu lintas truk pengangkut tidak merusak perpipaan;
- Mungkin ada aplikasi yang tidak merata yang bisa menyebabkan aliran material ke ujung.
- Jika lapisan *tailing* yang tebal diterapkan, bisa terjadi penumpukan tekanan pori-pori dan ketidakstabilan yang dihasilkan;
- Dalam kondisi hujan, *veneer tailing* dapat hilang dari permukaan; dan,
- Kontrol sedimentasi perlu dimasukkan ke dalam perancangan sistem manajemen ini untuk mengakomodasi kemungkinan kehilangan *tailing* akibat hujan.

Dengan adanya proses mitigasi tersebut, diharapkan frekuensi kebocoran yang dihasilkan berkurang atau konsekuensi yang dihasilkan dapat berkurang sehingga risiko yang dihasilkan yang semula tidak dapat diterima menjadi dapat diterima.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, memperoleh data yang dibutuhkan, menghitung frekuensi, melakukan analisis konsekuensi dan penginputan hasil analisis ke dalam matriks risiko yang digunakan, dan menghasilkan hasil yang berbeda-beda, maka dihasilkan sebuah kesimpulan. Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan histori kegagalan yang terjadi pada pipa *tailing*, terdapat beberapa kejadian yang dapat menyebabkan kegagalan berupa kebocoran. Kejadian-kejadian yang dimaksud adalah karet sobek, benda tajam mengoyak karet, karet tidak masak, kerusakan mekanis, lapisan mengalami keausan. Adapun kejadian yang paling sering terjadi dalam histori kegagalan kebocoran pipa *tailing* adalah kerusakan mekanis dan karet tidak masak
2. Berdasarkan analisis frekuensi yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang bervariasi. Pipa segmen B memiliki frekuensi kebocoran yang termasuk kategori '*Not Likely*', pipa segmen A dan pipa segmen D memiliki frekuensi kebocoran yang termasuk kategori '*Low*', serta pipa segmen C, pipa segmen E, pipa segmen F memiliki frekuensi kebocoran yang termasuk kategori '*Moderate*'.
3. Berdasarkan analisis konsekuensi yang telah dilakukan, didapatkan hasil bervariasi. Pipa segmen A, pipa segmen B dan pipa segmen D memiliki tingkat konsekuensi yang termasuk dalam kategori *Moderate*. Pipa segmen C memiliki tingkat konsekuensi yang termasuk dalam kategori *High*. Pipa segmen E dan pipa segmen F memiliki tingkat konsekuensi yang termasuk dalam kategori *Low*
4. Dampak yang dapat terjadi pada lingkungan dan organisme yang terpapar adalah terjadinya kematian yang biasanya disebabkan oleh terkuburnya organisme oleh sedimen atau terluka karena sedimen yang cukup dapat melukai organisme. Kemudian dapat terjadinya bioakumulasi logam berat yang terserap dan tersebar pada tubuh organisme, yang jika dikonsumsi, maka kandungan logam tersebut dapat meningkat, lalu pada lingkungan menjadi tempat yang gersang atau tandus karena terjadinya pengendapan dan menutupi organisme yang ada seperti terumbu karang dan padang lamun dan mempengaruhi organisme fauna yang tinggal di dalamnya, yang berakibat pada penurunan keanekaragaman hayati dan mengubah komposisi dan struktur dari spesies tersebut.
5. Berdasarkan hasil dari representasi risiko menggunakan matriks risiko, pipa segmen A, pipa segmen B, pipa segmen D, pipa segmen E, dan pipa segmen F menghasilkan tingkat risiko yang dapat diterima. Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan mitigasi. Adapun pipa segmen C menghasilkan tingkat risiko yang tidak dapat diterima. Oleh karena itu, mitigasi adalah hal yang perlu dilakukan.
6. Mitigasi yang dilakukan, bertujuan untuk menurunkan tingkat risiko hingga risiko yang dihasilkan dapat diterima. Beberapa mitigasi yang dapat dilakukan adalah

dilakukan penempatan *tailing* pada bendungan khusus, penginjeksian ke dalam tempat pembuangan sampah (bawah tanah) dan menerapkan *veneer tailing* kental di permukaan tanah

5.2 Saran

Setelah dilakukan penilaian risiko pada jalur pipa *tailing* bawah laut hingga dihasilkan kesimpulan, maka didapatkan saran sebagai berikut:

1. Pada proses pengidentifikasian kejadian-kejadian yang menyebabkan kegagalan utama yaitu kebocoran, sebaiknya menggunakan data primer yang paling akurat, paling terbaru, dan paling detil atau terinci sehingga kondisi yang dianalisis benar-benar dapat mewakili kondisi sebenarnya.
2. Pada proses pemodelan konsekuensi, perangkat lunak yang digunakan sangat memiliki banyak keterbatasan, sehingga untuk analisa-analisa berikutnya, akan lebih baik jika menggunakan perangkat lunak yang lebih akurat dan lebih detil akan pengerjaannya. Selain itu juga diperlukan data yang lebih lengkap dan sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya sehingga pemodelan dapat dilakukan dengan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Affholder, M., and Valiron, F., 2001. **Descriptive Physical Oceanography**. Florida: CRC Press.
- Australian Government Department of Industry, Innovation and Science. 2016. **Tailings Management: Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry**. Canberra: Australian Government
- Bachtiar, H., and Suprijo, T., 2009. “Studi Potensi Energi Arus Pasang Surut di Selat Alas”. **Central Library Institute Technology Bandung**. Institut Teknologi Bandung.
- Caldwell, J. A., Oboni, F., and Oboni C., 2015. “Tailings facility failures in 2014 and an Update on Failure Statistics”. **Proceeding Tailings and Mine Waste**. Vancouver, BC, 26-28 October 2015.
- CCOHS. 2017. “Hazard and Risk”. **Canadian Centre for Occupational Health and Safety**. Canada.
- DNV-GL. 2010. **Marine Risk Assessment – Risk Assessment of Pipeline Protection**. Det Norske Veritas.
- Edinger, E. N., Azmy, K., Diegor, W., and Siregar, P. R., 2008. ‘Heavy Metal Contamination from Gold Mining Recorded in *Porites lobata* Skeletons, Buyat-Ratototok District, North Sulawesi, Indonesia. **Marine Pollution Bulletin** 56, 1553-1569
- Edinger, E. N., Siregar, P. R., and Blackwood, G. M., 2006. ‘Heavy Metal Concentrations in Shallow Marine Sediments Affected by Submarine Tailings Disposal and Artisanal Gold Mining, Buyat-Ratototok District, North Sulawesi, Indonesia”. **Environmental Geology** (2007) 52, pp. 701-714.
- European Commission. 2004. “Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities”. **Edificio EXPO**, Seville Spain.:563.
- Gaines, S., and Airame, S., Dec. 2012. **Upwelling**. <URL: oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02quest/background/upwelling/upwelling.html>
- Hidayati, N., Paluphi, R. W., Asadi, M. A., and Purnawali, H. S., 2017. “Kajian Dinamika Pantai: Studi Kasus di Pantai Rening, Jembrana, Bali”. **Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan**, Volume 6, pp. 31-43.
- Iskandar, I., Sasaki, H., Sasai, Y., Masumoto, Y., and Mizuno, K., 2010. “A Numerical Investigation of Eddy-Induced Chlorophyll Bloom in the Southeastern Tropical Indian Ocean During Indian Ocean Dipole”. **Ocean Dynamics**, Issue 60(3), pp. 731-742.
- Iskandar, I., Tozuka, T., Sasaki, H., Masumoto, Y., and Yamagata, T., 2006. “Intraseasonal Variations of Surface and Subsurfaces Currents Off Java as Simulated in a High-Resolution Ocean General Circulation Model”. **Journal of Geophysical Research: Oceans** (1978-2012), p. 111(C12).
- ISO/IEC Guide 73. 2008. **IO/TMB WG on Risk Management**. ISO 2008
- Jing, W., Shang, C., and Tao, X., 2010. “Environmental Risk Assessment of Heavy Metals in Bohai Sea, North China”. **Procedia Environmental Sciences** 2, pp. 1632-1642

Lubis, S., Rachmat, B., and Ibrahim, A., 2012. "Penempatan Tailing ke Dasar Laut: Dampaknya Terhadap Perubahan Geomorfologi Dasar Perairan". **Proceeding Kolokium Pertambangan 2001**. Puslitbang Geologi Kelautan, pp. 222-230.

Metzger, E. J., Hurlburt, H. E., Xu, X., Shriver, J. F., Gordon, A. L., Sprintall, J., Susanto, R. D., and Aken, H. M., 2010. "Simulated and Observed Circulation in the Indonesian Seas: 1/12^o Global HYCOM and the INSTANT Observations". **Dynamics of Atmospheres and Oceans**. Volume 50. pp. 275-300.

Murtugudde, R., McCreary Jr, J. P., and Busalacchi, A. J., 2000. "Oceanic Processes Associated with Anomalous Events in the Indian Ocean with Relevance to 1997-1998". **Journal of Geophysical Research: Oceans**, Volume 105, pp. 3295-3306.

Newmont Nusa Tenggara. 2010. **Laporan PT. Newmont Nusa Tenggara**. PT. Newmont Nusa Tenggara: Sumbawa.

Newmont Nusa Tenggara. 2016. **Laporan Triwulan Ketiga 2016: Izin Penempatan Tailing di Dasar Laut**. PT. Newmont Nusa Tenggara: Mataram

OGP Database. 2010. Risk Assessment Data Report No. 434-7, Consequence Modelling. **International Association of Oil and Gas Producers**.

Pandey, S., Parvez, S., Ansari, R.A., Ali, M., Kaur, M., Hayat, F., Ahmad, F., Raisuddin, S., 2008. Effects of Exposure to Multiple Trace Metals on Biochemical, Histological and Ultrastructural Features of Gills of a Freshwater Fish, *Channa punctata* Bloch. **Chemical-Biological Interactions** 174(3), pp.183-192.

Peta Administrasi Bakosurtanal Tahun 2006. **Badan Informasi Geospasial**. Jakarta, Indonesia.

Pohan, P. M., Denni, W., Sabtando, J. S., and Asep, A., 2007. "Penyelidikan Potensi Bahan Galian pada Tailing PT. Freeport Indonesia di Kabupaten Mimika Provinsi Papua". **Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007**. Pusat Sumber Daya Geologi.

Press, F., and Siever, R., 1986. **Earth: Fourth Edition**. New York :W. H. Freeman Publishers.

Prisetiahi, K., and Yanagi, T., 2006. Seasonal Variation in the Behavior of Tailing waste in the Southern Coastal Sea of Sumbawa Island, Indonesia. **Coastal Marine Science** 30(1), pp. 7-18.

PT. LAPI ITB. 2015. **Kajian Penempatan Pipa Tailing pada Kedalaman Lebih Dari 125 Meter Pada Jalur Baru Berdasarkan Hasil Survey Bathimetri**. Newmont Nusa Tenggara, Ref: BH1502700.

Raw, M., 2012. **AQA AS Geography**. United Kingdom: Hachette.

Ritcey, G. M., 1989. **Tailings Management: Problems and Solutions in the Mining Industry**. Michigan: The University of Michigan Press

Robertson, A., 2006. **Geotechnical Risk Assessment for Galore Creek**. Robertson GeoConsultants Inc. Vancouver.

Rodil, I.F., Lohrer, A.M., Chiaroni, L.D., Je, H., Thrush, S.H., 2001. Disturbance of Sandflats by Thin Terrigenous Sediment Deposits: Consequences for Primary Production and Nutrient Cycling. **Ecological Applications** 21(2), pp. 416-426.

Safety & Risk Management Services. 2008. **Hazard Identification Studies (HAZID)**. Germanischer Lloyd. Hamburg, Germany.

Simpson, S., Apte, S., Jung, R., Batley, G., and Hales, L., 2005. "Trace Metal Concentrations in Waters, Sediments and Fish Tissues from Marine Locations in the Vicinity of the Minahasa Raya Gold Mine (North Sulawesi, Indonesia)". **International Seminar "Mining, Environment and Sustainable Development – A Lesson from the Gold Mining Controversy in Buyat Bay, North Sulawesi Indonesia**, Manado May 9-10, 2005, pp. 284-294

Smit, M. G. D., Holthaus, K. I. E., Trannum, H. C., Neff, J. M., Kjeilen-Eilertsen, G., Jak, R. G., Singaas, I., Huijbregts, M. A. J., and Hendriks, A. J., 2008. Species Sensitivity Distributions for Suspended Clays, Sediment Burial, and Grain Size Change in the Marine Environment. **Environmental Toxicology Chemistry** **27**, pp. 1006–1012.

SRK Consulting. 2010. "Tailings – What Is It?". **Tailings and HLP Workshop** (28 April – 1 May 2010). Canada.

Susanto, R. D., Gordon, A. L., and Zheng, Q., 2001. "Upwelling Along the Coasts of Java and Sumatera and Its Relation to ENSO". **Geophysical Research Letters**, Volume 28, pp. 1599-1602.

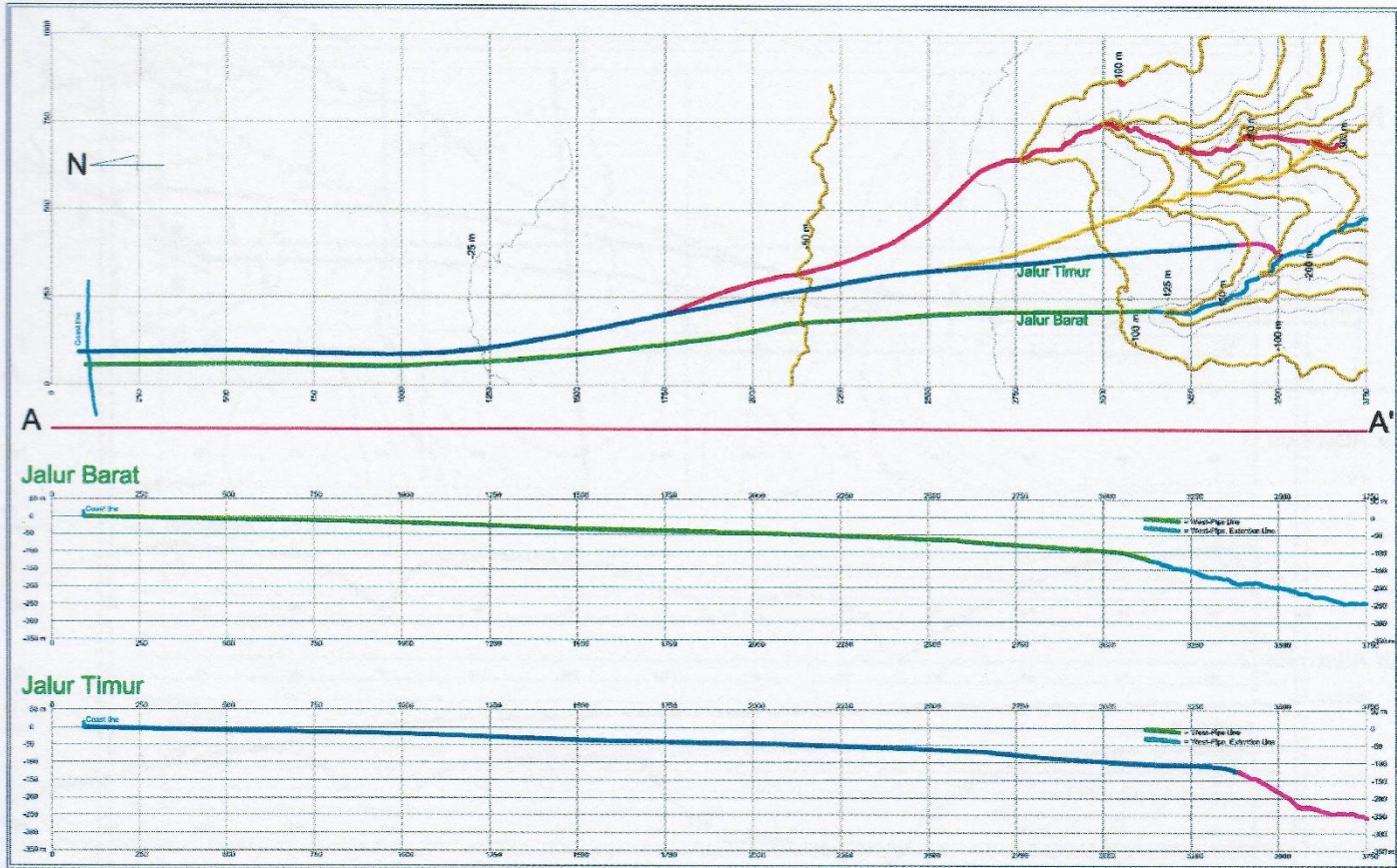
Wardhana, H., Feb. 2016. **Tentang Tailing Newmont Nusa Tenggara yang "Dibuang" ke Laut**, <URL:http://www.kompasiana.com/wardhanahendra/tentang-tailing-newmont-nusa-tenggara-yang-dibuang-ke-laut_56ce83b0949373cc0a76cfe7>

Western Australian Department of Mines and Petroleum. 2013. **Code of Practice: Tailings Storage Facilities in Western Australia**. Department of Mines and Petroleum. Perth.

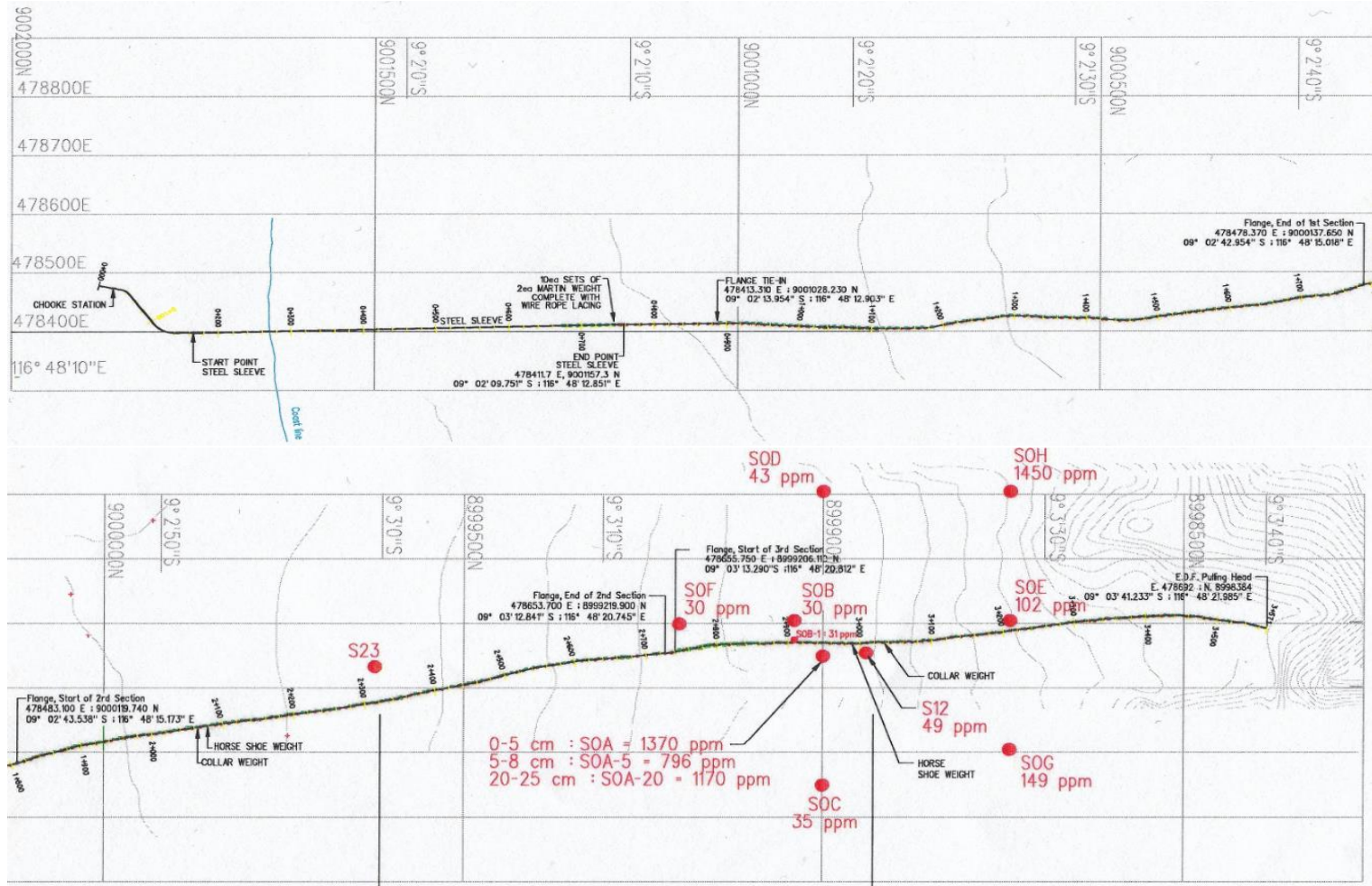
WHS Unit. 2015. **Hazard Identification, Risk Assessment and Control Procedure**. Western Sydney University. Australia

Halaman ini sengaja dikosongkan

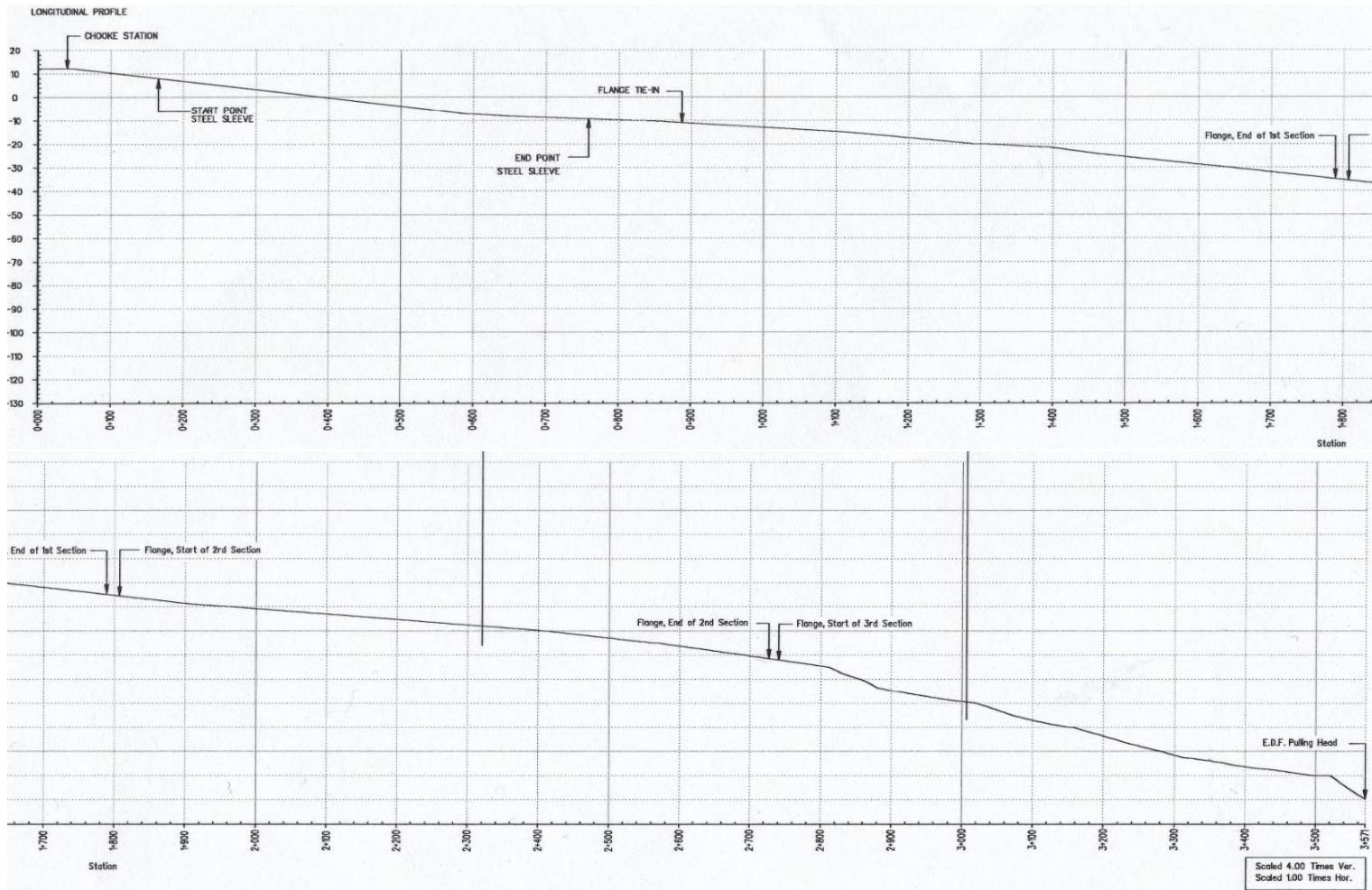
LAMPIRAN



Gambar 1. Jalur Lintasan Pipa Tailing Jalur Barat dan Timur



Gambar 3 Jalur Lintasan Pipa Tailing (dari Atas)



Gambar 4. Jalur Pipa Tailing Offshore (Berdasarkan Elevasi)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
Deteration Box	Flange	1-Sep-99	14.2	0			OK	OK	Begin inspection,rubber flange joint repair Jan 05, Repaired with ceramic [megadura] Jul 06, Repaired by megadura epoxy May 07, 22 Oct 07 Ceramic repair	
0	TP000	1-Sep-99	14.2	0			OK	OK	Minor damage from cuts and scuffing @ surface deterioration Aug 05, Minor delamination (Same as last usip 1) Jul 06	
1	TP536	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP536		Change Now	OK		
2	TP538	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP538		Change Now	OK		
3	TP533	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP533	Air Vent	Change Now	OK		
4	TP509	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP509		OK	OK		
5	TP515	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP515		OK	OK		
6	TP542	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP542		Change Next Shutdown	Change Now		
7	TP504	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP504		OK	OK		
8	TP494	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP494		OK	OK		
9	TP306	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP306		OK	OK		
10	TP250	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP250		OK	OK		
11	TP250	7-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP250		OK	OK		
12	TP227	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP227		OK	OK		
13	TP108	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP108		OK	OK		
14	TP315	10-Oct-07	6.1	1	Oct-07 - TP315		OK	OK		
15	TP272	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP272		OK	OK		
16	TP231	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP231		OK	OK		
17	TP178	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP178		OK	OK		
18	TP513	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP513		OK	OK		
19	TP261	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP261		OK	OK		
20	TP102	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP102		OK	OK		
21	TP192	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP192		OK	OK		
22	TP122	3-Aug-09	4.3	2	Feb-01 - TP401 Aug-09 - TP122		OK	OK		
23	TP535	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP535		OK	OK		
24	TP244	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP244		OK	OK		
25	TP524	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP524		OK	OK		
26	TP516	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP516		OK	OK		
27	TP517	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP517		OK	OK		
28	TP518	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP518		OK	OK		
29	TP519	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP519		OK	OK		
30	TP197	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP197		Change Now	OK		
31	TP299	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP299		OK	OK		
32	TP038	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP038		OK	OK		
33	TP152	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP152		OK	OK		
34	TP502	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP502		OK	OK		
35	TP345	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP345		Change Next Shutdown	Change Now		
36	TP415	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP415		OK	OK		
37	TP419	4-Oct-10	3.1	2	Feb-01 - TP402 Oct-10 - TP419		OK	OK		
38	TP020	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP020		OK	OK		
39	TP120	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP120		OK	OK		
40	TP013	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP013		OK	OK		
41	TP277	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP277		OK	OK		
42	TP208	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP208		OK	OK		
43	TP525	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP525		OK	OK		
44	TP217	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP217		OK	OK		
45	TP310	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP310		OK	OK		
46	TP009	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP009		OK	OK	Jun 05 repair minor bulge ceramic filter[megadure], Jul 06 Wide Gap USFRepaired by Ceramic [Megadura]	
47	TP334	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP334		OK	OK		
48	TP087	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP087		OK	OK		
49	TP019	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP019		OK	OK		
50	TP115	22-Oct-07	6.0	1	TP115 - TP115		OK	OK		
51	TP051	9-Feb-09	4.7	2	Aug-08 - TP469 Feb-09 - TP051		OK	OK		
52	TP103	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP103		OK	OK	Repaired 6June 05 ceramic filter[megadure] On Mar 11, repaired 02.00, 04:00 wide gap and open skive at 08:00 USF	

Gambar 5. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (1)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
53	TP100	9-Feb-09	4.7	2	Aug-04 - TP278 Feb-09 - TP100		OK	OK		
54	TP160	9-Jul-02	11.3	2	Feb-01 - TP403 Jul-02 - TP160		OK	OK	Flange Cap dalam Jun'05 min bulge. Repaired 6June'05 ceramic filter[megadure]	
55	TP109	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP309		Change Next Shutdown			
56	TP409	29-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP409		OK	OK	Minor Bulge Jan 05 (repair by ceramic megadure), Flange Cap delamination @ DSF Jul 06 (repair by ceramic megadure), Wide gap 22 Oct 07 (repair by Ceramic)	
57	TP270	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP270		OK	OK	Installed TP270 June'05. Mar-11 repaired diameter 30cm dent 2m from DSF	
58	TP137	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP137		OK	OK		
59	TP501	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP501		OK	OK		
60	TP225	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP225		OK	OK		
61	TP506	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP506		OK	OK		
62	TP337	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP337		OK	OK		
63	TP243	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP243		OK	OK		
64	TP186	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP186		OK	OK		
65	TP510	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP510		OK	OK	short spool-turn horizontal, under bridge; Replaced by TP510 on Mar 11	
66	TP109	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP109		OK	OK		
67	TP350	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP350		OK	OK	Repair by megadure 05 - 07 o'clock on Dec 12	
68	TP080	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP080		OK	OK	Flooded 7 Dec 09, sandy on Sep 11. Clean Feb 2012	
69	TP495	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP495		OK	OK	Flooded 7 Dec 09, sandy on Sep 11. Clean Feb 2012	
70	TP537	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP537		OK	OK		
71	TP047	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP047		OK	OK		
72	TP401	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP401		OK	OK		
73	TP496	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP496		OK	OK		
74	TP046	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP046		OK	OK	Sandy 25% of pipe 22 Oct 07; 25% Sandy April 08; Sandy & minor bulging Aug 08; Sandy 7 Dec 09, 04 Nov 13, repair @ 06 o'clock USF lesser rubber thick on Nov 13	
75	TP219	21-Feb-12	1.7	1	Feb-12 - TP219		OK	OK		
76	TP041	4-Oct-10	3.1	2	Aug-08 - TP067 Oct-10 - TP041		OK	OK		
77	TP151	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP151		OK	OK	Wide Gap USF Jul 06; Sandy 25% of pipe 22 Oct 07; 25% Sandy April 08; Wide gap @ 04-00 - 07:00 Feb 09; Sandy 7 Dec 09	
78	TP161	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP161		OK	OK	Sandy 25% of pipe 22 Oct 07; 25% Sandy April 08; Sandy 7 Dec 09	
79	TP283	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP283		OK	OK		
80	TP104	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP104		OK	OK	Wide gap Jun 05; Minor Bulging 3:00+10:00 & Workshop repair defect at middle of spool Jul 06; Sandy 8% of pipe 22 Oct 07; 25% Sandy April 08; Sandy 7 Dec 09; Repaired 6June'05 ceramic filter[megadure]; Repaired by Ceramic [megadure] Jul 06. repaired by megadure @ 06 o'clock USF Nov 13	
81	TP526	19-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP526		OK	OK		
82	TP512	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP512		OK	OK		
83	TP050	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP050		OK	OK	04 Nov 13, 4 mtr from DSF @ 06 o'clock dent diameter 400mm	
84	TP498	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP498		OK	OK		
85	TP084	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP084		OK	OK		
86	TP099	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP099		OK	OK		
87	TP293	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP293		OK	OK		
88	TP117	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP117		OK	OK	Repaired 6June'05 ceramic filter[megadure]	
89	TP176	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP176		OK	OK		
90	TP271	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP271		OK	OK		
91	TP032	4-Mar-10	3.5	1	Mar-10 - TP032		OK	OK		
92	TP163	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP163		OK	OK		
93	TP017	19-Sep-11	2.1	2	Oct-10 - TP256 Sep-11 - TP017		OK	OK		
94	TP075	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP075		OK	OK		
95	TP403	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP403		OK	OK		

Gambar 6. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (2)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
96	TP459	9-May-07	6.5	2	Feb-01 - TP404 May-07 - TP459		OK	OK	22 Oct 07 Bulging USF, Ceramic repair, Nov'13 repair @ 03 o'clock USF	
97	TP071	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP071		OK	OK	04 Nov 13, USF 03 - 00 o'clock repair by megadure	
98	TP464	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP464		OK	OK		
99	TP474	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP474		OK	OK		
100	TP352	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP352		OK	OK		
101	TP424	15-May-01	12.5	1	May-01 - TP424		OK	OK	Flange cap delamination & minor bulging wear waves toward DSF Jun'05 min bulging & w gap; Sandy 22 Oct 07, Flanges Cap Delam USF @ 07.00 - 03.00 Aug 09	
102	TP207	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP207		OK	OK	Replaced by TP207 Unplanned (Supra Rubber) Aug 08	
103	TP188	12-Aug-03	10.2	1	Aug-03 - TP188		OK	OK	Gap filled 6Jun'05 ceramic filler[megadure], Repaired by ceramic [megadure] Jul 06	
104	TP187	9-Feb-09	4.7	2	Aug-03 - TP200 Feb-09 - TP187		OK	OK		
105	TP146	22-Oct-07	6.0	1	TP146 - TP146		OK	OK		
106	TP088	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP088		OK	OK		
107	TP136	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP136		OK	OK		
108	TP118	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP118		OK	OK		
109	TP194	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP194		OK	OK		
110	TP312	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP312		OK	OK		
111	TP045	30-Sep-10	3.1	1	Sep-10 - TP045		OK	OK		
112	TP052	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP052		OK	OK	Sandy 22 Oct 07; Sandy April 08; Bulging Aug 08; Sandy 7 Dec 09, 3 May 2010 Discoloration	
113	TP466	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP466		OK	OK	Sandy 22 Oct 07; Sandy April 08;	
114	TP093	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP093		OK	OK		
115	TP053	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP053		OK	OK		
116	TP473	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP473		OK	OK		
117	TP493	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP493		OK	OK		
118	TP238	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP238		OK	OK		
119	TP405	20-Feb-01	12.7	1	Feb-01 - TP405		OK	OK	Repaired 6Jun'05 ceramic filler[megadure]	
120	TP121	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP121		OK	OK		
121	TP134	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP134		OK	OK		
122	TP206	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP206		OK	OK		
123	TP472	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP472		OK	OK		
124	TP057	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP057		OK	OK		
125	TP543	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP543		Change Next Shutdown			
126	TP215	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP215		OK	OK	Wide Gap 7-8 & 5:00 Gap filled 19Dec'02, Jun'05 min bulging, ceramic filler (Megadure) mechanical Cutting @ 4:00 & Flange Cap Delamination @ 7:00 DSF Repaired by ceramic [megadure] Jul 06; Fatigue cap delamination Repaired by Megadure Epoxy May 07; Sandy 22 Oct 07	
127	TP275	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP275		Change Next Shutdown			
128	TP458	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP458		OK	OK	Repaired by ceramic [megadure] Jul 06	
129	TP406	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP406		OK	OK		
130	TP296	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP296		OK	OK	Wide gap repaired 19 Dec'02 & 6Jun'05 ceramic filler	
131	TP335	15-May-01	12.5	1	May-01 - TP335		OK	OK	TP335-Repaired 11 Sep'01 & 19Dec'02 ceramic filler[Megadure] Repaired by ceramic [megadure] Jul 06. Rippling on Mar'11 repaired at DSF	
132	TP189	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP189		OK	OK		
133	TP140	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP140		OK	OK		
134	TP031	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP031		OK	OK		
135	TP142	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP142		OK	OK		
136	TP083	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP083		OK	OK		
137	TP290	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP290		OK	OK	Repaired 6Jun'05 ceramic filler[megadure]	
138	TP185	4-May-10	3.5	2	Sep-01 - TP414 May-10 - TP185		OK	OK		
139	TP465	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP465	Short spool	OK	OK		
140	TP226	21-Feb-12	1.7	2	Feb-09 - TP076 Feb-12 - TP226		OK	OK		
141	TP425	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP425		OK	OK		
142	TP148	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP148		OK	OK		
143	TP036	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP036		OK	OK		

Gambar 7. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (3)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
144	TP223	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP223		OK	OK		
145	TP213	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP213		OK	OK		
146	TP058	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP058		OK	OK	Repaired by Megadura Epoxy May 07, 10 Oct 07 Ceramic repair	
147	TP064	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP064		OK	OK		
148	TP347	8-May-08	5.5	1	May-08 - TP347		OK	OK		
149	TP258	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP258		OK	OK		
150	TP135	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP135		OK	OK		
151	TP319	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP319		OK	OK	TP 319 installed Aug'04 Gap filled w/June'05 ceramic filler[megadura], Repaired by ceramic [megadura] Jul 06	
152	TP196	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP196		OK	OK		
153	TP281	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP281		OK	OK		
154	TP162	6-Jan-05	8.4	1	Jan-05 - TP162		OK	OK	Wide gap all around. Repaired Aug'08	
155	TP476	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP476		OK	OK		
156	TP430	30-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP430		OK	OK	Flg cap delamination Repaired by Megadura Epoxy May 07, 10 Oct 07 Ceramic repair. Wide gap all around. Repaired by megadura Aug 08	
157	TP499	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP499		OK	OK		
158	TP107	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP107		OK	OK		
159	TP252	6-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP252		OK	OK	Minor flange cap delam. Repaired Oct'07	
160	TP271	4-May-10	3.5	2	May-01 - TP419 May-10 - TP271		OK	OK		
161	TP139	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP139		OK	OK		
162	TP359	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP359		OK	OK		
163	TP210	12-Aug-03	10.2	1	Aug-03 - TP210		OK	OK	bubbles at 11:00 Repaired Aug'04	
164	TP105	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP105		OK	OK		
165	TP171	6-Jan-05	8.4	1	Jan-05 - TP171		OK	OK		
166	TP407	11-Sep-01	12.2	1	Sep-01 - TP407		OK	OK	Gap filled 19 Dec'02 ceramic filler[megadura] short, anchor	
167	TP210	10-Sep-10	1.1	1	Sep-10 - TP210		OK	OK	Minor bulge all-around. 22 Oct 07 Ceramic repair	
168	TP096	16-May-01	12.5	1	May-01 - TP096		OK	OK	Flange cap delam. Repaired 19 Dec'02 ceramic filler[megadura], 10 & 22 Oct 07 Ceramic repair, Open Skip 8m from USF @07:00	
169	TP417	12-Sep-01	12.2	1	Sep-01 - TP417		OK	OK		
170	TP072	30-Sep-10	3.1	1	Sep-10 - TP072		OK	OK		
171	TP162	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP162		OK	OK		
172	TP091	10-Sep-10	3.1	1	Sep-10 - TP091		OK	OK	3 May 2010 Discoloration	
173	TP097	10-Sep-10	3.1	1	Sep-10 - TP097		OK	OK		
174	TP282	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP282		OK	OK		
175	TP175	1-Sep-99	14.2	0			Watch	Watch	short spool, discoloration on July' 2012 discoloration on Dec' 2012. Discoloration on may'2013.	Y
176	TP126	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP126		OK	OK		
177	TP300	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP300		OK	OK		
178	TP328	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP328		OK	OK		
179	TP224	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP224		OK	OK		
180	TP505	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP505		OK	OK		
181	TP434	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP434		OK	OK	Sandy 22 Oct 07	
182	TP248	29-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP248		OK	OK		
183	TP431	29-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP431		OK	OK	Wide gap 06:00 - 10:00 Repaired Aug'08. Wide Gap USF @ 08:00 - 02:00 Aug 09. Repaired Mar 11 open scap at USF	
184	TP500	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP500		OK	OK	Repaired Mar 11 open scap at USF	
185	TP133	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP133		OK	OK		
186	TP313	19-Sep-11	2.1	2	May-07 - TP324 Sep-11 - TP313		OK	OK		
187	TP471	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP471		OK	OK		
188	TP131	30-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP131		OK	OK	Short spool, small bulging & Aug'04 unusual wear 5-6:00; Wide Gap Jul 06, Repaired by ceramic [megadura] Jul 06, Wide Gap @6:00 May 07 repaired by megadura epoxy May 07, 10 & 22 Oct 07 Ceramic repair	
189	TP150	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP150		OK	OK		
190	TP034	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP034		OK	OK		

Gambar 8. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (4)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
191	TP314	30-Sep-10	3.1	3	Jan-01 - TP222 May-01 - TP415 Sep-10 - TP314		OK	OK		
192	TP154	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP154		OK	OK		
193	TP357	19-Sep-11	2.1	2	May-01 - TP197 Sep-11 - TP357		OK	OK		
194	TP158	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP158		OK	OK	Repaired Oct07 Flange Cap Dalam repair on 7 Dec 09	
195	TP305	6-Jun-05	8.4	1	Jan-05 - TP305		OK	OK	Wide Gap @4-7:00 May 07 repaired by megadura epoxy May 07	
196	TP418	30-Jan-02	11.5	1	Jan-02 - TP418		OK	OK	Scratch by sharp object 2m from DSF @11:00 10 Oct 07, Ceramic repair	
197	TP421	15-May-01	12.5	1	May-01 - TP421		OK	OK		
198	TP113	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP113		OK	OK		
199	TP260	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP260		OK	OK		
200	TP144	19-Sep-11	2.1	2	Jan-02 - TP420 Sep-11 - TP144		OK	OK		
201	TP138	29-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP138		OK	OK		
202	TP544	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP544	Change Next Shutdown				
203	TP042	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP042		OK	OK		
204	TP016	30-Sep-10	3.1	1	Sep-10 - TP016		OK	OK		
205	TP318	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP318		OK	OK		
206	TP164	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP164		OK	OK	Wide gap, repair by megadura 7 Dec 09	
207	TP461	10-Oct-07	6.1	1	Oct-07 - TP461		OK	OK		
208	TP294	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP294		OK	OK		
209	TP112	9-Mar-07	6.5	1	May-07 - TP112		OK	OK		
210	TP489	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP489		OK	OK		
211	TP229	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP229		OK	OK		
212	TP179	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP179		OK	OK		
213	TP302	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP302		OK	OK		
214	TP214	10-Apr-08	5.6	2	TP154 - TP154 Apr-08 - TP214		OK	OK	Nov'13 Surface deterioration/ discoloration	
215	TP190	19-Sep-11	2.1	2	May-01 - TP423 Sep-11 - TP190		OK	OK		
216	TP077	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP077		OK	OK		
217	TP470	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP470		OK	OK		
218	TP199	7-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP199		OK	OK		
219	TP220	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP220		OK	OK		
220	TP353	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP353		OK	OK		
221	TP033	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP033		OK	OK		
222	TP074	25-Aug-08	5.2	3	Dec-00 - TP262 Jul-06 - TP080 Aug-08 - TP074		OK	OK	Wide flange gap 7 Dec 09, repair by megadura	
223	TP132	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP132		OK	OK	Nov'13 repair by megadura 12 - 04 o'clock	
224	TP237	16-May-01	12.5	1	May-01 - TP237		OK	OK	Nov'13 repair by megadura 01 - 03 o'clock flange cap delamination	
225	TP420	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP420		OK	OK		
226	TP361	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP361		OK	OK		
227	TP079	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP079		OK	OK		
228	TP106	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP106		OK	OK		
229	TP048	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP048		OK	OK		
230	TP423	21-Feb-12	1.7	2	Jan-02 - TP345 Feb-12 - TP423		OK	OK		
231	TP044	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP044		OK	OK		
232	TP204	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP204		OK	OK		
233	TP078	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP078		OK	OK		
234	TP123	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP123		OK	OK	Seam uneven Oct 07, Bulge @02:00-04:00 7 Dec 09. Flange gap delamination @ 12-5 USF, repair by megadura.	
235	TP320	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP320		OK	OK	Wide gap @ 07-09:00 May 07, Repaired by megadura epoxy May 07	
236	TP416	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP416		OK	OK		
237	TP324	21-Feb-12	1.7	2	Feb-01 - TP406 Feb-12 - TP324		OK	OK		

Gambar 9. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (5)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
238	TP325	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP325		OK	OK		
239	TP503	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP503		OK	OK		
240	TP527	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP527		OK	OK		
241	TP520	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP520		OK	OK		
242	TP475	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP475		OK	OK	Repaired Aug08, repair USF 3 - 5 delamination	
243	TP327	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP327		OK	OK		
244	TP507	4-Oct-10	3.1	1	Oct-10 - TP507		OK	OK		
245	TP236	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP236		OK	OK		
246	TP066	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP066		OK	OK		
247	TP140	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP140		OK	OK		
248	TP149	4-Oct-10	3.1	2	May-01 - TP423 Oct-10 - TP149		OK	OK		
249	TP092	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP092		OK	OK		
250	TP530	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP530		OK	OK		
251	TP167	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP167		Change Now	OK		
252	TP528	10-Jul-12	1.3	2	May-01 - TP412 Jul-12 - TP528		OK	OK		
253	TP402	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP402		OK	OK		
254	TP411	15-May-01	12.5	1	May-01 - TP411		Observe	Observe	3-4 repair middle pipe. Surface degradation on may'2013, nov'13 surface degradation	
255	TP165	23-Oct-07	6.0	1	TP165 - TP165		OK	OK		
256	TP253	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP253		OK	OK		
257	TP174	4-Oct-10	3.1	2	Jan-02 - TP224 Oct-10 - TP174		OK	OK		
258	TP068	3-Dec-09	3.0	1	Dec-09 - TP068		OK	OK		
259	TP276	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP276		OK	OK	Nov '13, surface degradation 11 - 02 o'clock all of spool	
260	TP341	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP341		OK	OK		
261	TP278	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP278		OK	OK		
262	TP090	9-May-07	6.5	2	Oct-00 - TP400 May-07 - TP090		OK	OK	Wide gap @3:00 USF & Minor scratch 8m from Uaf 22 Oct 07	
263	TP010	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP010		OK	OK		
264	TP266	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP266		OK	OK		
265	TP521	10-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP521		OK	OK		
266	TP265	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP265		OK	OK		
267	TP529	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP529		OK	OK		
268	TP511	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP511		OK	OK		
269	TP061	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP061		OK	OK		
270	TP355	19-Sep-11	2.1	2	May-01 - TP336 Sep-11 - TP355		OK	OK		
271	TP342	12-Aug-03	10.2	1	Aug-03 - TP342		OK	OK	Minor Gap DSF Jul 06; Minor gap @7:00May 07, , Repaired by megadum epoxy May 07; Wide Gap @09:00 10 Oct 07 nov '13 surface degradation 11 - 02 o'clock along the pipe	
272	TP039	21-Feb-12	1.7	1	Feb-12 - TP039		OK	OK		
273	TP141	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP141		OK	OK	3 - 4 wide gap repair on Sept 11, nov '13 repair wide gap 03 o'clock DSF	
274	TP291	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP291		OK	OK		
275	TP287	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP287		OK	OK		
276	TP153	25-Aug-08	5.2	2	May-01 - TP425 Aug-08 - TP153		OK	OK		
277	TP062	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP062		OK	OK		
278	TP130	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP130		OK	OK	Surface degradation 11 - 02 o'clock along the pipe on nov'2013	
279	TP321	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP321		OK	OK		
280	TP255	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP255		OK	OK		
281	TP089	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP089		OK	OK		
282	TP218	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP218		OK	OK		
283	TP301	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP301		OK	OK		
284	TP232	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP232		OK	OK		
285	TP295	10-Apr-08	5.6	2	Jul-02 - TP308 Apr-08 - TP295		OK	OK	Wide gap @ 09:00 - 03:00 Aug 08, Repaired Aug08; on Sept 11 repair 06 DSF	
286	TP201	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP201		OK	OK	Bubble 6 m from downstream, Jul 06. Repaired Jul06, surface deterioration 11 - 02 o'clock along the pipe on nov'13.	

Gambar 10. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (6)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
287	TP285	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP285		OK	OK	Minor fl delam @6:30-7:00 ; Sandy May 07, surface deterioration 11 - 02 o'clock all of pipe on nov'13.	
288	TP110	18-Dec-12	0.9	1	Dec-12 - TP110		OK	OK		
289	TP530	21-Feb-12	1.7	1	Feb-12 - TP530		OK	OK		
290	TP012	4-Oct-10	3.1	2	Jan-02 - TP553 Oct-10 - TP012		OK	OK		
291	TP172	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP172		OK	OK		
292	TP095	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP095		OK	OK		
293	TP195	22-Oct-07	6.0	1	TP195 - TP195		OK	OK		
294	TP233	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP233		OK	OK		
295	TP128	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP128		OK	OK		
296	TP119	16-May-01	12.5	1	May-01 - TP119		OK	OK	Many rippling, small open skive on nov'13	
297	TP235	22-Oct-07	6.0	1	TP235 - TP235		OK	OK		
298	TP205	27-May-13	0.4	1	May-13 - TP205			OK		
299	TP280	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP280		OK	OK		
300	TP247	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP247		OK	OK		
301	TP404	8-May-08	5.5	1	May-08 - TP404		OK	OK	Replaced by TP404 May 08, Repair by megadure in 05 o'clock on Dec'12.	
302	TP021	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP021		OK	OK		
303	TP049	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP049		OK	OK	Repaired Oct07	
304	TP269	21-Feb-12	1.7	1	Feb-12 - TP269		OK	OK		
305	TP056	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP056		OK	OK		
306	TP196	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP196		OK	OK	12 mm rubber test spool installed 9 Jul 02. Unusual surface texture-possibly adhesive. Thickness bottom from USF 1m - 7.7mm, 2m - 7.8mm, 3m-7.8, 4m. 7.9mm on nov'13.	
307	TP333	9-Jul-02	11.3	1	Jul-02 - TP333		OK	OK	12 mm rubber test spool installed 9 Jul 02. Unusual surface texture-possibly adhesive.	
308	TP022	16-May-01	12.5	1	May-01 - TP022		OK	OK	Aug 03 Fl cap delam @09:00 USF; Soft rubber & Flg. Cap Delamination May 07. Repaired by megadure epoxy May 07	
309	TP203	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP203		OK	OK		
310	TP228	3-Aug-09	4.3	1	Aug-09 - TP228		OK	OK		
311	TP067	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP067		OK	OK		
312	TP145	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP145		OK	OK		
313	TP111	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP111		OK	OK		
314	TP221	4-May-10	3.5	1	May-10 - TP221		OK	OK	On Sept. 11 wide gap 3-7 USF repair by megadure	
315	TP143	21-Feb-12	1.7	2	Jun-05 - TP287 Feb-12 - TP143		OK	OK		
316	TP304	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP304		Change Next Shutdown			
317	TP346	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP346		OK	OK		
318	TP414	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP414		OK	OK		
319	TP259	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP259		OK	OK	Wide gap @7-11:00 May 07 Repaired May07, discoloration 11 - 02 o'clock along the pipe	
320	TP257	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP257		OK	OK	Bulging @11:00 - 12:00 10 Oct 07 Repaired Oct07; on Sept. 11 08 DSF minor bulging, repair	
321	TP343	4-May-10	3.5	1	Feb-01 - TP407 May-01 - TP222 May-10 - TP343		OK	OK	Repaired Oct07	
322	TP279	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP279		Change Next Shutdown			
323	TP460	9-May-07	6.5	1	May-07 - TP460		OK	OK		
324	TP457	4-Aug-04	9.3	1	Aug-04 - TP457		OK	OK		
325	TP263	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP263		OK	OK		
326	TP076	10-Jul-12	1.3	3	Feb-01 - TP408 Sep-01 - TP326 Jul-12 - TP076		OK	OK		
327	TP492	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP492		OK	OK	On Sept. 11 (Major bulging 7-11 USF repair)	
328	TP011	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP011		OK	OK		
329	TP329	1-Sep-99	14.2	0			Watch	Change Next Shutdown	Wide Gap @7:00 May 07, Repaired by megadure epoxy May 07, Wide Gap@08:00-11:00 USF April 08. Indicated wide gap on last inspection, wide gap on July' 2012. Wide Gap on Dec'12, wide gap and discoloration on may2013, repair 11 - 01 o'clock big bubble and wide gap USF on Nov-13	Y

Gambar 11. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (7)

Position No.	Final Spool No.	Date Installed	Year in position	Number of Changes	Replacement Spools History	Remark	27 May 2013 Action Recommended	04 Nov 2013 Action Recommended	Inspection Result/Remark	Photo in App.2
330	TP408	12-Aug-03	10.2	1	Aug-03 - TP408		OK	OK		
331	TP288	4-Nov-13	0.0	1	Nov-13 - TP288		Change Next Shutdown	Change Next		
332	TP348	17-Jul-06	7.3	1	Jul-06 - TP348		OK	OK		
333	TP193	30-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP193		OK	OK		
334	TP147	9-Feb-09	4.7	1	Feb-09 - TP147		OK	OK		
335	TP307	12-Aug-03	10.2	3	Feb-01 - TP409 May-01 - TP270 Aug-03 - TP307		OK	OK	Discoloration on 11 - 02 o'clock along the pipe on nov/13.	
336	TP054	16-May-01	12.5	2	Feb-01 - TP410 May-01 - TP054		OK	OK	Aug 04 found Flange cap delamination; Repaired Aug04, Flg. Cap Delamination Jul 06. Repaired Jul06. On Mar.11, 50cm from DSF repaired.	
337	TP308	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP308		OK	OK		
338	TP338	1-Sep-99	14.2	0			Watch	Change Next Shutdown	Short Spool, Surface degradation on July 2012. Surface degradation on Dec'12. Soft rubber and discoloration on may'2013. Surface degradation along the pipe on Nov-13	Y
339	TP168	30-Jan-02	11.8	1	Jan-02 - TP168		OK	OK		
340	TP354	25-Aug-08	5.2	1	Aug-08 - TP354		OK	OK		
341	TP216	8-May-08	5.5	1	May-08 - TP216		OK	OK		
342	TP177	4-Oct-10	3.1	3	May-01 - TP101 Sep-01 - TP416 Oct-10 - TP177		OK	OK		
343	TP073	7-Dec-09	3.9	1	Dec-09 - TP073		OK	OK		
344	TP040	10-Jul-12	1.3	1	Jul-12 - TP040		OK	OK		
345	TP356	10-Jul-12	1.3	2	Sep-01 - TP426 Jul-12 - TP356		OK	OK		
346	TP364	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP364		OK	OK		
347	TP463	22-Oct-07	6.0	1	TP463 - TP463		OK	OK		
348	TP286	6-Jun-05	8.4	1	Jun-05 - TP286		OK	OK	Wide Gap USF Jul 06; Repaired by ceramic [megadura] Jul 06; Wide gap @3-6:00 May 07; Repaired by megadura epoxy May 07	
349	TP349	1-Sep-99	14.2	0			Watch	Change Next Shutdown	Minor bulging & Aug'04 Bubble 3m from DSF surface deterioration; Wide gap @5-7:00 May 07; Wide Gap @8:00-07:00 10 oct 07 Repaired by megadura epoxy May 07; 10 Oct 07 Ceramic repair; Wide gap on July 2012. Wide gap on Dec'12. wide gap on may'2013. Surface degradation along the pipe on Nov-13	Y
350	TP462	22-Oct-07	6.0	1	TP462 - TP462		OK	OK		
351	TP303	19-Sep-11	2.1	1	Sep-11 - TP303		OK	OK		
352	TP249	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP249		OK	OK	Flange cap Delam @ 12:00 - 03:00 Aug 09	
353	TP212	21-Feb-12	1.7	2	May-01 - TP321 Feb-12 - TP212		OK	OK		
354	TP297	10-Apr-08	5.6	1	Apr-08 - TP297		OK	OK	Flange cap Delam @ 12:00 - 03:00 Aug 09	
355	TP173	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP173		OK	OK		
356	TP311	19-Sep-11	2.1	2	Dec-09 - TP234 Sep-11 - TP311		OK	OK		
357	TP422	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP422		OK	OK		
358	TP358	1-Sep-99	14.2	0			Watch	Change Next Shutdown	On 3 May 2010 Bubble; Surface degradation on July 2012. Surface degradation on Dec'12. Surface degradation on may'2013. DSF major bulging, surface degradation along the pipe on nov'13.	Y
359	TP101	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP101		OK	OK		
360	TP360	1-Sep-99	14.2	0			Change Next Shutdown	Change Next Shutdown	Minor Bulging @6:00 May 07; Repaired by megadura epoxy May 07; Soft Rubber USF @ 04:00 - 05:00 Aug 09; 10 Oct 07 Ceramic repair; surface degradation on July 2012. surface degradation on Dec' 2012. Surface degradation on may'2013. Surface degradation along the pipe on Nov-13.	Y
361	TP170	8-Mar-11	2.7	1	Mar-11 - TP170		OK	OK		
362	TP169	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP169		OK	OK	Bubble @ 5m USF Jul 06; Repaired by megadura Jul 06	
363	TP455	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP455		OK	OK		
364	TP166	18-Dec-02	10.9	1	Dec-02 - TP166		OK	OK		

Gambar 12. Data Inspeksi Jalur Pipa Tailing (8)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
1	262	TP262	Original	16-Oct-00		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP400	Ex FDI	16-Oct-00	Karet tidak Melek & Pelekat antar finge yang terbayar	
2	222	TP222	Original	12-Dec-00	Inspeksi Tailings ke-1	Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP262	PQI	19-Nov-00	Karet tidak Melek	
3	191	TP191	Original	27-Jan-01		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP222	Suprabakti	22-Jan-01	Karet tidak Melek	
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
4	119	TP119	Original	20-Feb-01	Inspeksi Tailings ke-2	Sobek pada 6:00	Kerusakan karet	TP405	PQI			
5	237	TP237	Original	20-Feb-01		Karet terangkat	Kerusakan karet	TP406	PQI			
6	321	TP321	Original	20-Feb-01		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP407	PQI			
7	326	TP326	Original	20-Feb-01		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP408	PQI			
8	335	TP335	Original	20-Feb-01		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP410	PQI			
9	336	TP336	Original	20-Feb-01		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP401	BBB			
10	022	TP022	Original	21-Feb-01		Sobek 2:00	Kerusakan karet	TP402	BBB			
11	037	TP037	Original	21-Feb-01		Sobek 8:00	Kerusakan karet	TP403	BBB			
12	054	TP054	Original	21-Feb-01		Sobek 10:00	Kerusakan karet	TP403	BBB			
13	096	TP096	Original	21-Feb-01		Sobek 11:00	Kerusakan karet	TP404	PQI			
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian		Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
14	197	TP197	Original	15-May-01		Inspeksi Tailings ke-3	Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP421	PQI		
15	248	TP248	Original	15-May-01			Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP422	PQI		
16	252	TP252	Original	15-May-01	Karet sobek		Menghindari Kebocoran	TP412	PQI			
17	254	TP254	Original	15-May-01	Gelembung		Menghindari Kebocoran	TP411	PQI			
18	270	TP270	Original	15-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP336	PQI			
19	276	TP276	Original	15-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP425	PQI			
20	353	TP353	Original	15-May-01	Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP321	PQI			
21	101	TP101	Original	15-May-01	Loose "O" ring		Menghindari Kebocoran	TP424	PQI			
22	131	TP131	Original	15-May-01	Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP335	PQI			
23	191	TP222	Suprabakti	15-May-01	Tidak Ada		Tambal pada pipa	TP415	PQI			
24	193	TP193	Original	15-May-01	Sobekan besar		Menghindari Kebocoran	TP197	Original		diuar rencana	
25	215	TP215	Original	15-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP423	PQI			
26	224	TP224	Original	15-May-01	Sobekan besar		Menghindari Kebocoran	TP237	PQI		diuar rencana	
27	296	TP296	Original	15-May-01	Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP119	PQI			
28	308	TP308	Original	15-May-01	Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP022	PQI			
29	321	TP407	PQI	16-May-01	Karet sobek		Menghindari Kebocoran	TP222	Suprabakti		diuar rencana	
30	326	TP408	PQI	16-May-01	Karet sobek		Menghindari Kebocoran	TP270	Original		diuar rencana	
31	326	TP410	PQI	16-May-01	Karet sobek		Menghindari Kebocoran	TP054	PQI		diuar rencana	
32	342	TP342	Original	16-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP101	Original		diuar rencana	
33	366	TP366	Original	16-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP413	PQI			
34	160	TP160	Original	16-May-01	Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP419	PQI			
35	168	TP168	Original	16-May-01	Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP006	PQI		diuar rencana	
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.		Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
36	138	TP138	Original	11-Sep-01	Inspeksi Tailings ke-4		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP414	PQI		diuar rencana
37	165	TP166	Original	11-Sep-01			Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP407	PQI		diuar rencana
38	169	TP169	Original	12-Sep-01		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP417	PQI		diuar rencana	
39	326	TP408	PQI	11-Sep-01		Karet sobek	Menghindari Kebocoran	TP326	PQI			
40	342	TP101	Original	11-Sep-01		Tidak Ada	Utuk keperluan tes destruktif	TP416	PQI			
41	345	TP345	Original	12-Sep-01		Sobek pada ujung spool	Menghindari Kebocoran	TP426	PQI		diuar rencana	
42	369	TP369	Original	11-Sep-01		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP427	PQI		20-Jul-01 Kerusakan Mekand	
43	374	TP374	Original	11-Sep-01		Tidak Ada	Kerusakan karet / pipa	TP428	PQI			
44	383	TP383	Original	11-Sep-01		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP429	PQI		25-Aug-01 Kerusakan Mekand	

Gambar 13. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (1)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
45	056	TP056	Original	28-Jan-02	Inspeksi Tailings ke-5	Karet terangkat & Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP406	PQI		di luar rencana	
46	156	TP156	Original	30-Jan-02		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP430	PQI			
47	182	TP182	Original	29-Jan-02		Delaminasi & karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP248	PQI			
48	183	TP183	Original	29-Jan-02		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP431	PQI			
49	188	TP188	Original	30-Jan-02		Delaminasi & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP131	PQI			
50	196	TP196	Original	30-Jan-02		Delaminasi & bergelembang	Menghindari Kebocoran	TP418	PQI			
51	200	TP200	Original	29-Jan-02		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP420	PQI			
52	201	TP201	Original	29-Jan-02		Karet sdak masak 6:00 - 9:00	Menghindari Kebocoran	TP138	PQI			
53	230	TP230	Original	30-Jan-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP345	PQI			
54	257	TP257	Original	29-Jan-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP224	PQI			
55	290	TP290	Original	29-Jan-02		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP363	PQI			
58	333	TP333	Original	30-Jan-02		Karet Lunak & bergelembang	Menghindari Kebocoran	TP193	PQI			di luar rencana
57	339	TP339	Original	30-Jan-02		Karet Lunak & bergelembang	Menghindari Kebocoran	TP168	PQI			di luar rencana
58	374	TP429	PQI	29-Jan-02		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP274	PQI	29-Jan-02		Kegagalan Karet
59	381	TP381	Original	30-Jan-02		Kegagalan / Bocor	Kerusakan karet / pipa	TP433	PQI	26-Nov-01		Aruskan Merkisi

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
60	054	TP403	B&B	9-Jul-02	Inspeksi Tailings ke-6	Delaminasi pd karet fensa	Menghindari Kebocoran	TP160	PQI			
61	126	TP126	Original	9-Jul-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP215	PQI			
62	130	TP130	Original	9-Jul-02		Celah 20mm pd fensa	Menghindari Kebocoran	TP206	PQI			
63	159	TP159	Original	9-Jul-02		Karet Lunak terangkat	Menghindari Kebocoran	TP252	PQI			
64	259	TP259	Original	9-Jul-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP276	PQI			
65	285	TP285	Original	9-Jul-02		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP308	PQI			
66	306	TP306	Original	9-Jul-02		Celah 25mm pd fensa	Menghindari Kebocoran	TP196	PQI			
67	307	TP307	Original	9-Jul-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP333	PQI			
68	305	TP305	Original	9-Jul-02		Karet Lunak terangkat	Menghindari Kebocoran	TP056	PQI			di luar rencana
69	389	TP427	PQI	9-Jul-02		Delaminasi karet	Menghindari Kebocoran	TP269	PQI			di luar rencana

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
70	375	TP375	Original	9-Jul-02	PT NWT Projects New Tailings HDPE Tie-In	Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP379	Original		Reposisi dari posisi no.379	
71	376	TP376	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP380	PQI			
72	377	TP377	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP436	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
73	378	TP378	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP437	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
74	379	TP379	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP438	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
75	380	TP429	PQI	9-Jul-02		Kerusakan pd diameter luar	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP439	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
76	381	TP433	PQI	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP440	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
77	382	TP382	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP441	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
78	383	TP383	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP442	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
79	384	TP384	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP443	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
80	385	TP385	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP444	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
81	386	TP386	Original	9-Jul-02		Tidak Ada	Dibongkar utk HDPE Tie-In	TP445	PQI			Spool baru untuk HDPE Tie-In
82	387	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP446	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In
83	388	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP447	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In
84	389	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP448	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In
85	390	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP449	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In
86	391	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP450	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In
87	391-a	---	---	9-Jul-02		Tidak Ada	---	TP451	PQI			Spool & posisi baru utk HDPE Tie-In

Gambar 14. Data Perawatan Jalur Pipa *Tailing* (2)

No	Postal	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
88	178	TP178	Original	18-Dec-02	Inspeksi Tailings ke-7	Celah melebar-mulai gelembung	Menghindari Kebocoran	TP125	PQI		
89	278	TP278	Original	12-Dec-02		Karet terangkat 12"	Menghindari Kebocoran	TP130	PQI		
90	286	TP286	Original	18-Dec-02		Gelembung 4"	Menghindari Kebocoran	TP201	PQI		
91	287	TP287	Original	18-Dec-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP285	PQI		
92	319	TP319	Original	18-Dec-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP289	PQI		
93	320	TP320	Original	18-Dec-02		Gelembung 6" x 6"	Menghindari Kebocoran	TP257	PQI		
94	359	TP359	Original	18-Dec-02		Gelembung 10" x 6"	Menghindari Kebocoran	TP101	PQI		
95	362	TP362	Original	18-Dec-02		Karet Lunak & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP189	PQI		
96	363	TP363	Original	18-Dec-02		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP455	PQI		
97	364	TP364	Original	18-Dec-02		Karet Lunak 2" x 8"	Menghindari Kebocoran	TP186	PQI		
98	367	TP367	Original	18-Dec-02		Gelembung 6"	Menghindari Kebocoran	TP452	PQI		
99	374	TP374	PQI	18-Dec-02		Tidak Ada	Uji Coba	TP454	Tri Citra Melindo		Spool diganti keramik di luar rencana
100	009	TP009	Original	18-Dec-02		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP308	PQI		
No	Postal	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
101	183	TP183	Original	12-Aug-03	Inspeksi Tailings ke-8	Celah lebar-mulai gelembung	Menghindari Kebocoran	TP188	PQI		
102	183	TP183	Original	12-Aug-03		Celah melebar posisi jam 5-8	Menghindari Kebocoran	TP230	PQI		
103	271	TP271	Original	12-Aug-03		Gelembung membesar jam 6	Menghindari Kebocoran	TP342	PQI		
104	330	TP330	Original	12-Aug-03		Karet Lunak & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP408	PQI		
105	335	TP270	Original	12-Aug-03		Karet terangkat & Lunak	Menghindari Kebocoran	TP307	PQI		
106	104	TP104	Original	12-Aug-03			Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP200	PQI	
No	Postal	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
107	374	TP454	Tri Citra Melindo	8-Jan-04		Kegagalan/Bocor	Lapisan keramik terakir terjadi kebocoran sebesar lubang pensil	TP428	PQI	8-Jan-04	Spool TP454 adalah spool dg lapisan keramik yang dipasang pada inspeksi ke 7 sbg uji coba
108	046	TP046	Original	4-Aug-04	Inspeksi Tailings ke-9	Karet terangkat & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP009	PQI		
109	080	TP080	Original	4-Aug-04		Karet Lunak & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP104	PQI		
110	089	TP089	Original	4-Aug-04		Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP176	PQI		tersiapkan tapi di luar schedule
111	090	TP090	Original	4-Aug-04		Celah melebar & Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP271	PQI		
112	137	TP137	Original	4-Aug-04		Karet Lunak & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP290	PQI		
113	151	TP151	Original	4-Aug-04		Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP319	PQI		
114	161	TP161	Original	4-Aug-04		Karet terangkat & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP339	PQI		
115	162	TP162	Original	4-Aug-04		Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP359	PQI		tersiapkan tapi di luar schedule
116	171	TP171	Original	4-Aug-04		Karet terangkat & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP362	PQI		
117	324	TP324	Original	4-Aug-04		Celah melebar & gelembung	Menghindari Kebocoran	TP457	PQI		
118	052	TP052	Original	4-Aug-04		Karet Lunak & Gelembung 12"	Menghindari Kebocoran	TP103	PQI		di luar rencana
119	053	TP053	Original	4-Aug-04		Celah lebar, bergelembung	Menghindari Kebocoran	TP278	PQI		di luar rencana
120	007	TP007	Original	4-Aug-04		Kerusakan pada sarungbetuk	Menghindari Kebocoran	TP183	PQI		di luar rencana

Gambar 15. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (3)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
121	057	TP057	Original	6-Jun-05	Aspeksi Tailings ke-10	Karet bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP270	PQI		di luar rencana	
122	058	TP058	Original	6-Jun-05		Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP137	PQI			
123	077	TP077	Original	6-Jun-05		Celah melebar & gelombang	Menghindari Kebocoran	TP151	PQI			tersiapkan tapi di luar schedule
124	078	TP078	Original	6-Jun-05		Karet bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP161	PQI			
125	095	TP095	Original	6-Jun-05		Karet bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP403	PQI			di luar rencana
126	128	TP128	Original	6-Jun-05		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP458	PQI			di luar rencana
127	154	TP154	Original	6-Jun-05		Karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP162	PQI			
128	165	TP165	Original	6-Jun-05		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP171	PQI			
129	181	TP181	Original	6-Jun-05		Gelembung, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP434	PQI			
130	195	TP195	Original	6-Jun-05		Karet bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP305	PQI			
131	235	TP235	Original	6-Jun-05		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP330	PQI			
132	250	TP250	Original	6-Jun-05		Gelembung, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP330	PQI			
133	315	TP315	Original	6-Jun-05		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP287	PQI			
134	340	TP340	Original	6-Jun-05		Karet bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP364	PQI			di luar rencana
135	348	TP348	Original	6-Jun-05		Celah melebar & gelombang	Menghindari Kebocoran	TP288	PQI			

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
136	383	TP442	PQI	3-Mar-06	Aspeksi Tailings ke-11			TP456			Penggantian di luar jadwal inspeksi	
137	391	TP450	PQI	3-Mar-06				TP487				Penggantian di luar jadwal inspeksi
138	074	TP074	Original	17-Jul-06		Celah melebar, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP048	PQI			
139	068	TP098	Original	17-Jul-06		Celah melebar, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP454	PQI			
140	112	TP112	Original	17-Jul-06		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP052	PQI			
141	115	TP115	Original	17-Jul-06		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP053	PQI			
142	124	TP124	Original	17-Jul-06		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP057	PQI			
143	139	TP139	Original	17-Jul-06		Delaminasi, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP465	PQI			
144	146	TP146	Original	17-Jul-06		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP058	PQI			
145	222	TP202	PQI	17-Jul-06		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP080	PQI			di luar rencana
146	282	TP282	Original	17-Jul-06		Karet Lunak, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP095	PQI			
147	332	TP332	Original	17-Jul-06		Bergelombang, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP348	PQI			

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
148	096	TP404	PQI	9-May-07	Aspeksi Tailings ke-12	Celah melebar, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP459	PQI			
149	113	TP113	Original	9-May-07		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP488	PQI			
150	186	TP186	Original	9-May-07		Karet Lunak, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP324	PQI			
151	208	TP208	Original	9-May-07		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP112	PQI			di luar rencana
152	216	TP216	Original	9-May-07		Gelembung, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP077	PQI			
153	233	TP233	Original	9-May-07		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP078	PQI			
154	249	TP249	Original	9-May-07		Karet Lunak, terangkat	Menghindari Kebocoran	TP052	PQI			
155	282	TP408	PQI	9-May-07		Banyak gelembung, peroksidasi	Menghindari Kebocoran	TP090	PQI			
156	281	TP281	Original	9-May-07		Gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP089	PQI			
157	295	TP295	Original	9-May-07		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP128	PQI			
158	317	TP317	Original	9-May-07		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP346	PQI			
159	323	TP323	Original	9-May-07		Gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP480	PQI			
160	376	TP380	PQI	9-May-07	Karet terlupas kedalaman 10mm	Menghindari Kebocoran	TP429	PQI			di luar rencana	

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
161	375	TP429	PQI	27-Aug-07	Total plant shutdown	Ada benda tajam mengoyak karet	Kegagalan/Boor	TP374	PQI		Diluar rencana
162	014	TP014	Original	10-Oct-07	13th Tailings Inspector	Ada benda tajam mengoyak karet	Kegagalan/Boor	TP315	SRM		Diluar rencana
163	207	TP207	Original	10-Oct-07	13th Tailings Inspector	Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP481	SRM		

Gambar 16. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (4)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar		
154	050	TP050	Original	22-Oct-07	Inspeksi Tailings ke-14	Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP115	SBM	Di luar rencana			
155	105	TP105	Original	22-Oct-07		Bergelembang, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP145	SBM				
156	214	TP214	Original	22-Oct-07		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP154	SBM				
157	255	TP255	Original	22-Oct-07		Ada benda tajam mengoyak karet	Menghindari Kebocoran	TP185	SBM				
158	293	TP293	Original	22-Oct-07		Karet Lunak dan bergelembang	Menghindari Kebocoran	TP195	SBM				
159	297	TP297	Original	22-Oct-07		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP235	SBM				
170	347	TP347	Original	22-Oct-07		Gelembung, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP463	SBM				
171	350	TP350	Original	22-Oct-07		Bergelembang	Menghindari Kebocoran	TP462	SBM				
172	373	TP373	Original	22-Oct-07		Ada benda tajam mengoyak karet	Menghindari Kebocoran	TP429	SBM				
173	374	TP428	POI	22-Oct-07		Ada benda tajam mengoyak karet	Menghindari Kebocoran	TP380	SBM				
174	375	TP374	POI	22-Oct-07		Pipa melekat	Menghindari Kebocoran	TP455	SBM				
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian		Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk		Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
175	010	TP010	Original	10-Apr-08		Inspeksi Tailings ke-15	Gelembang & Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP250		SBM	Di luar rencana	
176	064	TP064	Original	10-Apr-08			Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP186		SBM		
177	067	TP067	Original	10-Apr-08	Gelembang & Delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP350	SBM				
178	083	TP083	Original	10-Apr-08	Bergelembang, rusak		Menghindari Kebocoran	TP050	SBM				
179	099	TP099	Original	10-Apr-08	Celah lebar, bergelembang		Menghindari Kebocoran	TP474	SBM				
180	153	TP153	Original	10-Apr-08	Karet Lunak & terangkat		Menghindari Kebocoran	TP281	SBM				
181	155	TP155	Original	10-Apr-08	Celah lebar, karet Lunak		Menghindari Kebocoran	TP476	SBM				
182	164	TP164	Original	10-Apr-08	Ada benda tajam mengoyak karet		Menghindari Kebocoran	TP105	SBM				
183	196	TP196	Original	10-Apr-08	Gelembung		Menghindari Kebocoran	TP113	SBM				
184	214	TP154	SBM	10-Apr-08	Ada benda tajam mengoyak karet		Menghindari Kebocoran	TP214	SBM/Supra Rubber				
185	242	TP242	Original	10-Apr-08	Gelembung & Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP475	SBM				
186	280	TP280	Original	10-Apr-08	Gelembung		Menghindari Kebocoran	TP255	SBM				
187	295	TP308	POI	10-Apr-08	Celah lebar, sering di perbaiki		Menghindari Kebocoran	TP295	SBM				
188	294	TP294	Original	10-Apr-08	Celah lebar & karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP233	SBM				
189	352	TP352	Original	10-Apr-08	Celah lebar & karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP249	SBM				
190	354	TP354	Original	10-Apr-08	Gelembung & Karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP297	SBM				
191	088	TP088	Original	10-Apr-08	Bergelembang & karet terangkat		Menghindari Kebocoran	TP317	SBM				
192	148	TP148	Original	8-May-08	Karet Lunak & gelembang		Menghindari Kebocoran	TP347	SBM				
193	301	TP301	Original	8-May-08	Gelembung & delaminasi		Menghindari Kebocoran	TP404	SBM				
194	341	TP341	Original	8-May-08	Celah lebar, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP216	SBM					
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar		
195	392	---	---	8-May-08	NDPE Tie-in Project Mei 08	Baru	Tie-in Project Mei 08	TP479	SBM				
196	393	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP323	SBM				
197	394	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP480	SBM				
198	395	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP481	SBM				
199	396	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP209	SBM				
200	397	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP482	SBM				
201	398	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP483	SBM				
202	399	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP484	SBM				
203	400	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP485	SBM				
204	401	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP486	SBM				
205	402	---	---	8-May-08		Baru	Tie-in Project Mei 08	TP487	SBM				

Gambar 17. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (5)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
206	051	TP061	Original	25-Aug-08	Inspeksi Tailings ke-76	Celah lebar, sering di perbaiki	Menghindari Kebocoran	TP469	SBM		
207	076	TP076	Original	25-Aug-08		Bergelombang, delaminasi, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP067	SBM		Diuar rencana, sebelumnya spare ditokaskan untuk pos#035
208	087	TP087	Original	25-Aug-08		Celah lebar, karet terangkat	Menghindari Kebocoran	TP290	SBM/Supra rubber		Diuar rencana, menggunakan karet Supra
209	100	TP100	Original	25-Aug-08		Karet terangkat, delaminasi, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP362	SBM		Diuar rencana, sebelumnya spare ditokaskan untuk pos#003
210	102	TP102	Original	25-Aug-08		Delaminasi, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP207	SBM/Supra rubber		Diuar rencana, menggunakan karet Supra
211	106	TP106	Original	25-Aug-08		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP088	SBM		
212	136	TP136	Original	25-Aug-08		celah lebar, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP083	SBM		Diuar rencana, sebelumnya spare ditokaskan untuk pos#123
213	142	TP142	Original	25-Aug-08		Karet terangkat, delaminasi, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP148	SBM		
214	147	TP147	Original	25-Aug-08		Celah lebar, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP064	SBM		
215	152	TP152	Original	25-Aug-08		Celah lebar, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP195	SBM		
216	187	TP187	Original	25-Aug-08		Celah lebar, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP471	SBM		
217	192	TP192	Original	25-Aug-08		Gelembung, bergelombang, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP154	SBM		
218	206	TP206	Original	25-Aug-08		Minor bulging, surface delamination, wide gap	Menghindari Kebocoran	TP164	SBM		
219	208	TP208	Original	25-Aug-08		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP294	SBM		
220	217	TP217	Original	25-Aug-08		Celah lebar, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP470	SBM		
221	222	TP080	PCI	25-Aug-08		Gelembung, celah lebar, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP074	SBM		
222	260	TP260	Original	25-Aug-08		Minor bulging, rippling	Menghindari Kebocoran	TP341	SBM		
223	263	TP263	Original	25-Aug-08		Delaminasi, gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP010	SBM		
224	276	TP425	PCI	25-Aug-08		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP153	SBM		
225	283	TP283	Original	25-Aug-08		Gelembung, bergelombang, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP301	SBM		
226	299	TP299	Original	25-Aug-08		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP280	SBM		
227	337	TP337	Original	25-Aug-08		Bergelombang, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP308	SBM		
228	340	TP340	Original	25-Aug-08	Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP354	SBM			

Gambar 18. Data Perawatan Jalur Pipa *Tailing* (6)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
229	020	TP020	Original	9-Feb-09	Inspeksi Tailings ke-17	Calah lebar, sering di perbaiki	Menghindari Kebocoran	TP102	SBM		
230	021	TP021	Original	9-Feb-09		Bergelombang, delaminasi, calah lebar	Menghindari Kebocoran	TP192	SBM		
231	031	TP031	Original	9-Feb-09		Calah Lebar, minor bulging	Menghindari Kebocoran	TP299	SBM		
232	033	TP033	Original	9-Feb-09		Minor bulging, surface delaminasi, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP152	SBM		
233	042	TP042	Original	9-Feb-09		Delaminasi, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP208	SBM		
234	044	TP044	Original	9-Feb-09		Gelembung, calah lebar	Menghindari Kebocoran	TP217	SBM		
235	048	TP048	Original	9-Feb-09		Calah lebar, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP067	SBM		
236	051	TP409	SBM	9-Feb-09		Pemasangan pipa sesuai aslinya, dengan retaining saddle untuk mencegah pergerakan axial	Menghindari Kebocoran	TP051	SBM		
237	053	TP278	PQI	9-Feb-09		Gelembung, calah lebar	Menghindari Kebocoran	TP100	SBM		
238	062	TP062	Original	9-Feb-09		Gelembung, calah lebar	Menghindari Kebocoran	TP337	SBM		
239	079	TP079	Original	9-Feb-09		Calah lebar, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP283	SBM		
240	104	TP200	PQI	9-Feb-09		Gelembung, karat Lunak, gelombang	Menghindari Kebocoran	TP187	SBM		
241	107	TP107	Original	9-Feb-09		Gelembung, bergelombang, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP136	SBM		
242	116	TP116	Original	9-Feb-09		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP473	SBM		
243	117	TP117	Original	9-Feb-09		Calah lebar, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP493	SBM		
244	122	TP122	PQI	9-Feb-09		Gelembung, calah lebar, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP206	SBM		
245	123	TP123	Original	9-Feb-09		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP472	SBM/Pipa baru		
246	133	TP133	Original	9-Feb-09		Delaminasi, gelembung, calah lebar	Menghindari Kebocoran	TP340	SBM		
247	135	TP135	Original	9-Feb-09		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP142	SBM		
248	140	TP140	Original	9-Feb-09		Gelembung, bergelombang, karat Lunak	Menghindari Kebocoran	TP078	SBM		
249	188	TP188	Original	9-Feb-09		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP260	SBM		
250	210	TP210	Original	9-Feb-09		Gelembung, calah lebar, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP489	SBM/Pipa baru		Spool with retaining saddle to avoid axial movement
251	228	TP228	Original	9-Feb-09		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP106	SBM		
252	325	TP325	Original	9-Feb-09		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP263	SBM		
253	327	TP327	Original	9-Feb-09		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP492	SBM/Pipa baru		Spool with retaining saddle to avoid axial movement
254	334	TP334	Original	9-Feb-09		Gelembung, bergelombang	Menghindari Kebocoran	TP147	SBM		
255	391	TP467		9-Feb-09	Pipa baru (make up spool) terfubug ke H4 HDPE. Untuk mengganti TP451 & TP467	Menghindari Kebocoran	TP490	Pipa baru		TP451: very short spool (1.5m), make up spool to old H2. TP451 is spool with 2 big breathers.	
256	391-a	TP451		9-Feb-09	Pipa baru (make up spool) terfubug ke H4 HDPE. Untuk mengganti TP451 & TP467	Menghindari Kebocoran	TP490	Pipa baru		TP451: very short spool (1.5m), make up spool to old H2. TP451 is spool with 2 big breathers.	

Gambar 19. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (7)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
257	008	TP008	Original	3-Aug-09	Inspeksi Tailings Ka-18	Bulging, delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP494	SBM		
258	011	TP011	Original	3-Aug-09		Bergeombang, delaminasi, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP200	SBM		
259	022	TP021	SBM	3-Aug-09		Karet sobek	Menghindari Kebocoran	TP122	SBM		
260	028	TP028	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP020	SBM		
261	047	TP047	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP334	SBM		
262	068	TP068	Original	3-Aug-09		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP060	SBM		
263	069	TP069	Original	3-Aug-09		Delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP495	SBM		
264	073	TP073	Original	3-Aug-09		Delaminasi, bulging, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP496	SBM		
265	134	TP134	Original	3-Aug-09		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP031	SBM		
266	141	TP141	Original	3-Aug-09		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP425	SBM		
267	150	TP150	Original	3-Aug-09		Bulging, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP135	SBM		
268	158	TP158	Original	3-Aug-09		Bergeombang	Menghindari Kebocoran	TP107	SBM		
269	185	TP185	Original	3-Aug-09		Celah lebar, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP133	SBM		
270	203	TP203	Original	3-Aug-09		Delaminasi, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP042	SBM		
271	218	TP218	Original	3-Aug-09		Gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP199	SBM		
272	221	TP221	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP033	SBM		
273	227	TP227	Original	3-Aug-09		Delaminasi, gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP079	SBM		
274	229	TP229	Original	3-Aug-09		Gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP048	SBM		
275	231	TP231	Original	3-Aug-09		Pipa penyok, gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP044	SBM		
276	234	TP234	Original	3-Aug-09		Delaminasi, gelembung, pipa penyok	Menghindari Kebocoran	TP123	SBM		
277	238	TP238	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP325	SBM		
278	243	TP243	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP327	SBM		
279	247	TP247	Original	3-Aug-09		Celah lebar, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP140	SBM		
280	261	TP261	Original	3-Aug-09		Gelembung, celah lebar, pipa penyok	Menghindari Kebocoran	TP275	SBM		
281	277	TP277	Original	3-Aug-09		Gelembung, bergeombang	Menghindari Kebocoran	TP062	SBM		
282	302	TP302	Original	3-Aug-09		Celah lebar, bergeombang	Menghindari Kebocoran	TP021	SBM		
283	310	TP310	Original	3-Aug-09		Bulging, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP228	SBM		

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
284	032	TP032	Original	7-Dec-08	Inspeksi Tailings Ka-19	Celah lebar, pipa penyok	Menghindari Kebocoran	TP038	SBM		
285	063	TP063	Original	7-Dec-08		Celah lebar, pipa penyok	Menghindari Kebocoran	TP243	SBM		
286	071	TP071	Original	7-Dec-08		Bulging	Menghindari Kebocoran	TP047	SBM		
287	084	TP084	Original	7-Dec-08		Celah lebar, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP498	SBM		
288	118	TP118	Original	7-Dec-08		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP238	SBM		
289	121	TP121	Original	7-Dec-08		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP134	SBM		
290	189	TP189	Original	7-Dec-08		Bulging, gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP150	SBM		
291	213	TP213	Original	7-Dec-08		Gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP302	SBM		
292	258	TP258	Original	7-Dec-08		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP068	SBM		
293	273	TP273	Original	7-Dec-08		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP141	SBM		
294	282	TP282	Original	7-Dec-08		Gelembung, karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP218	SBM		
295	300	TP300	Original	7-Dec-08		Celah lebar, karet Lunak, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP247	SBM		
296	328	TP328	Original	7-Dec-08		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP011	SBM		
297	343	TP343	Original	7-Dec-08		Celah lebar, Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP073	SBM		
298	350	TP350	Original	7-Dec-08		Gelembung, celah lebar, karet Lunak, sering diperbaiki	Menghindari Kebocoran	TP234	SBM		

Gambar 20. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (8)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
299	91	TP091	Original	4-May-10	Inspeksi Tailings Ae-20	Bergekembang, gelembung, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP032	SBM		
300	97	TP097	Original	4-May-10		Bergekembang	Menghindari Kebocoran	TP071	SBM		
301	108	TP108	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP118	SBM		
302	120	TP120	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP121	SBM		
303	104	TP104	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP158	SBM		
304	138	TP414	SBM	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP185	SBM		
305	132	TP132	Original	4-May-10		Bergekembang dan celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP189	SBM		
306	309	TP309	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP203	SBM		
307	145	TP145	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP213	SBM		
308	314	TP314	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP221	SBM		
309	12	TP012	Original	4-May-10		Karet Lunak, gelembung	Menghindari Kebocoran	TP227	SBM		
310	211	TP211	Original	4-May-10		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP228	SBM		
311	16	TP016	Original	4-May-10		Tekukan, pipa penyek	Menghindari Kebocoran	TP231	SBM		
312	149	TP149	Original	4-May-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP256	SBM		
313	19	TP019	Original	4-May-10		Kualitas rubber digunakan	Menghindari Kebocoran	TP261	SBM		
314	160	TP416	SBM	4-May-10		Terlepas, Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP273	SBM		
315	41	TP041	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP277	SBM		
316	174	TP174	Original	4-May-10		Bergekembang	Menghindari Kebocoran	TP282	SBM		
317	177	TP177	Original	4-May-10		Karet Lunak, celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP300	SBM		
318	45	TP045	Original	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP310	SBM		
319	178	TP178	Original	4-May-10		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP328	SBM		
320	321	TP221	SBM	4-May-10		Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP343	SBM		Dituru rencana glibat karet Lunak
321	72	TP072	Original	4-May-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP401	SBM		
322	157	TP157	Original	4-May-10		Pipa Penyek	Menghindari Kebocoran	TP499	SBM		
323	184	TP184	Original	4-May-10	Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP500	SBM			
324	59	TP059	Original	4-May-10	Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP501	SBM			

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
325	204	TP204	Original	30-Sep-10	Inspeksi Tailings Ae-21	Celah lebar, Karet Lunak	Menghindari Kebocoran	TP016	SBM		
326	111	TP111	Original	30-Sep-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP045	SBM		
327	167	TP167	Original	30-Sep-10		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP210	SBM		
328	170	TP170	Original	30-Sep-10		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP072	SBM		
329	172	TP172	Original	30-Sep-10		Gelembung, perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP091	SBM		
330	173	TP173	Original	30-Sep-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP097	SBM		
331	191	TP415	PCI	30-Sep-10		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP314	SBM		
332	83	TP083	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP356	SBM		
333	34	TP034	Original	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP502	SBM		
334	290	TP290	SBM	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP012	SBM		
335	49	TP049	Original	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP019	SBM		
336	61	TP061	Original	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP006	SBM		
337	76	TP076	SBM	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP041	SBM		
338	244	TP244	Original	4-Oct-10		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP507	SBM		
339	223	TP223	Original	4-Oct-10		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP132	SBM		
340	37	TP402	SBM	4-Oct-10		Perubahan warna dan lekukan	Menghindari Kebocoran	TP419	SBM		
341	248	TP422	PCI	4-Oct-10		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP149	SBM		
342	257	TP224	PCI	4-Oct-10		Gelembung dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP174	SBM		
343	342	TP416	SBM	4-Oct-10		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP177	SBM		
344	7	TP007	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP504	SBM		
345	239	TP239	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP503	SBM		
346	86	TP086	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP090	SBM		
347	180	TP180	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP505	SBM		
348	402	TP487	Original	4-Oct-10		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP506	SBM		

Gambar 21. Data Perawatan Jalur Pipa *Tailing* (9)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
349	004	TP004	Original	8-Mar-11	Inspeksi Tailings ke-22	Delaminasi dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP500	SBM		
350	013	TP013	Original	8-Mar-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP108	SBM		
351	017	TP017	Original	8-Mar-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP179	SBM		
352	018	TP018	Original	8-Mar-11		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP513	SBM		
353	036	TP036	Original	8-Mar-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP415	SBM		
354	065	TP065	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP510	SBM		
355	082	TP082	Original	8-Mar-11		Gelombang	Menghindari Kebocoran	TP512	SBM		
356	109	TP109	Original	8-Mar-11		Delaminasi dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP194	SBM		
357	114	TP114	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP093	SBM		
358	144	TP144	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP223	SBM		
359	179	TP179	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP224	SBM		
360	190	TP190	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP034	SBM		
361	220	TP220	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP353	SBM		
362	232	TP232	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP204	SBM		
363	236	TP236	Original	8-Mar-11		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP416	SBM		
364	253	TP253	Original	8-Mar-11		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP402	SBM		
365	268	TP268	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP511	SBM		
366	291	TP291	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP172	SBM		
367	303	TP303	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP049	SBM		
368	311	TP311	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP067	SBM		
369	313	TP313	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP111	SBM		
370	318	TP318	Original	8-Mar-11		Gelombang	Menghindari Kebocoran	TP414	SBM		
371	355	TP355	Original	8-Mar-11		Gelombang	Menghindari Kebocoran	TP173	SBM		
372	357	TP357	Original	8-Mar-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP422	SBM		
373	361	TP361	Original	8-Mar-11		Delaminasi dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP170	SBM		
374	312	TP312	Original	8-Mar-11		Karet terkelupas	Menghindari Kebocoran	TP145	SBM		Tidak terjawab
375	372	TP372	Original	8-Mar-11		Kerusakan mekanis, Karet Terpotong	Menghindari Kebocoran	TP372	SBM		Tidak terjawab, ganti lapisan karet
376	374	TP380	SBM	8-Mar-11		Kerusakan mekanis, Karet Terpotong	Menghindari Kebocoran	TP373	SBM		Tidak terjawab
377	375	TP379	SBM	28-Mar-11		Kerusakan mekanis, Karet Terpotong	Menghindari Kebocoran	TP380	SBM		
378	376	TP458	SBM	28-Mar-11		Kerusakan mekanis, Karet Terpotong	Menghindari Kebocoran	TP374	SBM		Shutdown 20 Jam, menukar pipa offshore dari H5 ke H5
379	390	TP399	Original	28-Mar-11		Kerusakan mekanis, Karet Terpotong	Menghindari Kebocoran	TP427	SBM		

Gambar 22. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (10)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
350	000	TP005	Original	19-Sep-11	Inspeksi Tailings In-23	Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP515	SBM		
351	024	TP024	Original	19-Sep-11		Karet terkupas	Menghindari Kebocoran	TP244	SBM		
352	026	TP026	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP516	SBM		
353	027	TP027	Original	19-Sep-11		Karet lunak dan gelombang	Menghindari Kebocoran	TP517	SBM		
354	028	TP028	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP518	SBM		
355	029	TP029	Original	19-Sep-11		Karet lunak dan gelombang	Menghindari Kebocoran	TP519	SBM		
356	030	TP030	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan gelombang	Menghindari Kebocoran	TP120	SBM		
357	040	TP040	Original	19-Sep-11		Gelembung, gelombang, karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP013	SBM		
358	090	TP356	SBM	19-Sep-11		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP017	SBM		
359	143	TP143	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan karet aus	Menghindari Kebocoran	TP006	SBM		
360	186	TP324	SBM	19-Sep-11		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP313	SBM		
361	193	TP197	SBM	19-Sep-11		Karet lunak dan diskolorasi	Menghindari Kebocoran	TP357	SBM		
362	200	TP420	SBM	19-Sep-11		Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP144	SBM		
363	212	TP212	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP179	SBM		
364	215	TP423	SBM	19-Sep-11		Celah lebar dan karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP190	SBM		
365	219	TP219	Original	19-Sep-11		Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP220	SBM		
366	226	TP226	Original	19-Sep-11		Celah lebar dan delaminasi	Menghindari Kebocoran	TP301	SBM		
367	241	TP241	Original	19-Sep-11		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP520	SBM		
368	245	TP245	Original	19-Sep-11		Wide gap and bulging	Menghindari Kebocoran	TP238	SBM		
369	256	TP256	Original	19-Sep-11		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP253	SBM		
400	265	TP265	Original	19-Sep-11	Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP521	SBM			
401	269	TP269	Original	19-Sep-11	Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP051	SBM			
402	270	TP306	SBM	19-Sep-11	Karet aus	Menghindari Kebocoran	TP356	SBM	Tidak terjadwal, ganti lipatan karet		
403	274	TP274	Original	19-Sep-11	Celah lebar dan gelombang	Menghindari Kebocoran	TP291	SBM			
404	351	TP351	Original	19-Sep-11	Celah lebar	Menghindari Kebocoran	TP303	SBM			
405	356	TP234	SBM	19-Sep-11	Celah lebar dan gelembung	Menghindari Kebocoran	TP311	SBM			
406	391	TP450	SBM	19-Sep-11		Menghindari Kebocoran	TP522	SBM	Tukar pipa offshore H5 ke H6		

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
407	75	TP075	Original	21-Feb-12	Inspeksi Tailings In-24	Karet lunak	Menghindari Kebocoran	TP219	SBM		
408	140	TP076	SBM	21-Feb-12		Celah sambungan pipa melebar	Menghindari Kebocoran	TP228	SBM		
409	230	TP345	SBM	21-Feb-12		Karet bergelombang dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP423	SBM		
410	237	TP406	SBM	21-Feb-12		Celah sambungan pipa melebar dan terjolan	Menghindari Kebocoran	TP324	SBM		
411	272	TP272	Original	21-Feb-12		Celah sambungan pipa melebar dan gelembung	Menghindari Kebocoran	TP039	SBM		
412	289	TP289	Original	21-Feb-12		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP530	SBM		
413	304	TP304	Original	21-Feb-12		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP269	SBM		
414	315	TP287	SBM	21-Feb-12		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP143	SBM		
415	353	TP321	SBM	21-Feb-12		Karet bergelombang dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP212	SBM		

Gambar 23. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (11)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
416	025	TP025	Original	10-Jul-12	Inspeksi Tailings ke-25	Karet melunak	Menghindari Kebocoran	TP324	SBM			
417	043	TP043	Original	10-Jul-12		Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP525	SBM			
418	060	TP060	Original	10-Jul-12		Keausan di satu tempat	Menghindari Kebocoran	TP109	SBM			
419	081	TP081	Original	10-Jul-12		Karet melunak dan celah sambungan pipa melebar	Menghindari Kebocoran	TP528	SBM			
420	095	TP095	Original	10-Jul-12		Karet melunak	Menghindari Kebocoran	TP084	SBM			
421	110	TP110	Original	10-Jul-12		Akses inspektor dan sudah benumur lebih dari 12 tahun (liner original)	Menghindari Kebocoran	TP312	SBM			Tidak terdeteksi
422	205	TP205	Original	10-Jul-12		Delaminasi karet pada sambungan	Menghindari Kebocoran	TP318	SBM			
423	225	TP225	Original	10-Jul-12		Torjolan besar	Menghindari Kebocoran	TP420	SBM			
424	240	TP240	Original	10-Jul-12		Delaminasi karet pada sambungan	Menghindari Kebocoran	TP527	SBM			
425	252	TP412	SBM	10-Jul-12		Torjolan dan gelembung kecil (rippling)	Menghindari Kebocoran	TP529	SBM			
426	266	TP266	Original	10-Jul-12		Perubahan warna dan gelembung kecil (rippling)	Menghindari Kebocoran	TP265	SBM			
427	267	TP267	Original	10-Jul-12		Perubahan warna dan gelembung kecil (rippling)	Menghindari Kebocoran	TP529	SBM			
428	284	TP284	Original	10-Jul-12		Celah sambungan melebar	Menghindari Kebocoran	TP232	SBM			
429	326	TP326	Original	10-Jul-12		Delaminasi karet pada sambungan dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP076	SBM			
430	344	TP344	Original	10-Jul-12		Delaminasi karet pada sambungan	Menghindari Kebocoran	TP040	SBM			
431	345	TP426	SBM	10-Jul-12		Kondisi flange upper/water telah mengalami korosi	Menghindari Kebocoran	TP356	SBM			Tidak terdeteksi
432	371	TP371	Original	10-Jul-12	Gelembung	Menghindari Kebocoran	TP532	SBM	Tukir pipa offshore H6 ke HT			
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar	
433	015	TP015	Original	18-Dec-12	Inspeksi Tailings ke-26	Celah sambungan melebar	Menghindari Kebocoran	TP272	SBM			
434	023	TP023	Original	18-Dec-12		Penurunan permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP535	SBM			
435	070	TP070	Original	18-Dec-12		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP537	SBM			
436	094	TP094	Original	18-Dec-12		Karet melunak dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP075	SBM			
437	264	TP264	Original	18-Dec-12		Celah sambungan melebar	Menghindari Kebocoran	TP266	SBM			
438	275	TP275	Original	18-Dec-12		Karet melunak	Menghindari Kebocoran	TP287	SBM			
439	279	TP279	Original	18-Dec-12		Penurunan permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP321	SBM			
440	288	TP288	Original	18-Dec-12		Penurunan permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP110	SBM			

Gambar 24. Data Perawatan Jalur Pipa *Tailing* (12)

No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
441	001	TP001	Original	27-May-13	Inspeksi Tailings ke-27	Celah sambungan melebar	Menghindari Kebocoran	TP530	SBM		
442	002	TP002	Original	27-May-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP538	SBM		
443	000	TP000	Original	27-May-13		Celah sambungan melebar	Menghindari Kebocoran	TP533	SBM		
444	030	TP030	Original	27-May-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP197	SBM		
445	060	TP060	Original	27-May-13		Karet melunak dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP225	SBM		
446	129	TP129	Original	27-May-13		Celah melebar	Menghindari Kebocoran	TP406	SBM		
447	246	TP246	Original	27-May-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP095	SBM		
448	251	TP251	Original	27-May-13		Karet melunak dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP167	SBM		
449	298	TP298	Original	27-May-13		Karet melunak dan perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP205	SBM		
450	370	TP370	Original	27-May-13		Program penggantian band pipe	Menghindari Kebocoran	TP534	SBM		
451	378	TP437	SBM	27-May-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP540	SBM		Tukar pipa offshore H7 ke H8
No	Posisi	Spool Keluar	Sumber Spool Keluar	Tanggal Penggantian	Tailings Shutdown No.	Kerusakan	Alasan Penggantian	Spool Masuk	Sumber Spool Masuk	Tanggal Kegagalan	Komentar
452	006	TP006	Original	4-Nov-13	Inspeksi Tailings ke-28	Penutup flange dalamisasi	Menghindari Kebocoran	TP642	SBM		
453	035	TP035	Original	4-Nov-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP345	SBM		
454	055	TP055	Original	4-Nov-13		Perubahan warna	Menghindari Kebocoran	TP309	SBM		
455	125	TP125	Original	4-Nov-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP543	SBM		
456	127	TP127	Original	4-Nov-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP275	SBM		
457	202	TP202	Original	4-Nov-13		Penurunan kondisi permukaan karet	Menghindari Kebocoran	TP544	SBM		
458	316	TP316	Original	4-Nov-13		Karet melunak	Menghindari Kebocoran	TP304	SBM		
459	322	TP322	Original	4-Nov-13		Penutup flange dalamisasi	Menghindari Kebocoran	TP279	SBM		
460	331	TP331	Original	4-Nov-13		Permukaan karet menurun dan gelombang kecil	Menghindari Kebocoran	TP285	SBM		
Hasil Inspeksi ke 28											
Total Spool Terinspeksi:					404	Spool berstatus diganti pada kesempatan berikutnya :		5			
Total penggantian spool rencana:					9	Spool berstatus diawasi :		3			
Total Penggantian Spool di luar Rencana:					0	Spool berstatus diamati :		1			
Total Spool yang di perbaiki:					0	Spool OK:		388			
Total Spool dibuka untuk keperluan akses:					0	Spool baru dipasang		9			
* Perlu diperhatikan bahwa ini adalah perhitungan kasar dan lebaran hasil inspeksi dan dapat berubah klasifikasinya setelah meninjau ulang foto dan rekaman video kamera dengan hasil inspeksi											

Gambar 25. Data Perawatan Jalur Pipa Tailing (13)

JADWAL PEMELIHARAAN JARINGAN PIPA TAILING DARAT DAN LAUT

Pipa Darat

Inspeksi	Tanggal Inspeksi	Jumlah pipa yang diganti		
		Pipa original	Pipa non Original	Total
Inspeksi 1	16-Oct-00	1	0	1
	12-Dec-00	1	0	1
	22-Jan-01	1	0	1
Inspeksi 2	20-Feb-01	10	0	10
Inspeksi 3	15-May-01	18	4	22
Inspeksi 4	11-Sep-01	8	1	9
Inspeksi 5	29-Jan-02	14	1	15
Inspeksi 6	9-Jul-02	8	2	10
Tie in HDPE	9-Jul-02	10	8	18
Inspeksi 7	18-Dec-02	12	1	13
Inspeksi 8	12-Aug-03	6	0	6
Inspeksi 9	8-Jan-04	0	1	1
	4-Aug-04	13	0	13
Inspeksi 10	6-Jan-05	15	0	15
Inspeksi 11	5-Mar-06	0	2	2
	17-Jul-06	9	1	10
Inspeksi 12	5-May-07	10	3	13
Inspeksi 13	27-Aug-07	0	1	1
	10-Oct-07	2	0	2
Inspeksi 14	22-Oct-07	9	2	11
Inspeksi 15	10-Apr-08	10	2	12
Tie in HDPE	8-May-08	11	0	11
Inspeksi 16	25-Aug-08	21	2	23
Inspeksi 17	9-Feb-09	22	6	28
Inspeksi 18	3-Aug-09	26	1	27
Inspeksi 19	7-Dec-09	15	0	15
Inspeksi 20	4-May-10	23	3	26
Inspeksi 21	30-Sep-10	6	1	7
	4-Oct-10	11	6	17
	8-Mar-11	27	1	28
Inspeksi 22	29-Mar-11	1	2	3
	19-Sep-11	19	8	27
Inspeksi 24	21-Feb-12	4	5	9
Inspeksi 25	10-Jul-12	15	2	17
Inspeksi 26	18-Dec-12	8	0	8
Inspeksi 27	27-May-13	20	1	21
Inspeksi 28	4-Nov-13	9	0	9
Inspeksi 29	15-Apr-14	8	0	8
Inspeksi 30	8-Dec-14	0	5	5
Inspeksi 31	18-May-15	0	1	1
Inspeksi 32	26-Oct-15		Sesuai rekomendasi hasil inspeksi 31	
Inspeksi 33	16-Apr-15		Sesuai rekomendasi hasil inspeksi 33	
Inspeksi 34	12-Sep-15		Sesuai rekomendasi hasil inspeksi 33	
Inspeksi 35	20-Feb-17		Sesuai rekomendasi hasil inspeksi 34	

Gambar 26. Jadwal Pemeliharaan Jaringan Pipa Tailing (1)

Pipa Laut

	Tahun Pemasangan	Periode Operasi	Inspeksi IJ	Keterangan
Pipa Original	1999	Sep 1999 - Mar 2006	12-Sep-06	
Pipa H2 - 48"	2005	Mar 2006 - May 2008	22-Oct-07	
			15-Jan-08	Diganti dengan H4
			11-May-08	
Pipa H3 - 48"	2007	May 2008 - Feb 2009	7-May-08	
			28-Aug-08	Diganti dengan H5
Pipa H4 - 48"	2008	Feb 2009 - Sep 2010	21-Aug-08	
			24-Nov-08	
			7-Feb-09	
			4-Aug-09	Diganti dengan H6
			8-Dec-09	
			4-May-10	
Pipa H5 - 48"	2010	Oct 2010 - Mar 2011 Aug 2011 - Sep 2011	8-May-10	Diganti dengan H7
			8-Mar-11	
Pipa H6 - 48"	2011	Mar 2011 - Aug 2011 Sep 2011 - Jul 2012	21-Mar-11	
			22-Feb-12	
			22-Sep-12	Diganti dengan H8
Pipa H7 - 48"	2012	Jul 2012 - April 2013 May 2014 - Feb 2015	23-Mar-12	
			17-Dec-12	
			13-May-13	Diganti dengan H9
Pipa H8 - 48"	2013	May 2013 - April 2014 Feb 2015 - May 2015	13-May-13	
			30-Nov-13	
			20-Apr-14	
Pipa H9 - 48"	2015	May 2015 - Sekarang		
Pipa H10 - 44"	2015			Pengganti pipa H8
Pipa H11 - 48"	2017			Pengganti pipa H9
Pipa H12 - 48"	2017			Pengganti pipa H10

Gambar 27. Jadwal Pemeliharaan Jaringan Pipa Tailing (2)

Tabel 1. Hasil Pemantauan Makrobentos pada S5

Group	Genus	Jumlah
GASTROPODA	<i>Oliva</i>	0
GASTROPODA	<i>Nassarius</i>	10
MALACOSTRACA	<i>Acanthosquilla</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Alpheus</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Ampithoe</i>	40
MALACOSTRACA	<i>Callianassa</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Cirolana</i>	30
MALACOSTRACA	<i>Dulichella</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Euphasia</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Gaetice</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Gammaropsis</i>	40
MALACOSTRACA	<i>Grapsidae</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Hyale</i>	210
MALACOSTRACA	<i>Mysis</i>	30
MALACOSTRACA	<i>Pharus</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Portunus</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Tanaidacea</i>	0
MALACOSTRACA	<i>Xanthidae</i>	0
POLYCHAETA	<i>Ancistrosyllis</i>	0
POLYCHAETA	<i>Brachiomma</i>	0
POLYCHAETA	<i>Brania</i>	0
POLYCHAETA	<i>Cossura</i>	0
POLYCHAETA	<i>Cirriformia</i>	0
POLYCHAETA	<i>Eunice</i>	0
POLYCHAETA	<i>Glycera</i>	10
POLYCHAETA	<i>Goniada</i>	0
POLYCHAETA	<i>Lepidonotus</i>	0
POLYCHAETA	<i>Magelona</i>	0
POLYCHAETA	<i>Nephtys</i>	10
POLYCHAETA	<i>Nereis</i>	0
POLYCHAETA	<i>Notomastus</i>	0
POLYCHAETA	<i>Onuphis</i>	0
POLYCHAETA	<i>Prionospio</i>	10
POLYCHAETA	<i>Scoloplos</i>	20
POLYCHAETA	<i>Sternaspis</i>	0
POLYCHAETA	<i>Syllis</i>	0
POLYCHAETA	<i>Terebellides</i>	0
PYCNOGONIDA	<i>Anoplodactylus</i>	0
SIPUNCULA	<i>Golfingia</i>	0
Jumlah Taksa		10
Jumlah Individu/m²		410
Indeks Keragaman (H')		2,44

Tabel 2. Hasil Pemantauan Meiobentos pada S5

Organisme (Kepadatan (Ind/sampel))	Jumlah
Nematoda	118
Harpacticoida	79
Polychaeta	11
Turbelaria	10
Sarcomastigophora	11
Naupilus (Stadia)	7
Cyclopoida	5
Oligochaeta	1
Nemertina	1
Gastrotricha	4
Ostracoda	0
Priapulida	3
Halacaroidea	0
Pelecypoda	4
Kinorhyncha	0
Calanoida	1
Isopoda	0
Tanaidaceae	0
Gaastropoda	1
Cnidaria	1
Cladocera	0
Amphipoda	1
Jumlah Taksa	16
Total Jumlah individu/sampel	258
Indeks Keberagaman Shannon-Weiner	2,31

Tabel 3. Hasil Pemantauan Phytoplankton pada S5

Phylum	Genus	Jumlah
Bacillariophyceae	<i>Achnantes</i>	64365
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i>	480
Bacillariophyceae	<i>Asterionella</i>	9126
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrum</i>	2402
Bacillariophyceae	<i>Bellerochea</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Biddulphia</i>	107595
Bacillariophyceae	<i>Cerataulina</i>	139297
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros</i>	613866
Bacillariophyceae	<i>Coscinodiscus</i>	1684049
Bacillariophyceae	<i>Diploneis</i>	1441
Bacillariophyceae	<i>Ditylum</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Eucampia</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i>	19694
Bacillariophyceae	<i>Guinardia</i>	24977
Bacillariophyceae	<i>Gyrosigma</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Hemiaulus</i>	7685
Bacillariophyceae	<i>Hemidiscus</i>	15371
Bacillariophyceae	<i>Lauderia</i>	1921
Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus</i>	16812
Bacillariophyceae	<i>Licmophora</i>	77814
Bacillariophyceae	<i>Melosira</i>	12008
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i>	47553
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i>	2402
Bacillariophyceae	<i>Planktoniella</i>	6244
Bacillariophyceae	<i>Pleurosigma</i>	480
Bacillariophyceae	<i>Rhabdonema</i>	107114
Bacillariophyceae	<i>Rhizosolenia</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Stephanopyxis</i>	294444
Bacillariophyceae	<i>Streptotheca</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Striatella</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Surirella</i>	22576
Bacillariophyceae	<i>Thalassionema</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Thalassiothrix</i>	0
Bacillariophyceae	<i>Triceratium</i>	20654
Chrysophyceae	<i>Dictyocha</i>	0
Cyanophyceae	<i>Richelia</i>	0
Cyanophyceae	<i>Trichodesmium</i>	522122
Dinophyceae	<i>Ceratium</i>	42269
Dinophyceae	<i>Dinophysis</i>	1441
Dinophyceae	<i>Gonyaulax</i>	0
Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i>	0
Dinophyceae	<i>Noctiluca</i>	0
Dinophyceae	<i>Ornithocercus</i>	13449
Dinophyceae	<i>Oxytoxum</i>	0
Dinophyceae	<i>Peridinium</i>	12969
Dinophyceae	<i>Phalacroma</i>	0
Dinophyceae	<i>Podolampas</i>	0
Jumlah Taksa		3.897.425
Jumlah Total		31
Indeks Keragaman (Shannon)		1,97

Tabel 4. Hasil Pemantauan Zooplankton pada S5

Group	Genera	Jumlah
Annelida	<i>Polychaeta larva</i>	212
Crustacea	<i>Acartia</i>	124
Crustacea	<i>Balanus</i>	88
Crustacea	<i>Calanus</i>	1908
Crustacea	<i>Calocalanus</i>	35
Crustacea	<i>Candacia</i>	371
Crustacea	<i>Centropages</i>	247
Crustacea	<i>Conchoecia</i>	671
Crustacea	<i>Copilia</i>	53
Crustacea	<i>Corycaeus</i>	212
Crustacea	<i>Eucalanus</i>	707
Crustacea	<i>Evadne</i>	35
Crustacea	<i>Hyperia</i>	18
Crustacea	<i>Lucifer</i>	35
Crustacea	<i>Mysis</i>	194
Crustacea	<i>Nauplius (stadia)</i>	495
Crustacea	<i>Neocalanus</i>	18
Crustacea	<i>Neomysis</i>	141
Crustacea	<i>Oithona</i>	548
Crustacea	<i>Oncaea</i>	265
Crustacea	<i>Paracalanus</i>	406
Crustacea	<i>Penaidae larva</i>	18
Crustacea	<i>Podon</i>	35
Crustacea	<i>Sapphirina</i>	18
Crustacea	<i>Temora</i>	88
Crustacea	<i>Undinula</i>	0
Echinodermata	<i>Echinodermata larva</i>	0
Echinodermata	<i>Ophiothrix</i>	35
Echinodermata	<i>Ophiura</i>	0
Mollusca	<i>Bivalvia larva</i>	53
Mollusca	<i>Gastropoda larva</i>	512
Mollusca	<i>Limacina</i>	53
Mollusca	<i>Styliola</i>	18
Filla minor	<i>Brachionus</i>	0
Filla minor	<i>Diphyes</i>	35
Filla minor	<i>Doliolum</i>	18
Filla minor	<i>Dryosphaera</i>	18
Filla minor	<i>Fritillaria</i>	18
Filla minor	<i>Globigerina</i>	0
Filla minor	<i>Oikopleura</i>	495
Filla minor	<i>Sagitta</i>	459
Filla minor	<i>Sticholonche</i>	0
Jumlah Taksa		36
Jumlah Total		8657
Indeks Keragaman (Shannon)		2,87



**KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR 51 TAHUN 2004**

**TENTANG
BAKU MUTU AIR LAUT**

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

- Menimbang :**
- a. bahwa untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan laut perlu dilakukan upaya pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan yang dapat mencemari dan atau merusak lingkungan laut;
 - b. bahwa sebagai salah satu sarana pengendalian pencemaran dan atau perusakan lingkungan laut, perlu ditetapkan Baku Mutu Air Laut;
 - c. bahwa dalam melaksanakan ketentuan Pasal 4 Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan atau Perusakan Laut, penetapan Baku Mutu Air Laut ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup dengan mempertimbangkan masukan dari Menteri lainnya;
 - d. bahwa dengan memperhatikan implementasi di lapangan perlu dilakukan penyempurnaan terhadap Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Lingkungan, khususnya BAB IV Pasal 11;
 - e. bahwa berdasarkan pertimbangan a, b, c dan d di atas, perlu ditetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut;
- Mengingat :**
1. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1990 tentang Kepariwisata Indonesia (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1996 Nomor 73, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3427);
 2. Undang-undang Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1996 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3647);
 3. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 98, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3699);
 4. Undang-undang Nomor 21 Tahun 1992 tentang Pelayaran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 Nomor 98, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3647);

5. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3839);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1999 tentang pengendalian Pencemaran dan atau Perusakan Laut (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia nomor 3816);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3952);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 tentang Kepelabuhanan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 127, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4145);
9. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LAUT.

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Laut adalah ruang wilayah lautan yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional;
2. Baku Mutu Air Laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut;
3. Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi;
4. Wisata Bahari adalah kegiatan rekreasi atau wisata yang dilakukan di laut dan pantai;
5. Biota laut adalah berbagai jenis organisme hidup di perairan laut;
6. Menteri adalah Menteri yang ditugasi mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

Penetapan Baku Mutu Air Laut ini meliputi Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan, Wisata Bahari dan Biota Laut.

Pasal 3

- (1) Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran I Keputusan ini.
- (2) Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran II Keputusan ini.
- (3) Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran III Keputusan ini.
- (4) Baku Mutu Air Laut sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), (2), dan ayat (3) ditinjau secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun.

Pasal 5

- (1) Daerah dapat menetapkan Baku Mutu Air Laut sama atau lebih ketat dari Baku Mutu Air Laut yang telah ditetapkan dalam Keputusan ini.
- (2) Dalam hal daerah telah menetapkan Baku Mutu Air Laut lebih longgar sebelum ditetapkannya Keputusan ini, maka Baku Mutu Air Laut tersebut perlu disesuaikan dengan Keputusan ini selambat-lambatnya dalam jangka waktu 2 (dua) tahun sejak tanggal ditetapkannya Keputusan ini.
- (3) Daerah dapat menetapkan parameter tambahan disesuaikan dengan kondisi ekologis daerah yang bersangkutan.
- (4) Apabila daerah belum menetapkan Baku Mutu Air Laut, maka yang berlaku adalah Baku Mutu Air laut seperti dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini.

Pasal 6

- (1) Untuk mengetahui kualitas air laut di daerah, Gubernur, Bupati/Walikota wajib melaksanakan kegiatan pemantauan sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun.
- (2) Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air laut, Gubernur, Bupati/Walikota menindaklanjuti dengan program pengendalian pencemaran air laut.

Pasal 7

Kawasan perairan laut diluar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu kepada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Pasal 8

Dengan berlakunya Keputusan ini, maka Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : Kep-02/MENKLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan Bab IV beserta lampirannya dinyatakan tidak berlaku lagi.

Pasal 9

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Jakarta
pada tanggal : 8 April 2004
Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim,MPA.,MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.

Lampiran I : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor : 51 Tahun 2004
Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
5.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
6.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	6,5 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) ⁶	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ^f	MPN/100 ml	1000 ^(f)

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm

Gambar 32. Standar Baku Mutu Air Laut (5)

6. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd
Nabiel Makarim,MPA.,MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.

Lampiran II : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor : 51 Tahun 2004
Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	20
6.	Suhu ^c	°C	alami ^(3, c)
7.	Sampah	-	nihil ^(1, d)
8.	Lapisan minyak ^e	-	nihil ^(1, e)
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^(3, e)
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^(1, f)
Logam terlarut:			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
	BIOLOGI		
1.	E Coliform (<i>faecal</i>) ⁹	MPN/100 ml	200 ⁽⁹⁾
2.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ⁽⁹⁾
	RADIO NUKLIDA		
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd
Nabel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.

Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Nomor : 51 Tahun 2004

Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(e)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

1497

Gambar 36. Standar Baku Mutu Air Laut (9)

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ⁽⁹⁾
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ⁶
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak *bloom* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman]

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.9	2.1	254	98	100	74	21.6	27.0	18.2	108	920
Feb	6.0	1.5	226	94	100	60	22.5	33.6	17.4	150	921
Mar	4.6	1.7	242	95	100	70	22.1	22.1	18.4	149	922
Apr	8.8	1.9	60	94	100	61	22.0	29.3	18.7	142	921
Mei	7.6	2.4	111	91	100	57	21.5	28.1	17.5	179	922
Jun	6.8	3.4	117	93	100	64	20.3	27.3	16.6	183	922
Jul	6.5	2.9	112	89	100	54	20.1	27.0	16.4	189	923
Aug	6.1	2.9	114	88	100	39	20.1	27.7	15.6	208	923
Sep	7.3	3.0	117	84	100	27	21.0	30.0	16.8	228	923
Oct	6.6	2.7	120	78	100	37	22.7	31.0	17.3	257	924
Nov	5.6	2.1	136	88	100	44	23.4	31.6	18.7	202	921
Dec	4.8	1.5	223	95	100	70	22.4	29	19.0	83 P	921
Min	4.6			78.0			20.1			83	920
Max	8.8			98.0			23.4			257	924

Gambar 38. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 1 Tahun 2015

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.7	1.3	323	89	100	66	27.3	33.2	22.6	182	1003
Feb	4.9	0.9	349	89	100	63	27.0	33.7	21.7	200	1003
Mar	5.3	0.9	356	88	100	57	27.4	34.8	22.7	192	1004
Apr	4.3	0.8	27	89	100	63	27.3	34.3	23.3	168	1003
Mei	2.8	0.8	137	85	100	57	26.6	33.3	20.9	173	1005
Jun	4.0	1.2	147	81	100	51	26.3	33.1	20.8	176	1005
Jul	4.2	1.1	149	80	99	46	25.5	31.5	20.9	180	1006
Aug	5.0	1.5	153	79	100	44	25.4	32.9	20.0	212	1006
Sep	5.4	1.9	155	78	97	45	26.3	34.8	21.2	241	1006
Oct	4.8	1.4	161	77	99	40	27.5	36.0	21.7	235	1006
Nov	4.6	1.5	172	80	100	48	29.0	36.3	22.8	242	1003
Dec	5.2	1.1	296	87	100	53	28.4	36.1	22.9	197	1003
Min	2.8			77.0			25.4			168	1003
Max	5.4			89.0			29.0			242	1006

Gambar 39. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 2 Tahun 2015

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.3	1.3	284	91	100	63	26.6	31.9	22.5	202	984
Feb	4.3	1.0	57	91	100	58	26.1	32.3	21.4	212	983
Mar	4.3	1.0	65	91	100	56	26.2	33.0	21.7	208	984
Apr	4.6	0.8	91	93	100	64	26.1	33.1	21.8	192	983
Mei	3.2	0.8	147	90	100	52	25.4	32.5	18.4	199	985
Jun	3.6	0.9	140	89	100	54	24.7	31.7	18.8	189	986
Jul	3.8	0.9	159	88	100	46	24.0	31.3	17.3	197	987
Aug	4.7	1.0	175	87	100	45	23.9	30.8	15.6	216	987
Sep	4.9	1.2	178	85	100	51	24.7	33.1	17.0	251	987
Oct	5.1	1.2	194	84	100	48	26.4	36.9	18.9	263	986
Nov	4.7	1.3	173	86	100	53	27.5	34.1	21.4	255	984
Dec	4.9	1.1	174	91	100	62	27.5	33.7	23.4	200	984
Min	3.2			84.0			23.9			189	983
Max	5.1			93.0			27.5			263	987

Gambar 40. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 3 Tahun 2015

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	5.4	1.4	232	87	99	61	27.7	35.1	23.2	217	1003
Feb	6.9	1.2	270	86	99	55	27.6	36.9	21.7	237	1004
Mar	8.5	1.3	22	85	99	51	28.0	37.8	23.0	226	1005
Apr	8.0	1.3	330 P	85	100	55	27.9	38.3	22.9	219	1004
Mei	5.5	1.0	224 P	81	99	46	27.3	36.5	20.2	217	1006
Jun	6.2	1.5	133	76	99	40	27.1	36.3	20.5	199	1006
Jul	6.2	1.4	160	73	98	33	26.8	36.6	20.2	231	1007
Aug	7.3	1.6	161	71	95	38	26.9	36.7	19.4	268	1007
Sep	9.2	1.9	124	70	95	30	27.5	37.5	20.3	299	1007
Oct	7.6	1.5	351	72	97	29	28.6	40.2	21.5	308	1007
Nov	9.7	1.9	1	77	98	41	29.3	40.1	22.4	267	1004
Dec	6.5	1.3	1	86	100	51	28.4	38.2	23.0	213	1004
Min	5.4			70.0			26.8			199	1003
Max	9.7			87.0			29.3			308	1007

Gambar 41. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 4 Tahun 2015

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.7	1.6	149	93	100	63	22.7	30.1	18.0	167	922
Feb	5.9	1.4	293	96	100	69	22.1	27.9	18.2	145	921
Mar	3.8	1.2	171	94	100	63	22.8	28.8	19.7	153	922
Apr	5.2	2	113	93	100	64	22.9	30.7	19.9	195	922
Mei	5.6	1.9	109	94	100	63	22.9	28.8	20.2	182	921
Jun	5.8	2.2	113	94	100	64	22.0	27.7	18.5	167	922
Jul	6.2	2.3	114	94	100	65	21.5	27.5	18.1	187	922
Aug	6.3	2.3	119	91	100	56	21.3	28.1	16.5	194	921
Sep	5.3	2.0	117	91	100	50	22.0	28.6	18.3	198	921
Oct											
Nov											
Dec											
Min	3.8			91.0			21.3			145	921
Max	6.3			96.0			22.9			198	922

Gambar 42. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 1 Tahun 2016

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.4	1.0	2	85	100	53	28.4	36.0	22.6	221	1004
Feb	5.0	0.9	2	91	100	65	27.2	34.2	23.1	177	1004
Mar	3.0	0.6	1	90	100	56	27.9	34.4	23.3	180	1004
Apr	4.8	0.5	110	88	100	57	27.8	34.4	23.5	180	1004
Mei	2.6	0.5	143	88	100	54	27.8	34.5	23.5	175	1003
Jun	3.3	0.6	137	88	100	59	26.9	33.3	22.4	153	1004
Jul	3.5	0.7	143	86	100	57	26.6	33.9	22.0	163	1004
Aug	3.4	0.9	148	84	100	51	26.3	33.2	21.4	195	1004
Sep	4.7	1.0	151	86	100	57	27.3	34.8	22.7	202	1004
Oct											
Nov											
Dec											
Min	2.6			84.0			26.3			153	1003
Max	5.0			91.0			28.4			221	1004

Gambar 43. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 2 Tahun 2016

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	4.7	1.2	78	90	100	60	27.5	33.9	22.7	237	984
Feb	5.9	0.9	55	94	100	65	26.8	33.4	23.1	186	984
Mar	3.6	0.9	68	93	100	58	27.3	33.6	23.2	200	984
Apr	4.2	0.9	97	92	100	62	27.2	33.9	22.3	203	984
Mei	4.0	0.8	140	92	100	57	27.3	34.6	22.6	186	984
Jun	3.8	0.8	110	93	100	63	26.2	32.1	20.9	170	985
Jul	3.9	0.8	130	92	100	59	25.8	32.9	20.4	179	984
Aug	3.7	0.9	157	90	100	58	25.4	32.6	19.6	203	984
Sep	4.0	0.9	165	92	100	66	26.4	33.3	20.5	225	983
Oct											
Nov											
Dec											
Min	3.6			90.0			25.4			170	983
Max	5.9			94.0			27.5			237	985

Gambar 44. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 3 Tahun 2016

Bulan / Month	Kecepatan / Speed (m/s)		Arah / Direction (degree)	Kelembaban Udara Relatif / Relative Humidity (%)			Temperatur Udara / Air Temperature (Celsius)			Rerata Radiasi Surya / Average Solar Radiation (W/m ²)	Rerata Tekanan Udara / Ave. Air Pressure (mm Hg)
	Maks/ Max	Average		Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min	Rerata / Average	Maks/ Max	Min / Min		
Jan	8.4	1.4	1	84	100	49	28.8	39.5	23.0	227	1005
Feb	8.6	1.3	359	88	100	58	28.0	36.4	23.4	193	1004
Mar	7.7	1	1	87	100	53	28.6	37.9	23.6	201	1005
Apr	6.9	1.0	9	86	100	54	28.3	36.4	22.9	201	1005
Mei	8.0	1.0	20	84	100	50	28.8	37.7	23.2	183	1004
Jun	5.9	1.0	17	84	100	54	27.8	37.4	22.1	163	1005
Jul	6.7	1.2	18	81	100	43	27.7	38.4	20.8	170	1005
Aug	6.9	1.5	50	77	100	41	27.7	37.2	20.9	151	1005
Sep	7.3	1.6	32	78	100	38	28.8	38.3	22.3	299	1004
Oct											
Nov											
Dec											
Min	5.9			77.0			27.7			151	1004
Max	8.6			88.0			28.8			299	1005

Gambar 45. Ringkasan Data Pemantauan Meteorologi Stasiun 4 Tahun 2016

Station	Date	Time	Depth	Sand-1	Sand-2	Sand-3	Sand-4	Sand-5	Silt-6	Silt-7	Silt-8	Clay-9	Clay-10
			m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit (DL)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
S01	11-Feb-16	09:46	213	0.0	0.0	0.0	0.3	14.1	26.0	22.7	13.6	2.8	20.5
S02	11-Feb-16	09:37	83	0.3	0.2	3.3	84.9	5.0	0.7	0.9	2.0	0.2	2.5
S03	11-Feb-16	10:05	204	0.0	0.0	0.0	0.4	13.5	10.1	8.4	14.2	3.6	49.8
S04	11-Feb-16	09:28	53.9	0.3	0.3	0.7	85.6	6.3	1.4	1.5	1.3	1.6	1.0
S05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S09	11-Feb-16	09:19	21.4	38.1	29.6	8.4	12.0	0.9	2.6	2.9	1.5	0.2	3.8
S12	11-Feb-16	10:52	78	4.2	9.3	24.5	53.9	1.5	0.5	1.3	2.3	0.1	2.4
S13	11-Feb-16	10:44	85	4.6	11.8	23.7	48.2	3.7	0.5	1.5	1.1	2.4	2.5
S14	11-Feb-16	10:35	85.4	5.7	16.0	26.3	39.7	3.7	2.5	0.7	1.5	1.3	2.6
S23	17-Feb-16	11:05	46	33.0	24.0	9.9	17.0	1.0	2.6	0.3	1.0	3.4	7.8
S28	11-Feb-16	10:18	265	0.0	1.2	21.7	61.1	9.3	0.9	0.9	0.9	0.6	3.4
SC1	12-Feb-16	09:16	197	16.9	28.0	39.9	7.2	0.4	2.1	1.4	3.0	1.0	0.1
SC2	11-Feb-16	08:31	69	0.7	12.0	36.8	23.3	12.0	1.4	2.6	0.6	2.0	8.6

Keterangan / Note

Sand-1 (1-2 mm) Sand-3 (0.2-0.5 mm) Sand-5 (0.05-0.1 mm) Silt-7 (5-20 µm) Clay-9 (0.2-2 µm)
Sand-2 (0.5-1 mm) Sand-4 (0.1-0.2 mm) Silt-6 (20-50 µm) Silt-8 (2-5 µm) Clay-10 (<0.2 µm)

Gambar 46. Ukuran Butiran Sedimen Tailing Triwulan Pertama 2016

Station	Date	Time	Depth	Sand-1	Sand-2	Sand-3	Sand-4	Sand-5	Silt-6	Silt-7	Silt-8	Clay-9	Clay-10
			m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit (DL)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
S01	02-May-16	11:25	193	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S02	02-May-16	10:56	81	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S03	03-May-16	10:49	209	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S04	21-Apr-16	11:01	55	0.3	0.6	72.4	20.8	1.3	0.2	0.5	0.4	1.9	1.8
S05	21-Apr-16	10:36	45	9.1	11.7	31.2	39.9	1.8	0.4	0.8	0.5	0.8	3.7
S07	21-Apr-16	9:37	51	15.4	17.4	36.6	22.5	1.8	0.4	1	0.3	1.2	3.4
S08	21-Apr-16	10:03	94	14.3	37.8	40.7	2.6	0.3	0.2	0.5	0.3	1.1	2.3
S09	24-May-16	10:23	22	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S12	02-May-16	10:34	84	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S13	02-May-16	10:09	81	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S14	02-May-16	9:56	87	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
S23	21-Apr-16	10:46	48	0.2	0.7	42.8	47.1	4.2	1	1	0.2	0.9	1.8
S28	24-May-16	11:01	250	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
SC1	03-May-16	10:19	218	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip	ip
SC2	21-Apr-16	9:12	67	2.7	8.4	50.6	28.9	2.7	0.7	1	0.4	1.8	2.9

Keterangan / Note

Sand-1 (1-2 mm) Sand-3 (0.2-0.5 mm) Sand-5 (0.05-0.1 mm) Silt-7 (5-20 µm) Clay-9 (0.2-2 µm)
Sand-2 (0.5-1 mm) Sand-4 (0.1-0.2 mm) Silt-6 (20-50 µm) Silt-8 (2-5 µm) Clay-10 (<0.2 µm)

Gambar 47. Ukuran Butiran Sedimen Tailing Triwulan Kedua 2016

Station	Date	Time	Depth	SAND	SILT	CLAY
			m	(0.05 - 2 mm)	(2 - 50 µm)	(≤ 2 µm)
Detection Limit (DL)						
S01	22-Aug-16	09:35	216	0.1	0.1	0.1
S02	12-Jul-16	10:22	80	1.6	98.0	0.4
S03	22-Aug-16	10:20	192	95.3	1.1	3.6
S04	22-Aug-16	09:20	53	1.0	96.9	2.1
S05	-	-	-	96.3	2.4	1.3
S07	-	-	-	-	-	-
S08	-	-	-	-	-	-
S09	25-Jul-16	11:53	20	91.3	0.3	8.4
S12	12-Jul-16	11:03	77	86.2	0.2	13.6
S13	12-Jul-16	11:12	78	73.3	0.2	26.5
S14	12-Jul-16	11:30	85	92.2	0.2	7.6
S23	22-Aug-16	09:15	46	94.4	4.9	0.7
S28	22-Aug-16	10:05	259	90.4	1.6	8.0
SC1	25-Jul-16	11:06	203	83.3	2.2	14.5
SC2	22-Aug-16	08:50	64	66.4	0.4	33.2

Keterangan / Note

Sand (0.05 - 2 mm)

Silt (2 - 50 µm)

Clay (≤ 2 µm)

Gambar 48. Ukuran Butiran Sedimen *Tailing* Triwulan Ketiga 2016

Station	Date	Time	Depth	Sand-1	Sand-2	Sand-3	Sand-4	Sand-5	Silt-6	Silt-7	Silt-8	Clay-9	Clay-10
			m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit (DL)				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
S01	21-Oct-15	10:31	201	<0.1	<0.1	0.2	4.5	16.5	11.0	16.7	24.6	2.7	23.8
S02	21-Oct-15	10:11	83	0.1	0.3	7.1	75.9	3.9	1.3	3.6	3.2	0.5	4.1
S03	29-Oct-15	10:55	206	<0.1	<0.1	0.1	0.7	20.1	12.2	34.2	8.1	4.7	19.9
S04	21-Oct-15	10:01	53	<0.1	<0.1	1.0	79.7	4.0	4.2	5.3	1.5	1.7	2.6
S05	21-Oct-15	9:48	45	0.2	1.7	9.8	71.8	2.0	6.4	2.8	3.0	1.6	0.7
S07	29-Oct-15	12:00	57	2.8	7.4	21.8	48.8	1.0	6.1	7.1	0.2	0.8	4.0
S08	21-Oct-15	9:13	103	6.3	19.5	51.4	15.1	0.6	0.6	2.7	1.0	0.3	2.5
S09	30-Oct-15	11:13	22	<0.1	0.2	0.9	11.6	28.4	9.2	24.6	2.9	11.8	10.4
S12	29-Oct-15	11:40	75	2.1	2.8	10.1	59.5	2.6	14.9	2.0	1.3	1.0	3.7
S13	21-Oct-15	9:31	83	7.5	11.1	25.2	37.7	3.9	4.7	2.7	1.7	1.6	3.9
S14	29-Oct-15	11:20	87	7.1	15.2	26.9	36.6	2.5	3.3	1.3	2.6	2.0	2.5
S23	21-Oct-15	9:40	47	<0.1	0.3	1.3	67.9	2.9	6.2	6.5	2.3	6.9	5.7
S28	21-Oct-15	11:09	156	0.1	1.9	16.3	39.8	22.2	6.9	2.0	7.1	0.8	2.9
SC1	29-Oct-15	10:00	215	0.6	5.2	19.0	38.6	18.6	6.5	1.7	5.7	2.8	1.3
SC2	21-Oct-15	8:32	66	9.8	42.6	5.1	26.2	0.9	2.1	4.9	4.4	2.3	1.7

Keterangan / Note

Sand-1 (1-2 mm)

Sand-3 (0.2-0.5 mm)

Sand-5 (0.05-0.1 mm)

Silt-7 (5-20 µm)

Clay-9 (0.2-2 µm)

Sand-2 (0.5-1 mm)

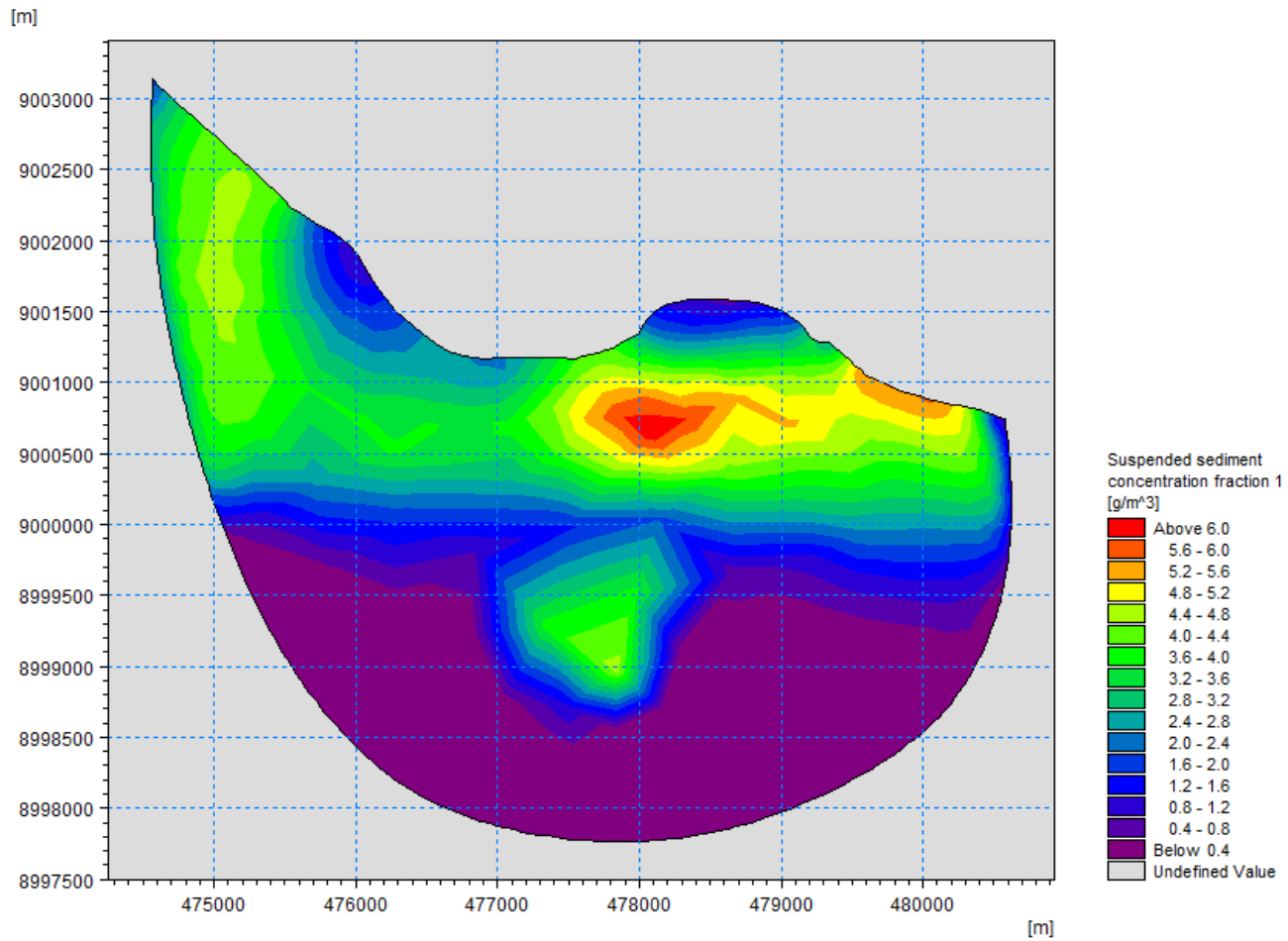
Sand-4 (0.1-0.2 mm)

Silt-6 (20-50 µm)

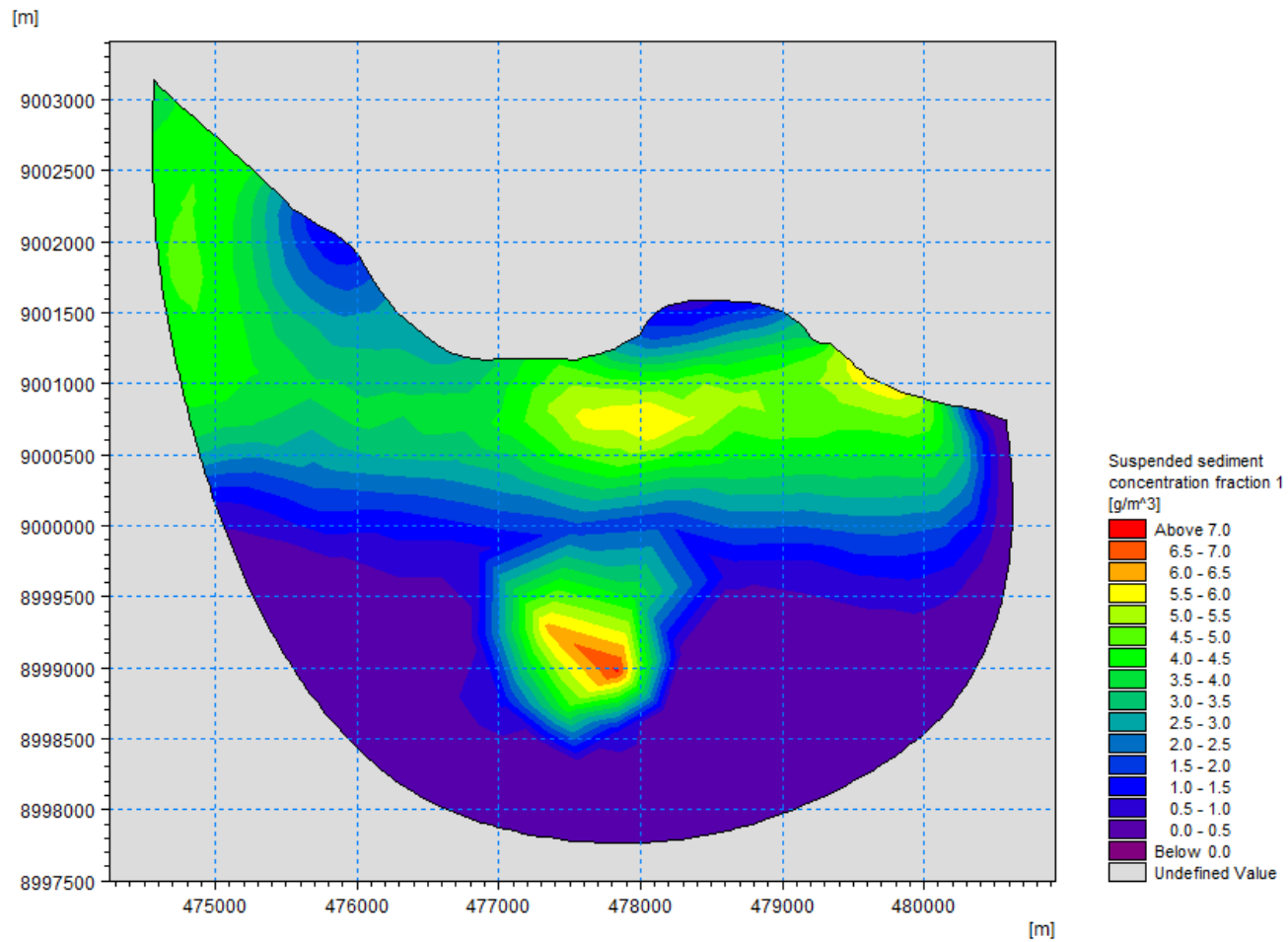
Silt-8 (2-5 µm)

Clay-10 (<0.2 µm)

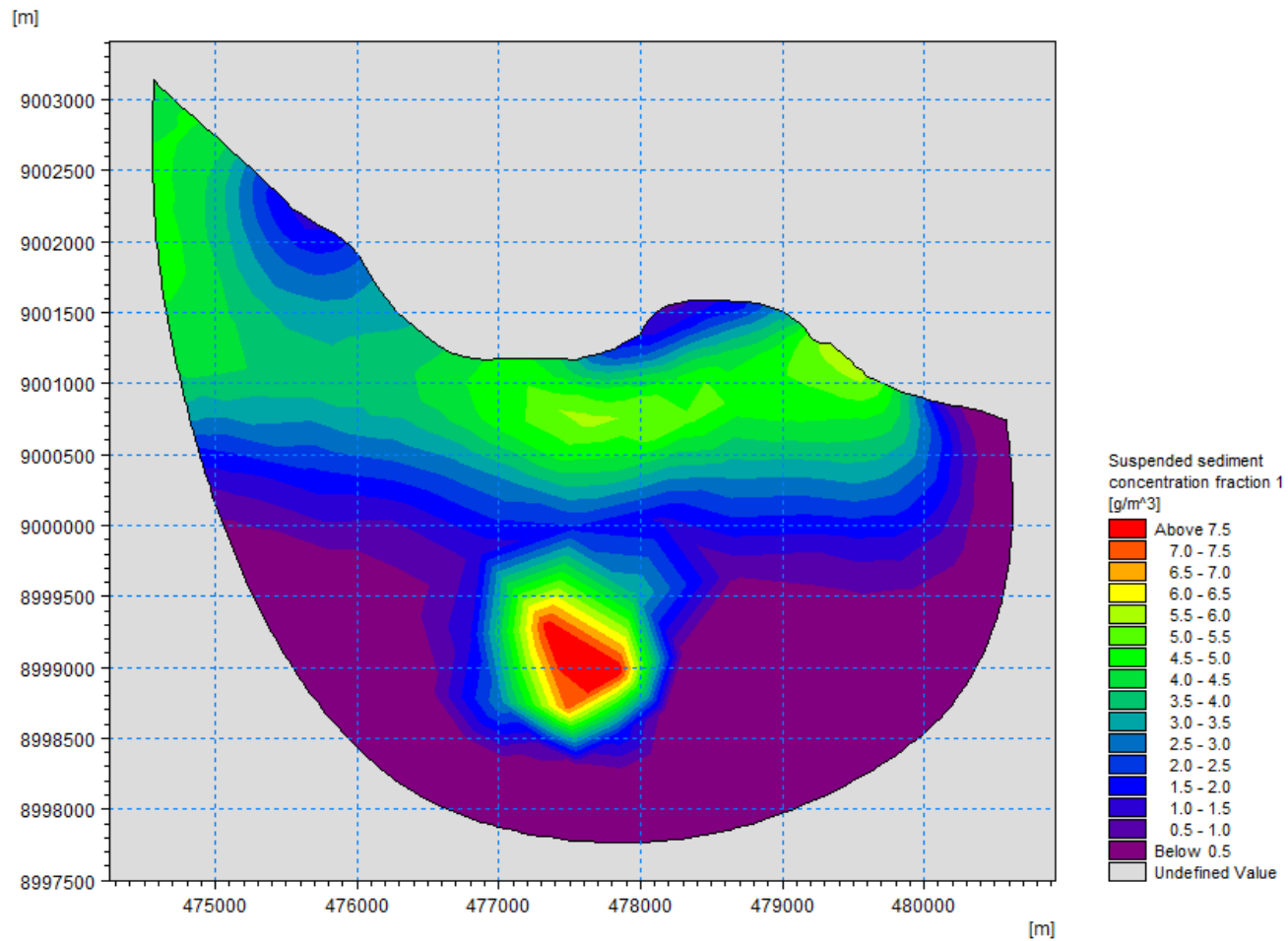
Gambar 49. Ukuran Butiran Sedimen *Tailing* Triwulan Keempat 2016



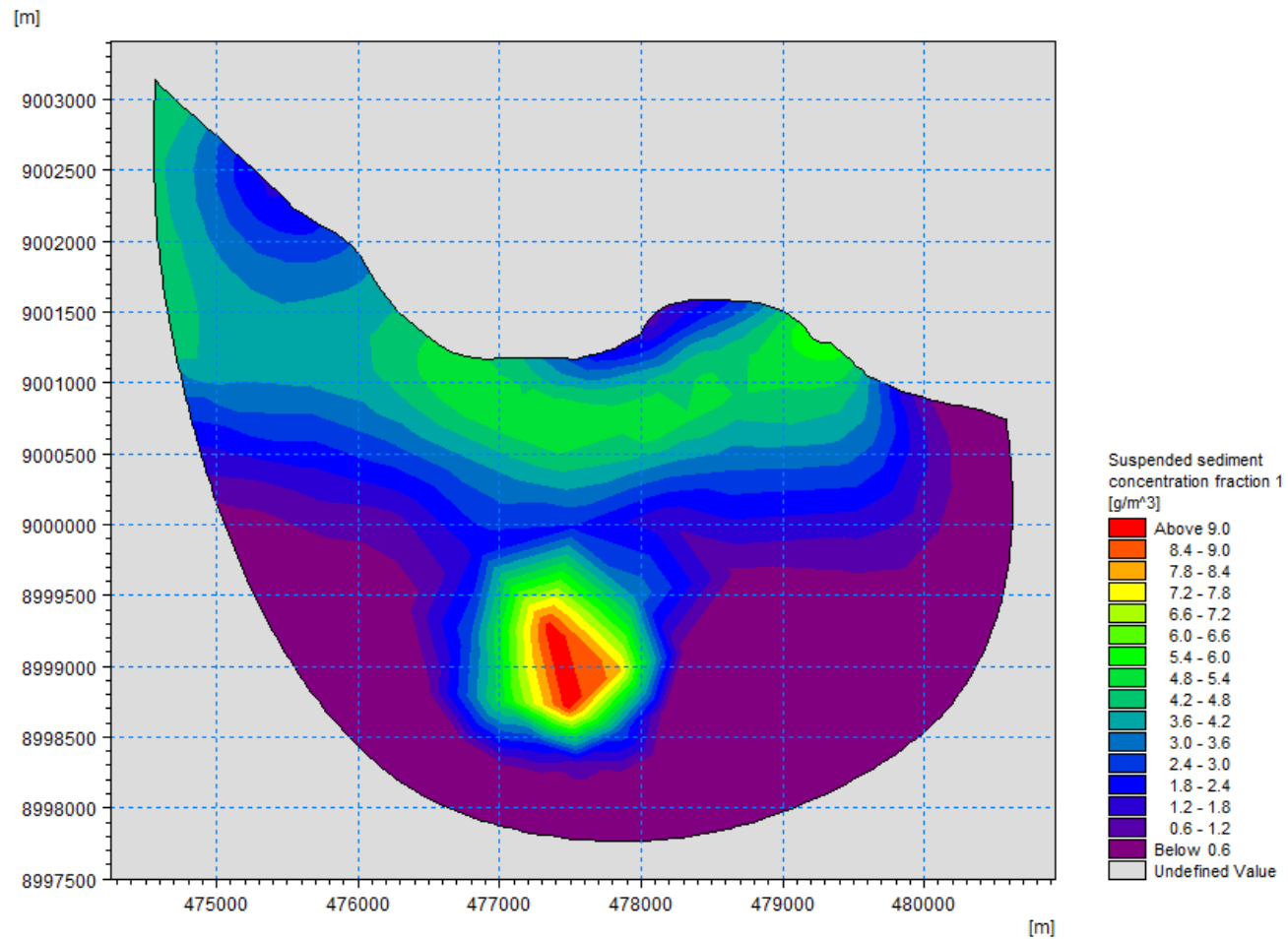
Gambar 50. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 3600 s)



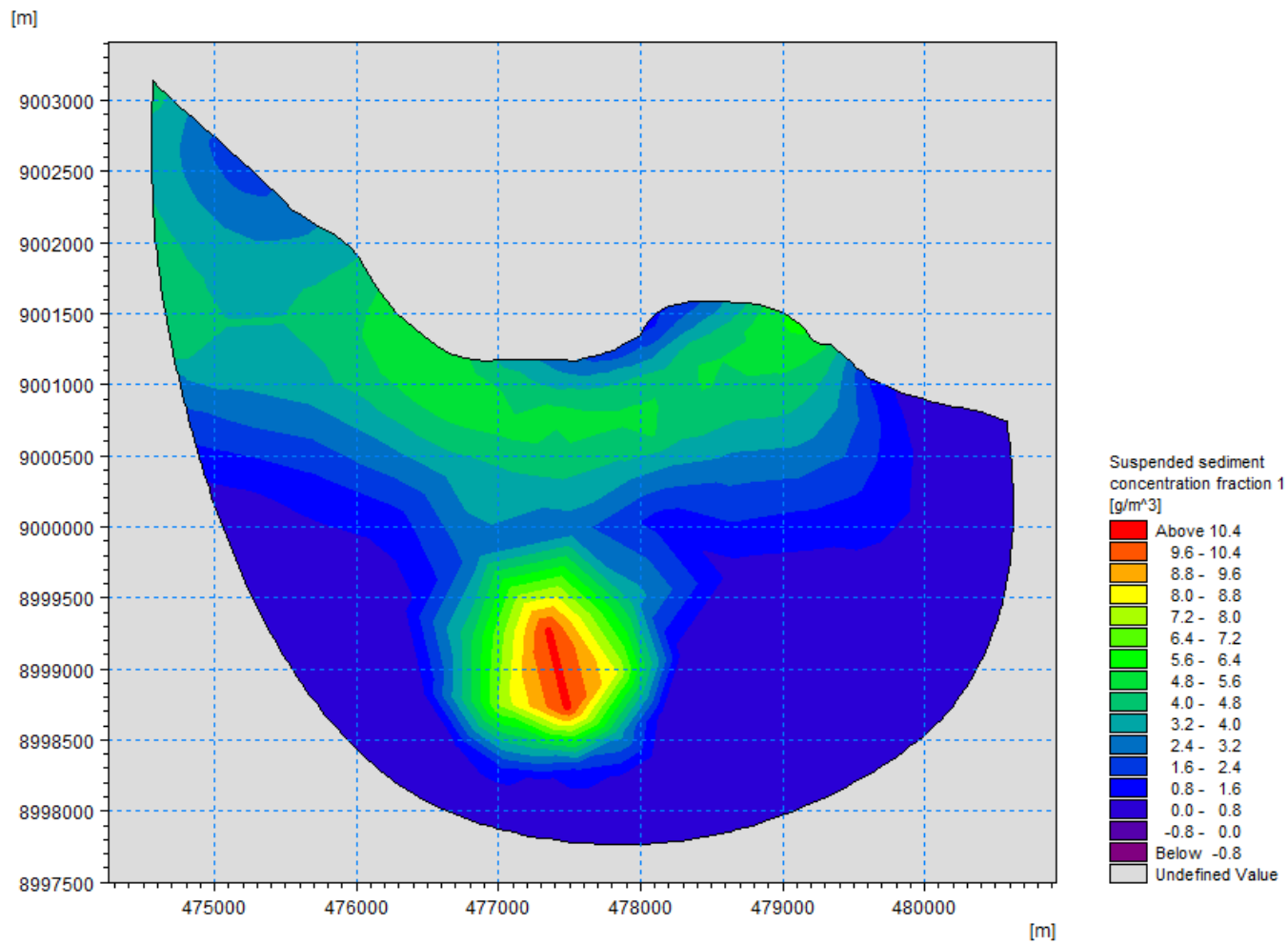
Gambar 51. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 7200$ s)



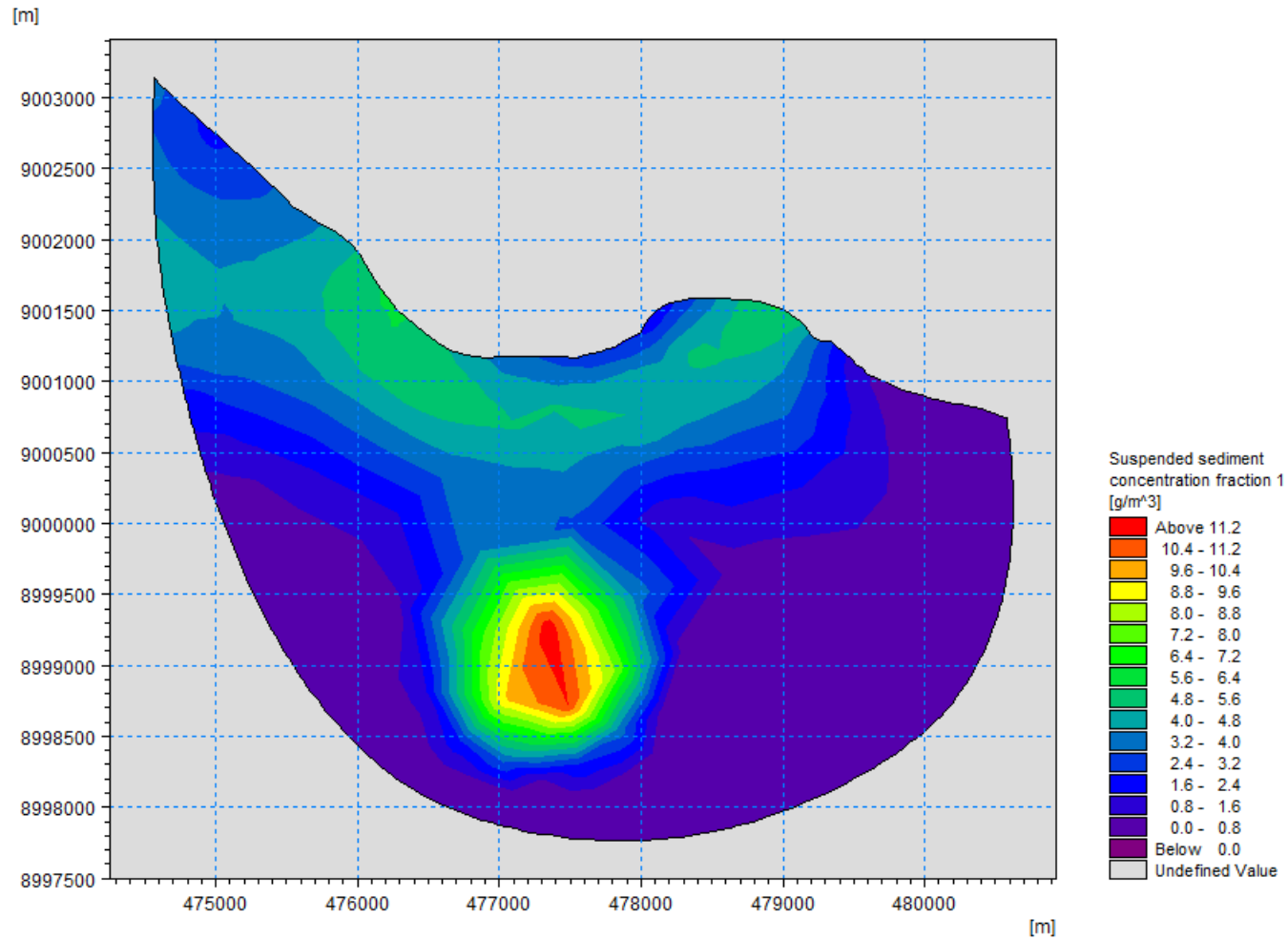
Gambar 52. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 10800$ s)



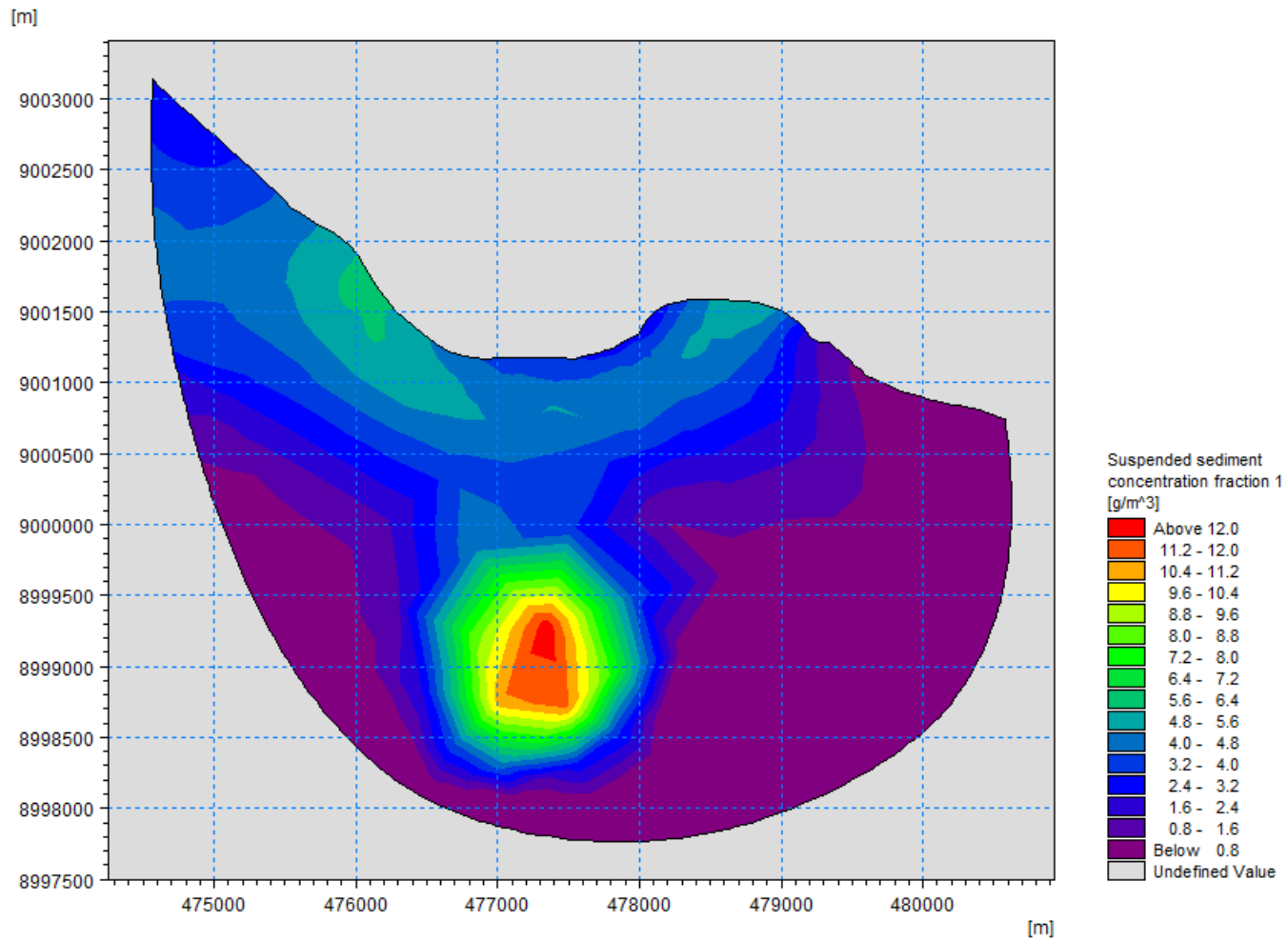
Gambar 53. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 14400$ s)



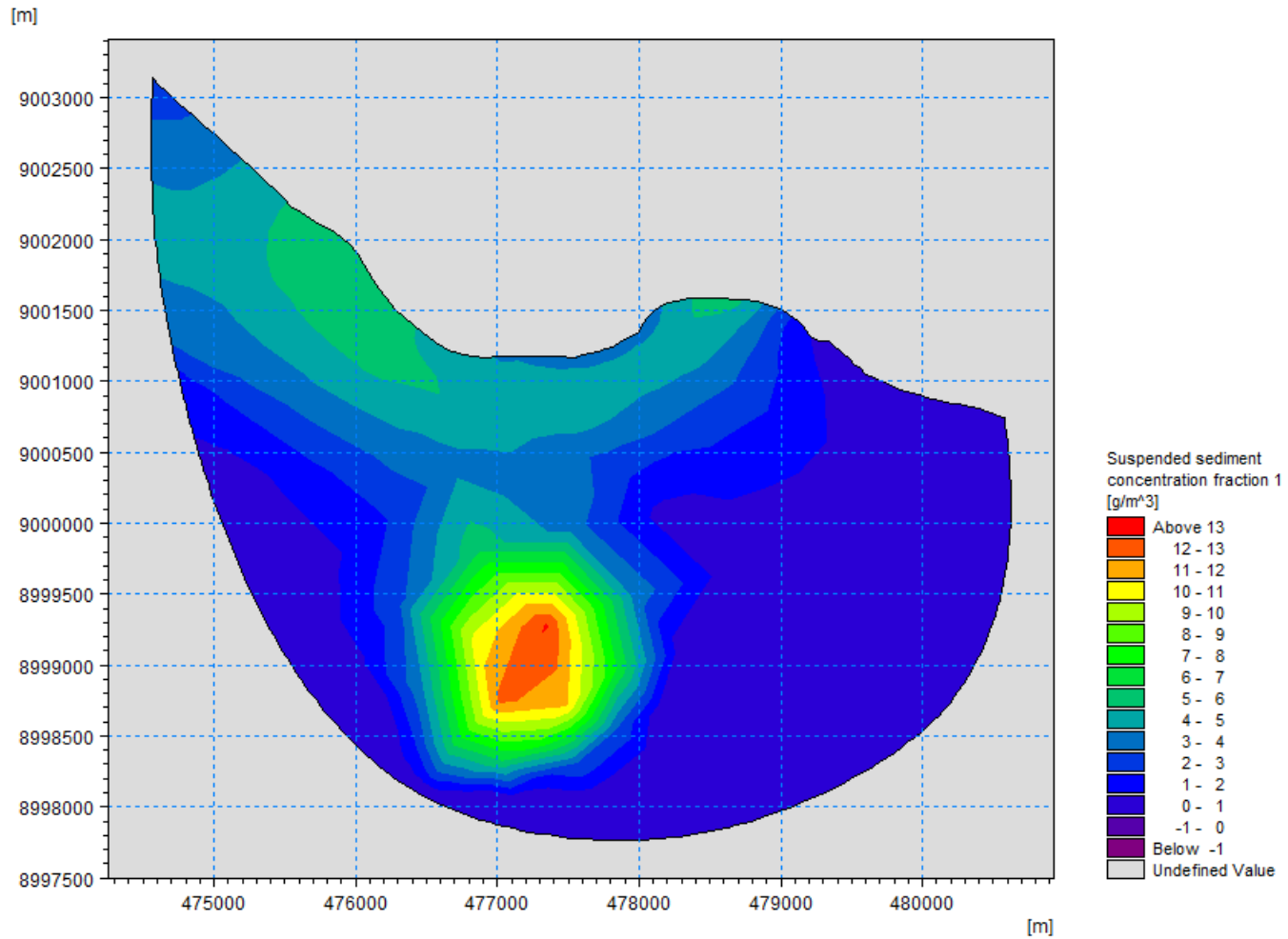
Gambar 54. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 18000 s)



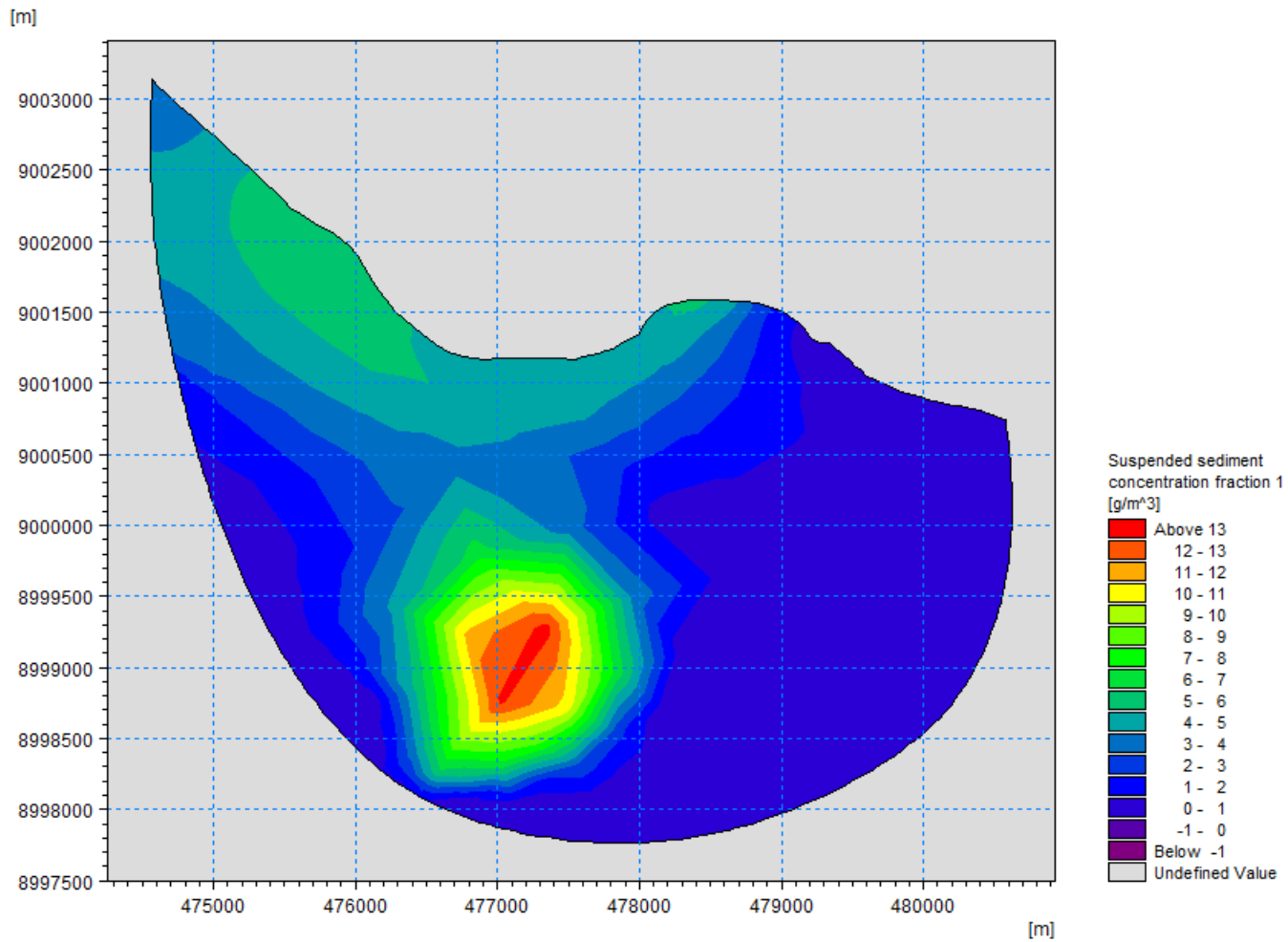
Gambar 55. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 21600$ s)



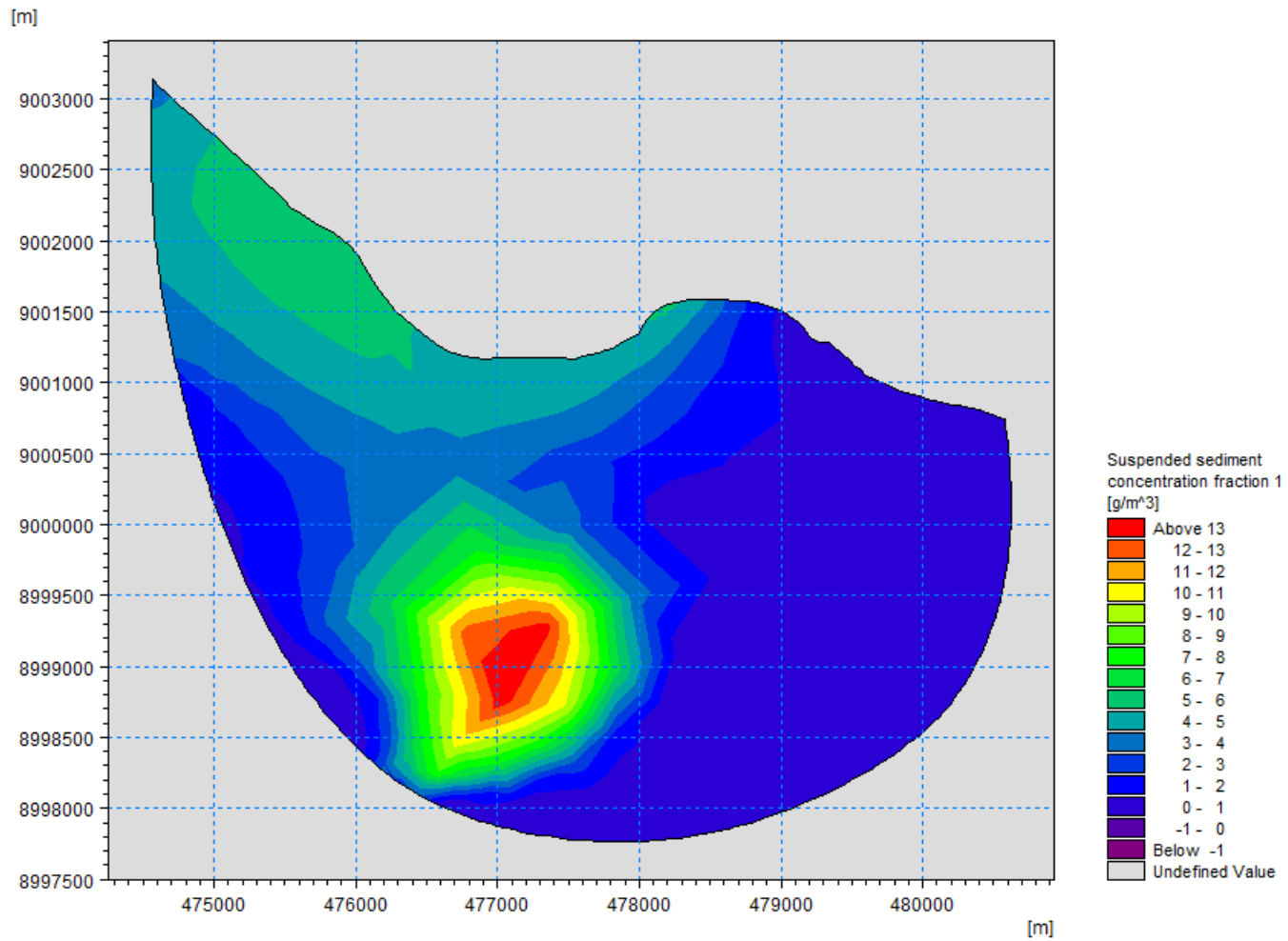
Gambar 56. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 25200$ s)



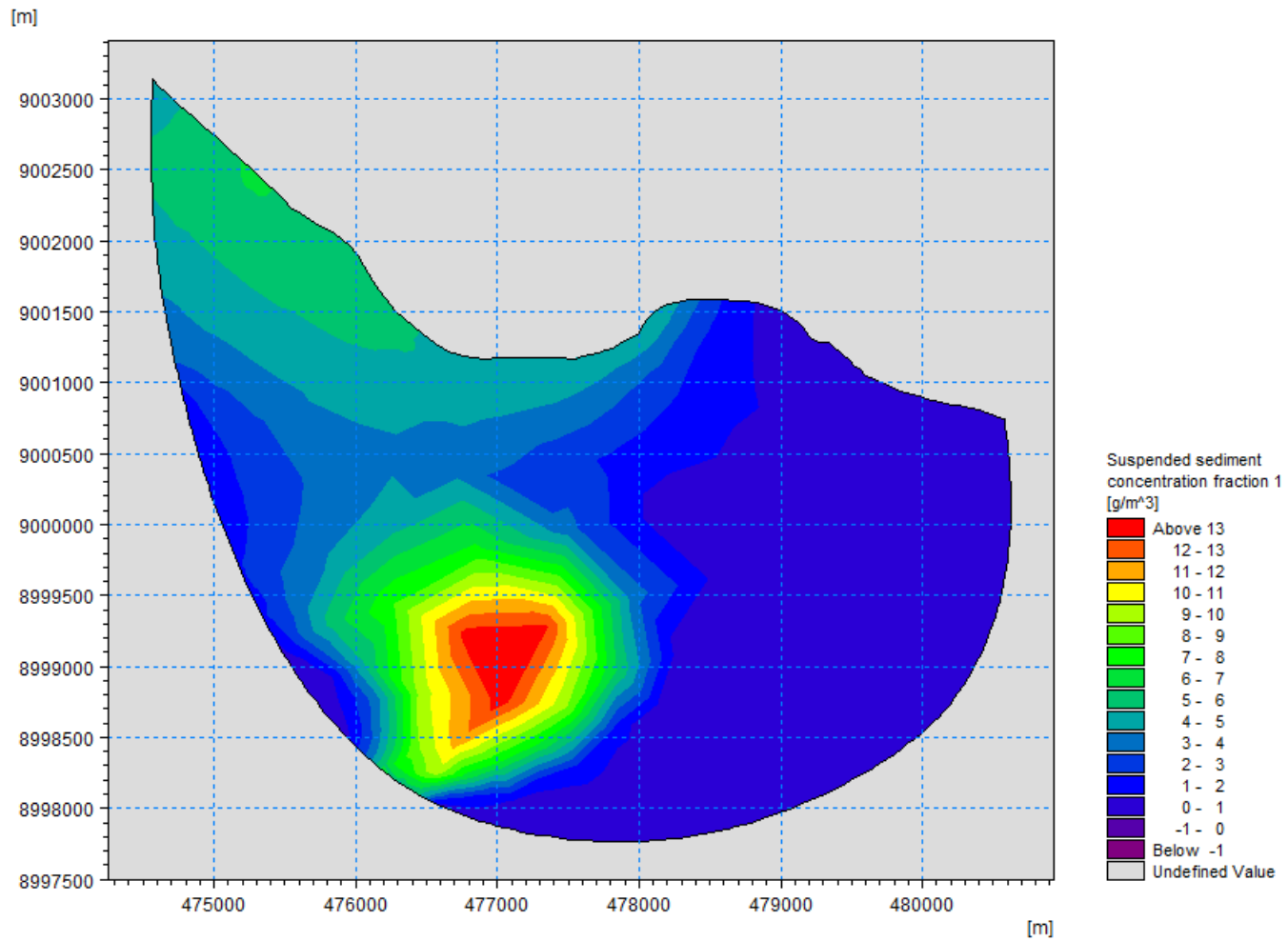
Gambar 57. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 28800$ s)



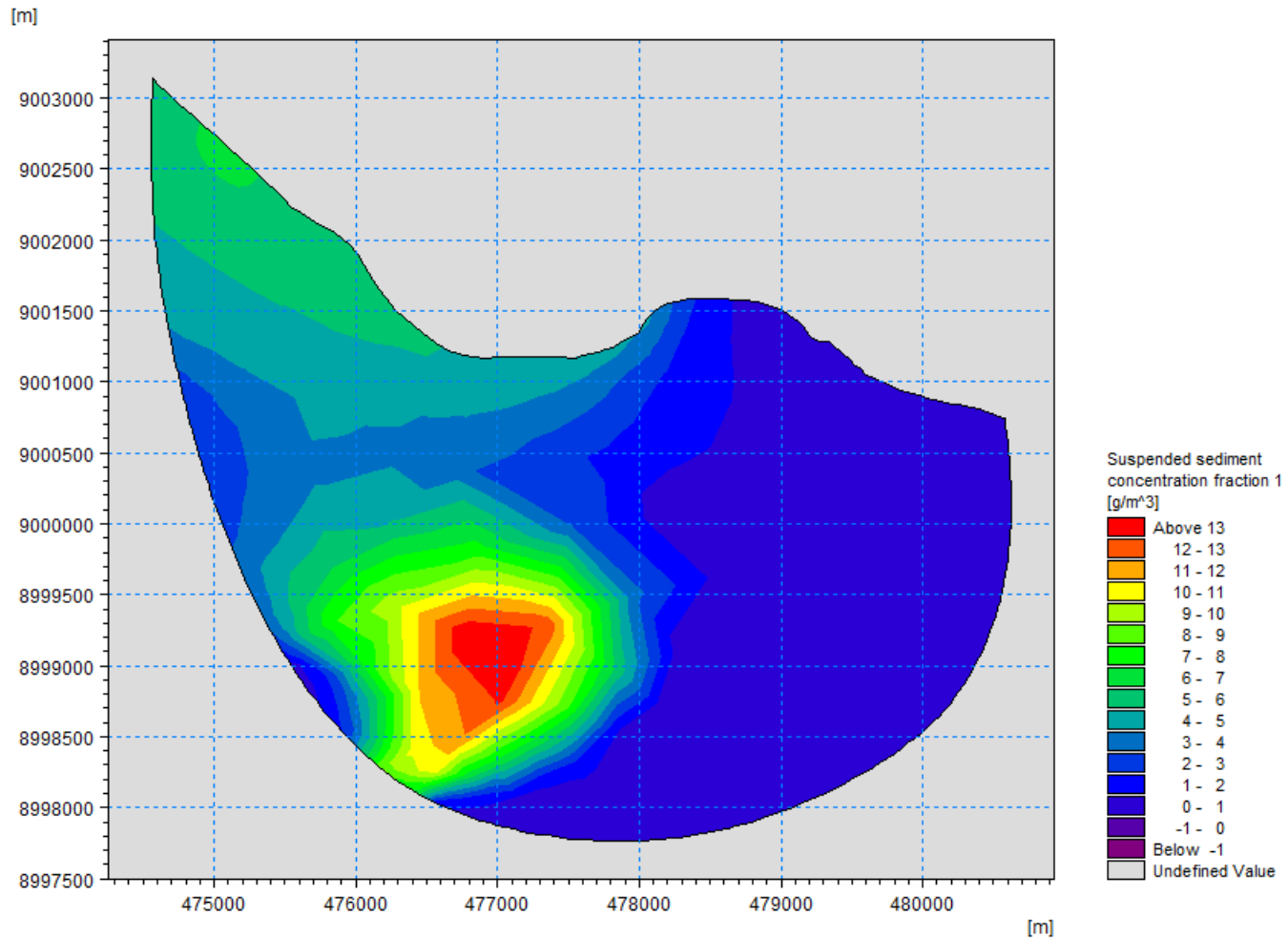
Gambar 58. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 32400 s)



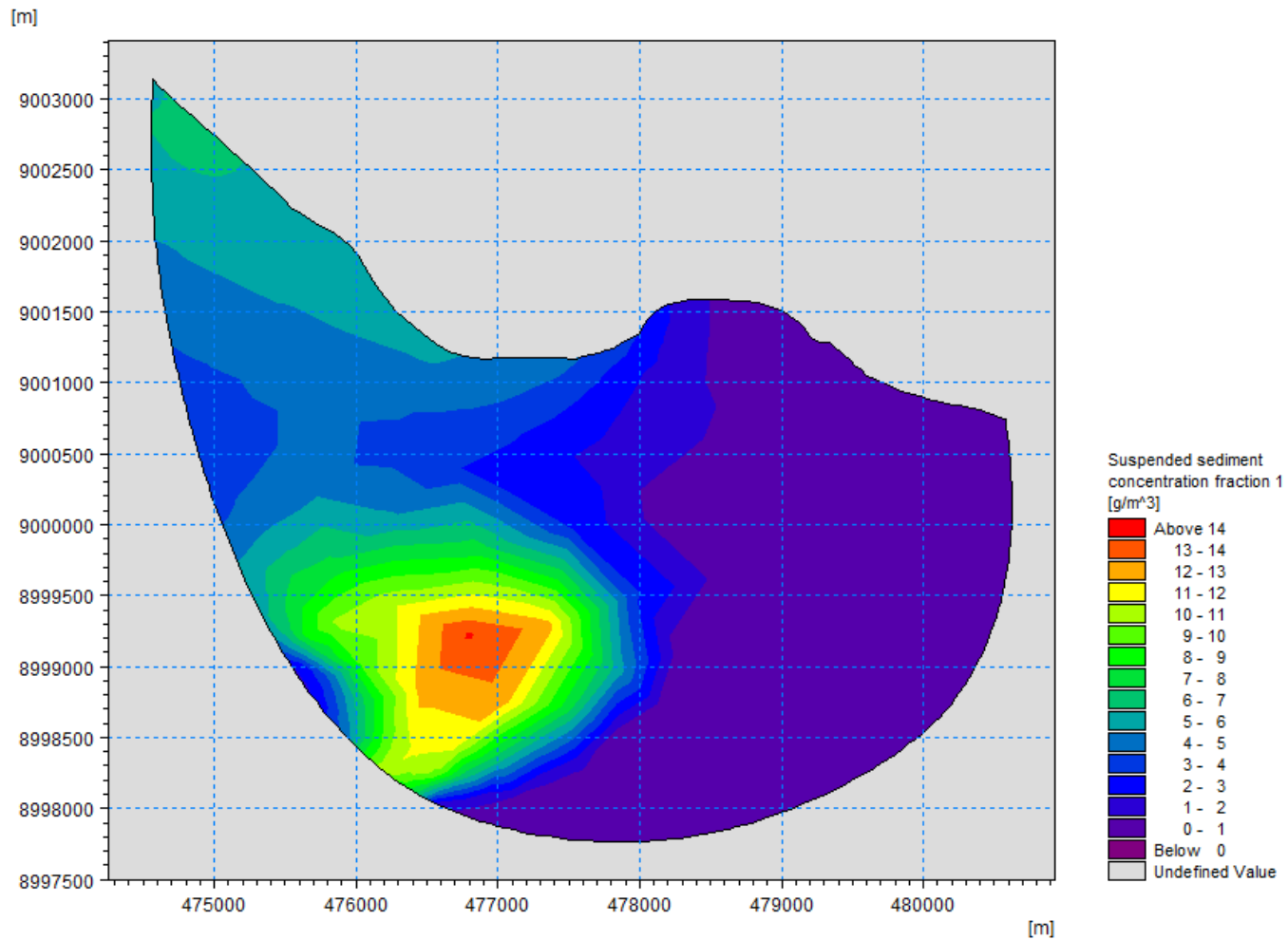
Gambar 59. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 36000$ s)



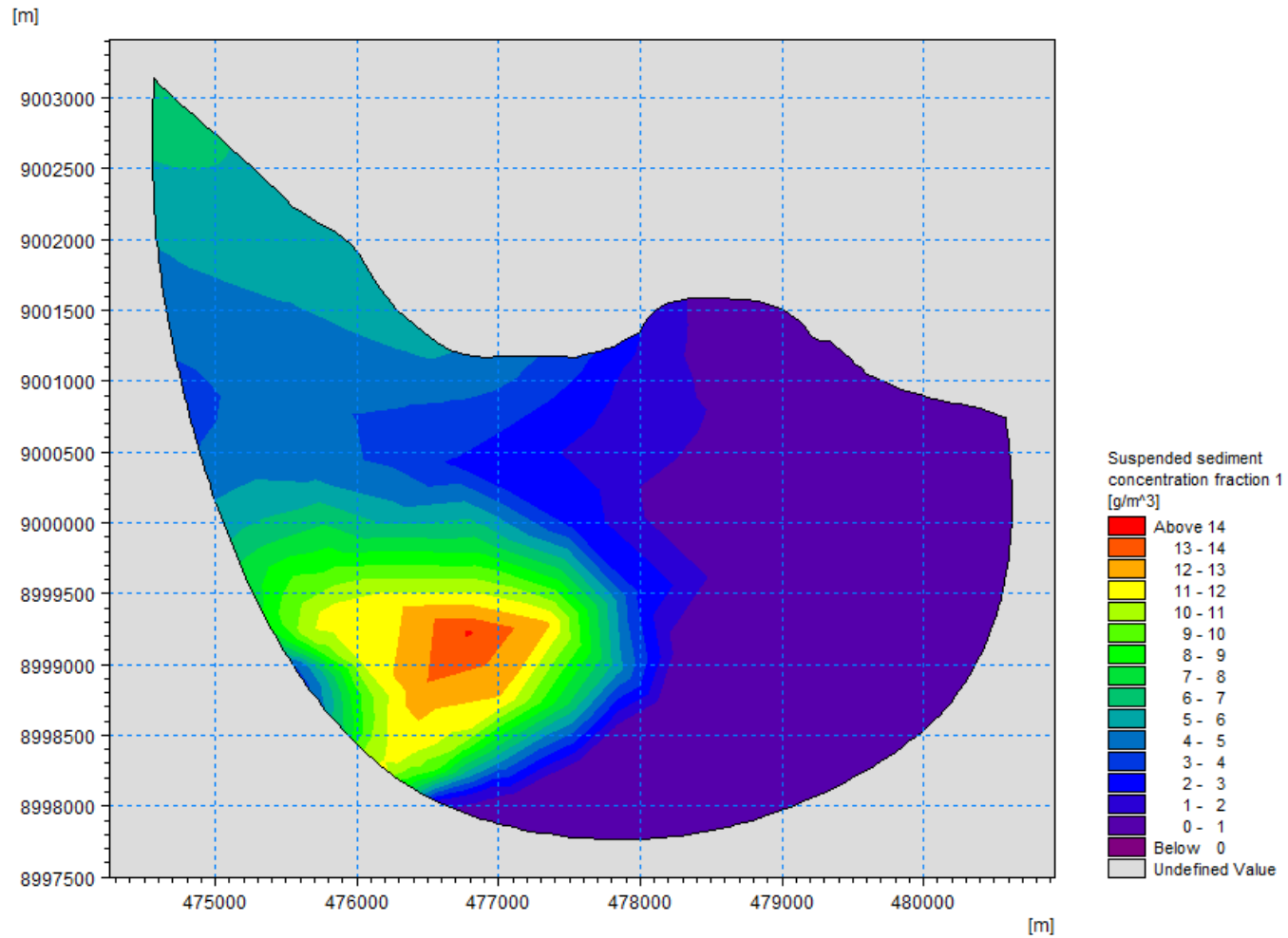
Gambar 60. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 39600 s)



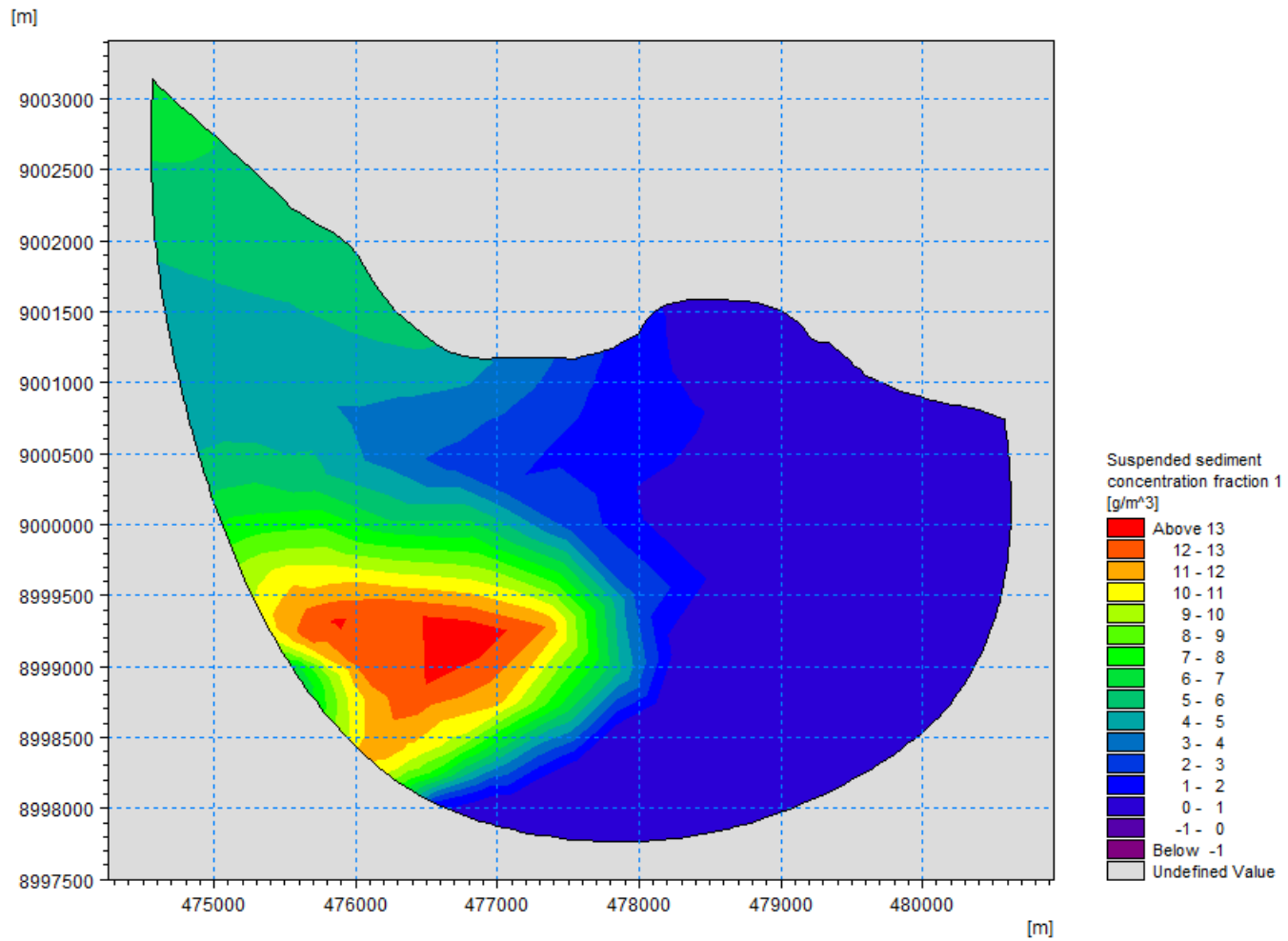
Gambar 61. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 43200$ s)



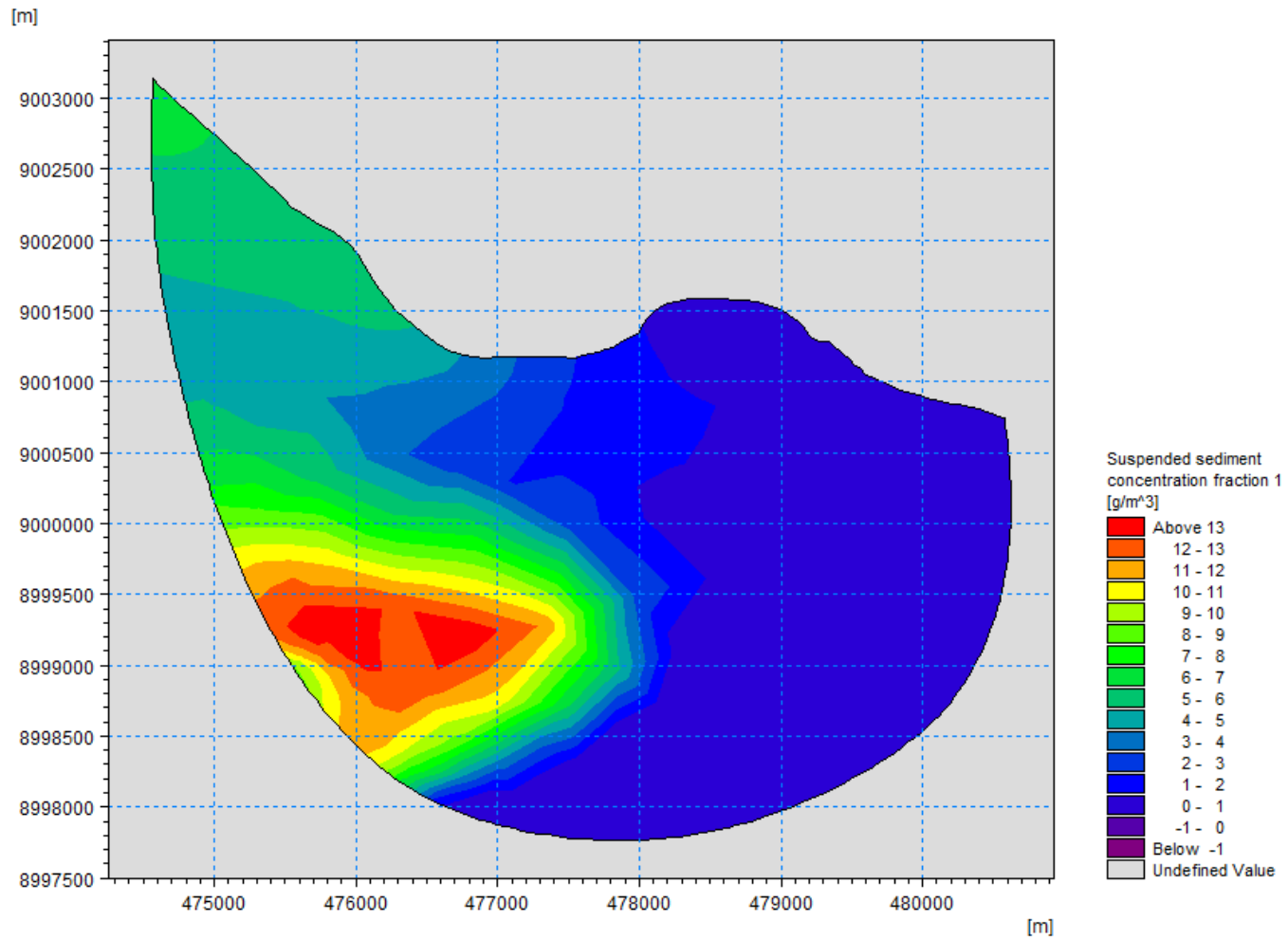
Gambar 62. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 46800 s)



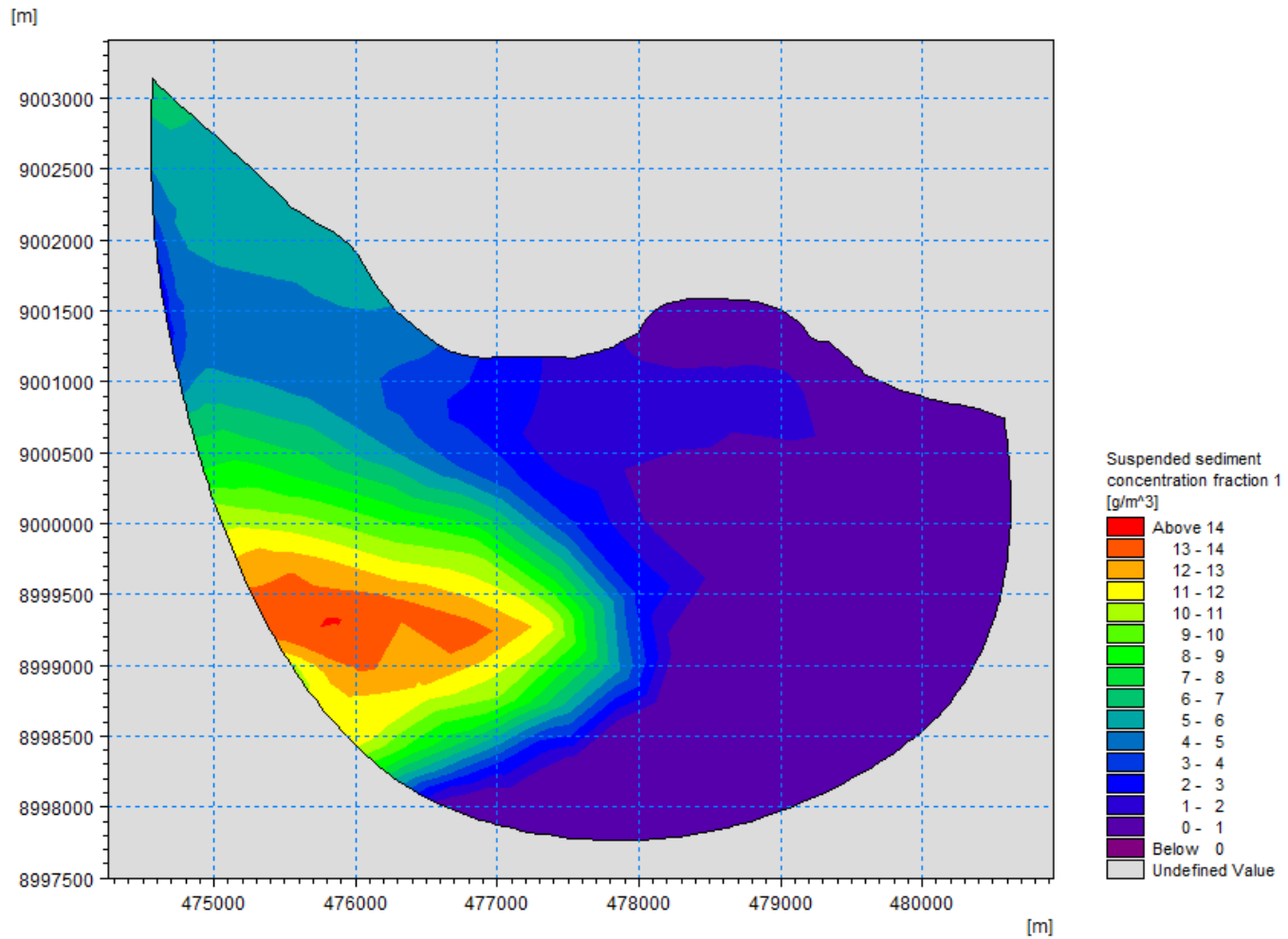
Gambar 63. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 50400$ s)



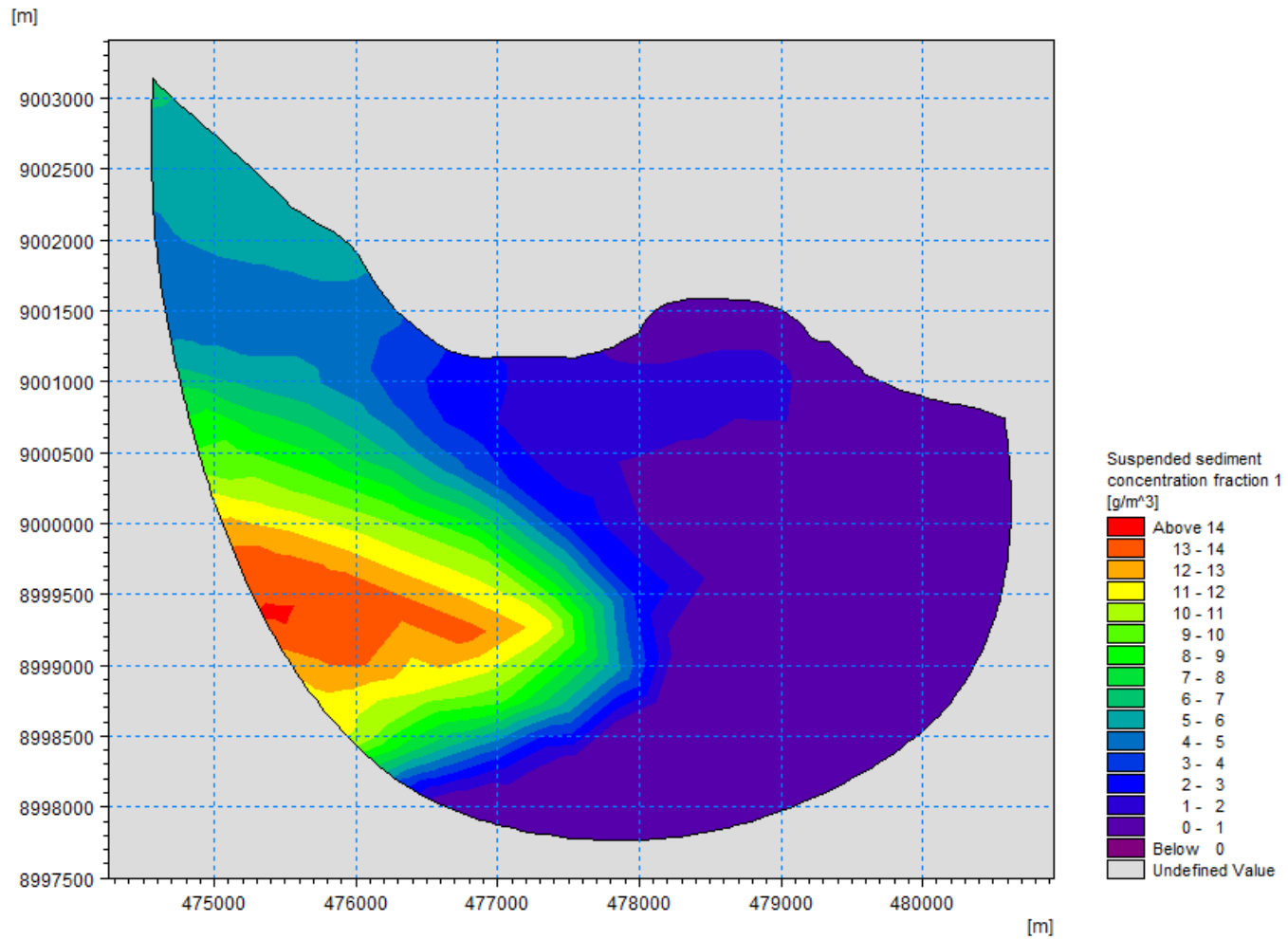
Gambar 64. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 54000$ s)



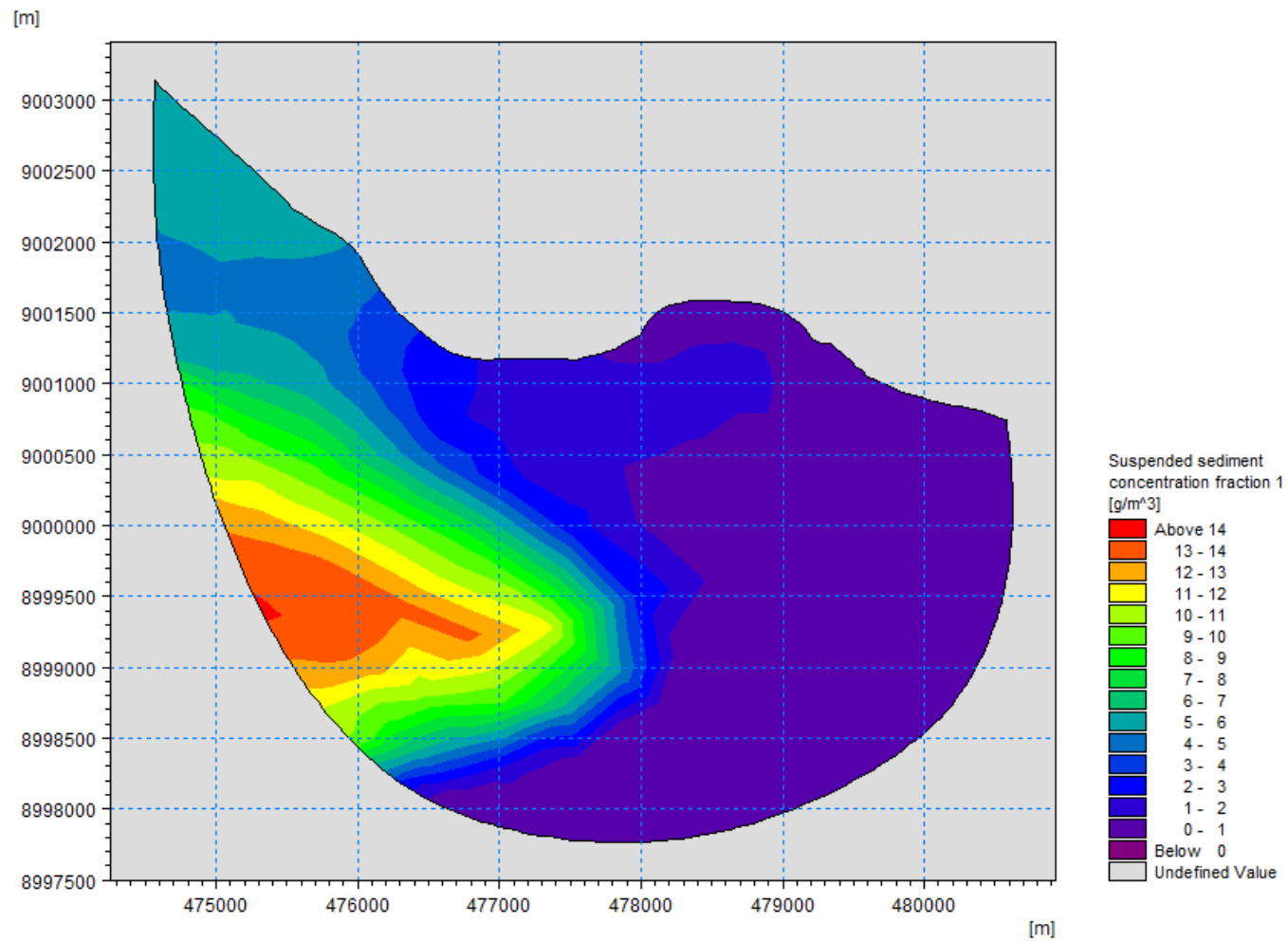
Gambar 65. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 57600$ s)



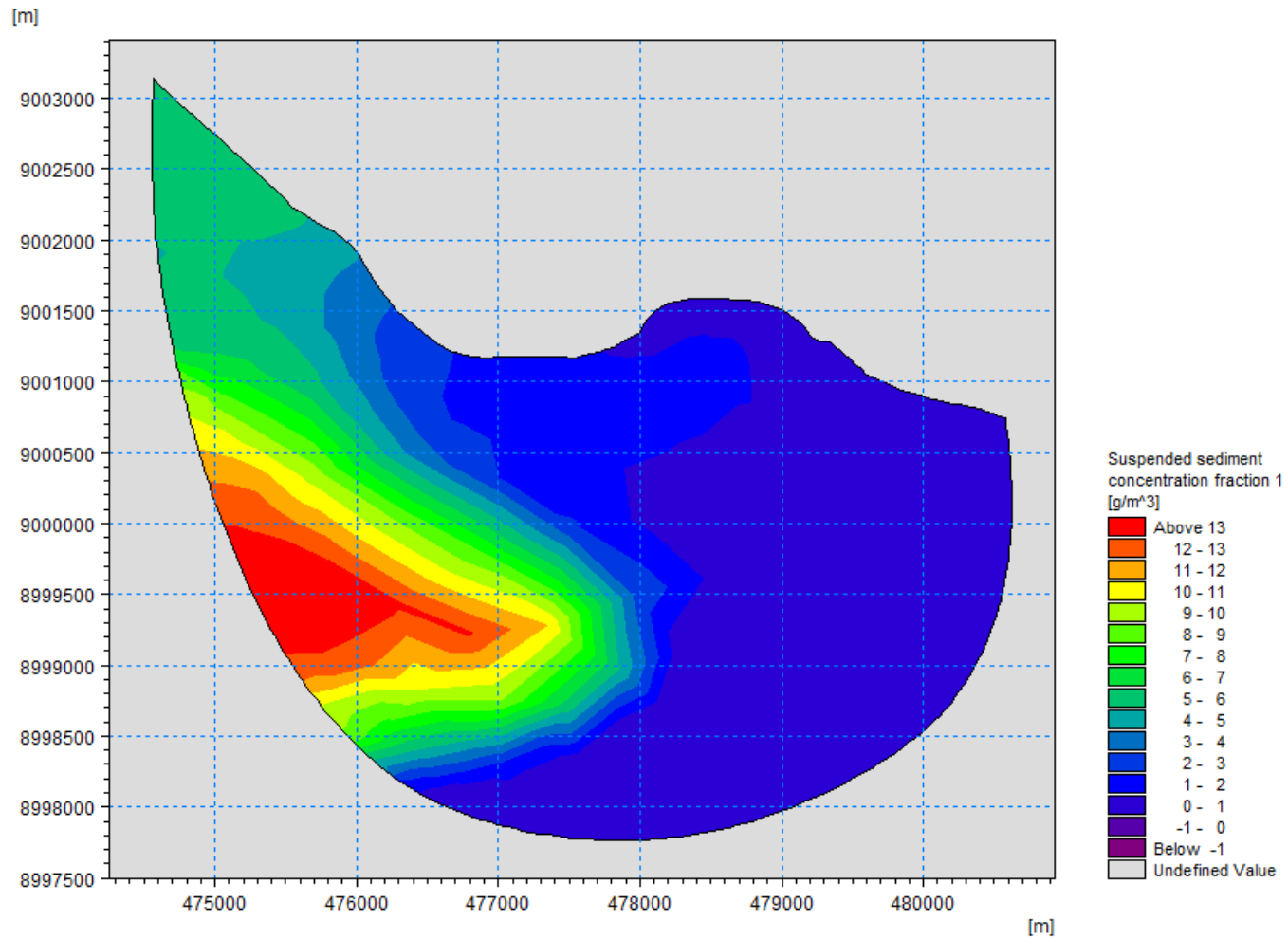
Gambar 66. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 61200$ s)



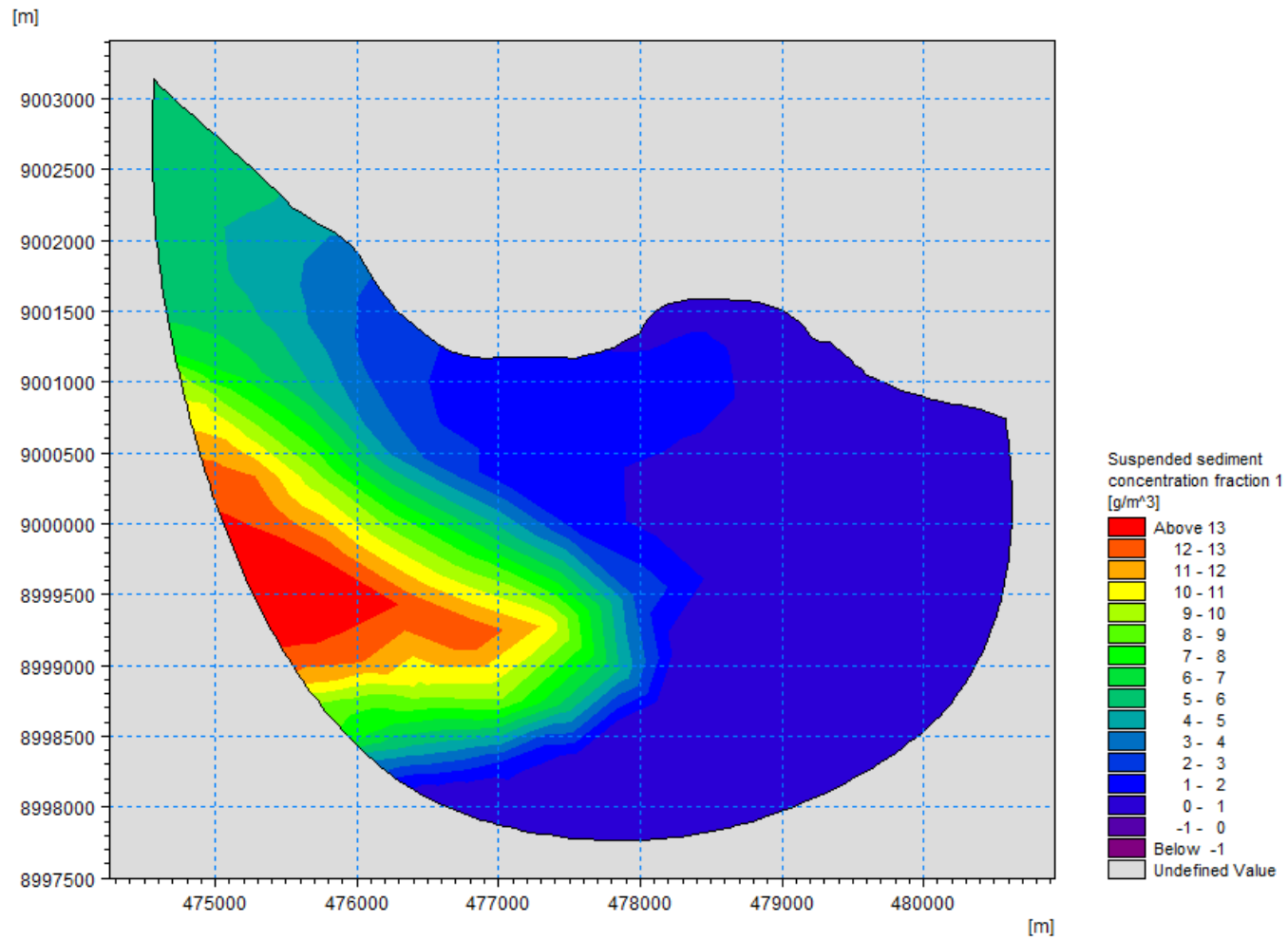
Gambar 67. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 64800$ s)



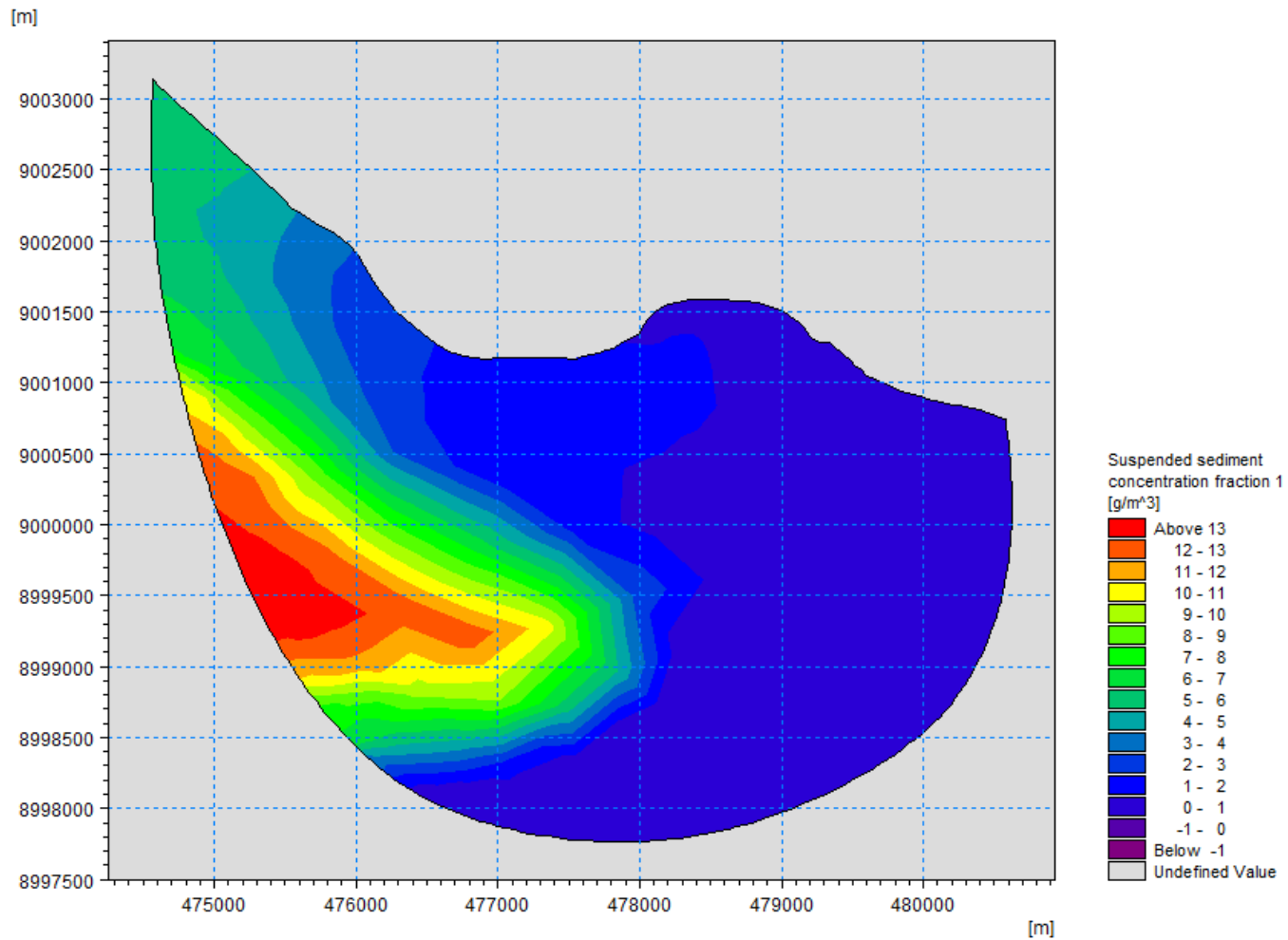
Gambar 68. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 68400 s)



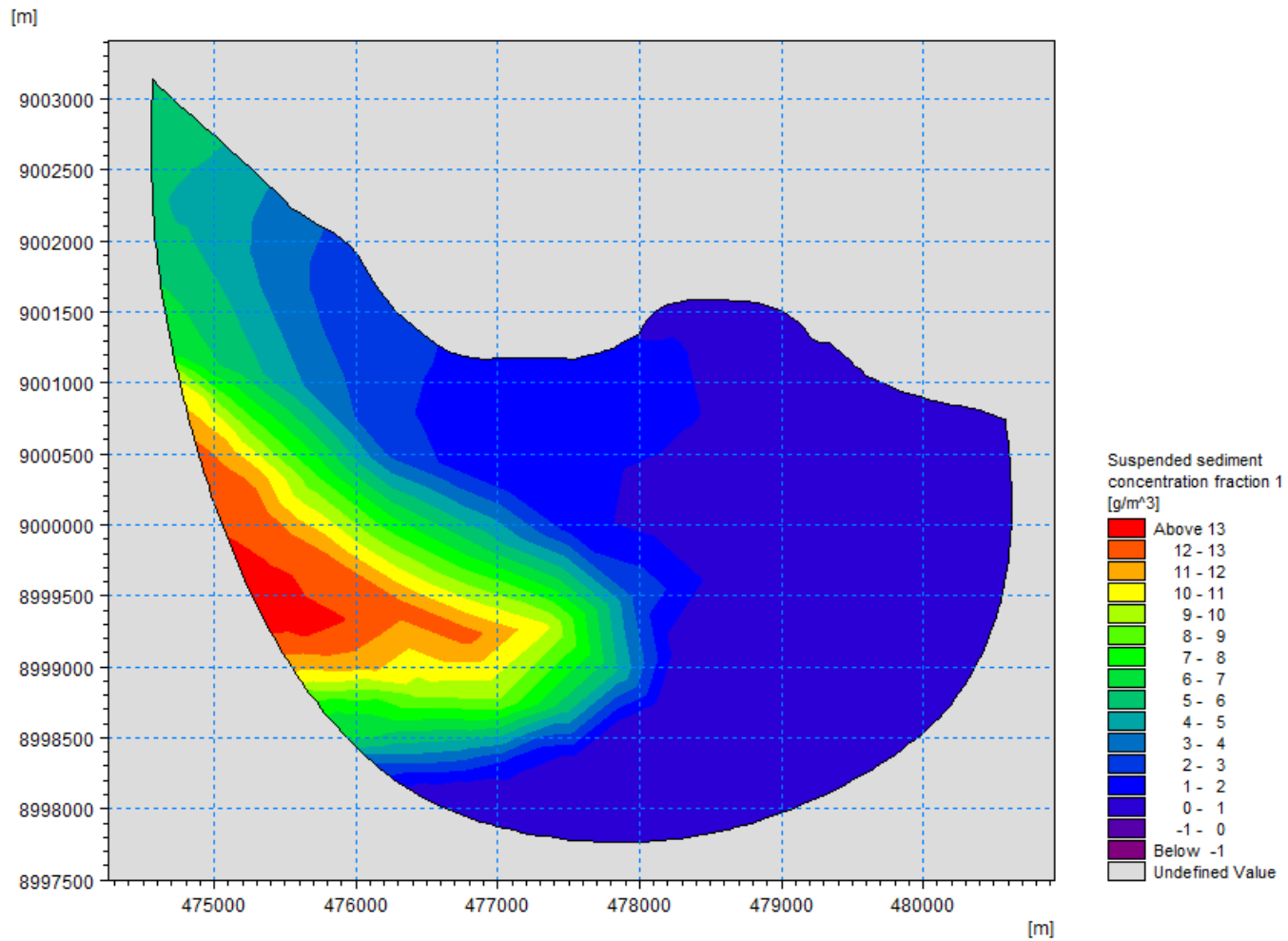
Gambar 69. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 72000$ s)



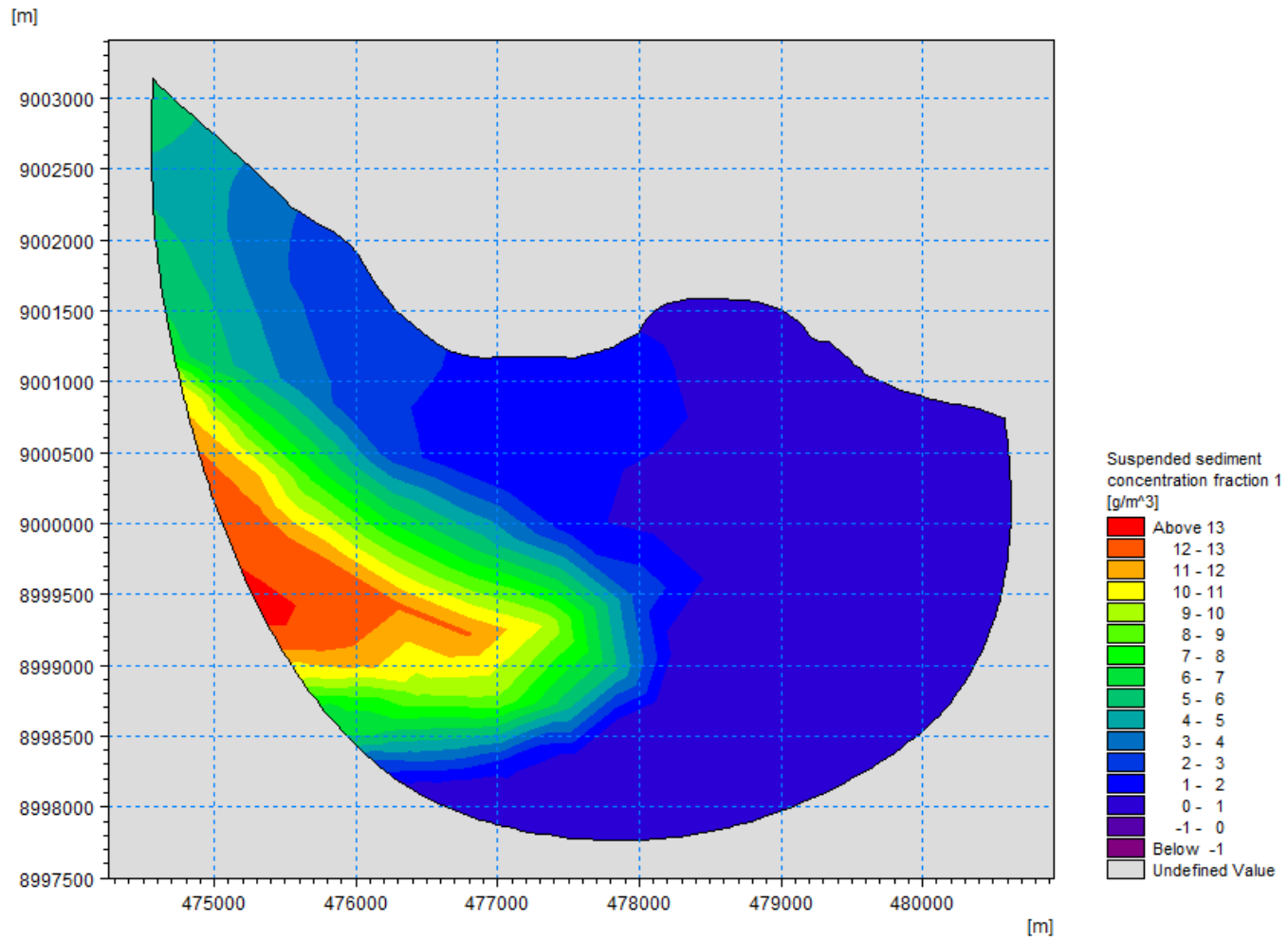
Gambar 70. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 75600$ s)



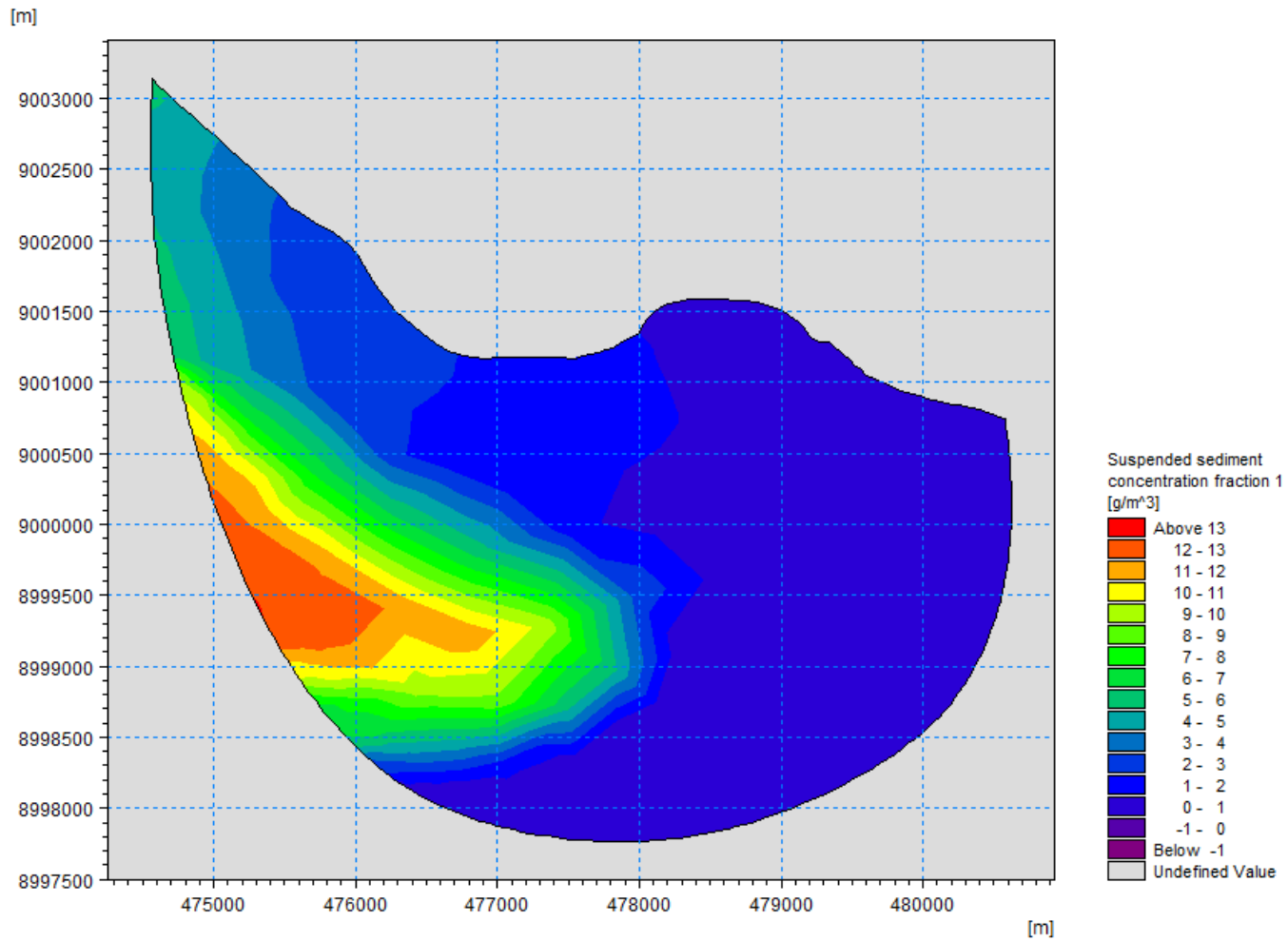
Gambar 71. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 79200$ s)



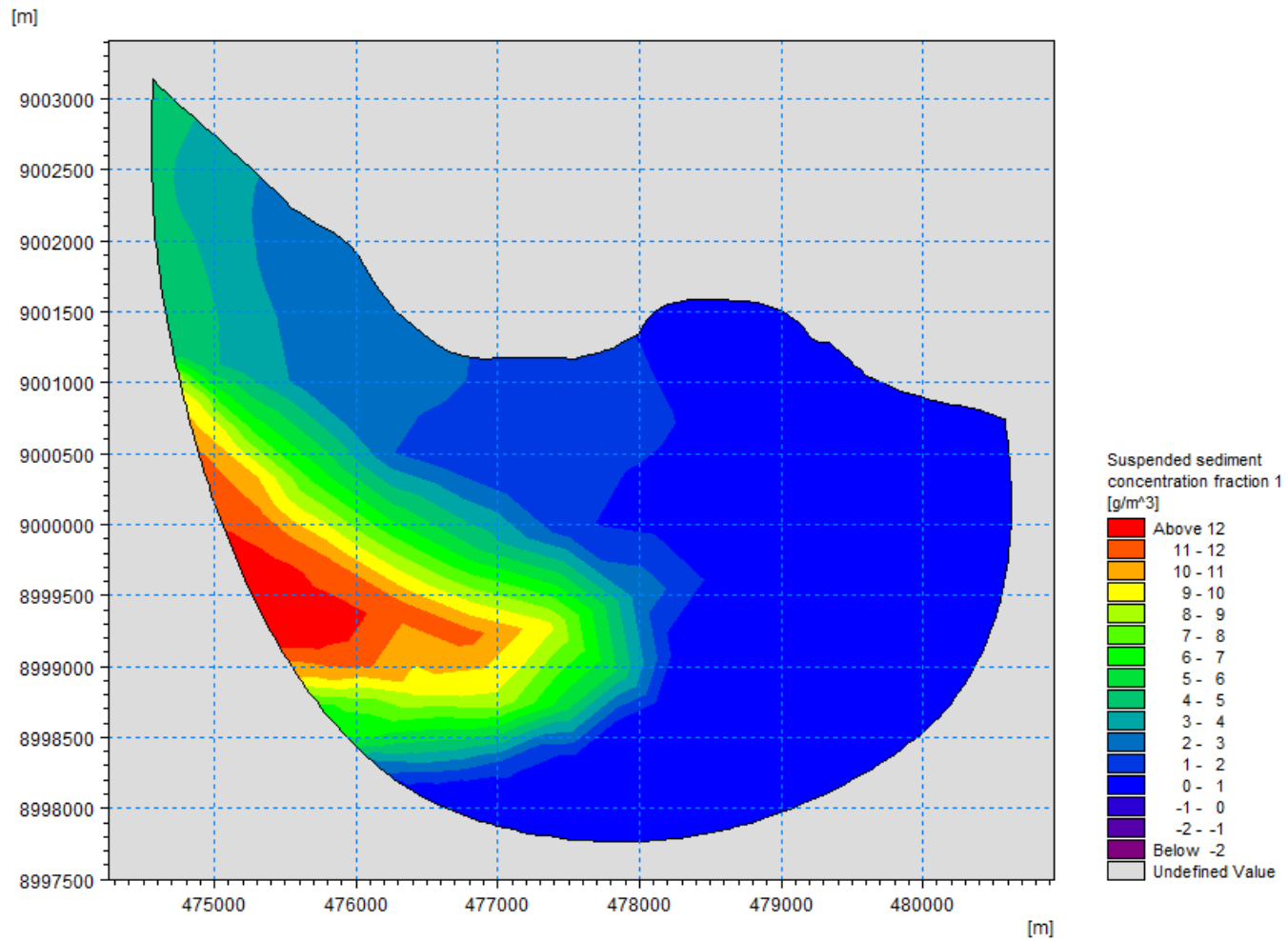
Gambar 72. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 82800$ s)



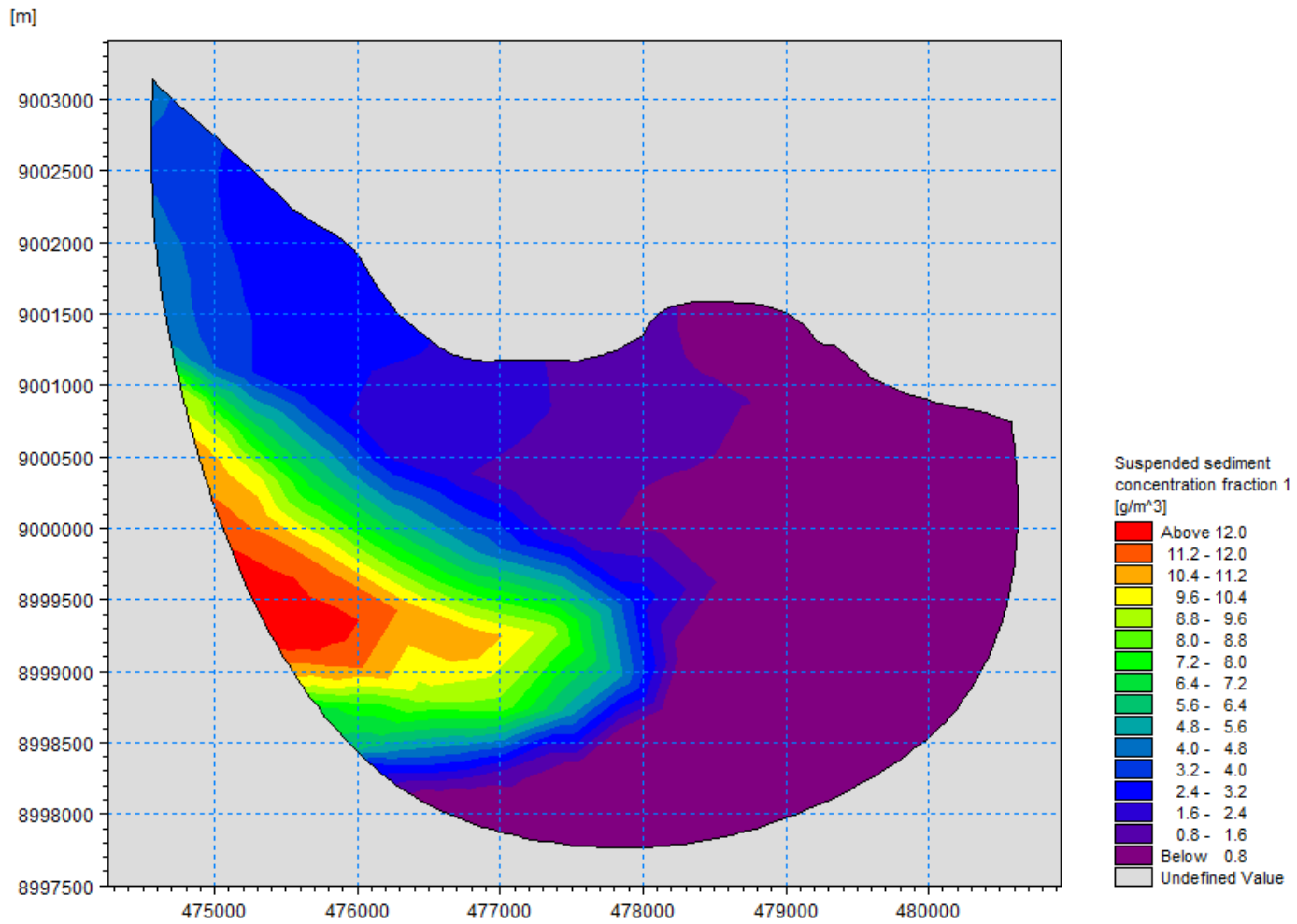
Gambar 73. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 86400$ s)



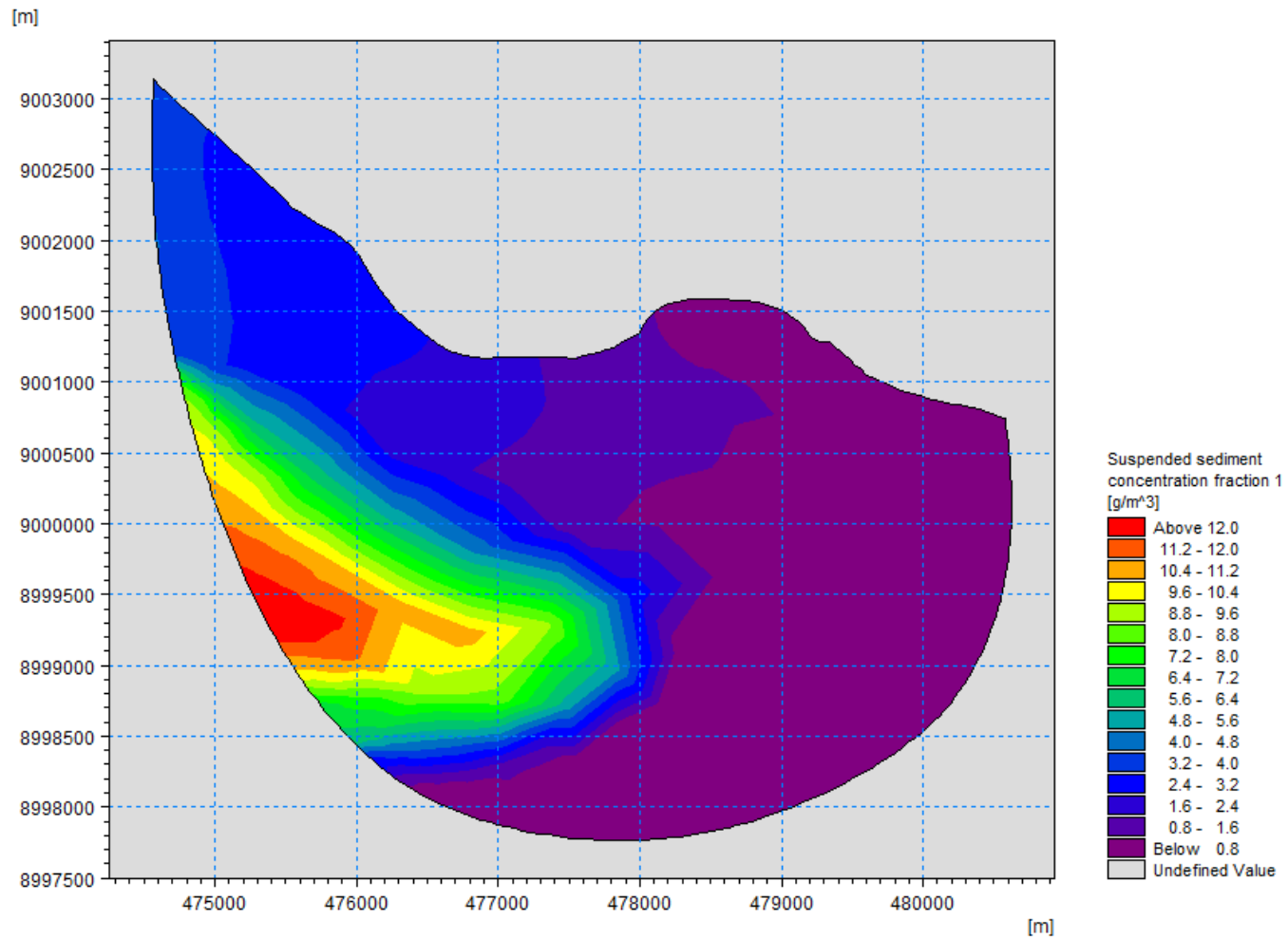
Gambar 74. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 90000 s)



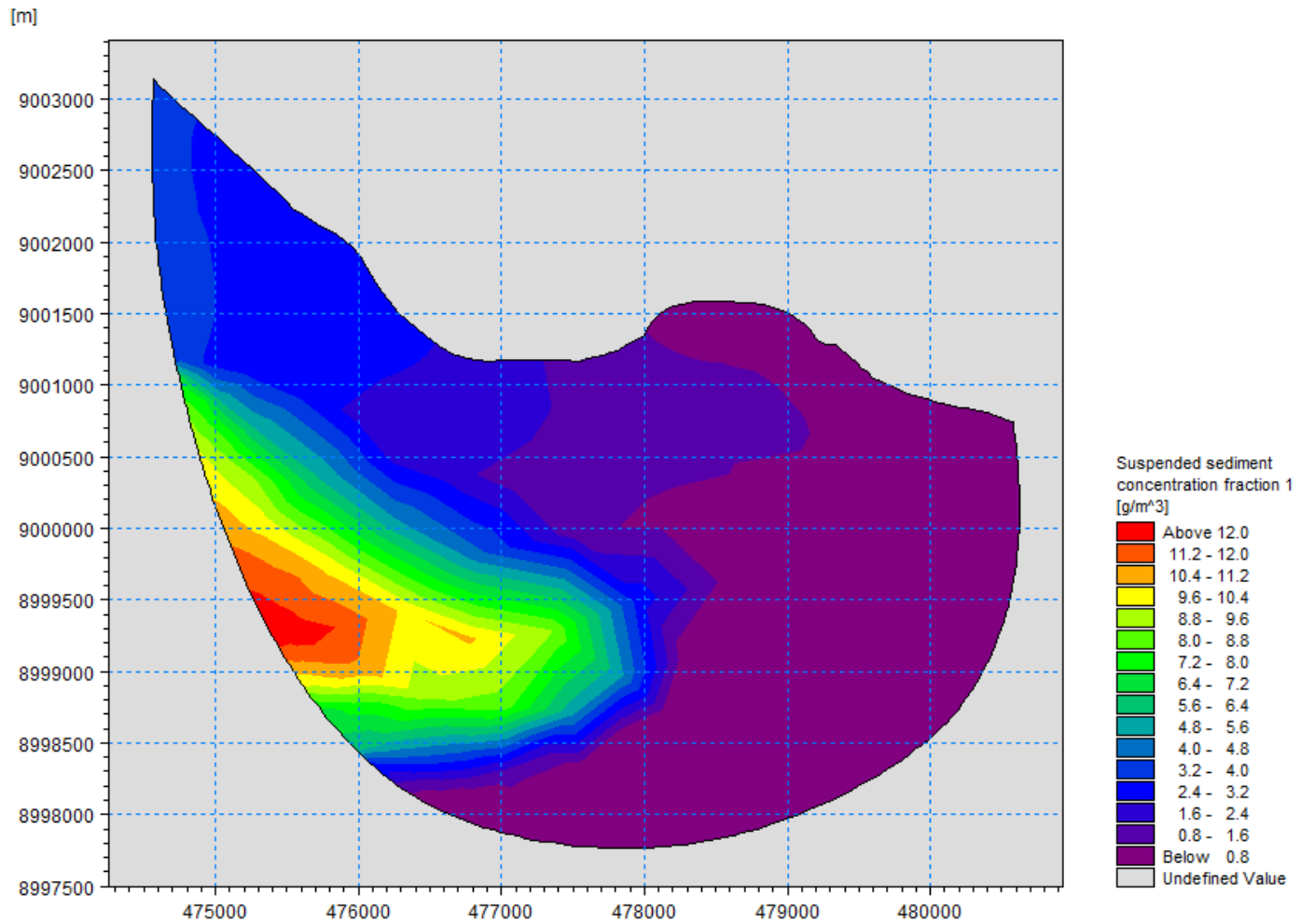
Gambar 75. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 93600$ s)



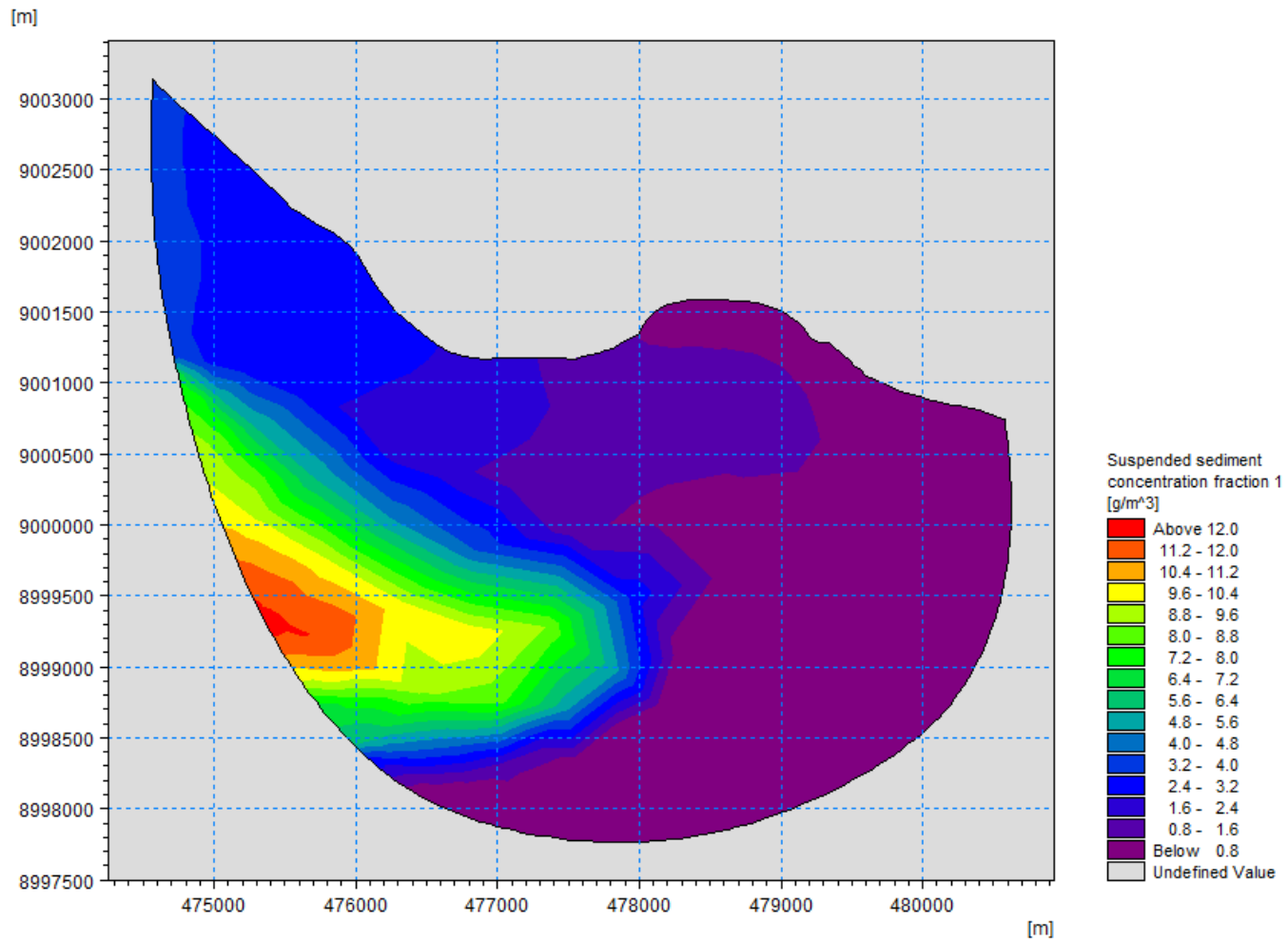
Gambar 76. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 97200$ s)



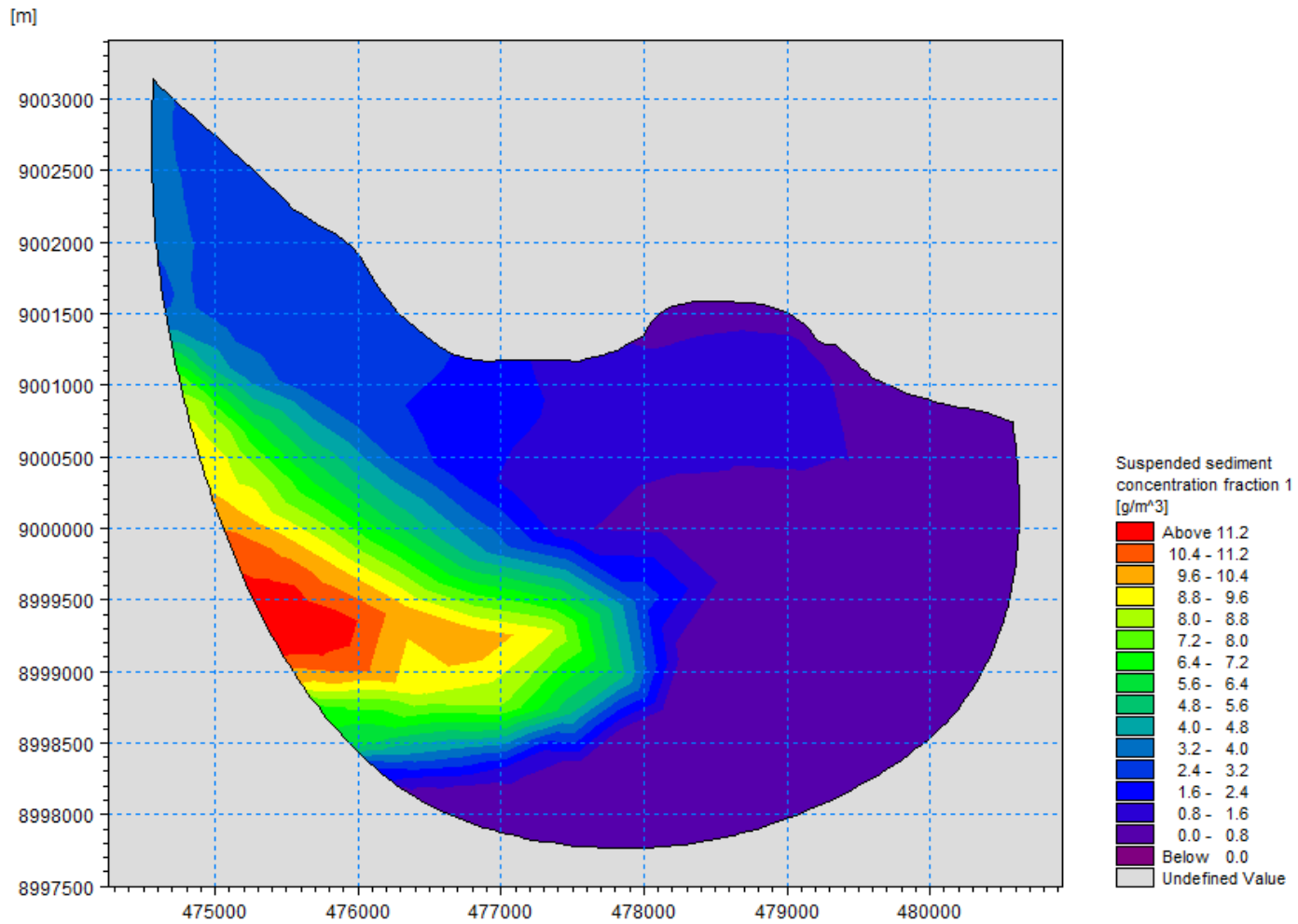
Gambar 77. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 100800$ s)



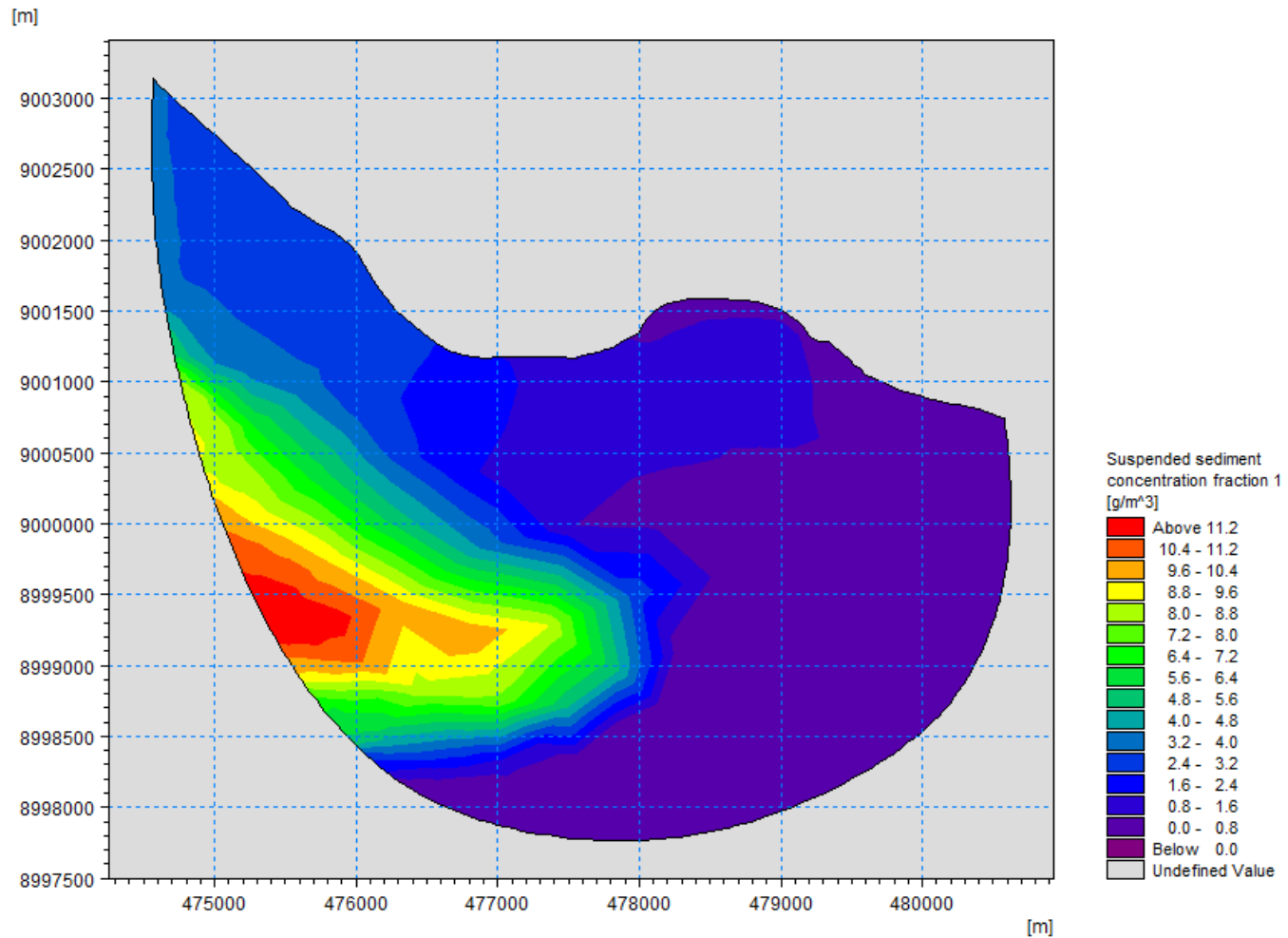
Gambar 78. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 104400 s)



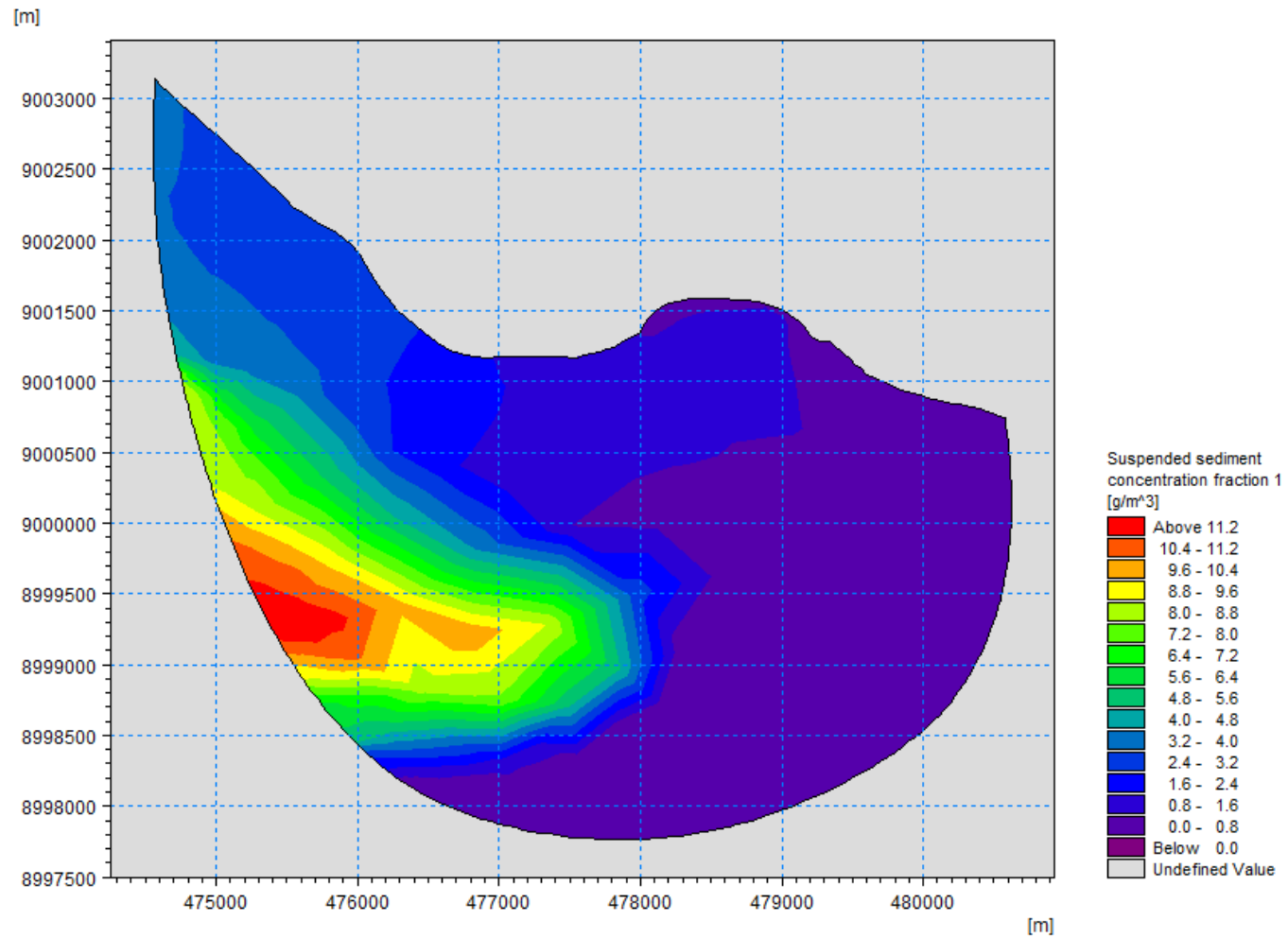
Gambar 79. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 108000$ s)



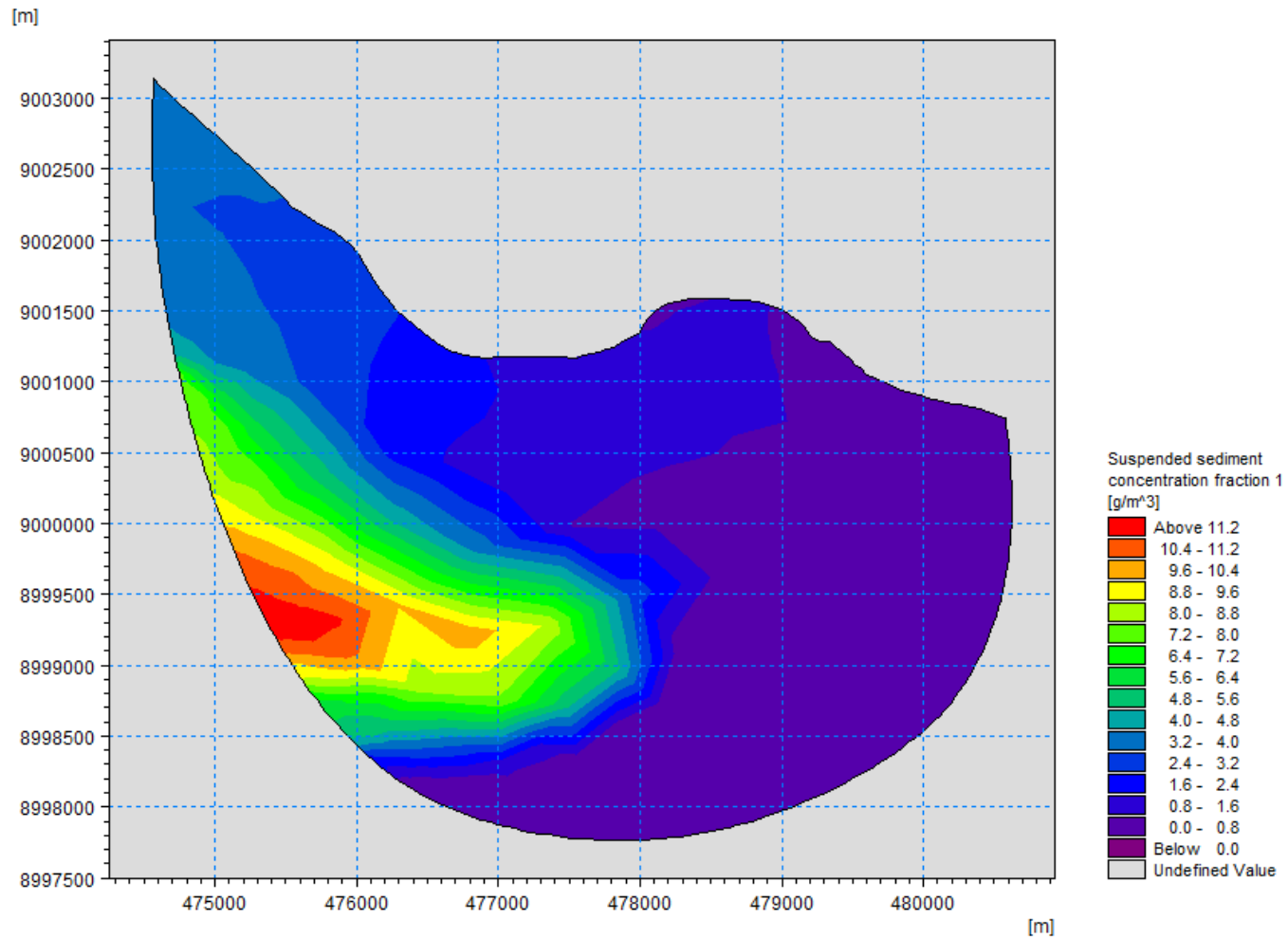
Gambar 80. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 111600 s)



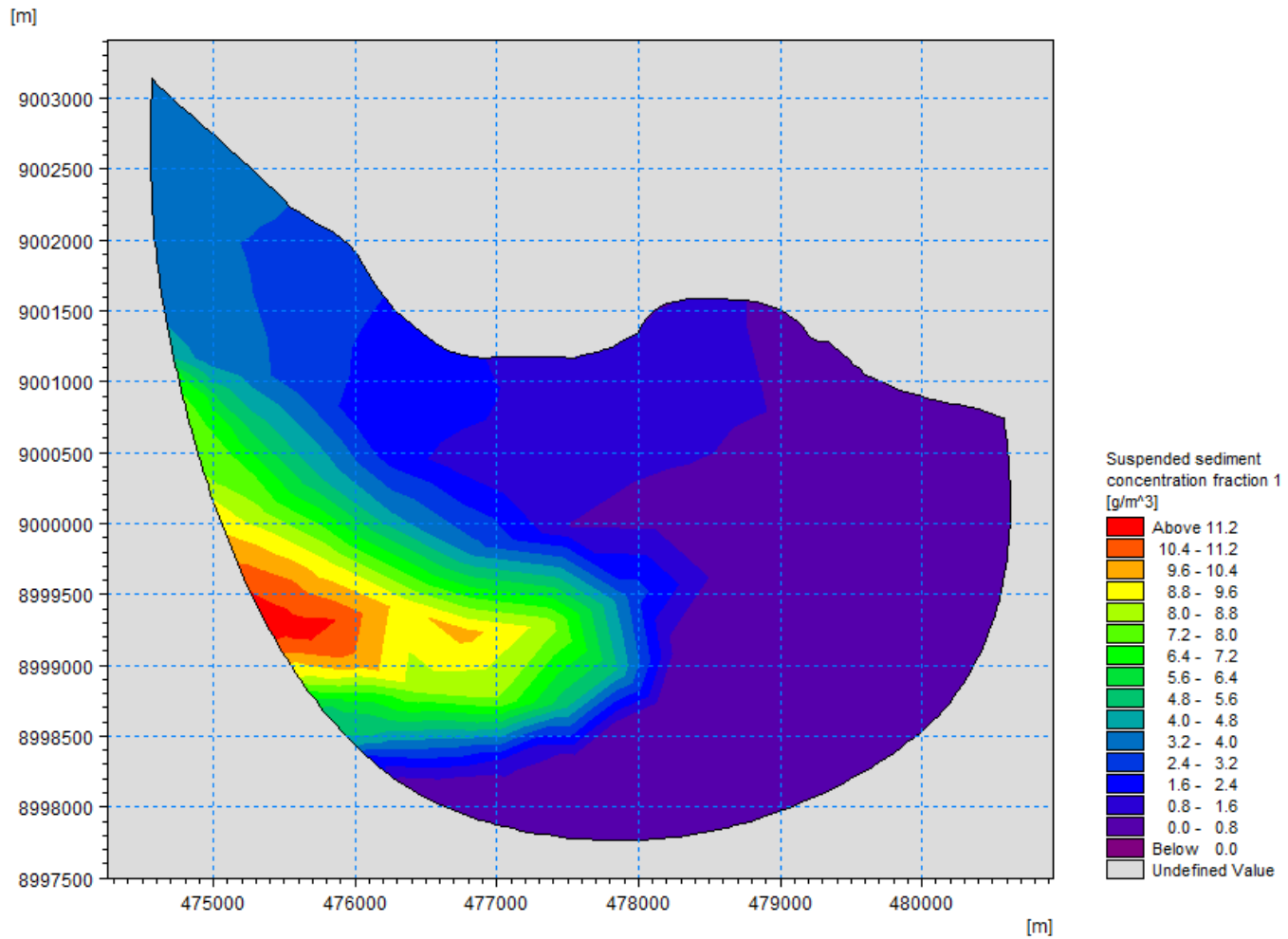
Gambar 81. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 115200$ s)



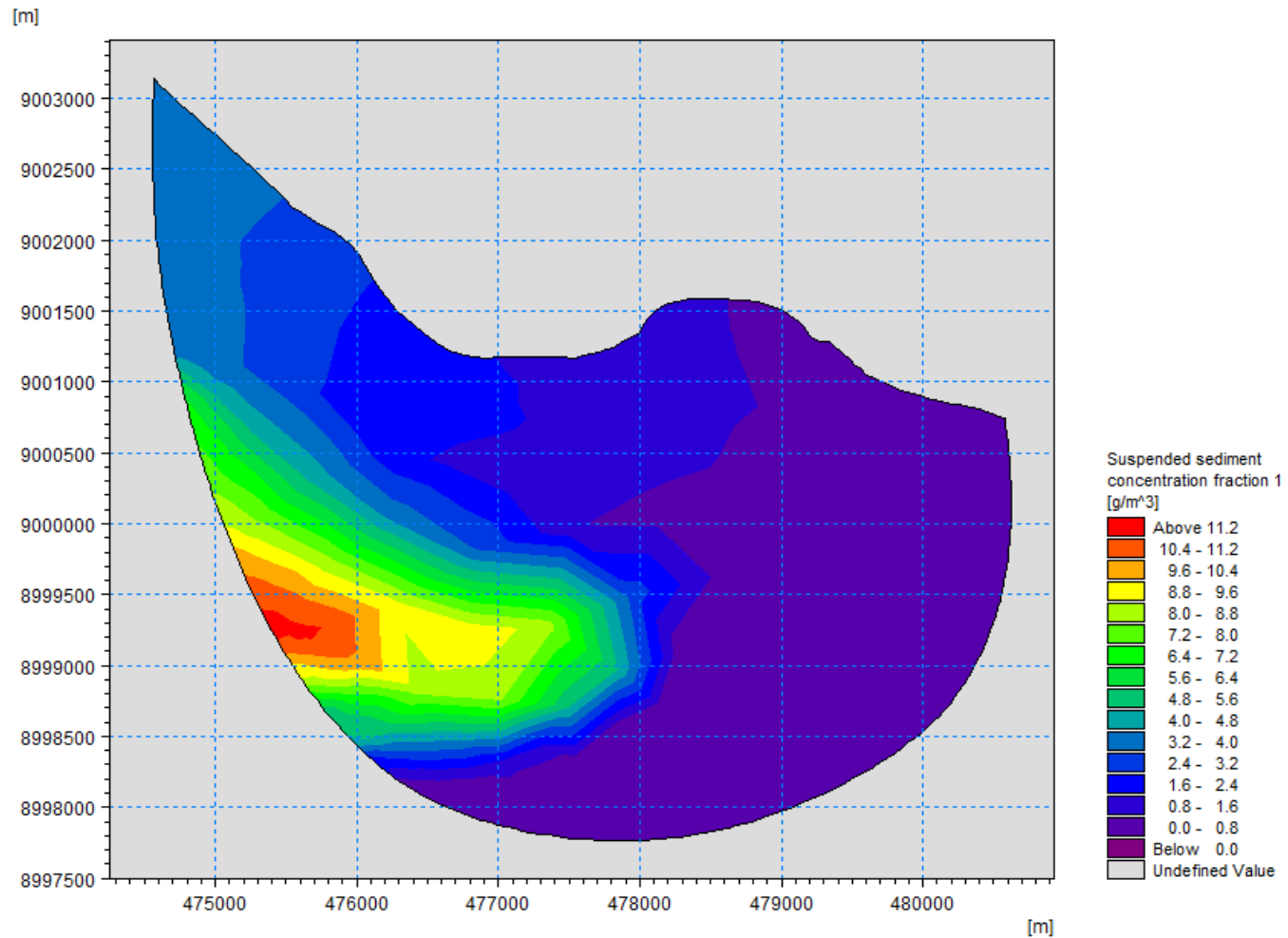
Gambar 82. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 118800 s)



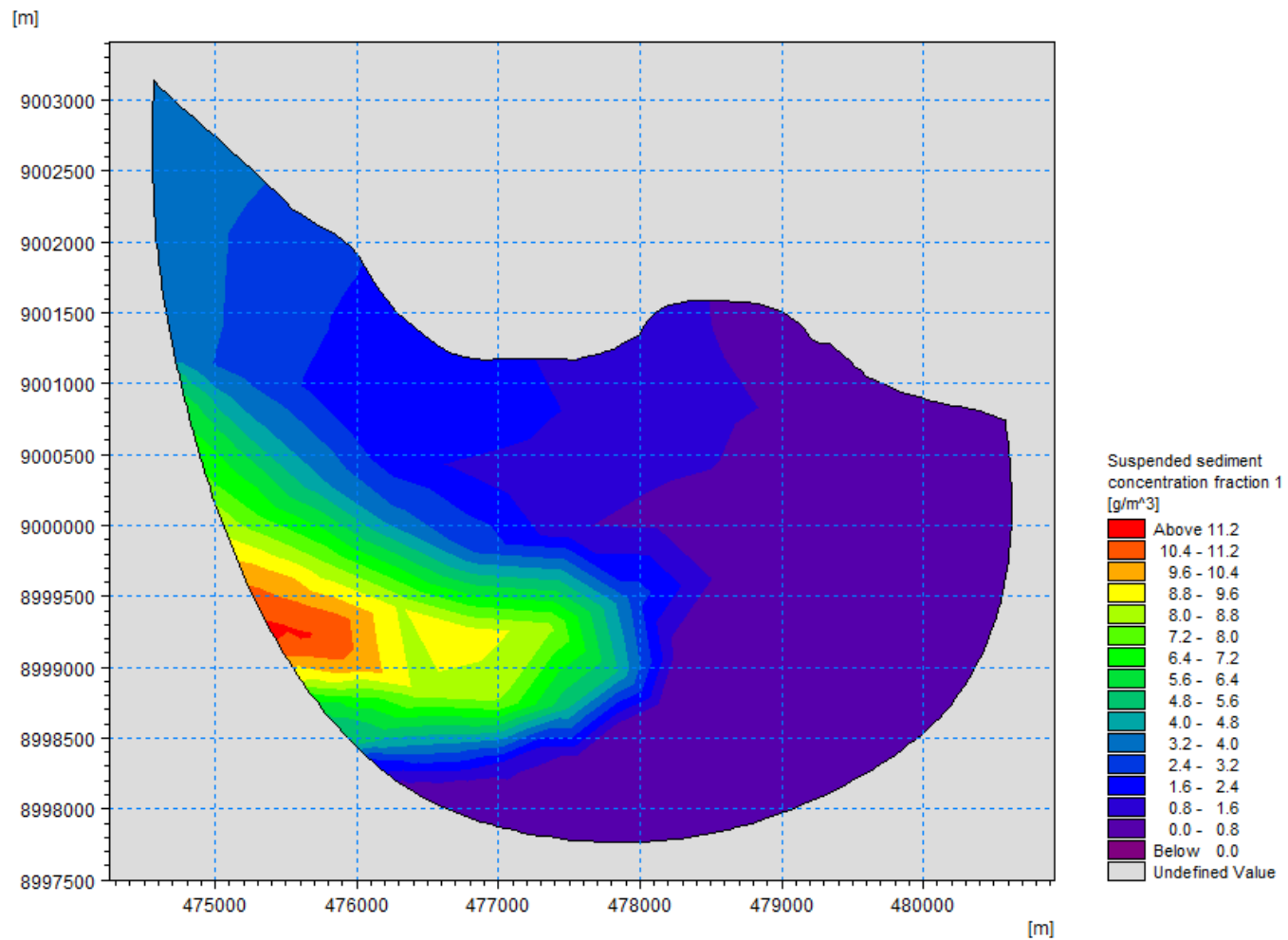
Gambar 83. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 122400$ s)



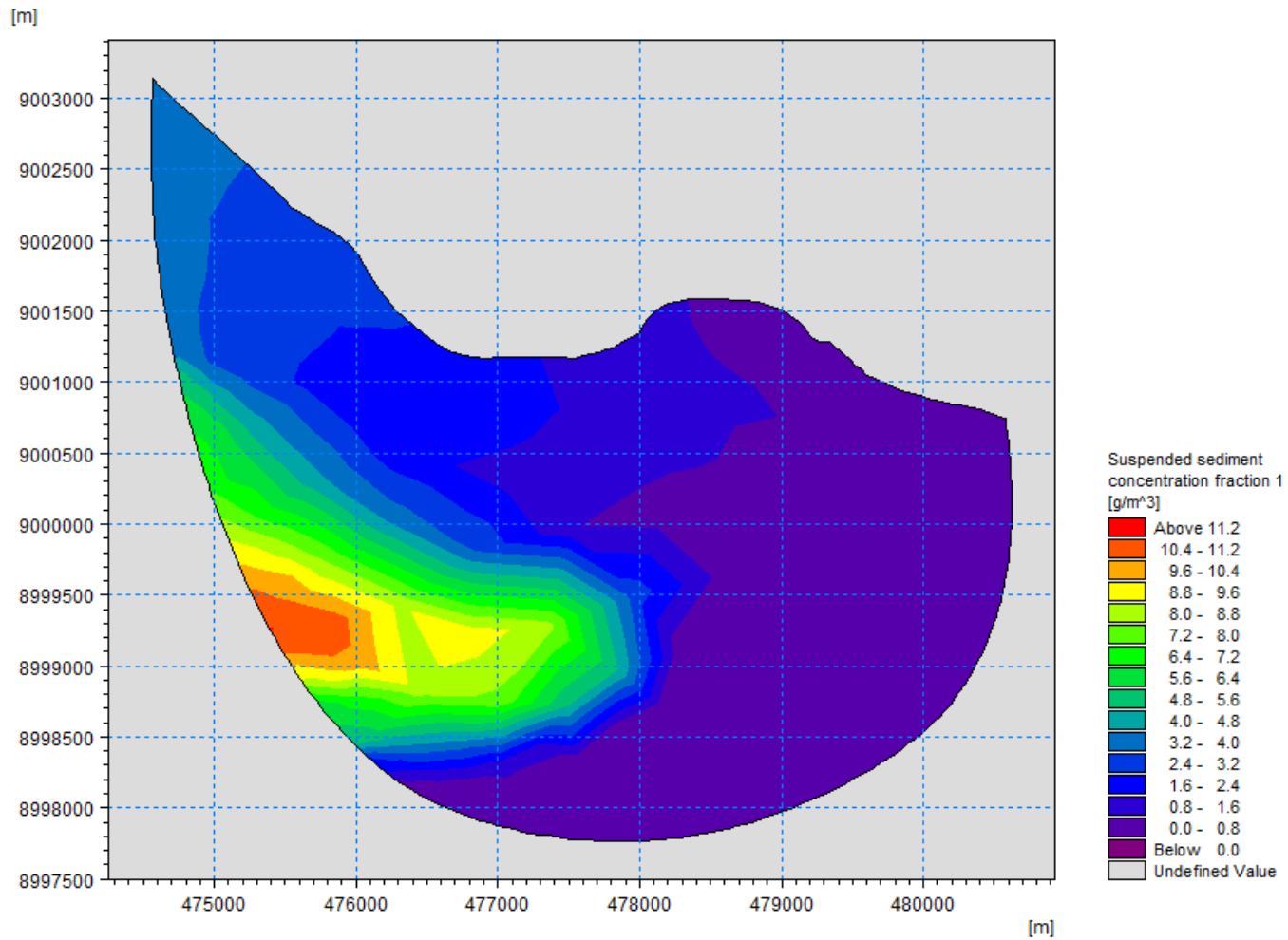
Gambar 84. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 126000 s)



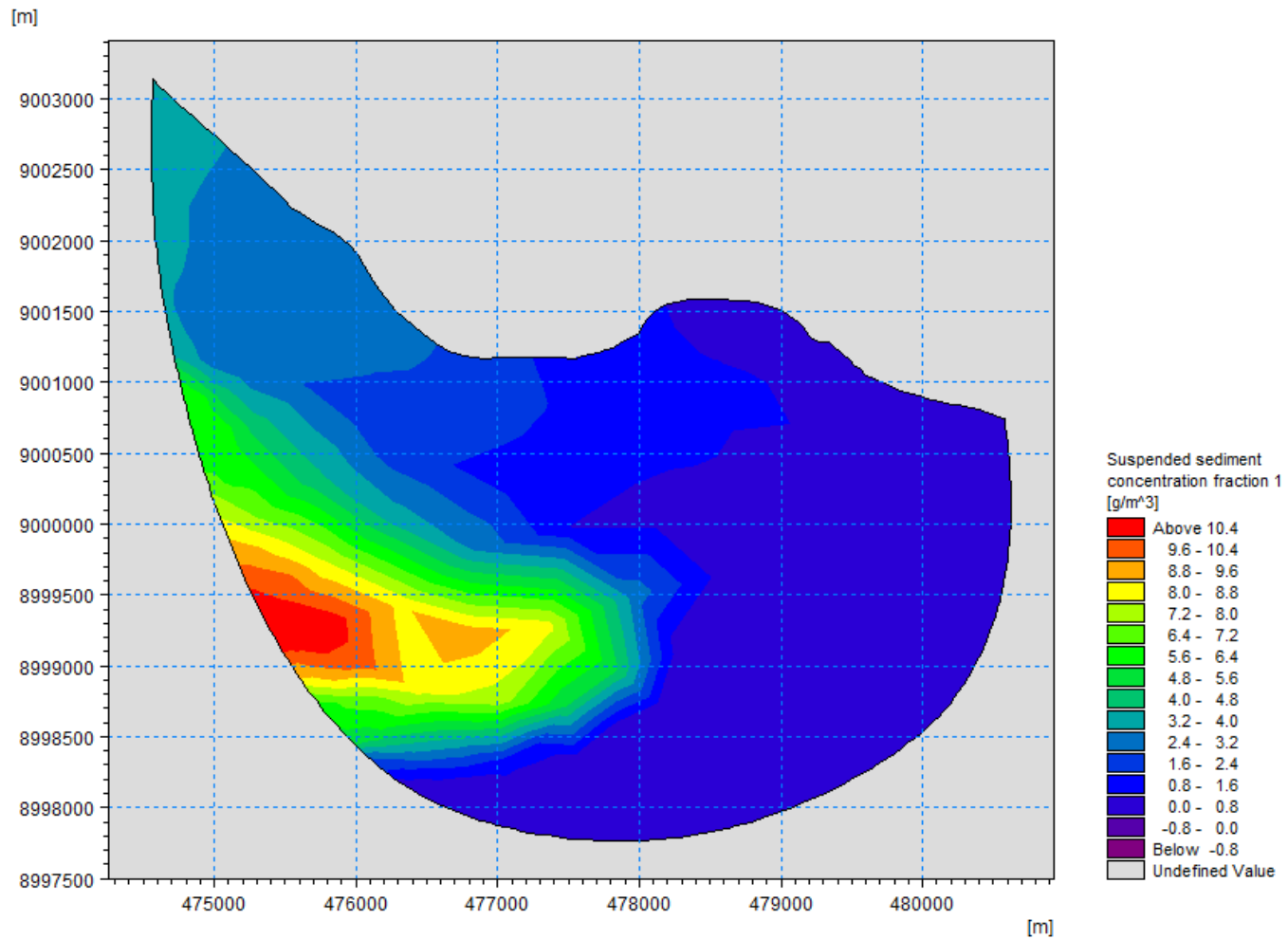
Gambar 85. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 129600$ s)



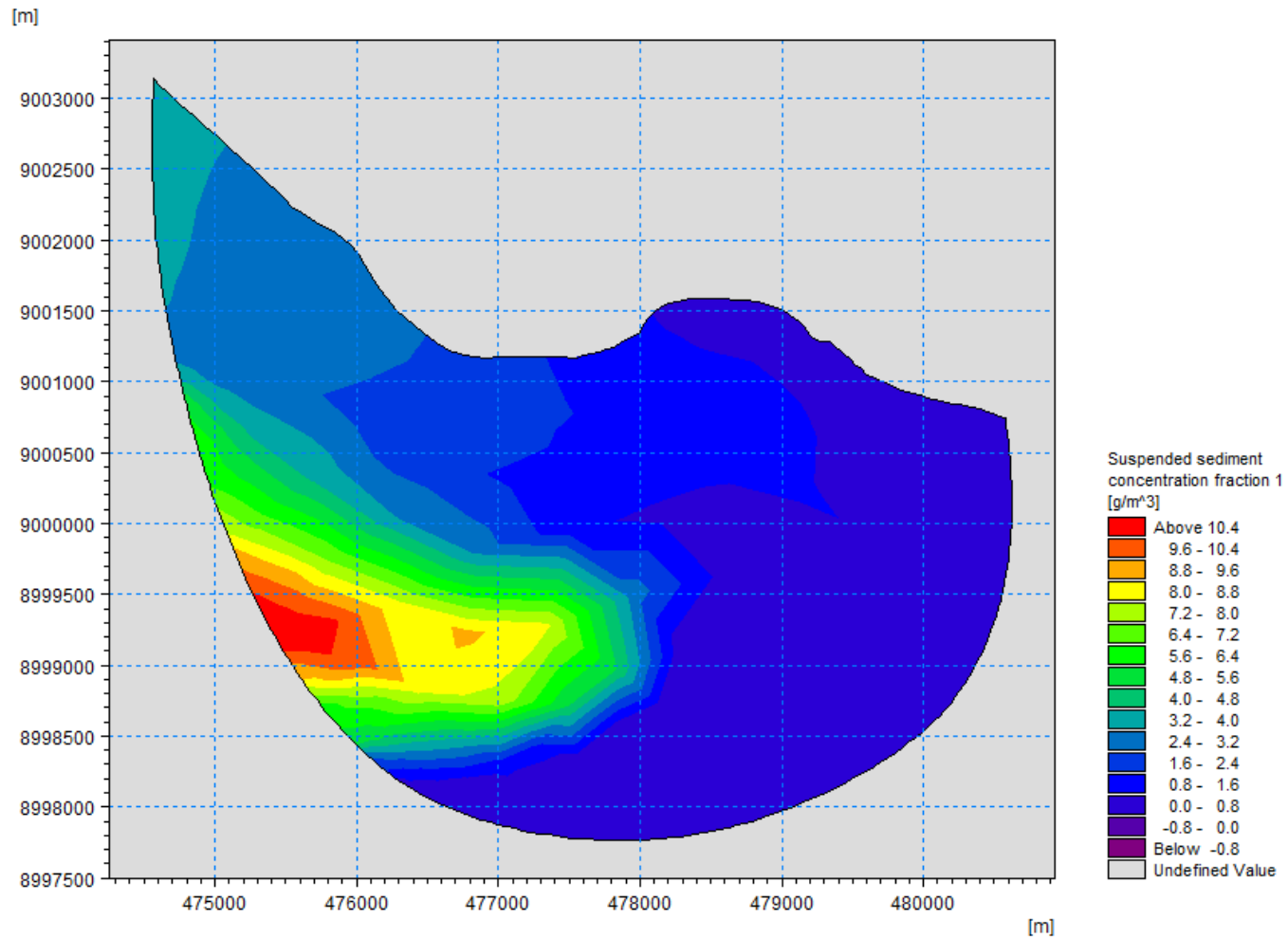
Gambar 86. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 133200$ s)



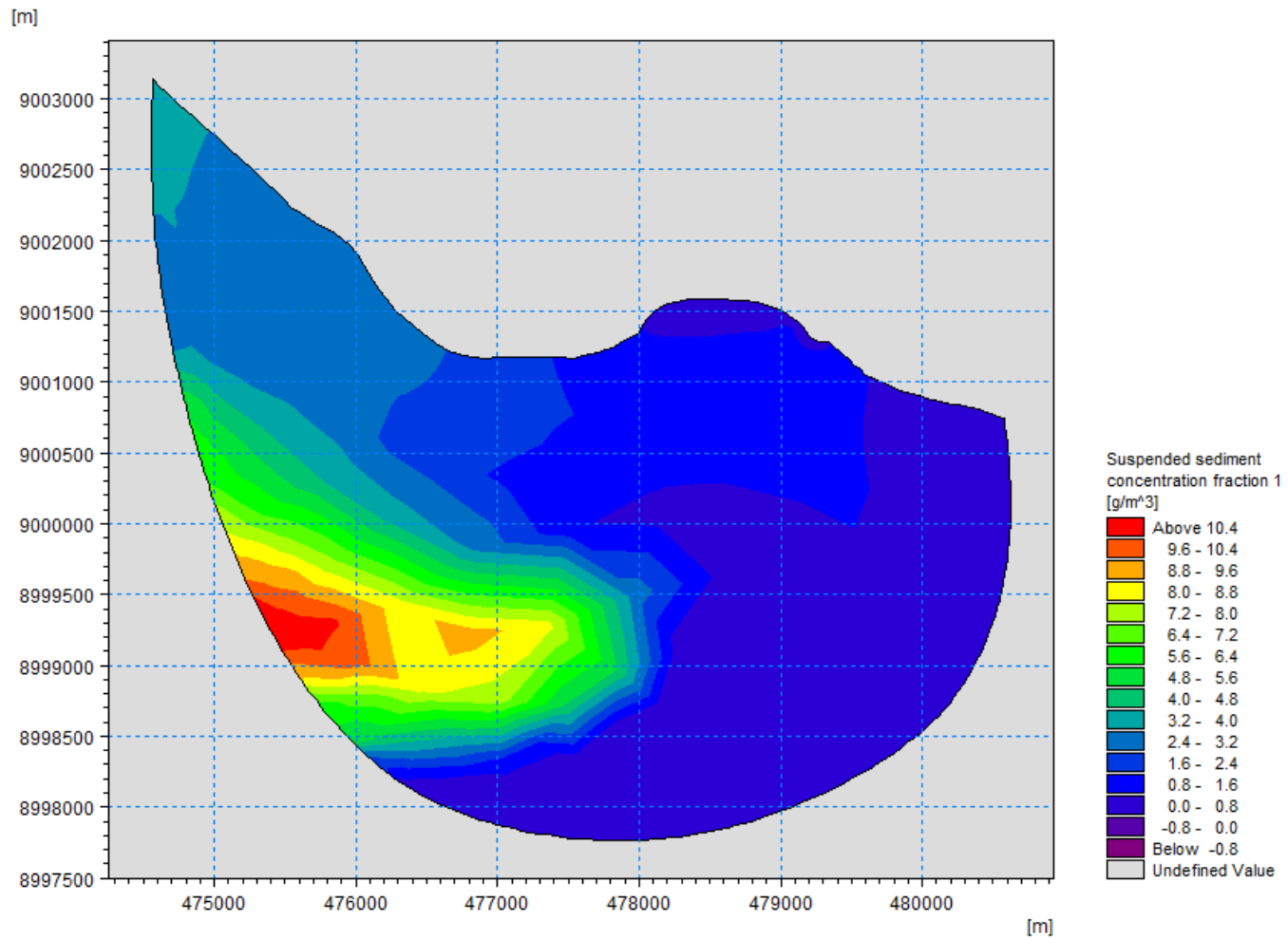
Gambar 87. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 136800 s)



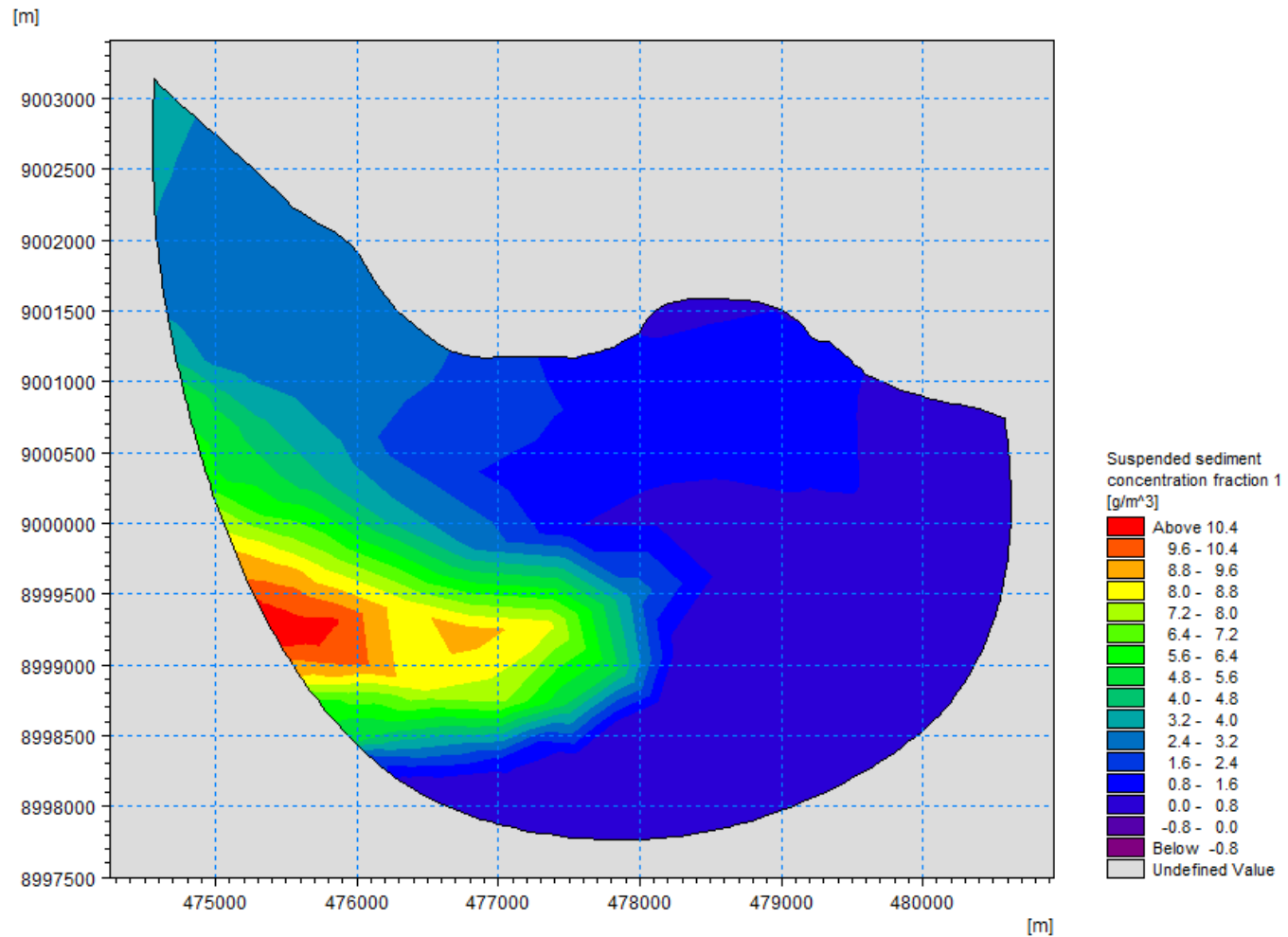
Gambar 88. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 140400 s)



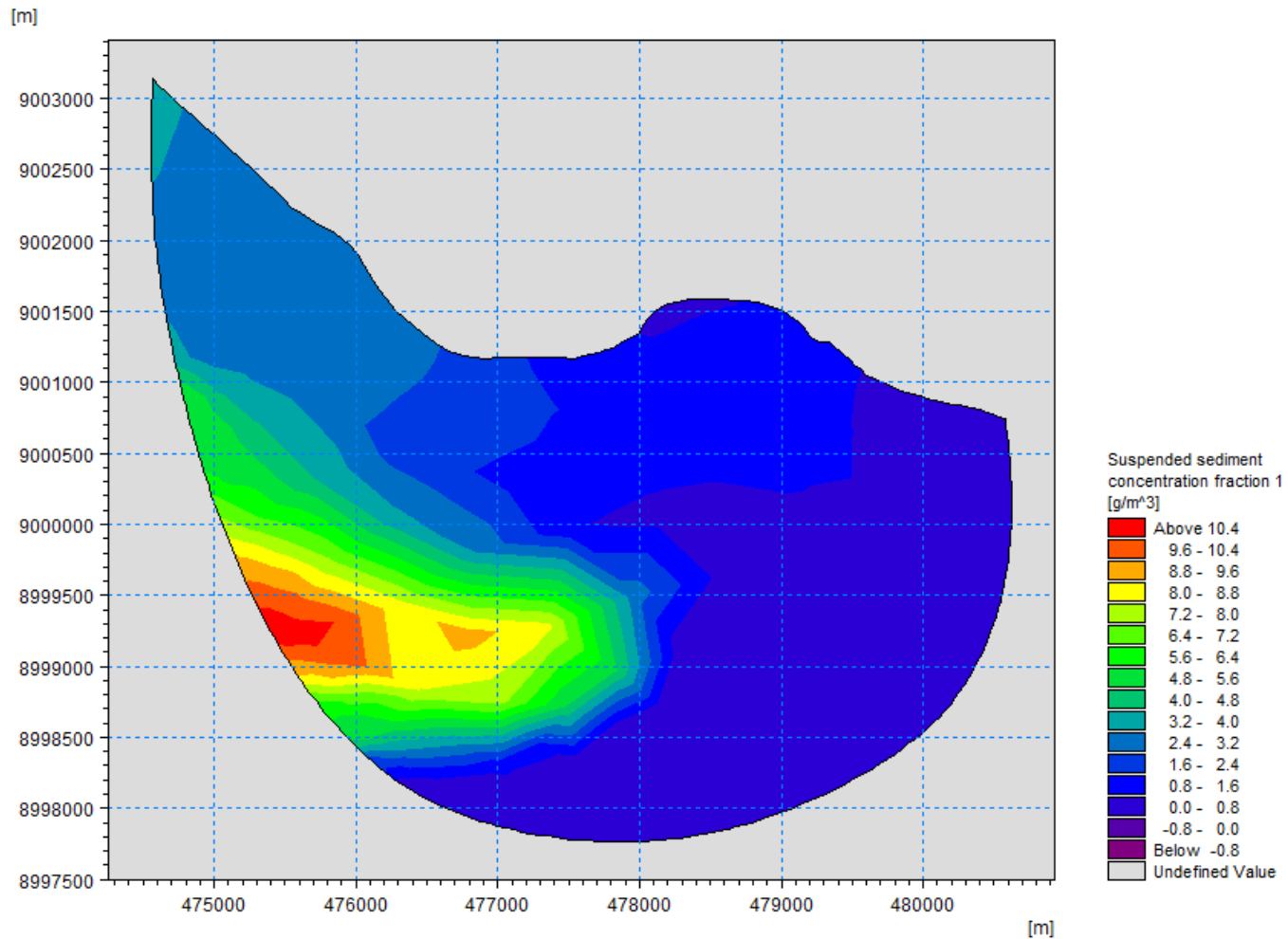
Gambar 89. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 144000$ s)



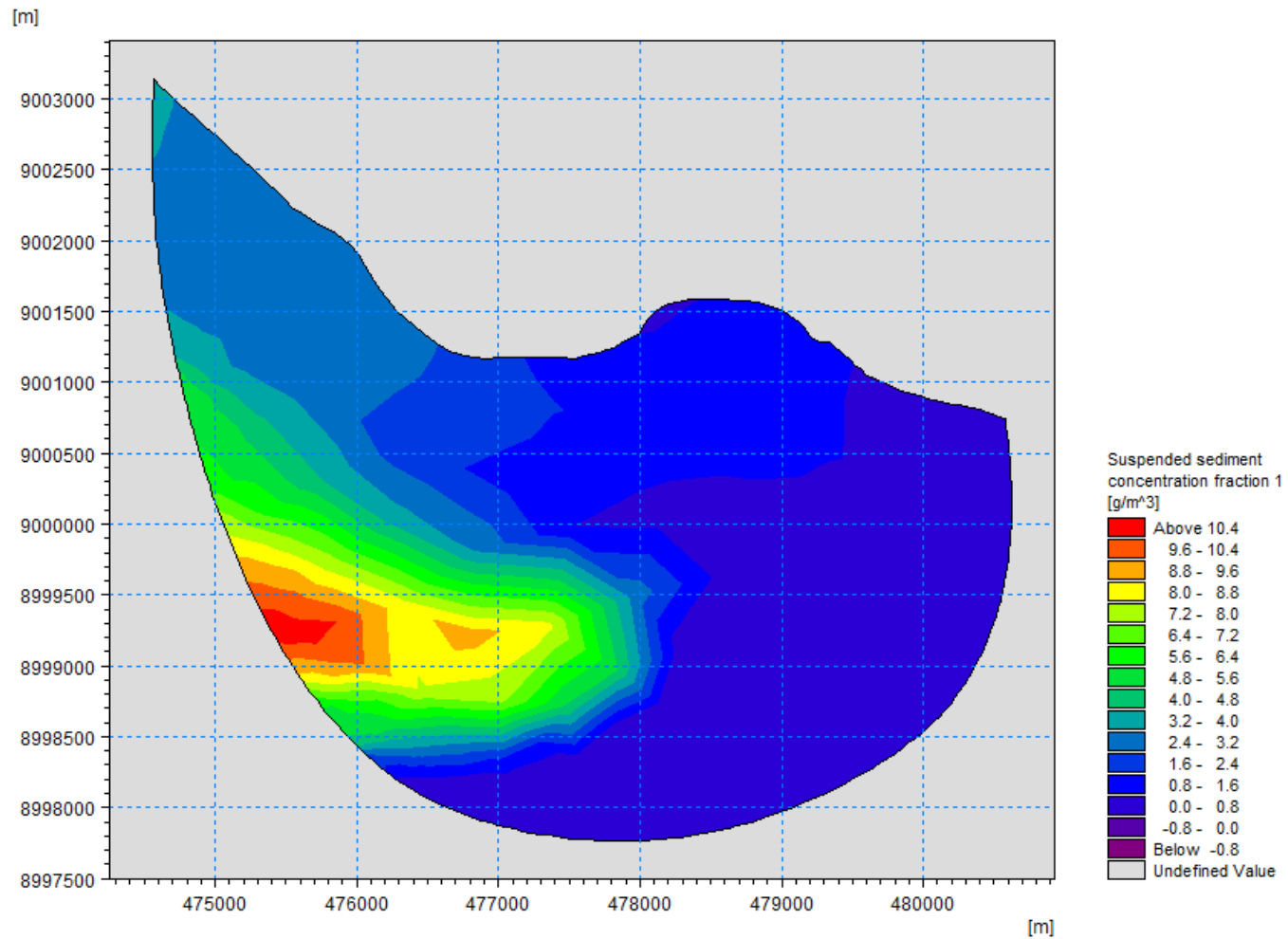
Gambar 90. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 147600 s)



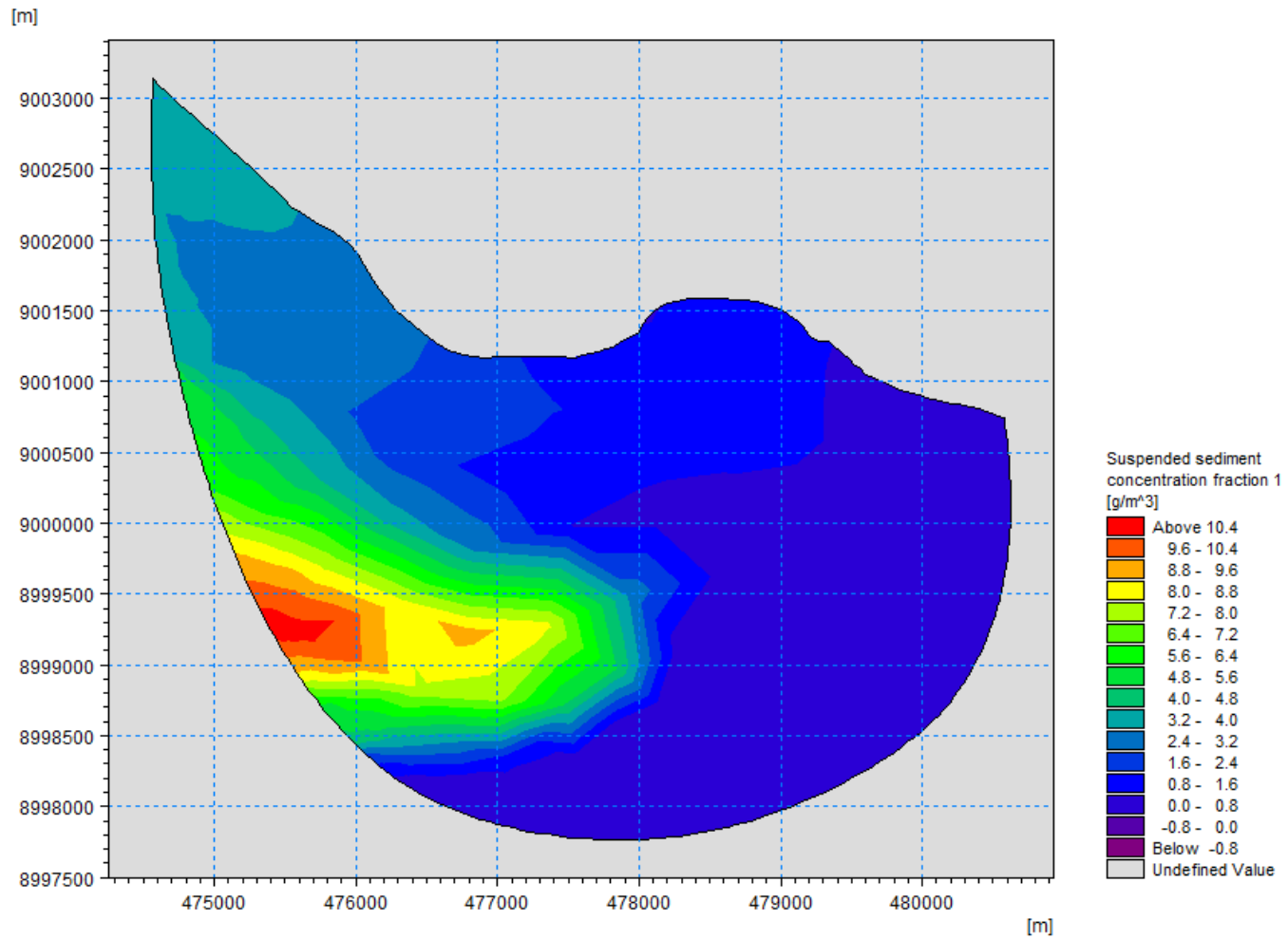
Gambar 91. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 151200$ s)



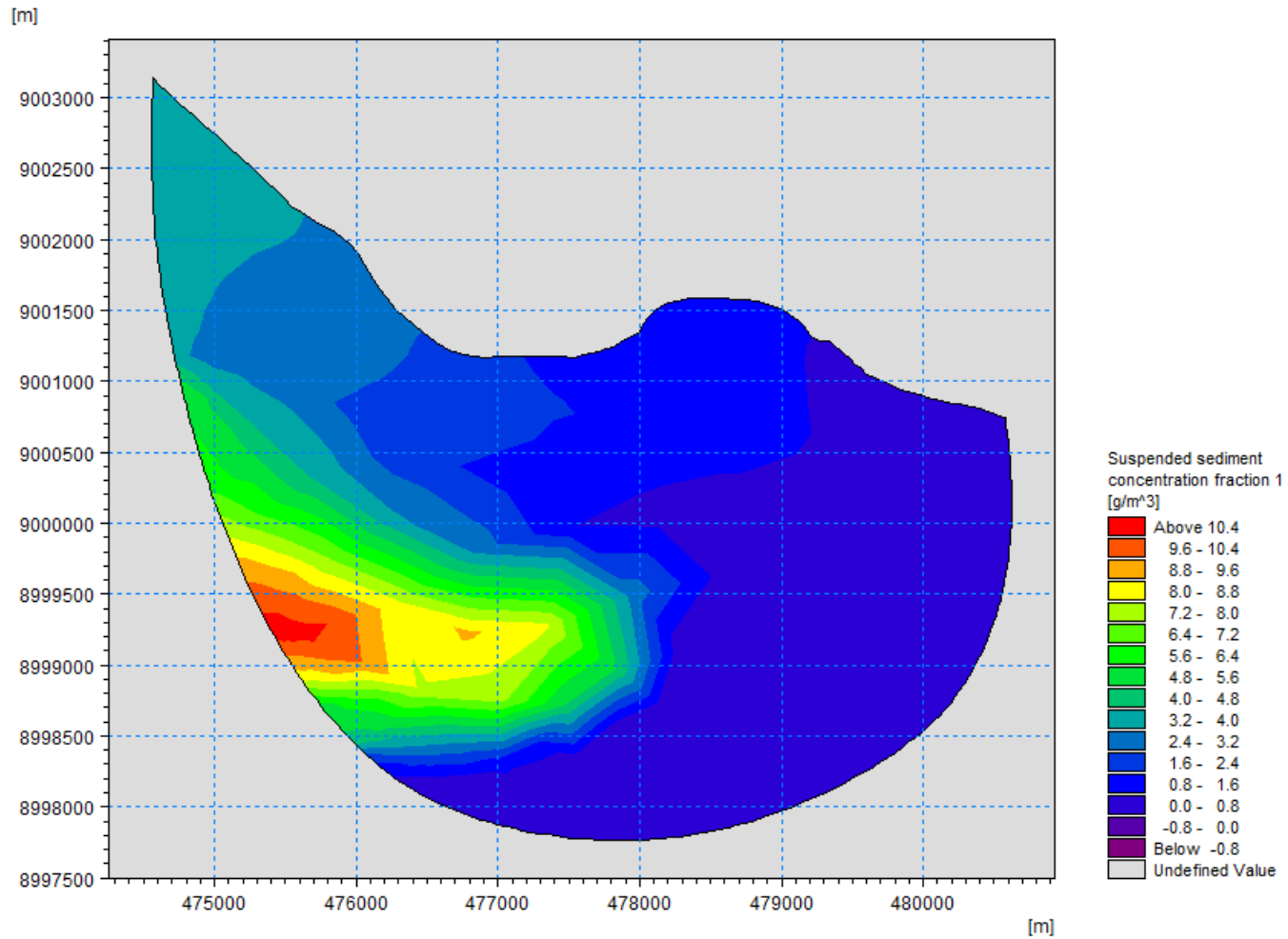
Gambar 92. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 154800$ s)



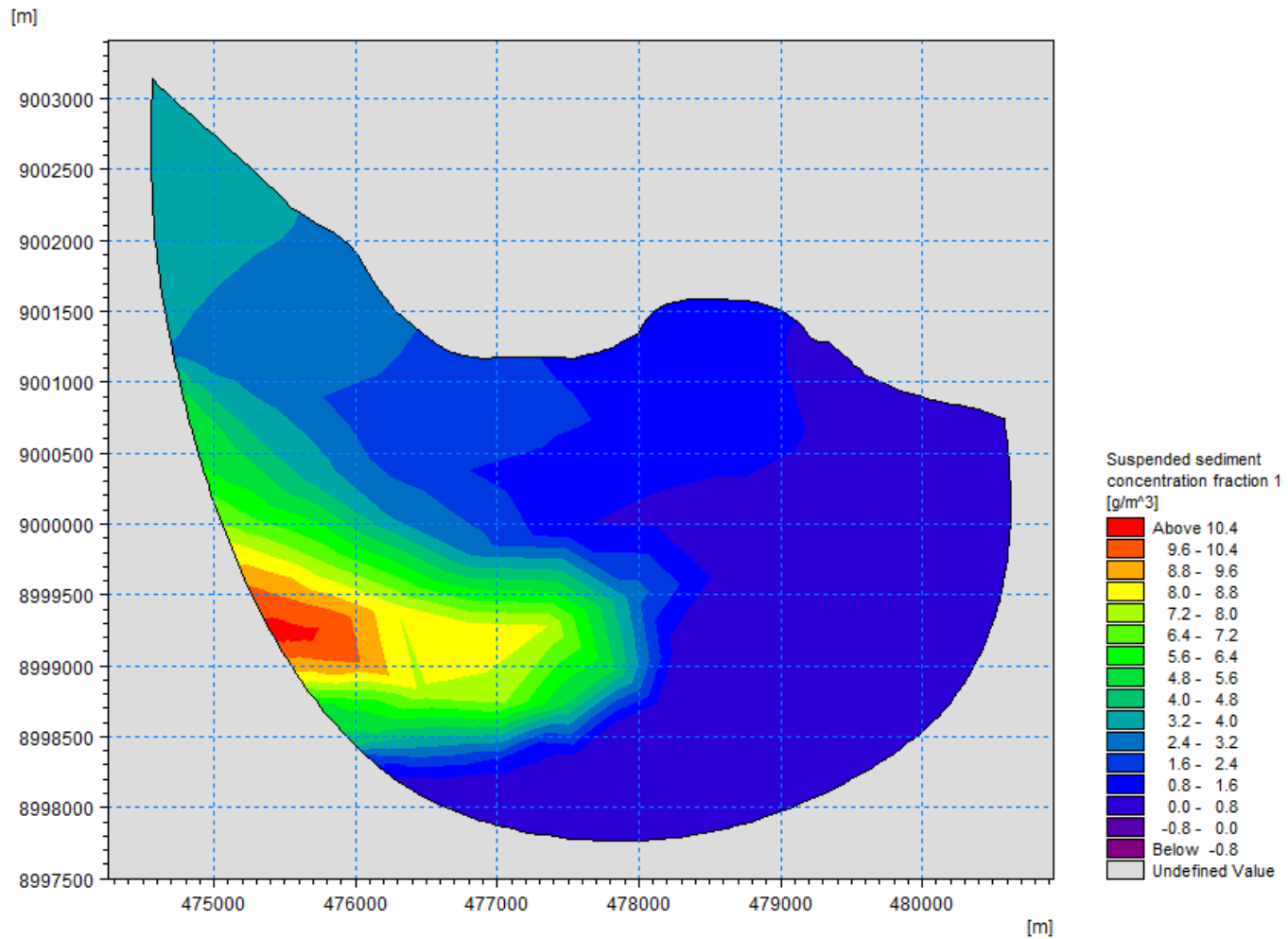
Gambar 93. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 158400$ s)



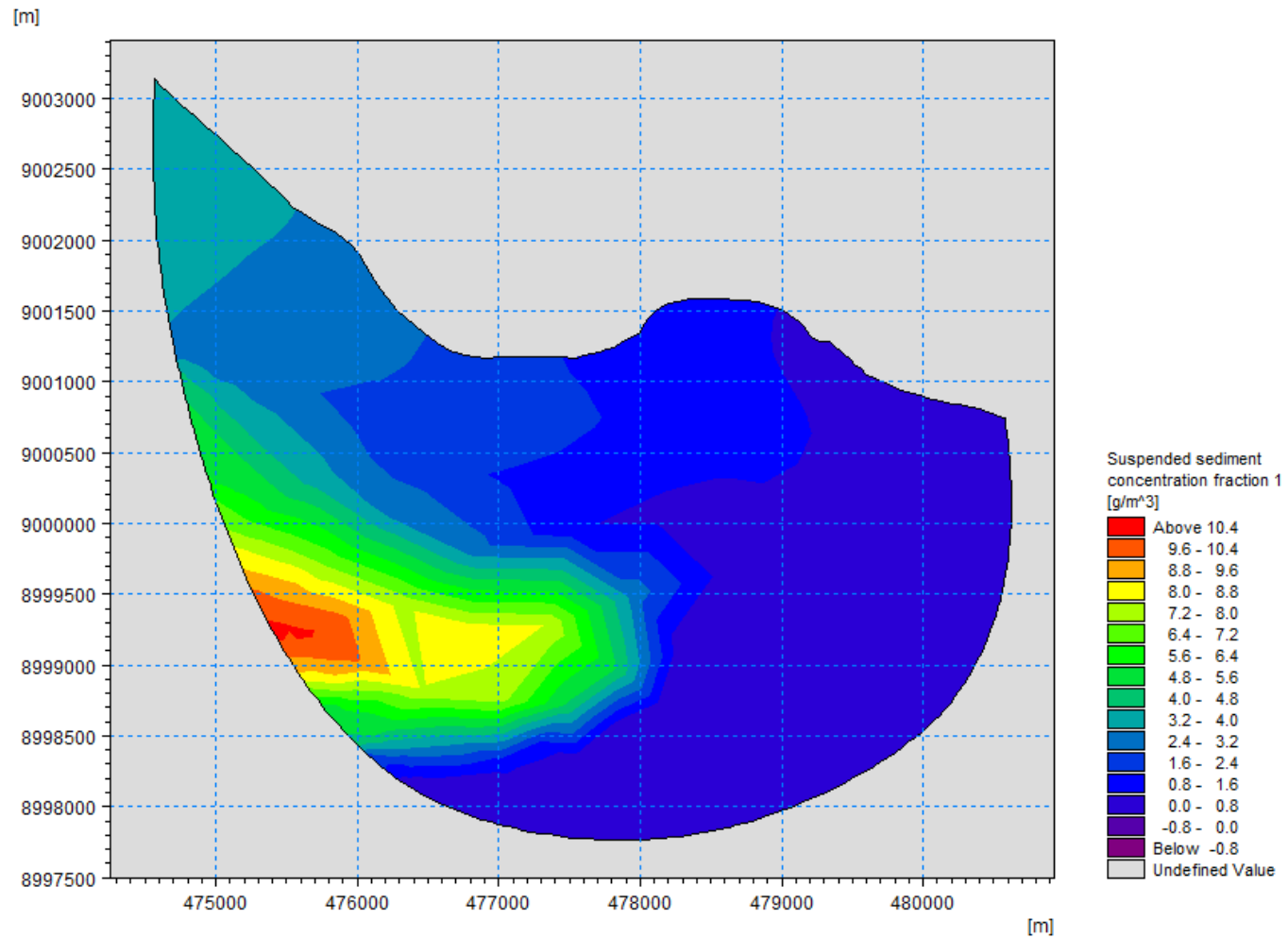
Gambar 94. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 162000 s)



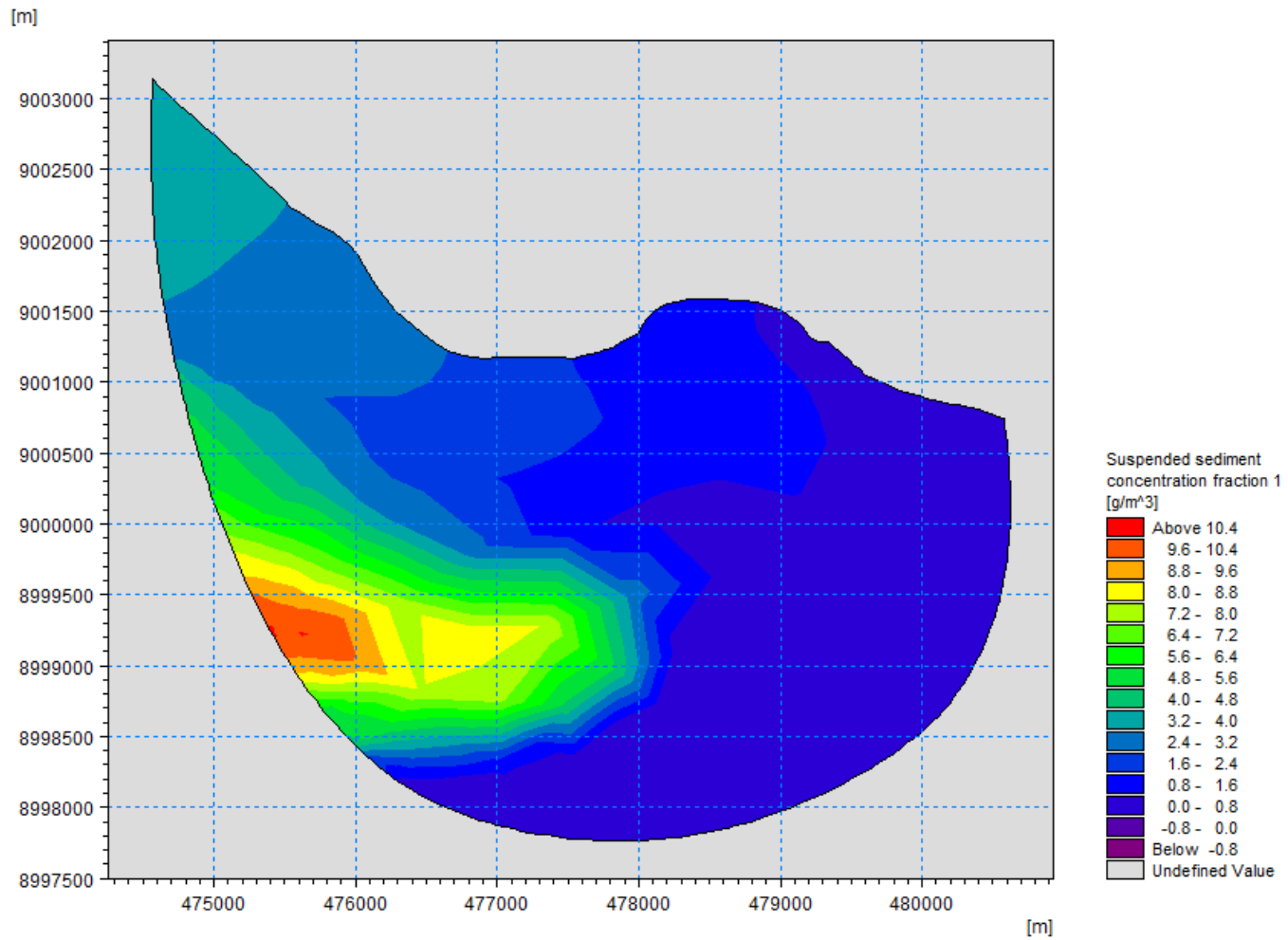
Gambar 95. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 165600$ s)



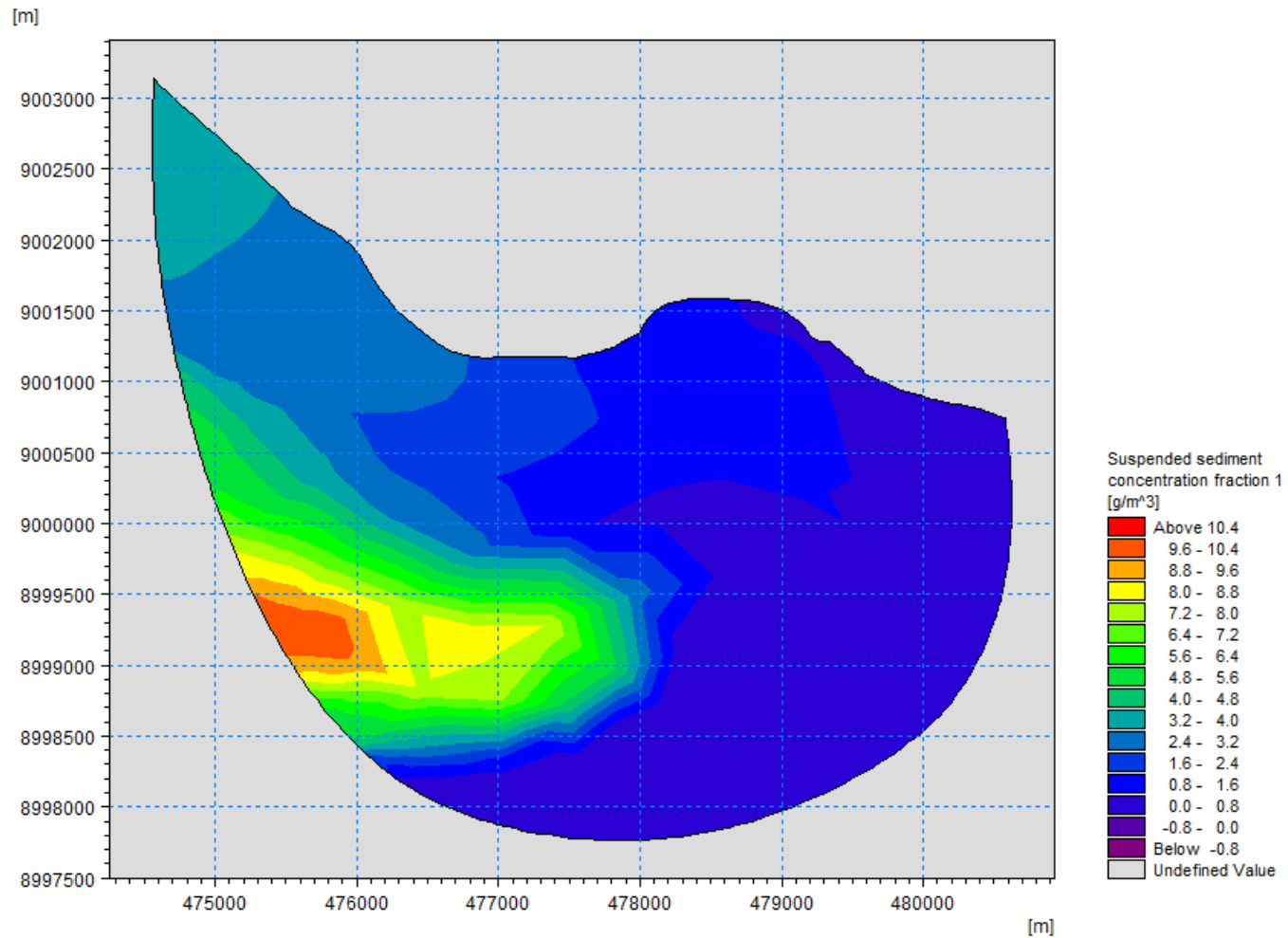
Gambar 96. Permodelan Persebaran Sedimentasi ($t = 169200$ s)



Gambar 97. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 172800 s)



Gambar 98. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 176400 s)



Gambar 99. Permodelan Persebaran Sedimentasi (t = 180000 s)

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 14 Desember 1996, merupakan putra pertama dari satu bersaudara . Ayah dari penulis bernama (Alm.) Santoso Kurniawan dan Ibu dari penulis bernama Erna Suryani. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal jenjang dasar pada SD Negeri 13 Ampenan, jenjang menengah pertama di SMP Negeri 2 Mataram, jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Mataram dan melanjutkan pendidikan tinggi pada tahun 2013 di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan NRP 4213100083. Penulis pernah menjalani *on the job training* di beberapa perusahaan seperti PT. Indonesia Marina Shipyard Gresik dan PT. Salam Pasific Indonesia Lines. Selain aktif didalam aktivitas akademik, penulis aktif dalam beberapa kegiatan di dalam kampus. Dalam bidang organisasi, penulis berkesempatan menjadi staf anggota Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HIMASISKAL FTK – ITS pada tahun kedua, dan diamanahi sebagai Kepala Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HIMASISKAL FTK – ITS pada tahun ketiga. Penulis juga aktif sebagai anggota Laboratorium *Reliability, Availability, Management and Safety* (RAMS) pada tahun keempat. Penulis memiliki kemampuan dasar pada beberapa aplikasi seperti *AutoCAD*, *MIKE21*, *Microsoft Project*, *RELEX* serta *Microsoft Office*. Penulis berhasil mendapatkan capaian seperti Juara II dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) Nasional EXCESS Lampung, 3 kali menjadi finalis pada LKTI Nasional dan 3x menjadi finalis pada Lomba Essay Nasional. Selain itu, Penulis juga berkesempatan menjadi partisipan dalam pertukaran pelajar di Kobe University, Jepang pada Bulan Juli 2017. Penulis menyelesaikan masa studi selama 8 semester

Kevin Kurniawan
kev-kurniawan47@gmail.com

Halaman ini sengaja dikosongkan