



TUGAS AKHIR - MO141326

**STUDI MODIFIKASI JETTY SEBAGAI ALTERNATIF  
PENANGANAN SEDIMENTASI DI KANAL WATER  
INTAKE PLTGU GRATI**

**TITIS JULAIKHA ATIKASARI  
NRP. 4312 100 101**

**Dosen Pembimbing:  
Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M. Sc.**

**Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016**



FINAL PROJECT - M0141326

**THE STUDY OF JETTY MODIFICATION AS AN  
ALTERNATIVE OF SEDIMENTATION HANDLING IN  
CANAL WATER INTAKE PLTGU GRATI**

TITIS JULAIKHA ATIKASARI  
NRP. 4312 100 101

Supervisors :  
Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M. Sc.

Department of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2016

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI MODIFIKASI JETTY**

**SEBAGAI ALTERNATIF PENANGANAN SEDIMENTASI**

**DI KANAL WATER INTAKE PLTGU GRATI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**TITIS JULAIKHA ATIKASARI**

**NRP. 43 12 100 101**

Disetujui oleh :

1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M.Sc. (Pembimbing 2)

3. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. (Penguji 1)

4. Dr. Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc. (Penguji 2)

5. Sujantoko, S.T., M.T. (Penguji 3)

Surabaya, Januari 2016

**STUDI MODIFIKASI JETTY**  
**SEBAGAI ALTERNATIF PENANGANAN SEDIMENTASI**  
**DI KANAL WATER INTAKE PLTGU GRATI**

**Nama Mahasiswa** : Titis Julaikha Atikasari  
**NRP** : 4312100101  
**Jurusan** : Teknik Kelautan FTK-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M. Sc.

**ABSTRAK**

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Grati memiliki dua buah jetty sebagai kanal *water intake* yang berfungsi sebagai pintu masuk air laut yang dipompa dari Selat Madura menuju *steam turbin* pendingin mesin. Pengendapan material sedimen di sekitar kanal *water intake* mempengaruhi jumlah aliran air yang masuk menuju mesin pendingin, sehingga hampir setiap tahunnya diadakan pengerukan. Salah satu alternatif penanganan yang dapat dilakukan untuk mengurangi frekuensi pengerukan adalah dengan memodifikasi jetty kanal *water intake* agar laju sedimentasi menjadi berkurang. Penelitian ini membandingkan volume sedimentasi pada jetty kondisi eksisting dan tiga jetty alternatif yang terjadi akibat arus dan gelombang, dimana pemodelan dilakukan dengan menggunakan Mike 21. Hasil pemodelan jetty eksisting menunjukkan volume sedimentasi yang dilinierisasikan selama 12 bulan sebesar 88509.8199 m<sup>3</sup>, sedangkan volume sedimentasi dari jetty alternatif 1, 2, dan 3 yang dihasilkan selama 12 bulan secara berturut-turut adalah 24722.673 m<sup>3</sup>, 31230.261 m<sup>3</sup>, dan 25060.3624 m<sup>3</sup>. Modifikasi bentuk jetty yang diberikan mampu mengurangi laju sedimentasi di Kanal *Water Intake* PLTGU Grati, dengan pengurangan volume sedimentasi paling optimum selama 12 bulan sebesar 63787.1473 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** Kanal *Water Intake*, Laju Sedimentasi, Modifikasi Jetty.

**THE STUDY OF JETTY MODIFICATION  
AS AN ALTERNATIVE OF SEDIMENTATION HANDLING  
IN CANAL WATER INTAKE PLTGU GRATI**

**Student Name** : Titis Julaikha Atikasari

**Reg. Number** : 4312100101

**Department** : Teknik Kelautan FTK-ITS

**Supervisors** : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

**Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M. Sc.**

**ABSTRACT**

Steam and Gas Power Plant (PLTGU) Grati has two jetties as the canal water intake that used as the entrance of sea water which pumped from Madura Strait towards the steam turbine-cooling engine. The deposition of the sedimentary material around the canal water intake influence the amount of water flow into the cooling engine, so almost every year the dredging is held around. One of the handling alternative that could be done to reduce the frequency of dredging is by modifying the jetty channel water intake, so that sedimentation rate could be reduced. This study compares sedimentation volume jetty that occur due to wave and current which modelled using Mike 21 of the existing jetty and three alternatives jetty. The result of existing jetty modelling indicates that linearization sedimentation volume which linearized for 12 months amounted to  $88509.8199 \text{ m}^3$ , whereas the volume of sedimentation from the jetty alternatives 1, 2, and 3 are generated for 12 months in a row was  $24722.673 \text{ m}^3$ ,  $31230.261 \text{ m}^3$ , and  $25060.3624 \text{ m}^3$ . The modified jetties could reduce the rate of sedimentation in the Canal Water Intake PLTGU Grati, with the most optimum reduction of sedimentation volume during 12 months is  $63787.1473 \text{ m}^3$ .

**Keywords:** Canal Water Intake, Sedimentation Rate, Jetty Modification.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Studi Modifikasi Jetty sebagai Alternatif Penanganan Sedimentasi di Kanal Water Intake PLTGU Grati" dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Dalam penggerjaan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan adanya saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini ataupun untuk penelitian selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi dan bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan.

Surabaya, Januari 2016

Titis Julaikha Atikasari

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dorongan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu menyayangi, mendoakan, dan memberikan motivasi dan dukungan secara moral maupun material kepada penulis agar penulis mampu menyelesaikan perkuliahan tahap sarjana serta Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing 1 penulis yang berkenan meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberikan masukan serta ilmu yang berguna dalam peyelesaian masa studi dan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan dalam penggerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Keluarga Besar Angkatan 2012 Teknik Kelautan FTK-ITS (VARUNA) atas kebersamaan dalam segala canda, tawa, tangis, susah, dan senang yang telah dilalui bersama.
5. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS, serta para dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS.
6. Seluruh warga Teknik Kelautan FTK-ITS, dan seluruh pihak yang telah membantu.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
COVER PAGE .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
UCAPAN TERIMAKASIH .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.2. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Manfaat .....	4
1.5. Batasan Masalah .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Jetty .....	8
2.3. Debit Aliran Fluida .....	10
2.4. Pola Arus .....	11
2.5. Pasang Surut .....	12
2.6. Karakteristik Sedimen .....	14
2.7. Transpor Sedimen .....	16

2.8. Bed Load Transport & Suspended Load Transport .....	18
2.9. Perubahan Morfologi Dasar Laut .....	20
2.10. Pemodelan Hidrodinamika dan Transpor Sedimen .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2. Metodologi Penggerjaan .....	27
<b>BAB IV ANALISIS &amp; PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1. Lokasi Studi.....	29
4.2. Peta Batimetri.....	30
4.3. Data Arus .....	30
4.4. Data Pasang Surut.....	31
4.5. Data Angin.....	33
4.6. Data Sedimen .....	34
4.7. Pemodelan Jetty Eksisting dengan Program Mike 21.....	34
4.7.1. Meshing Lokasi Studi .....	35
4.7.2. Kondisi Batas Lingkungan .....	36
4.7.3. Simulasi Model.....	38
4.7.5. Validasi Model.....	38
4.7.6. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika .....	41
4.8. Model Desain Jetty Alternatif.....	44
4.8.1. Jetty Alternatif 1 .....	44
4.8.2. Jetty Alternatif 2 .....	45
4.8.3. Jetty Alternatif 3 .....	46
4.9. Pemodelan Jetty Alternatif dengan Program Mike 21.....	47
4.9.1. Meshing Model Alternatif .....	47
4.9.2. Kondisi Batas Model Jetty Alternatif .....	49

4.9.3. Simulasi Model .....	50
4.10. Analisa Hasil Pemodelan.....	51
4.11. Volume Sedimentasi pada Jetty Eksisting .....	56
4.12. Volume Sedimentasi pada Jetty Alternatif.....	58
4.13. Perbandingan Hasil Volume Sedimentasi .....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
5.1. Kesimpulan .....	65
5.2. Saran .....	65
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN I	
LAMPIRAN II	
LAMPIRAN III	
BIODATA PENULIS	

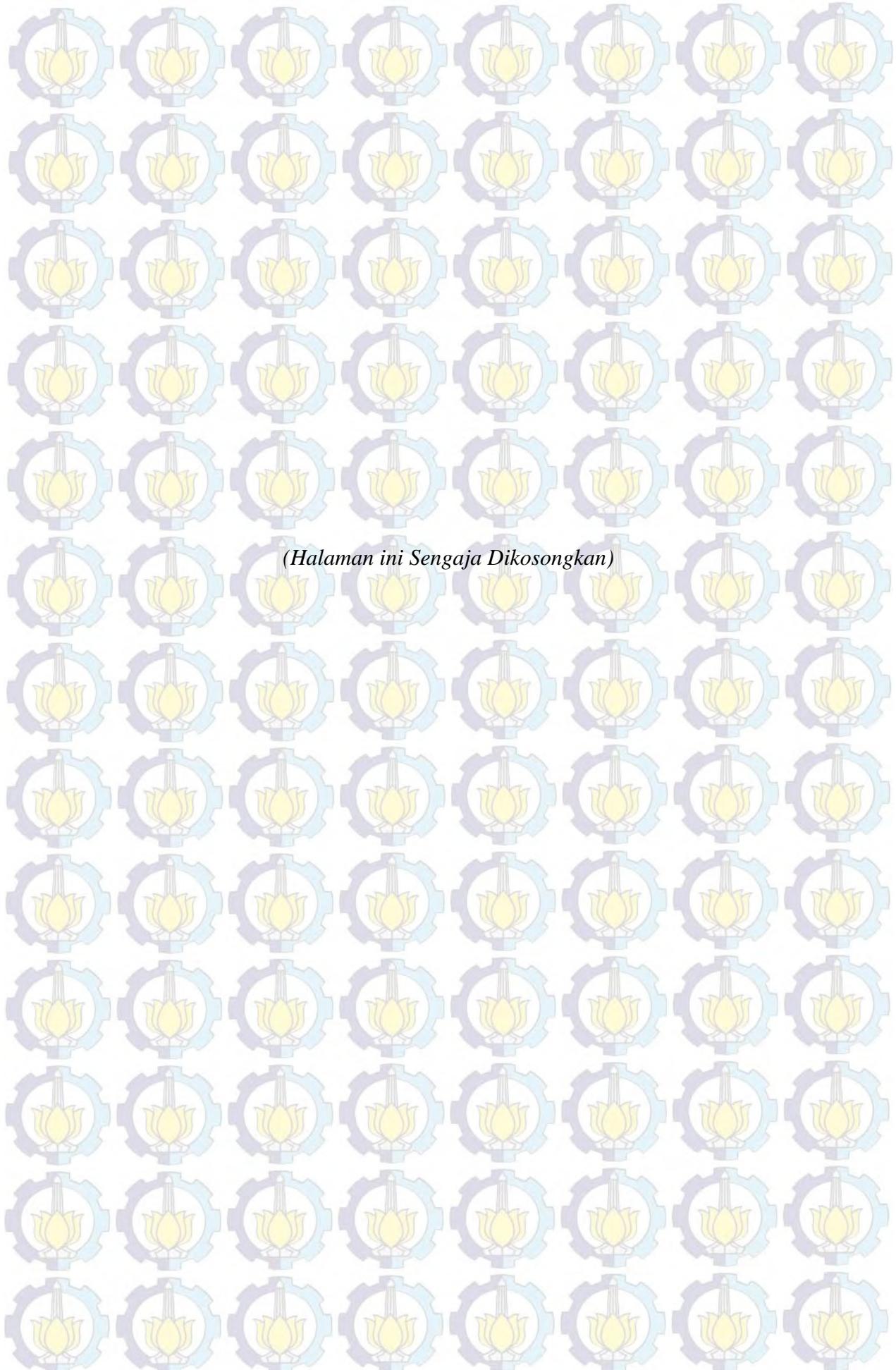
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Kanal Water Intake PLTGU Grati.....	1
Gambar 2. 1 Proses Jatuh Butiran Sedimen .....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penggeraan Pemodelan dengan Mike 21 .....	26
Gambar 4. 1 Lokasi Studi .....	29
Gambar 4. 2 Peta Batimetri PLTGU Grati.....	30
Gambar 4. 3 Lokasi Pengukuran Data Arus .....	31
Gambar 4. 4 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta).....	32
Gambar 4. 5 Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta).....	32
Gambar 4. 6 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014 .....	33
Gambar 4. 7 Diagram Mawar Angin Juli 2014 - Agustus 2014 .....	33
Gambar 4. 8 Diagram Mawar Angin Nopember 2014 - Desember 2014 ....	34
Gambar 4. 9 Meshing pada Lokasi Studi (Jetty Kondisi Eksisting) .....	35
Gambar 4. 10 Kontur Kedalaman Lokasi Studi (Jetty Kondisi Eksisting) ..	36
Gambar 4. 11 Boundary Condition Jetty Eksisting .....	37
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Intake.....	39
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Open Canal.....	40
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Pantai Timur .....	40
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Pasang Surut Musim Barat .....	41
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Pasang Surut Musim Timur .....	41
Gambar 4. 17 Elevasi Muka Air Pemodelan Musim Barat.....	42
Gambar 4. 18 Kecepatan Arus Pemodelan Musim Barat .....	42
Gambar 4. 19 Arah Arus Pemodelan Musim Barat .....	42
Gambar 4. 20 Elevasi Muka Air Pemodelan Musim Timur .....	43
Gambar 4. 21 Kecepatan Arus Pemodelan Musim Timur .....	43
Gambar 4. 22 Arah Arus Pemodelan Musim Timur .....	43
Gambar 4. 23 Desain Alternatif 1 .....	45
Gambar 4. 24 Desain Alternatif 2 .....	46
Gambar 4. 25 Desain Alternatif 3 .....	47

Gambar 4. 26 Mesning Alternatif 1 .....	48
Gambar 4. 26 Mesning Alternatif 1 .....	48
Gambar 4. 28 Mesning Alternatif 3 .....	48
Gambar 4. 29 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 1 .....	49
Gambar 4. 30 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 2 .....	49
Gambar 4. 31 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 3 .....	50
Gambar 4. 32 Kontur Bed Level pada Jetty Eksisting Awal .....	52
Gambar 4. 33 Bed Level Jetty Eksisting - Musim Timur .....	52
Gambar 4. 34 Bed Level Jetty Eksisting - Musim Barat .....	52
Gambar 4. 35 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 1 Awal.....	53
Gambar 4. 36 Bed Level pada Jetty Alternatif 1 - Timur .....	53
Gambar 4. 37 Bed Level Jetty Alternatif 1 - Musim Barat.....	53
Gambar 4. 38 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 2 Awal .....	54
Gambar 4. 39 Bed Level Jetty Alternatif 2 - Musim Timur .....	54
Gambar 4. 40 Bed Level Jetty Alternatif 2 - Musim Barat .....	54
Gambar 4. 41 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 3 Awal .....	55
Gambar 4. 42 Bed Level Jetty Alternatif 3 - Musim Timur .....	55
Gambar 4. 43 Bed Level Jetty Alternatif 3 - Musim Barat .....	55
Gambar 4. 44 Grafik Akumulasi Volume Sedimen selama Satu Tahun .....	61
Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan Selisih Volume Sedimentasi .....	62

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4. 1 Tabel Kecepatan Arus Rata-Rata PLTGU Grati .....	31
Tabel 4. 2 Tabel Data Sedimen Dasar di PLTGU Grati .....	34
Tabel 4. 3 Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Eksisting.....	56
Tabel 4. 4 Akumulasi Volume Sedimen Jetty Eksisting.....	57
Tabel 4. 5 Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 1 .....	59
Tabel 4. 6 Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 2 .....	59
Tabel 4. 7 Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 3 .....	59
Tabel 4. 8 Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 1 .....	60
Tabel 4. 9 Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 2 .....	60
Tabel 4. 10 Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 3.....	61
Tabel 4. 11 Selisih Volume antara Jetty Eksisting dengan Jetty Alternatif..	62



*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.2. Latar Belakang

Kecamatan Lekok merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, yang berbatasan langsung dengan Selat Madura. Keberadaan Kecamatan Lekok sebagai salah satu wilayah pesisir yang dikelilingi oleh perairan Selat Madura, membuat daerah ini memiliki berbagai macam potensi perairan dan perikanan. Kecamatan Lekok memiliki empat desa pesisir yang masing-masing desanya memiliki potensi kelautan. Salah satu desa di Kecamatan Lekok adalah Desa Wates yang terletak di koordinat  $113^{\circ} 00' 35.5''$  -  $113^{\circ} 02' 06.2''$  BT dan  $7^{\circ} 39' 10.6''$  -  $07^{\circ} 39' 11.6''$  LS. Di Desa Wates ini terdapat sebuah PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) yang dalam pengoperasian sistem pembangkitnya menggunakan mesin pendingin berbasis *water intake*.



**Gambar 1. 1 Lokasi Kanal Water Intake PLTGU Grati**

(Sumber: [www.google.co.id/maps](http://www.google.co.id/maps))

PLTGU Grati merupakan sebuah Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Perak-Grati. Dalam pengoperasiannya, PLTGU Grati menggunakan sistem pendinginan menggunakan air laut yang dipompa masuk menuju kondensor dengan tujuan untuk mendinginkan mesin *steam turbin*. Sistem pendinginan *water intake* yang dimiliki oleh PLTGU ini, memiliki sebuah pintu kanal yang berfungsi sebagai pintu masuk air laut menuju kondensor. Kanal *water intake* ini berupa dua buah jetty yang memiliki fungsi selain sebagai pintu masuk air laut, namun juga untuk mencegah terjadinya sedimentasi yang dapat mengakibatkan pengendapan sehingga aliran air laut yang masuk menuju sistem pendingin tidak terganggu.

Penelitian yang dilakukan Damerianne dkk. (2013) menyatakan apabila hampir setiap tahun pihak perusahaan melakukan usaha penggerukan di daerah kanal *water intake* akibat dari terjadinya transpor sedimen dari daerah sekitar menuju daerah kanal, sehingga mengakibatkan penumpukan sedimen di kanal *water intake*. Seiring berjalannya waktu, penumpukan sedimen ini mengalami pengendapan di daerah kanal yang mengakibatkan debit aliran air yang masuk menuju sistem pendingin berkurang, sehingga kegiatan pemompaan air menuju sistem pendingin mesin pembangkit dapat terganggu. Dalam Priyantoro, dkk (2012) menyebutkan jika penyebab dari sedimentasi yang terjadi di sekitar kanal *water intake* diduga diakibatkan karena kesalahan perencanaan desain bangunan jetty. Kesalahan desain jetty tersebut mencakup panjang, lebar, dan perletakan sudut bangunan terhadap arah datang gelombang.

Kedua penelitian tersebut telah melakukan penelitian di lokasi yang sama namun dengan metode analisis dan simulasi yang berbeda. Priyantoro dkk (2012) melakukan penelitian dengan metode analisis sedimentasi dengan menggunakan bantuan software SMS (*Surface Water Modelling System*). Dalam penelitiannya dikatakan apabila rata-rata laju sedimentasi yang terjadi pada daerah kanal *water intake* PLTGU Grati dalam satu tahun adalah sebesar  $29275.53 \text{ m}^3$ . Namun Damerianne dkk (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan data lingkungan hasil survey lapangan secara langsung di PLTGU Grati, dan metode analisis yang digunakan

adalah model numerik CCHE (*Center for Computational Hydroscience and Engineering*). Damerianne dkk (2013) menyimpulkan apabila daerah kanal *water intake* PLTGU Grati memiliki laju sedimentasi dalam kurun waktu enam bulan sebesar  $43714.20 \text{ m}^3$ , berarti dalam satu tahun laju sedimentasi yang terjadi sekitar  $87428.40 \text{ m}^3$ .

Berdasarkan permasalahan perbedaan hasil analisis laju sedimentasi serta indikasi kesalahan desain jetty diatas, perlu adanya evaluasi kembali terkait sedimentasi yang terjadi pada kanal *water intake* PLTGU Grati beserta kajian modifikasi jetty untuk menanggulangi sedimentasi di kanal *water intake* PLTGU Grati. Oleh karena itu tugas akhir ini akan membahas tentang evaluasi volume laju sedimentasi yang terjadi di kanal *water intake*, baik dalam kondisi eksisting maupun setelah diberikan beberapa variasi modifikasi jetty. Dari beberapa pilihan modifikasi jetty yang diberikan, kemudian dipilih sebuah modifikasi jetty yang paling tepat dan sesuai dengan kondisi transpor sedimen yang terjadi disekitar kanal *water intake* PLTGU Grati. Analisis sedimen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi pemodelan software Mike 21.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diambil dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana volume sedimentasi yang terjadi pada kondisi eksisting jetty kanal *water intake* PLTGU Grati?
2. Bagaimana perubahan volume sedimentasi yang terjadi pada beberapa variasi alternatif jetty yang diberikan sebagai solusi penanganan sedimentasi?
3. Alternatif jetty manakah yang paling optimal untuk meminimalkan volume laju sedimentasi dan bagaimana perbandingan volume sedimentasinya dengan jetty kondisi eksisting?

### **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui volume sedimentasi yang terjadi pada kondisi eksisting jetty kanal *water intake* PLTGU Grati.
2. Mengetahui perubahan volume sedimentasi yang terjadi pada beberapa variasi alternatif jetty yang diberikan sebagai solusi penanganan sedimentasi.
3. Mengetahui alternatif jetty yang paling optimal untuk meminimalkan laju sedimentasi beserta perbandingan volume sedimentasinya dengan jetty kondisi eksisting.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan solusi berupa model alternatif jetty yang berfungsi untuk mengurangi jumlah sedimen yang terendap disekitar kanal *water intake* PLTGU Grati, sehingga debit aliran air yang masuk menuju mesin pendingin tidak terganggu oleh endapan sedimen dan kegiatan pengeringan dapat diminimalkan.

### **1.5. Batasan Masalah**

1. Data lingkungan yang digunakan merupakan data sekunder.
2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tidak diperhitungkan.
3. Tidak mempertimbangkan efektifitas penggunaan bahan material konstruksi jetty.
4. Tidak membahas detail sistem pendinginan mesin pada *steam turbin* dan pemompaan air di kondensor.
5. Analisis sedimentasi dilakukan di sekitar alur kanal *water intake* milik PLTGU Grati.
6. Software yang digunakan untuk memodelkan sedimentasi adalah Mike 21.

7. Pemodelan sedimentasi disimulasikan dalam dua musim, yaitu musim barat dan musim timur untuk bisa menggambarkan pola sedimentasi selama dua belas bulan (satu tahun).
8. Simulasi pemodelan sedimentasi dilakukan dengan mengambil sampel data selama 30 hari dari tiap musim, dengan *interval time step* selama 10 menit.
9. Pemodelan desain alternatif jetty berdasarkan arah arus.
10. Volume sedimentasi selama satu tahun diasumsikan dengan akumulasi volume sedimentasi yang terjadi selama 12 bulan.
11. Perhitungan volume akumulasi dilakukan dengan linierisasi volume sedimen dalam kurun waktu dua belas bulan.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa permasalahan pantai terkait dengan transpor sedimen perlu digunakan untuk melakukan analisis bangunan pelindung pantai. Beberapa hal yang terkait dengan transpor sedimen antara lain adalah erosi, abrasi, serta pengendapan sedimen. Analisis transpor sedimen berguna untuk memperkirakan jumlah dan kecepatan transpor sedimen, sehingga pengaruhnya terhadap bangunan serta lingkungan di sekitar pantai dapat diminimalkan dan bentuk penanganan dapat direncanakan (Wahyuni, 2014).

Dalam Van Rijn (1990), sedimen didefinisikan sebagai material pecahan, terutama terbentuk dari proses fisika dan kimia dari pecahnya batuan di dasar laut. Sedangkan menurut Pettjohn (1975), sedimentasi merupakan sebuah proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang disebabkan oleh adanya akumulasi dari material pembentuknya pada suatu tempat atau lingkungan pengendapan. Lingkungan pengendapan ini dapat berupa delta, danau, pantai, estuari, laut dangkal, maupun laut dalam.

Penelitian terkait sedimentasi telah banyak dilakukan. Cahyadi (2009) meneliti tentang analisis sedimentasi yang disebabkan adanya reklamasi di Teluk Lamong. Dalam penelitiannya, untuk melakukan analisis sedimentasi dilakukan dengan bantuan software Mike 21, sedangkan untuk perhitungan volume sedimen digunakan software surfer. Penelitian terkait sedimentasi juga pernah dilakukan oleh Sudardjat dkk. (2012), dalam penelitian tersebut dilakukan simulasi hidrodinamika dengan bantuan software SMS (*Surface Water Modelling System*) untuk mengukur sedimentasi di sekitar muara sungai Wangi di Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara.

Damerianne dkk. (2013) dan Priyantoro dkk. (2012) pernah melakukan penelitian terkait sedimentasi di kanal *water intake* PLTGU

Grati. Namun terdapat perbedaan antara kedua penelitian tersebut meskipun dilakukan penelitian di tempat yang sama. Damerianne dkk. (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan data primer, dengan artian data lingkungan yang digunakan merupakan hasil dari survei secara langsung di PLTGU Grati. Metode analisis yang digunakan adalah model numerik CCHE (*Center for Computational Hydroscience and Engineering*), namun hanya sebatas pada perhitungan laju sedimentasi tanpa adanya pertimbangan keberadaan jetty kanal.

Damerianne dkk. (2013) menyimpulkan apabila daerah kanal *water intake* PLTGU Grati memiliki laju sedimentasi dalam kurun waktu enam bulan sebesar  $43.714,20 \text{ m}^3$ , berarti dalam satu tahun laju sedimentasi yang terjadi sekitar  $87.428,40 \text{ m}^3$ . Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Priyantoro dkk. (2012) digunakan data lingkungan sekunder dan metode analisis sedimentasi yang digunakan adalah dengan menggunakan bantuan software SMS (*Surface Water Modelling System*). Priyantoro dkk. (2012) menyimpulkan apabila daerah kanal *water intake* PLTGU Grati dalam satu tahun mengalami laju sedimentasi sebesar  $29.275,53 \text{ m}^3$ .

Dari permasalahan tersebut diatas, penulis mengembangkan penelitian dengan memberikan solusi alternatif modifikasi jetty kanal serta melakukan evaluasi ulang terhadap laju sedimentasi yang terjadi pada jetty kondisi eksisting dan kemudian membandingkannya dengan laju sedimentasi yang terjadi pada alternatif jetty yang paling optimal.

## 2.2. Jetty

Dalam Pratikto dkk. (2014), bangunan jetty pada umumnya hampir sama dengan bangunan breakwater. Namun bangunan jetty memiliki fungsi penggunaan yang berbeda dengan bangunan breakwater. Bangunan jetty pada umumnya berfungsi sebagai:

1. Stabilisasi mulut pelabuhan (inlet) dari sedimentasi pada sisi laut.
2. Stabilisasi muara sungai dari proses pendangkalan.
3. Sebagai tambatan kapal (terutama pada jetty dengan struktur beton).

### **2.2.1. Material Konstruksi Jetty**

Beberapa material yang umum digunakan pada bangunan jetty, antara lain:

#### *1. Rouble Mound Jetties*

Keuntungan penggunaan material batuan antara lain:

- a) *Settlement* yang terjadi dapat diremdam oleh material penyusunnya.
- b) Mudah diperbaiki apabila terjadi kerusakan.
- c) Material penyusun dapat menyerap energi gelombang.

#### *2. Sheet Pile Jetties*

Konstruksi jetty dengan menggunakan *sheetpile* dapat digolongkan menjadi dua kondisi, yaitu:

- a) *Sheetpile* pada satu sisi, dapat digunakan *tie-rod* dan *batter pile* sebagai pendukung stabilitas *sheetpile*.
- b) *Sheetpile* dua sisi, antara kedua sisi *sheetpile* dapat diikat dengan *tie-rod* atau keduanya berdiri sendiri. Ruangan diantara *sheetpile* dapat diisi dengan material pasir atau kerikil.

#### *3. Concrete Structure Jetties*

Konstruksi jetty yang terbuat dari beton biasanya digunakan sebagai tempat bertambatnya kapal. Namun harus dilengkapi dengan *dolphin* atau *access bridge*.

### **2.2.2. Layout Jetty**

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan layout jetty adalah:

#### *a) Panjang Jetty*

Jetty dibangun dengan memotong garis pantai (*attached*). Pada umumnya panjang jetty dimulai dari garis pantai hingga *breaker zone*. Hal ini bertujuan untuk menahan sedimentasi yang mana biasanya sedimentasi terjadi di daerah *breaker zone*. Namun bisa juga panjang jetty disesuaikan dengan kondisi kontur dasar laut, manuver kapal,

dsb; sehingga panjang jetty bisa lebih panjang atau lebih pendek dari panjang menuju *breaker zone*.

b) *Alignment / Layout Jetty*

Layout jetty disesuaikan dengan rencana geometri dari muara sungai atau mulut pelabuhan dan direncanakan dengan ekonomis dan tidak menimbulkan permasalahan baru disekitar (karena dapat mengakibatkan daerah sekitar terjadi erosi atau mengganggu navigasi kapal di mulut pelabuhan).

c) Tinggi Jetty

Tinggi jetty diharapkan mampu menahan semua gelombang non overtopping. Namun bisa saja dipakai kondisi overtopping dengan catatan perlu perencanaan yang lebih teliti.

d) Permeabilitas

Bangunan jetty diharapkan mampu menahan laju sedimentasi, sehingga permeabilitas struktur sangat penting terutama pada struktur *rouble mound*. Dengan permeabilitas yang sekecil mungkin, sedimen tidak dapat masuk kedalam saluran ataupun pelabuhan.

e) *Single* atau *Double Jetty*

Karena arah gelombang selalu bergerak tidak hanya pada satu arah saja, maka umumnya jetty dibuat ganda dengan posisi sejajar. Namun bisa juga hanya dibuat di salah satu sisi saja pada arah gelombang dominan, tapi biasanya sedimentasi masih ada yang masuk kedalam saluran.

### 2.3. Debit Aliran Fluida

Debit aliran merupakan laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang tiap satuan waktu. Atau bisa juga debit aliran diartikan sebagai volume air yang melewati suatu bagian saluran per satuan waktu. Suatu bagian yang dimaksud dapat berupa sungai, pipa, dan sebagainya. Besaran dari debit aliran adalah  $\text{m}^3/\text{detik}$ . Debit aliran fluida dapat dicari dengan rumus dibawah ini:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \times v \times \Delta t}{\Delta t} = A \times v \quad (2.1)$$

Keterangan

$Q$  = debit aliran fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$v$  = laju aliran fluida ( $\text{m/s}$ )

$V$  = volume fluida ( $\text{m}^3$ )

$t$  = selang waktu (detik)

## 2.4. Pola Arus

Arus didefinisikan sebagai gerakan massa air yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain, dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara yang lebih rendah. Pergerakan massa air ini disebabkan oleh pengaruh angin yang berhembus di atas permukaan air. Arus ini pergerakannya dapat ke arah horizontal maupun vertikal, arus yang bergerak secara vertikal antara lain adalah proses upwelling (pergerakan massa air ke atas) dan sinking (pergerakan massa air ke bawah).

Menurut Wahyudi (1997), massa air laut adalah jumlah air laut yang dipengaruhi oleh parameter fisika laut seperti temperatur, salinitas dan densitas. Hingga arus laut dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

1. Arus yang dibangkitkan oleh perbedaan massa jenis air
2. Arus yang dibangkitkan oleh angin di permukaan laut
3. Arus yang dibangkitkan oleh pasang surut

Gaya yang mempengaruhi pergerakan arus dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu gaya primer yang menjadi penggerak utama dan gaya sekunder yang merupakan akibat dari pergerakan. Gaya primer tersebut adalah gaya gravitasi, angin, tekanan udara, serta gempa di dasar lautan. Sedangkan gaya sekunder antara lain, gaya coriolis, dan gaya friksi. Gerakan arus permukaan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh gerakan angin muson yang terjadi dalam setahun yang mempengaruhi sirkulasi air laut di Indonesia.

## 2.5. Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan perubahan ketinggian muka air laut terhadap fungsi waktu yang disebabkan karena adanya pergerakan gaya tarik matahari, bulan, dan benda langit lain terhadap perputaran bumi (Pratikto dkk., 1997). Karena jarak bulan lebih dekat dengan bumi, maka pengaruh gaya gravitasi bulan terhadap bumi lebih besar dibandingkan dengan pengaruh gravitasi matahari terhadap bumi. Ketika bulan bergerak mengitari bumi, kekuatan gravitasinya menarik air yang paling dekat dari posisinya. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari (Triatmodjo, 1999).

Elevasi muka air pada saat terjadi kejadian pasang surut sangat penting dalam perencanaan bangunan pelindung pantai. Selain elevasi muka air laut, pasang surut juga berpengaruh untuk menentukan besarnya transpor sedimen yang terjadi pada perencanaan bangunan pantai. Pada saat terjadi pasang, elevasi muka air laut berada pada posisi tertinggi sehingga volume air yang terjadi juga lebih besar. Oleh karena volume air yang besar sehingga gelombang yang dihasilkan juga lebih besar. Gelombang inilah yang akan mengangkut material sedimen menuju bangunan pantai, semakin besar gelombang yang terjadi maka semakin banyak pula angkutan sedien yang terbawa menuju bangunan pantai. Kondisi inilah yang akan mempengaruhi pola transpor sedimen yang terjadi di sekitar bangunan pantai.

Kustyawan (2007) menjelaskan tentang tipe pasang surut secara umum dibedakan menjadi empat, yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*), pasang surut campuran condong harian tunggal, dan pasang surut condong ke harian ganda. Namun pada dasarnya bentuk pasang surut di berbagai daerah tidaklah sama. Untuk lebih jelaskannya, tipe pasang surut antara lain:

- a. Pasang surut tunggal (*diurnal tide*)

Pasang surut ini terjadi satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

- b. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*)

Pasang surut ini terjadi dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.

- c. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pasang surut yang dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

- d. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Pada tipe pasang surut ini dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

Triatmodjo (1999) menjelaskan apabila elevasi ketinggian muka air ketika terjadi pasang surut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, sehingga dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan bangunan pantai. Beberapa elevasi ketinggian muka air ketika pasang surut antara lain:

- Muka air laut tinggi (*high water level (HWL)*), mukai air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air rendah (*low water Level (LWL)*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air tinggi rerata (*mean high water level (MHWL)*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- Muka air rendah rerata (*mean low water level (MLWL)*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- Muka air laut rerata (*mean sea level (MSL)*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi elevasi di daratan.

- f) Muka air tertinggi (*highest high water level (HHWL)*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g) Air rendah terendah (*lowest low water level (LLWL)*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Beberapa definisi elevasi muka air tersebut banyak digunakan dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Misalnya MHWL atau HHWL digunakan untuk menentukan elevasi puncak pemecah gelombang, dermaga, dsb.

## 2.6. Karakteristik Sedimen

### 2.6.1. Ukuran Partikel Sedimen

Material *seabed* di wilayah *coastal* terdiri atas berbagai macam partikel. Partikel-partikel tersebut berasal dari proses erosi tanah di daerah basin. Karakteristik dari sedimen dapat dibedakan dari ukuran diameter butirannya. Ukuran butir sedimen inilah yang mengklasifikasikan sedimen menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral, *cobble*, dan batu. Sedimen diklasifikasikan sebagai lempung dan lumpur jika memiliki diameter butiran berkisar antara  $10^{-6}$ - $10^{-5}$  m, pasir jika diameter butirannya  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  m, serta kerikil, koral, *cobble*, dan batuan apabila memiliki diameter butiran  $10^{-2}$ - $10^{-1}$  m atau lebih (Dronkers, 2005).

### 2.6.2. Rapat Massa Sedimen

Rapat massa merupakan massa tiap satuan volume yang mana merupakan banyaknya massa tiap satuan volume yang merupakan fungsi dari komposisi material. Rapat massa sedimen kohesif dipengaruhi oleh konsentrasi endapan, sedangkan konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Rapat massa sedimen selama periode pengendapan adalah konstan, namun

pada suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat lalu kemudian berangsur mencapai nilai maksimal (Triatmodjo, 1999).

### 2.6.3. Kecepatan Endap (*Settling Velocity*)

Kecepatan endap untuk sedimen pasir (non kohesif) dapat dihitung dengan persamaan Stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi, dan bentuk partikel sedimen (Triatmodjo, 1999). Liu (2001) menjelaskan proses jatuhnya butir sedimen dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:

Drag force

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D A U^2 = \frac{1}{2} \rho C_D \frac{\pi d^2}{4} \omega_s^2$$

Submerged weight

$$(\rho_s - \rho) g \frac{\pi d^3}{6}$$

**Gambar 2. 1 Proses Jatuh Butiran Sedimen**

(Sumber: Liu, 2001)

Berdasarkan gambar diatas, kecepatan jatuh sedimen dapat dihitung dengan menyeimbangkan kedua gaya yang ada, sehingga diperoleh:

Dari persamaan diatas, maka persamaan kecepatan endap menjadi:

$$\omega_s = \sqrt{\frac{4(s-1)gd}{3C_D}} \quad \dots \dots \dots (2.3.)$$

#### Keterangan:

$\omega_s$  = kecepatan endap (m/s)

s = rapat massa relatif sedimen

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$$d = \text{diameter butiran (m)}$$
$$C_D = \text{koefisien drag}$$

## 2.7. Transpor Sedimen

Sedimen yang telah tererosi oleh gelombang dapat terangkut oleh karena adanya arus disekitar pantai, sedimen yang terangkut ini disebut dengan transpor sedimen. Transpor sedimen secara fisik dipengaruhi oleh interaksi antara pasang surut, angin, arus gelombang, jenis dan ukuran sedimen, serta adanya bangunan di daerah pantai (*littoral zone*). Karakteristik sedimen meliputi bentuk dan ukuran partikel, distribusinya, serta *specific gravity* perlu diketahui karena mempengaruhi proses pengendapan atau kecepatan jatuhnya partikel sedimen setelah terapung (Triyatmodjo, 1999). Menurut Pratikto dkk (1997), tahapan proses transpor sedimen tergantung dari gerakan air dan partikel sedimen yang terangkut.

Adapun tahapan proses transpor sedimen secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Material kohesif dari dasar laut teraduk hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
2. Perpindahan material secara horizontal.
3. Pengendapan kembali partikel atau material sedimen tersebut.

Dijelaskan juga apabila gelombang lebih memiliki kecenderungan untuk melepas material di dasar dan mengaduknya, sementara arus memiliki kecenderungan untuk memindahkan material sedimen ke tempat lain. Namun dapat juga terjadi sebaliknya, yaitu gelombang yang memindahkan partikel sedimen ke tempat lain, sedangkan arus mampu mengangkat dan mengaduk sedimen dari bagian dasar.

Sebaran sedimen di daerah pantai dipengaruhi oleh sumber sedimen, tingkat energi gelombang, dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen disepanjang garis pantai disebabkan oleh adanya variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen, selain itu juga dipengaruhi oleh gerakan air dan

karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah *coastal*, gerakan air dipengaruhi oleh adanya kombinasi antara gelombang dan arus. Seperti yang telah dijelaskan diatas apabila gelombang dan arus memiliki peranan dalam mengaduk dan memindahkan material (Damerianne dkk., 2013).

Formulasi transpor sedimen dapat dikembangkan dari metode integrasi dispersi-adveksi, persamaannya seperti dibawah ini:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left( h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left( h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

$u, v$  = rata-rata komponen kecepatan terhadap kedalaman (m/s)

$h$  = kedalaman perairan (m)

$D_x$   $D_y$  = koefisien dispersi dalam arah x dan y

c = konsentrasi masa yang dirata-ratakan terhadap kedalaman ( $\text{kg/m}^3$ )

t = waktu (detik)

S = istilah sumber (erosi) dan sink (deposisi) ( $m^2/s$ )

$Q_s$  = source discharge persatuan luasan ( $\text{m}^3/\text{sm}^2$ )

C = konsentrasi source discharge ( $\text{kg/m}^3$ )

Untuk Formulasi pemodelan deposisi (deposition) sedimen menggunakan persamaan yang diusulkan oleh Krone (1962) sebagai berikut:

$$S \equiv W_c C_b P_D \quad \dots \quad (2.5)$$

Keterangan

$S$  = deposisi ( $m^2/s$ )

$w_s$  = kecepatan jatuh (m/s)

$C_1$  = konsentrasi didekat dasar ( $\text{kg/m}^3$ )

Menurut Ronggodigdo (2011), ada tiga macam pergerakan angkutan sedimen yaitu:

### a) Bed Load Transport

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh

gerakan partikel yang ukurannya besar. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat.

b) *Wash Load Transport*

*Wash Load* adalah angkutan partikel halus yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang akan terbawa aliran, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada kecepatan aliran yang relatif cepat.

c) *Suspended Load Transport*

*Suspended load* merupakan *bed material* terutama butir pasir halus yang bergerak melayang di dalam aliran, hal ini karena partikel selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi.

## 2.8. Bed Load Transport & Suspended Load Transport

Dalam melakukan simulasi sedimen, untuk melakukan analisis *bed load transport* digunakan rumus yang dikembangkan oleh Van Rijn (1993) berikut ini:

$$q_b = 0.053 \left[ \left( \frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) g \right]^{0.5} d_{50}^{1.5} D_*^{-0.3} T^{2.1} \quad \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Dimana,

$$T = \frac{\tau - \tau_{cr}}{\tau_{cr}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.7)$$

$$D_* = d_{50} \left[ (s - 1) \frac{g}{v^2} \right]^{1/3} \quad \dots \dots \dots \quad (2.8)$$

$$s = \frac{\rho_s}{\rho} \quad \dots \dots \dots \quad (2.9)$$

$$\tau_{cr} = (\rho_s - \rho) g d_{50} \theta_{cr} \quad \dots \dots \dots \quad (2.10)$$

Keterangan:

$D^*$  = parameter butiran

$T$  = parameter bed shear stress

$s$  = rasio densiti sedimen pada air

$\tau_{cr}$  = tegangan geser kritis berdasar shields ( $N/m^2$ )

Ada beberapa pilihan untuk melakukan perhitungan tegangan geser dasar. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan tegangan geser adalah seperti berikut ini:

$$\tau = \rho g \left[ \frac{u}{C''} \right]^2 \quad \dots \dots \dots \quad (2.11)$$

Dimana  $C''$  merupakan koefisien chezy yang disebabkan oleh adanya geseran partikel,

$$C'' = 7,8 \ln \left( \frac{12h}{3d_{90}} \right) \quad \dots \dots \dots \quad (2.12)$$

Keterangan:

$\tau$  = tegangan geser ( $N/m^2$ )

$\rho$  = massa jenis air ( $kg/m^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

$u$  = kecepatan geser ( $m/s$ )

$C''$  = koefisien chezy ( $\sqrt{m}/s$ )

Sedangkan untuk mencari *suspended sediment* dapat digunakan gabungan kedalaman pada penyebaran konveksi untuk sedimen yang tersuspensi. Adapun persamaan yang dipakai adalah seperti berikut:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left[ \beta v_t \frac{\partial c}{\partial x} \right] - \frac{\partial}{\partial y} \left[ \beta v_t \frac{\partial c}{\partial y} \right] = S \quad \dots \dots \dots \quad (2.13)$$

Keterangan:

$c$  = konsentrasi sedimen gabungan kedalaman ( $kg/m^3$ )

$u$  dan  $v$  = komponen kecepatan aliran ( $m/s$ )

$\beta$  = koefisien yang digunakan untuk mengubah viskositas turbulen eddy menjadi difusivitas eddy untuk sedimen

Untuk mencari  $S$  dapat dilihat pada persamaan dibawah ini, dimana  $S$  merupakan keseimbangan lokal pada suspensi dan deposisi:

$$S = -\frac{\omega_s}{hF} (c - c_e) \dots \quad (2.14)$$

dimana

$c = FC_\alpha$ ,  $C_\alpha$  merupakan konsentrasi sedimen di dekat permukaan dasar.

$c_e = FC_{ae}$ ,  $C_{ae}$  merupakan konsentrasi sedimen di kedalaman rata-rata.

## 2.9. Perubahan Morfologi Dasar Laut

Pergerakan material dasar dapat mengakibatkan perubahan morfologi dasar laut. setelah melakukan simulasi transport sedimen, maka langkah selanjutnya adalah memodelkan perubahan morfologi dasar laut. Dalam Wijaya dkk. (2015), evolusi dasar laut dimodelkan dengan menggunakan persamaan konservasi sedimen berikut:

$$\frac{\partial d(x,t)}{\partial t} = (1 + p) \frac{\partial \tilde{q}_t(x,t)}{\partial x} \dots \quad (2.15)$$

Keterangan:

$\tilde{q}_t(x, t)$  = fluks sedimen total ( $m^3$ )

$p$  = porositas dasar (*bed porosity*)

Dua kontribusi diperhitungkan untuk menghitung fluks sedimen total  $\tilde{q}_t(x)$ , yaitu fluks *bedload*  $\tilde{q}_b(x)$  yang disebabkan oleh tegangan geser dasar gelombang dan flux suspensi  $\tilde{q}_s(x)$  yang berhubungan dengan arus yang disebabkan gelombang, konsentrasi sedimen dan tegangan geser dasar.

## 2.10. Pemodelan Hidrodinamika dan Transpor Sedimen

Mike 21 merupakan sebuah perangkat lunak profesional yang dikembangkan oleh *DHI Water & Environment*. Software ini berisi sistem pemodelan komprehensif pemrograman komputer untuk 2D *free surfaces flows*. Mike 21 dapat diaplikasikan untuk melakukan simulasi hidrodinamika dan fenomena yang terkait dengan sungai, danau, estuari, teluk, pantai, dan laut. Mike 21 terdiri atas beberapa modul, namun modul

yang digunakan dalam tugas akhir ini hanya sebatas modul *Hydrodynamic* (HD) dan *Sand Transport* (ST).

### 2.10.1. Pemodelan Hidrodinamika

Untuk melakukan pemodelan hidrodinamika, digunakan modul Mike 21 HD. Mike 21 *Hydrodynamic* (HD) merupakan model matematika yang digunakan untuk melakukan perhitungan perilaku terkait hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi pemodelan. Modul ini mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai pemodelan yang terdapat di danau, sungai, estuari, teluk, dan pantai.

Telah disebutkan sebelumnya jika transpor sedimen memiliki hubungan yang erat dengan arus dan gelombang. Pola pergerakan arus dan gelombang berkaitan dengan aliran air. Aliran air dan variasi elevasinya dapat dicari dengan beberapa persamaan. Dalam model persamaan hidroninamika yang digunakan dalam Mike 21 HD merupakan model numerik umum untuk muka air dan aliran di estuari, teluk, dan pantai. Model ini mensimulasikan aliran dua dimensi dalam fluida beraliran *unsteady* secara vertikal homogen yang dapat dikembangkan agar dapat menjelaskan aliran fluida dengan berbagai variasi kedalaman. Persamaan hidrodinamika yang umum digunakan adalah persamaan kontinuitas (konservasi massa) dan momentum. Persamaan kontinuitas dan momentum dapat dilihat seperti dibawah ini:

Persamaan Kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.16)$$

Persamaan momentum:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{1}{h} \left[ \frac{\partial (h \tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial (h \tau_{xy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{bx}}{\rho h} + f_{Cor} v \quad \dots \dots \dots \quad (2.17)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial Z}{\partial y} + \frac{1}{h} \left[ \frac{\partial (h \tau_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial (h \tau_{yy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{by}}{\rho h} - f_{Cor} u \quad \dots \dots \dots \quad (2.18)$$

Keterangan:

- u dan v = komponen kecepatan *depth-integrated* pada sumbu x dan sumbu y (m/s)
- g = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
- z = elevasi permukaan air (m)
- $\rho$  = berat jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )
- h = kedalaman air lokal (m)
- $f_{\text{cor}}$  = parameter coriolis
- $\tau_{xx}$ ,  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yx}$ ,  $\tau_{yy}$  = tegangan Reynolds ( $\text{N/m}^2$ )
- $\tau_{bx}$  dan  $\tau_{by}$  = tegangan geser pada permukaan dasar ( $\text{N/m}^2$ )

### 2.10.2. Pemodelan Transpor Sedimen

Dalam pemodelan transpor sedimen dilakukan dengan menggunakan modul Mike 21 *Sand Transport* (ST). Modul ini merupakan aplikasi pemodelan dari angkutan sedimen non kohesif. Modul ini dikembangkan untuk aplikasi di dalam oseanografi, rekayasa pantai, dan lingkungan muara sungai. Modul Mike 21 ST mampu menghitung hasil pergerakan material non kohesif berdasarkan kondisi aliran dari modul hidroninamika (HD).

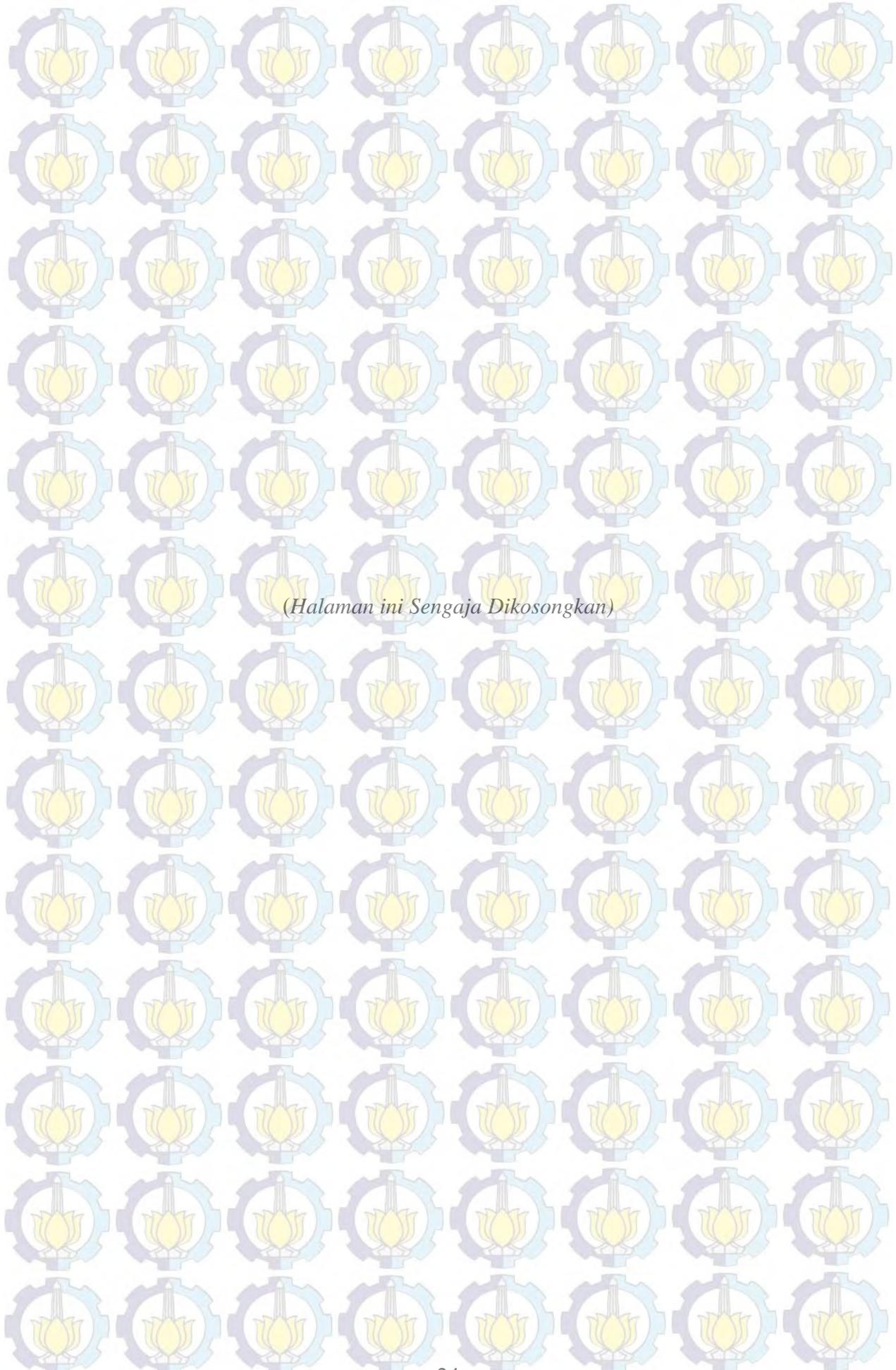
Pada modul ini terdapat empat teori sedimen, teori tersebut antara lain Engelund dan Hansen (*total load*); Van Rijn (*bed load and suspended load*); Engelund dan Fredsoe (*bed load and suspend load*), dan Meyer-Peter-Muller (*bed load*). Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam pergerakan sedimen. Persamaan yang digunakan dalam modul ini adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} U_0 \frac{dU_0}{dt} + \frac{30K}{k} \sqrt{\frac{K^2 U_0^2 |z^2 U_{f0}^2| 2Kz U_{f0} U_0 \cos \gamma}{e^z(z-1)+1}} \quad \dots(2.19)$$

Keterangan:

- K = Konstanta Von Karman
- t = waktu (detik)

- $z$  = parameter tebal *boundary layer*  
 $U_0$  = kecepatan orbit dasar gelombang terdekat (m/s)  
 $U_{f0}$  = kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang (m/s)  
 $\gamma$  = sudut antara arus dan gelombang (deg°)  
 $k$  = kekasaran dasar permukaan  $2,5 d_{50}$  untuk lapisan *plane bed*  
 $d_{50}$  dan  $2,5 d_{50} + k_R$  untuk *ripple covered bed* (m)  
 $d_{50}$  = ukuran diameter butir sedimen (m)  
 $k_R$  = *ripple* yang berkaitan dengan kekasaran (m)

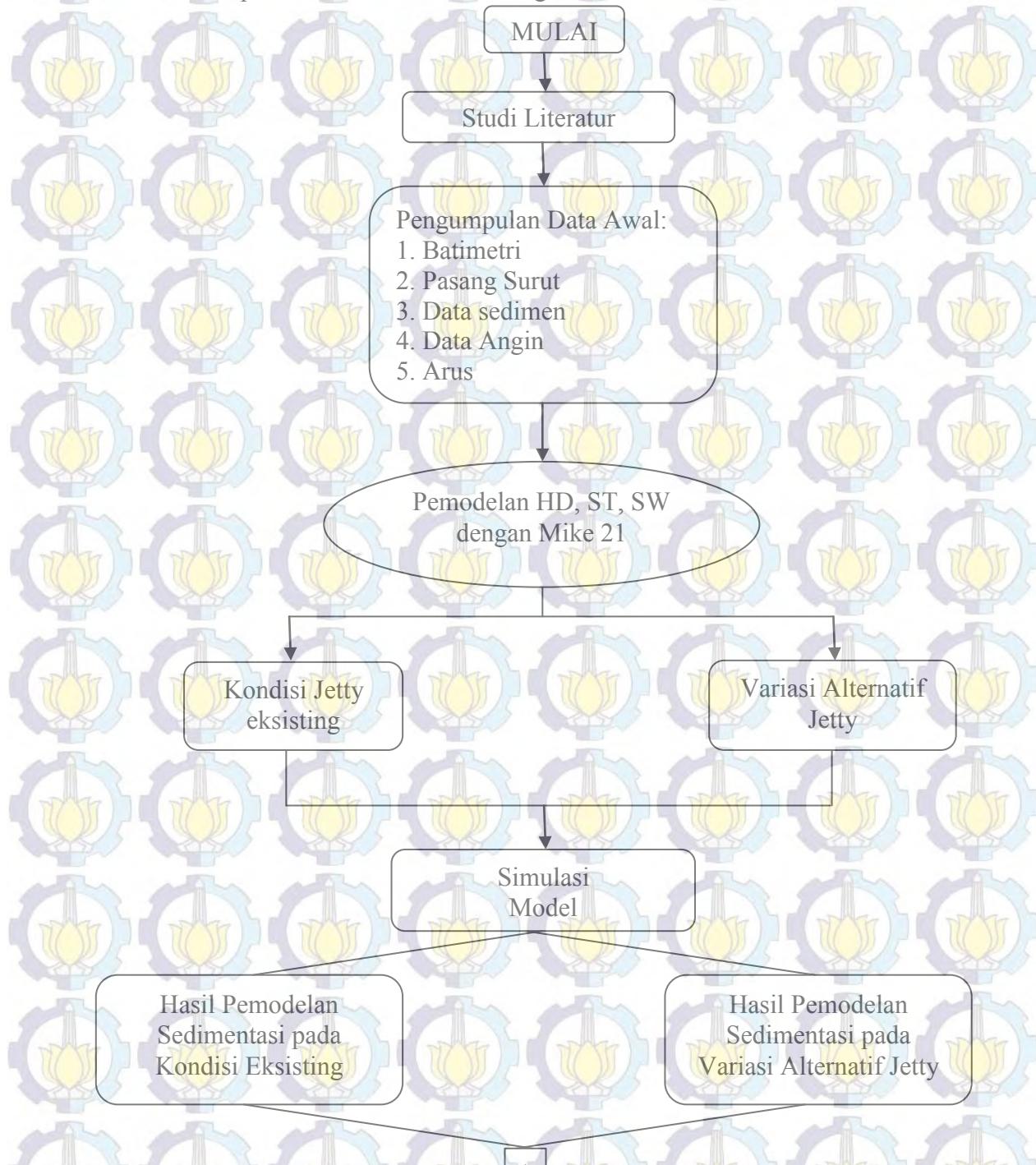


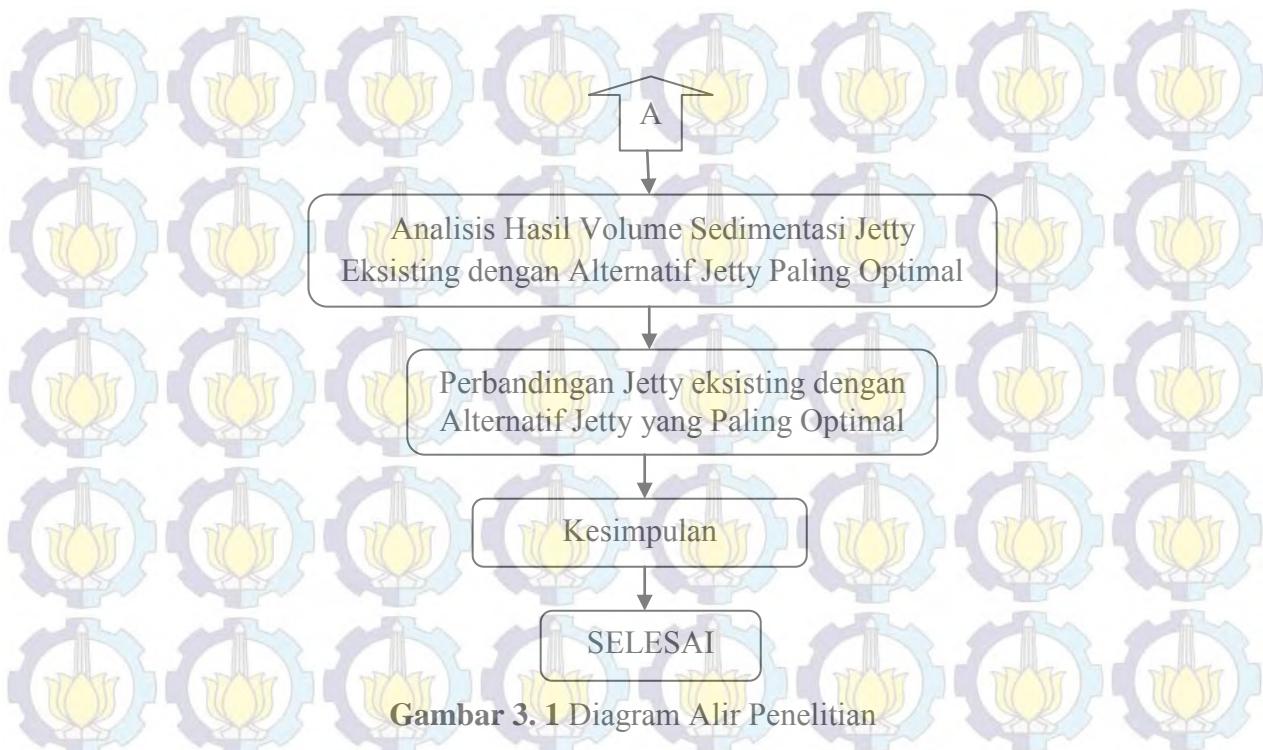
*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

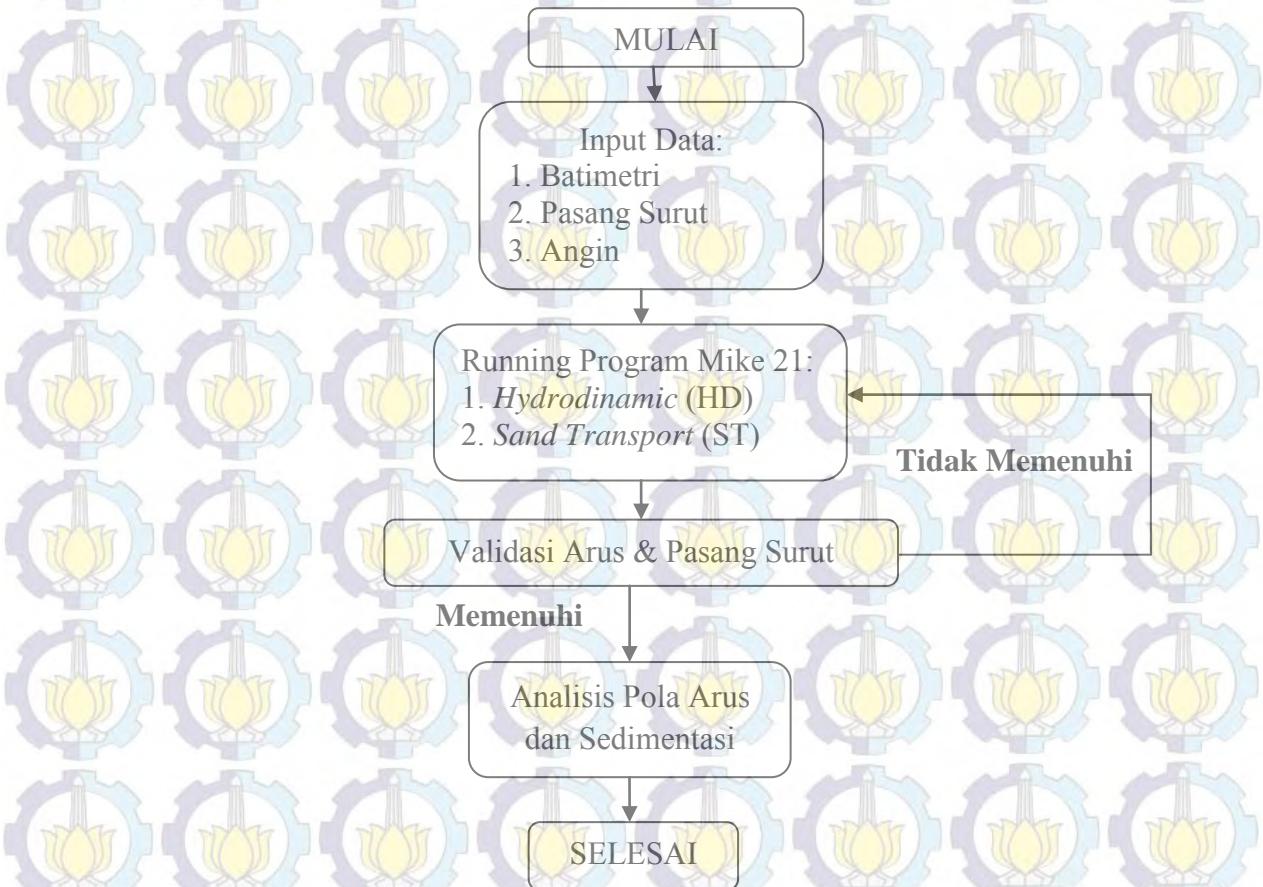
#### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini dapat dilihat dalam bentuk diagram alir berikut:





Sedangkan penggerjaan pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak, dapat dilihat dalam diagram alir berikut ini:



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Penggerjaan Pemodelan dengan Mike 21

### **3.2. Metodologi Penggerjaan**

Pengerjaan laporan tugas akhir ini dilakukan dengan tahap-tahap seperti disajikan pada sub bab 3.1. diagram alir penelitian diatas. Adapun uraian dari penggerjaan seperti dibawah ini:

#### **1. Studi Literatur**

Studi literatur digunakan untuk mengetahui lebih awal mengenai pokok permasalahan yang akan dibahas serta teori-teori yang digunakan untuk menganalisis permasalahan. Dalam studi literatur ini dillakukan dengan mempelajari beberapa literatur berupa buku, jurnal, laporan penelitian, serta sumber informasi ilmiah tekait permasalahan yang relevan dengan tugas akhir ini.

#### **2. Pengumpulan Data**

Data-data yang digunakan dalam penggerjaan laporan ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengukuran dan penelitian pihak lain. Adapun data-data lingkungan yang digunakan dalam analisis pemodelan dengan menggunakan software Mike 21: *Coupled Model*, antara lain:

- 1. Batimetri**
- 2. Pasang surut**
- 3. Angin**
- 4. Porositas sedimen**

#### **3. Pemodelan Sedimentasi dengan Menggunakan Software Mike 21**

##### **a) Input Model**

Dalam pemodelan dengan menggunakan Mike 21, data lingkungan yang dimasukkan antara lain:

- 1) Batimetri**
- 2) Pasang surut**
- 3) Angin**
- 4) Porositas sedimen**

b) Simulasi Model

Setelah data lingkungan dimasukkan, kemudian dilakukan *running program*, dan untuk selanjutnya dilakukan analisis numerik.

c) Analisis Pola Arus dan Sedimentasi

Setelah menjalankan program, akan keluar hasil berupa data numerik beserta gambar pemodelan data. Pada hasil pemodelan pola arus nantinya akan menjadi dasar dalam menganalisis pola sedimentasi yang terjadi. Sedangkan hasil pemodelan sedimentasi akan memberikan informasi terkait daerah yang mengalami sedimentasi beserta data numeriknya.

d) Validasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan kecepatan arus hasil pengukuran (dalam data sekunder) dengan kecepatan arus hasil simulasi pemodelan (hasil *output software*) serta pasang surut dari data Dishidros dengan pasang surut hasil pemodelan.

4. Analisis Hasil Laju Sedimentasi

Dari hasil simulasi pemodelan dengan menggunakan Mike 21, kemudian dilakukan analisis laju volume sedimentasi dengan software surfer. Setelah melakukan analisis, kemudian melakukan perbandingan laju sedimentasi yang terjadi pada kondisi eksisting jetty kanal *water intake* PLTGU Grati dengan laju sedimentasi yang terjadi pada model alternatif jetty yang paling optimal mengatasi sedimentasi.

5. Kesimpulan

Dalam tahap kesimpulan, akan ditampilkan hasil akhir analisis yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini serta membeikan saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

## BAB IV

### ANALISIS & PEMBAHASAN

#### 4.1. Lokasi Studi

Lokasi yang menjadi obyek studi dari penelitian tugas akhir ini adalah kanal water intake PLTGU Grati yang terletak di Desa Wates, Kecamatan Lekok, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Wilayah Kecamatan Lekok merupakan wilayah pesisir yang dikelilingi oleh Selat Madura, sedangkan secara geografis PLTGU Grati terletak di  $113^{\circ} 00' 35,5''$  -  $113^{\circ} 02' 06,2''$  bujur timur dan  $7^{\circ} 39' 10,6''$  -  $07^{\circ} 39' 11,6''$  lintang selatan. Lokasi PLTGU Grati memiliki area seluas  $\pm 73$  hektar, dengan area pantai seluas 38 hektar dan area reklamasi seluas 35 hektar.

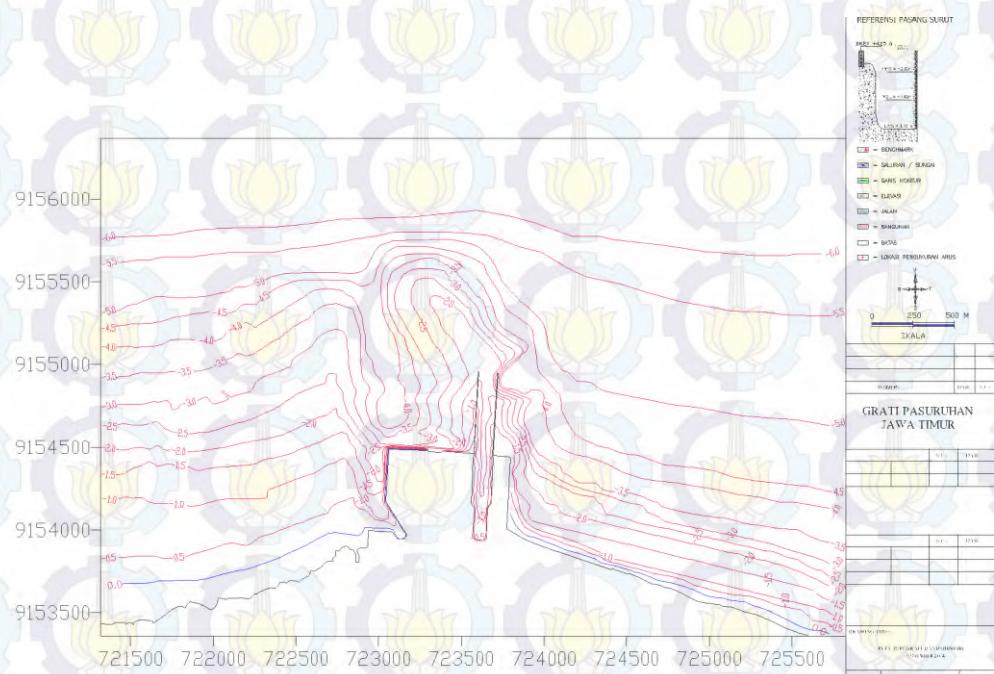


Gambar 4. 1 Lokasi Studi

(Sumber: [www.google.co.id/maps](http://www.google.co.id/maps))

## 4.2. Peta Batimetri

Peta batimetri yang digunakan dalam penggerjaan tugas akhir ini berasal dari data sekunder yang merupakan peta topografi batimetri bulan Nopember 2014. Peta batimetri hasil pengukuran akan disajikan dengan skala 1:500, dengan interval kontur 0,5 meter. Berdasarkan peta batimetri, diketahui kedalaman perairan pada bagian dalam kenal water intake mencapai kedalaman 1,5 meter. Data batimetri ini digunakan sebagai input meshing kontur layout jetty kondisi eksisting pada saat pemodelan.



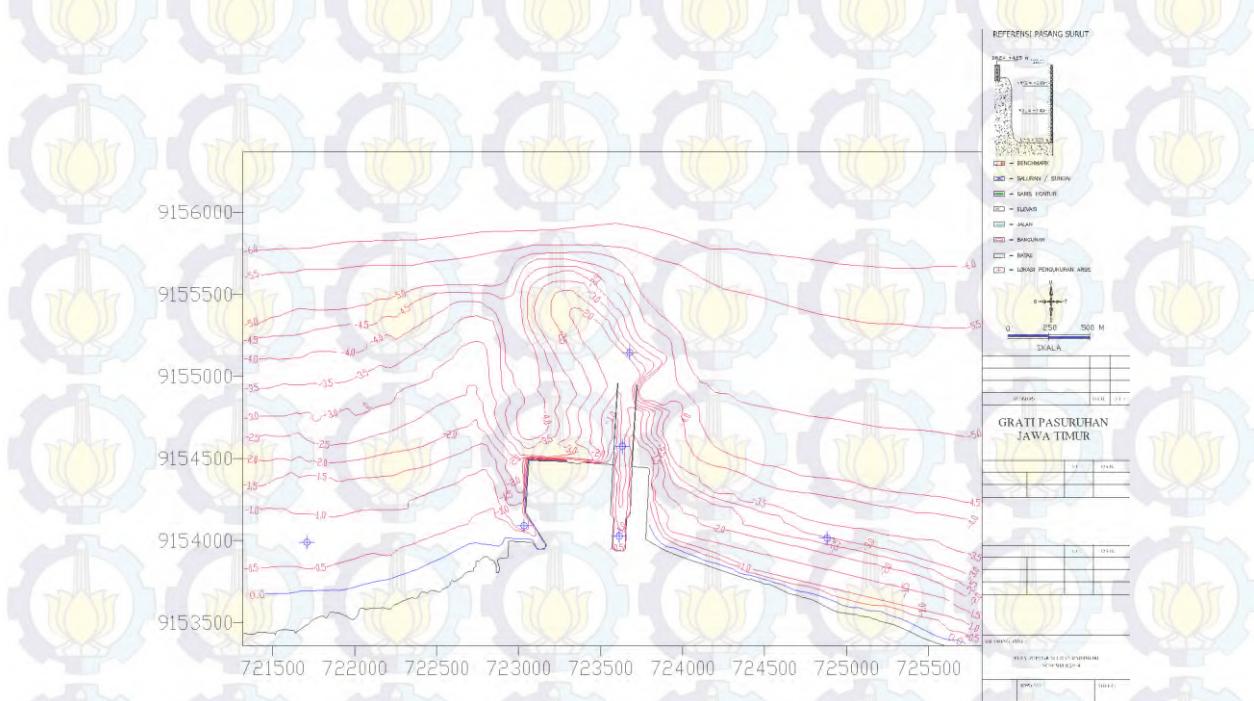
Gambar 4. 2 Peta Batimetri PLTGU Grati

## 4.3. Data Arus

Data arus yang diperoleh dari data sekunder menunjukkan jika pengambilan data arus dilakukan pada enam titik di lokasi dan disekitar jetty dan dilakukan selama tiga hari. Keenam titik lokasi tersebut meliputi intake dalam, tengah intake diantara seawall, open cannal, pantai timur PLTGU Grati, outlet, dan pantai barat PLTGU Grati. Data ini nantinya digunakan untuk validasi hasil pemodelan numerik pola arus dengan Mike 21 serta digunakan untuk melihat perubahan pola arus yang terjadi di sekitar kanal *water intake* Grati.

**Tabel 4. 1 Tabel Kecepatan Arus Rata-Rata PLTGU Grati**

Lokasi	Poin	Kec. Arus Rata-Rata (cm/s)	Lokasi	Poin	Kec. Arus Rata-Rata (cm/s)
Intake dalam	X = 723615,2	71,71	Pantai timur	X = 724881,1	26,5
	Y= 9154027,3			Y= 9154013,6	
Intake tengah	X = 723634,0	65,94	Outlet	X = 723033,9	29,65
	Y= 9154573,1			Y= 9154090,1	
Open canal	X = 723677,7	22,27	Pantai barat	X = 721710,9	25,18
	Y= 9155145,8			Y= 9153990,6	

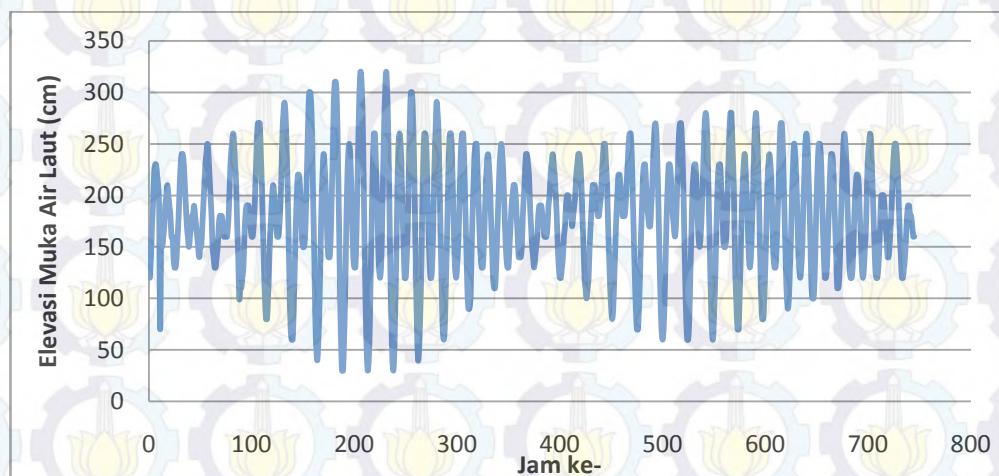


**Gambar 4. 3 Lokasi Pengukuran Data Arus**

#### 4.4. Data Pasang Surut

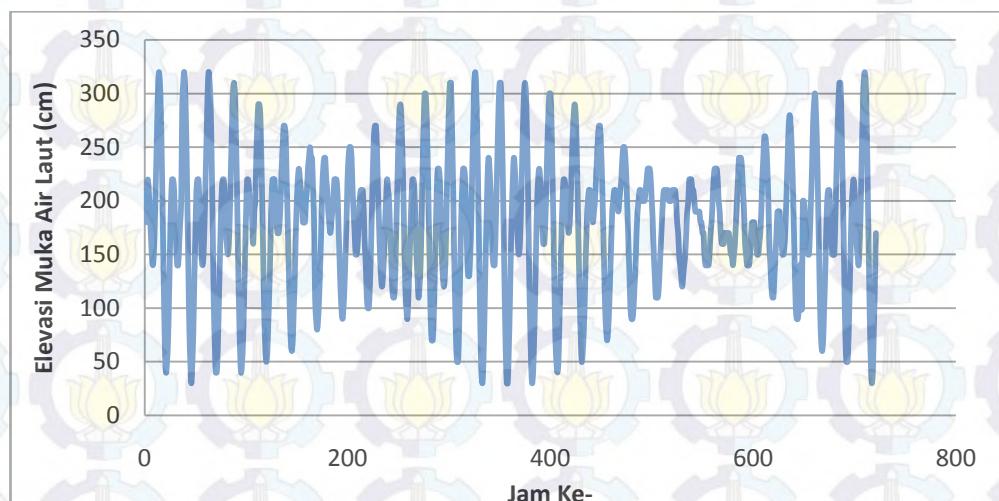
Dalam penggerjaan tugas akhir ini, data pasang surut yang digunakan berasal dari Daftar Pasang Surut Kepulauan Indonesia Tahun 2014 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro-Oseanografi (Dishidros) TNI AL. Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut yang mengacu pada daerah Alur Pelayaran Timur Surabaya Karang Kleta pada bulan Juli-

Agustus (untuk musim timur) dan bulan Nopember-Desember (untuk musim barat).



**Gambar 4. 4** Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta)

22 Juli - 22 Agustus 2014



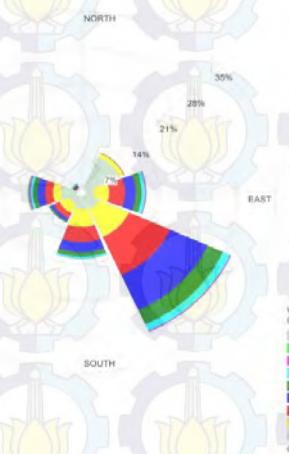
**Gambar 4. 5** Grafik Pasang Surut Dishidros (Karang Kleta)

22 Nopember - 22 Desember 2014

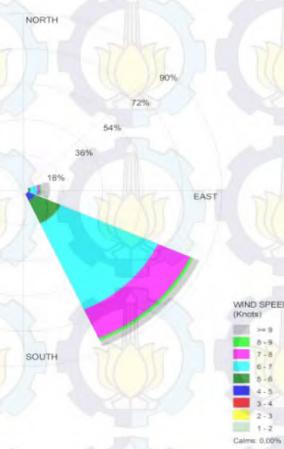
Berdasarkan dua grafik pasang surut diatas, dapat diketahui jika ternyata daerah perairan tersebut memiliki tipe pasang surut semidiurnal. Data pasang surut ini akan digunakan sebagai *input data boundary condition* dalam modul hidrodinamika program Mike 21 untuk memperoleh model pola arus serta sedimentasi yang terjadi.

#### 4.5. Data Angin

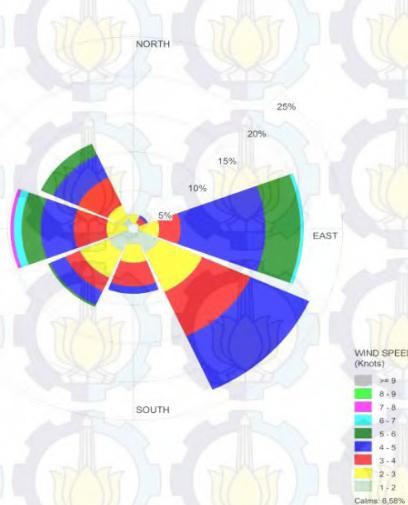
Salah satu faktor yang mempengaruhi arus adalah faktor angin. Dalam program Mike 21, data angin berperan dalam inputan data *wind forcing* yang terdapat pada modul hidrodinamika. Selain mempengaruhi pola pergerakan arus, angin juga mempengaruhi pembangkitan gelombang, sehingga nantinya angin ini juga akan berpengaruh terhadap pola pergerakan dari transpor sedimen yang dipengaruhi oleh arus dan gelombang. Adapun data angin yang diperoleh dari data sekunder adalah data angin selama 10 tahun dari tahun 2004 hingga tahun 2014. Namun untuk input data yang dilakukan hanya menggunakan data angin pada bulan Juli-Agustus 2014 dan Nopember-Desember 2014. Input data ini sesuai dengan time step dan waktu simulasi pemodelan yang dilakukan. Diagram mawar angin berikut menunjukkan apabila arah dominan angin berasal dari tenggara menuju ke barat daya.



Gambar 4. 6 Diagram Mawar Angin Tahun 2004-2014



Gambar 4. 7 Diagram Mawar Angin Juli 2014 - Agustus 2014



**Gambar 4. 8** Diagram Mawar Angin Nopember 2014 - Desember 2014

#### 4.6. Data Sedimen

Dalam melakukan pemodelan sedimen dengan program Mike 21, data sedimen dimasukkan dalam input data analisa sedimentasi pada daerah pemodelan. Adapun data sedimen yang terkumpul adalah data sedimen dengan lokasi mengambilan yang sama dengan kecepatan arus. Untuk jenis tanah, porositas, dan  $d_{50}$  butir sedimen dapat dilihat dalam tabel 4.2.

**Tabel 4. 2** Tabel Data Sedimen Dasar di PLTGU Grati

Lokasi	Jenis Tanah	w (%)	$d_{50}$ (mm)
Dalam Intake	<i>Silty Loam</i>	122.99	0.015
Tengah Intake	<i>Sandy Loam</i>	110.26	0.031
Open Canal	<i>Sand</i>	28.87	0.300
Pantai Timur	<i>Sand</i>	28.01	0.310
Outlet	<i>Sand</i>	32.66	0.299
Pantai Barat	<i>Sand</i>	114.24	0.0065

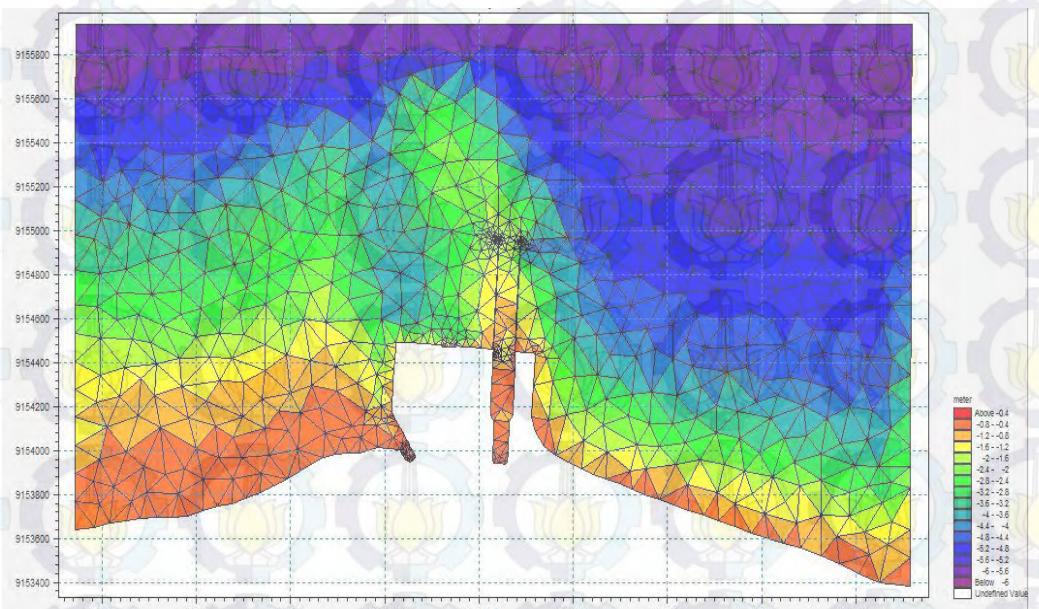
#### 4.7. Pemodelan Jetty Eksisting dengan Program Mike 21

Secara garis besar pemodelan dengan menggunakan program Mike 21 pada tugas akhir ini dibagi menjadi tiga tahapan. Tahapan tersebut antara lain adalah meshing dengan menggunakan program mesh generator (.mdf), input data dengan memasukkan data melalui bantuan program Time Series

(.dfs0), dan simulasi hidrodinamika serta simulasi sedimen dalam modul HD, ST, dan SW.

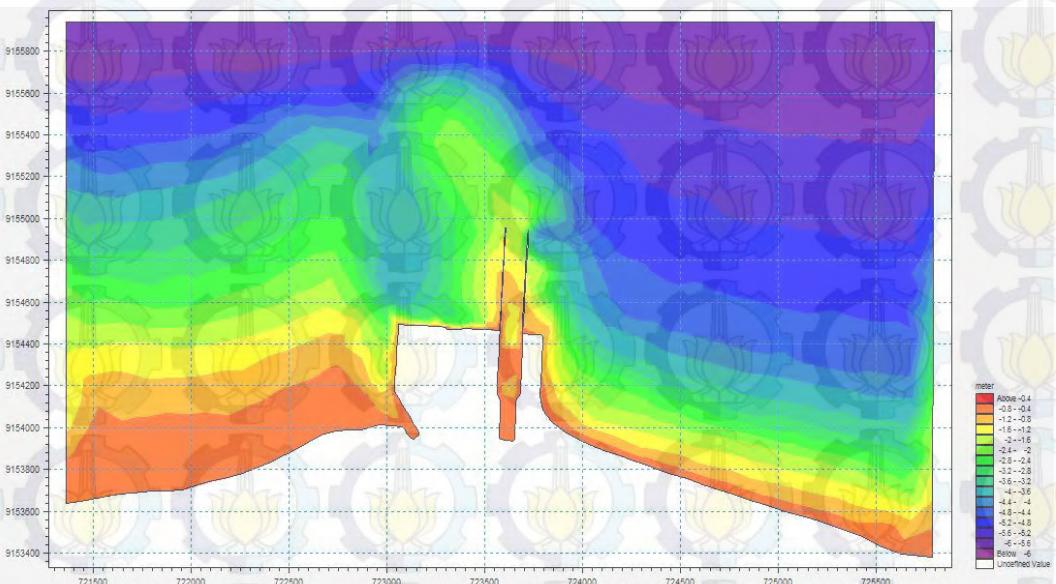
#### 4.7.1. Meshing Lokasi Studi

Pemodelan hidrodinamika dan sedimen pada kondisi eksisting didapatkan dengan melakukan pembuatan model geometri yang didapat dari data sekunder yang berupa peta kontur batimetri lokasi studi dalam bentuk Autocad. Data peta batimetri yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk membuat model geometri kanal *water intake*. Peta batimetri tersebut diubah menjadi file berekstensi (\*.dxf) pada program Autocad. Setelah diubah menjadi file berekstensi (\*.dxf) kemudian peta batimetri tersebut didigitasi untuk mendapatkan koordinat X, Y, dan Z. Untuk melakukan meshing pemodelan lokasi dengan menggunakan program Mesh Generator, digunakan data input peta batimetri berupa koordinat X, Y, dan Z dalam file berekstensi (\*.xyz). Pembuatan meshing dan penentuan *boundary condition* pada kanal water intake PLTGU Grati pada kondisi eksisting dapat dilihat dalam gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4. 9 Meshing pada Lokasi Studi (Jetty Kondisi Eksisting)

Kondisi batas yang diberikan pada peta batimetri disesuaikan dengan lokasi yang ingin dikaji pola arus dan sedimentasinya. Sedangkan untuk kondisi batas pemodelannya dibuat persegi dengan tujuan untuk menghindari sudut limit yang mungkin terjadi apabila kondisi batas dibuat lingkaran, sehingga kemungkinan eror dapat dihindari. Hasil keluaran dari program pemodelan Mesh Generator adalah berupa file geometri dengan ekstensi (\*.mesh) yang digunakan sebagai domain yang dibutuhkan oleh Coupled Model CM (.m21fm) untuk melakukan simulasi hidrodinamika dan sedimentasi.



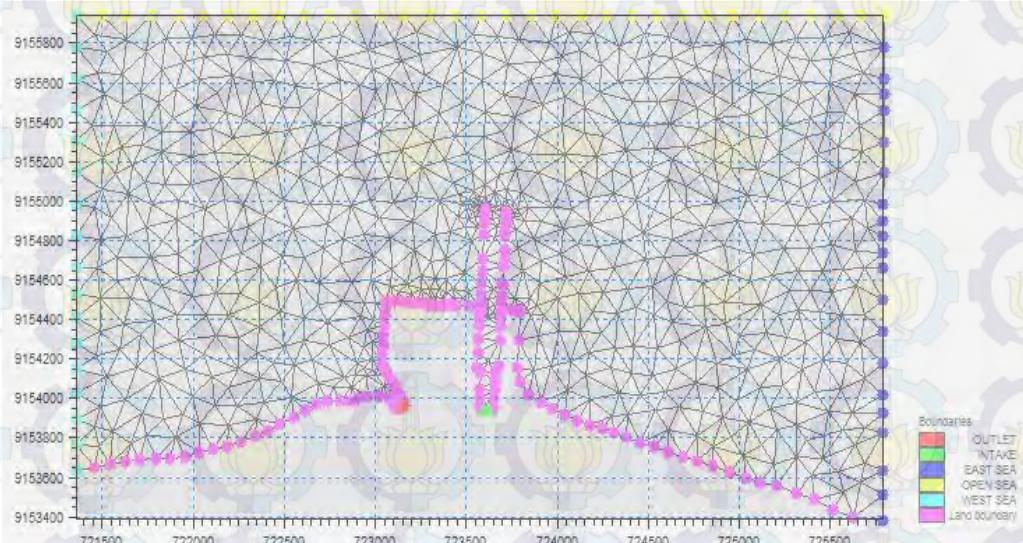
**Gambar 4. 10** Kontur Kedalaman Lokasi Studi (Jetty Kondisi Eksisting)

#### 4.7.2. Kondisi Batas Lingkungan

Modul yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah tiga modul dengan dua modul pokok. Modul hidrodinamika dan modul *sand transport* merupakan modul pokok yang akan dianalisa hasil simulasinya, sedangkan modul spektral gelombang digunakan sebagai modul penunjang untuk menambahkan aspek gelombang dalam melakukan simulasi modul *sand transport*. Pemrosesan simulasi yang dilakukan membutuhkan masukan/input data sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau dibutuhkan. Tugas akhir ini menggunakan data

input angin, gelombang, sedimen, serta pasang surut yang dijadikan sebagai kondisi batas lingkungan dan dimasukkan kedalam pilihan input data yang beresesuaian.

Data angin dan pasang surut digunakan untuk masukan data lingkungan modul hidrodinamika. Pada modul hidrodinamika ini, data pasang surut dimasukkan kedalam *boundary condition*, sedangkan data angin dimasukkan kedalam *wind forcing*. Boundary condition yang diberikan pada modul hidrodinamika mencakup enam kondisi batas yaitu outlet, intake, laut lepas, laut timur, laut barat, serta darat. Adapun gambar dari kondisi batas lingkungan hidrodinamika dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 *Boundary Condition* Jetty Eksisting

Kondisi batas laut timur, laut barat, dan laut lepas diberikan input *specified level* berupa data pasang surut sesuai musim yang terjadi. Sedangkan untuk kondisi batas daratan, outlet, dan intake diberikan *boundary data* berupa *land* (*zero normal velocity*). Untuk kondisi outlet dan intake diberikan data *land* (*zero normal velocity*) karena jika diberikan input masukan *data discharge* akan mempengaruhi aliran yang terjadi. Hal ini karena outlet dan intake dikendalikan oleh mesin sehingga hanya memiliki satu aliran saja. *Boundary intake* adalah dimana air laut dipompa masuk kedalam mesin

pendingin, sedangkan *boundary outlet* adalah dimana air laut yang telah masuk sebagai pendingin dibuang keluar agar terjadi sirkulasi penggantian air laut sebagai pendingin mesin. Sedangkan bila dimasukkan pilihan data *discharge* akan memberikan aliran keluar dan masuk. Untuk mensiasatinya digunakan pilihan *source* untuk memberikan input *boundary* datanya, data aliran *discharge* negatif untuk intake dan positif untuk outlet.

*Model definition* dari modul *sand transport* diberikan tipe model *wave and current*, dimana nantinya pergerakan transpor sedimen yang dimodelkan berdasarkan pengaruh gelombang dan arus. Sedangkan untuk *forcing*, diberlakukan pilihan gelombang yang berasal dari modul *spectral wave* agar gelombang yang disimulasikan nantinya mendekati kondisi sebenarnya. Untuk modul *spectral wave* kondisi batas lingkungan yang digunakan sama seperti pada modul hidrodinamika, namun *specified level* yang diberikan merupakan data gelombang.

#### 4.7.3. Simulasi Model

Tugas akhir ini mengambil sampel pemodelan musim timur dan musim barat, masing-masing musim dilakukan simulasi pemodelan 30 hari. Untuk Musim barat dimulai pada tanggal 22 November 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 22 Desember 2014 pukul 09.00, sedangkan untuk Musim timur dimulai pada tanggal 22 Juli 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 22 Agustus 2014 pukul 09.00. Interval waktu tiap time step diambil 600 detik atau tiap 10 menit sehingga simulasi dilakukan sebanyak 4320 *time step*.

#### 4.7.5. Validasi Model

Setelah melakukan simulasi model, kemudian dilakukan validasi data untuk mengetahui keakuratan dari model yang telah dibuat. Validasi model dilakukan dengan membandingkan data arus dan pasang surut dari data sekunder yang telah ada dan dengan data hasil

simulasi pemodelan. Elemen kecepatan arus dan elevasi muka air yang berguna untuk validasi data, didapatkan dengan menggunakan program data extraction (.dxfm). Adapun titik lokasi yang divalidasi kecepatan arusnya meliputi tiga titik pengukuran arus yaitu pada open canal ( $x=723677.7$ ,  $y=9155145.8$ ), intake ( $x= 723615.2$ ,  $y=9154027.3$ ), dan pantai timur ( $x=724881.1$ ,  $y=9154013.6$ ). Dengan menggunakan rumus dibawah ini didapatkan persentase error kecepatan arus rata-rata antara data sekunder dengan hasil pemodelan.

$$Error = \frac{1}{N} \left[ \sum_{i=1}^N \left| \frac{\bar{x}_i - x_i}{TP} \right| \right] \times 100\%$$

$\bar{x}_i$  = Hasil pemodelan (m/s)

$x_i$  = Data sekunder (m/s)

TP= Tunggang Pasang, rentang besar hasil data sekunder yang merupakan selisih antara nilai terbesar dan terkecil (m/s)

N = Jumlah data

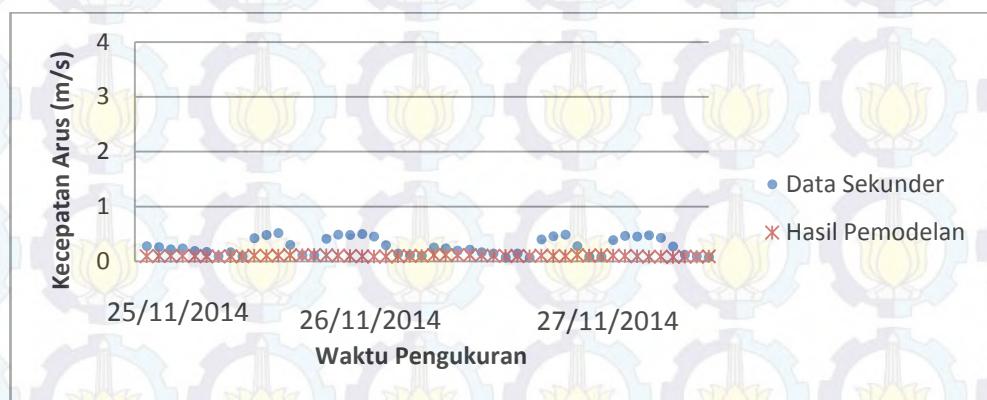
Dengan menggunakan rumus error diatas kemudian diperoleh nilai error sebesar 20.61% untuk lokasi intake; 9.12% untuk lokasi *open canal*; dan 15.52% untuk lokasi pantai timur. Untuk grafik perbandingan kecepatan arus rata-rata dari data sekunder dan hasil pemodelan dapat dilihat seperti dibawah ini:



**Gambar 4. 12** Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Intake

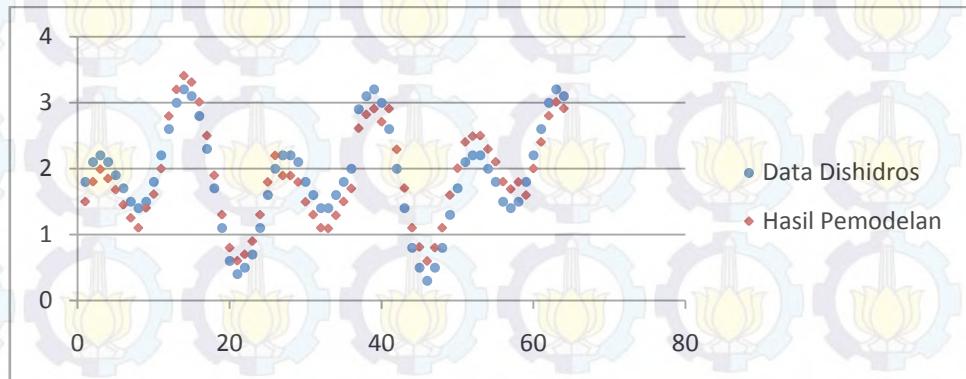


**Gambar 4. 13** Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di *Open Canal*

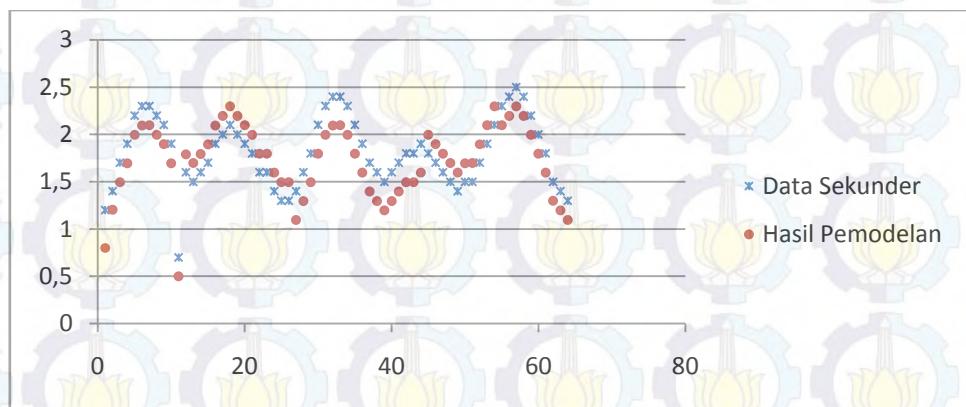


**Gambar 4. 14** Grafik Perbandingan Kecepatan Arus di Pantai Timur

Pasang surut dari data sekunder dan hasil pemodelan dengan Mike 21 juga dilakukan validasi. Cara melakukan validasi pasut sama dengan cara validasi kecepatan arus diatas. Untuk validasi pasang surut dilakukan hanya pada sampel selama tiga hari saja. Dengan rumus error yang sama diperoleh nilai error sebesar 1.04% untuk pasang surut pada musim timur selama tiga hari dan nilai error sebesar 0.69% untuk pasang surut pada musim barat selama tiga hari. Adapun grafik perbandingan pasang surut dari data Dishidros dan hasil pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.15 dan gambar 4.16.



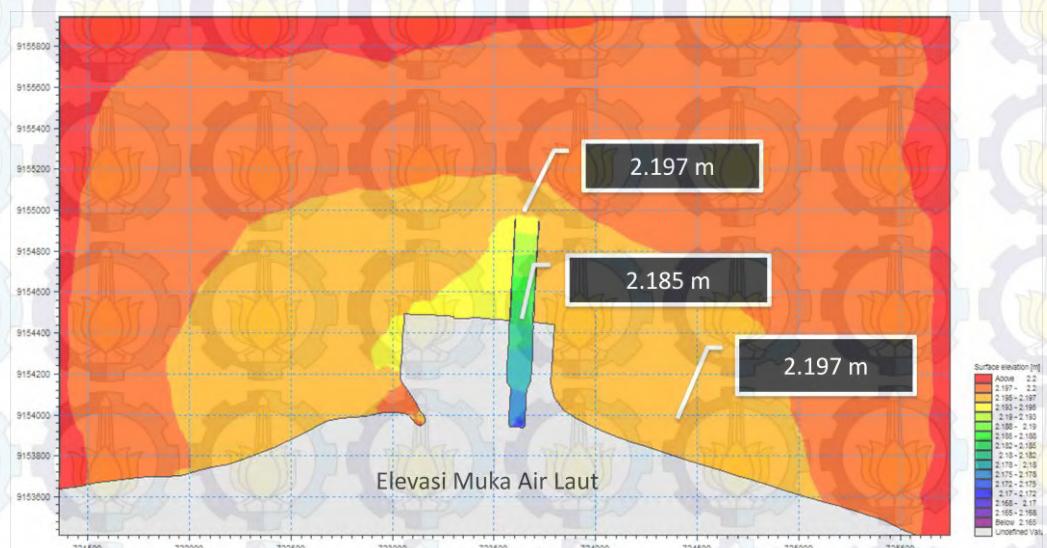
**Gambar 4. 15** Grafik Perbandingan Pasang Surut Musim Barat



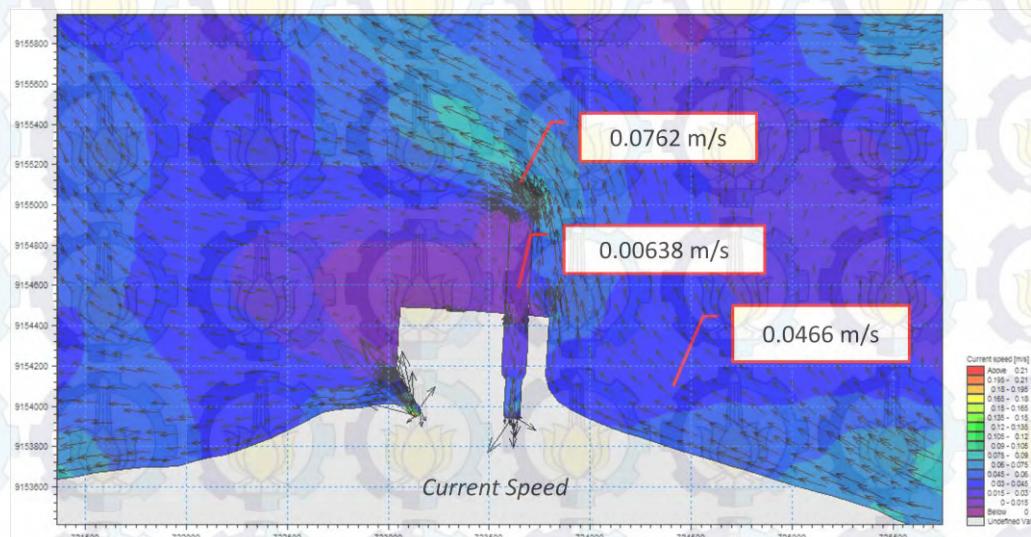
**Gambar 4. 16** Grafik Perbandingan Pasang Surut Musim Timur

#### 4.7.6. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika

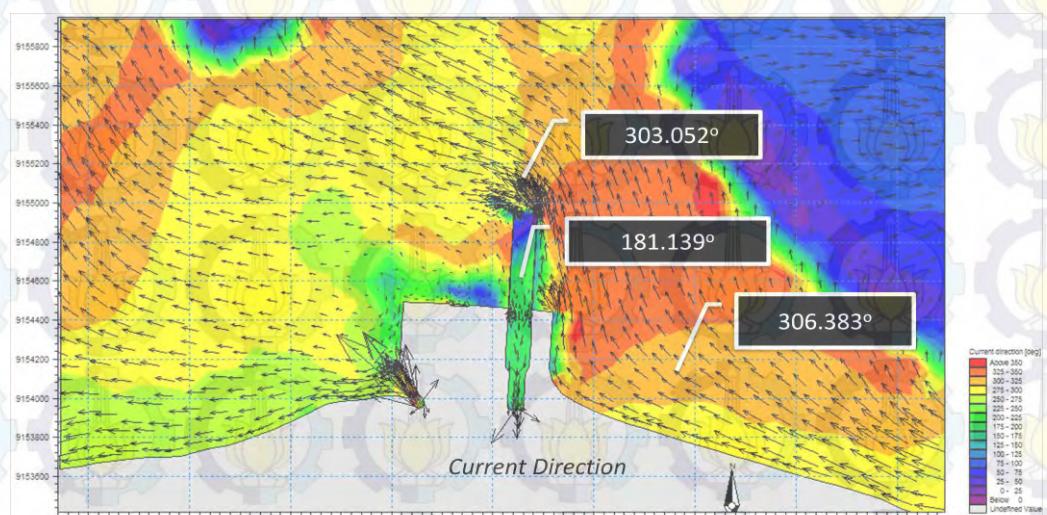
Hasil simulasi pemodelan hidrodinamika adalah berupa model pasang surut, kecepatan arus, serta pola pergerakan arus. Dari pola pergerakan arus inilah kemungkinan pola pergerakan sedimen dapat diketahui, sehingga dapat dijadikan pertimbangan untuk merencanakan layout desain bangunan pantai.



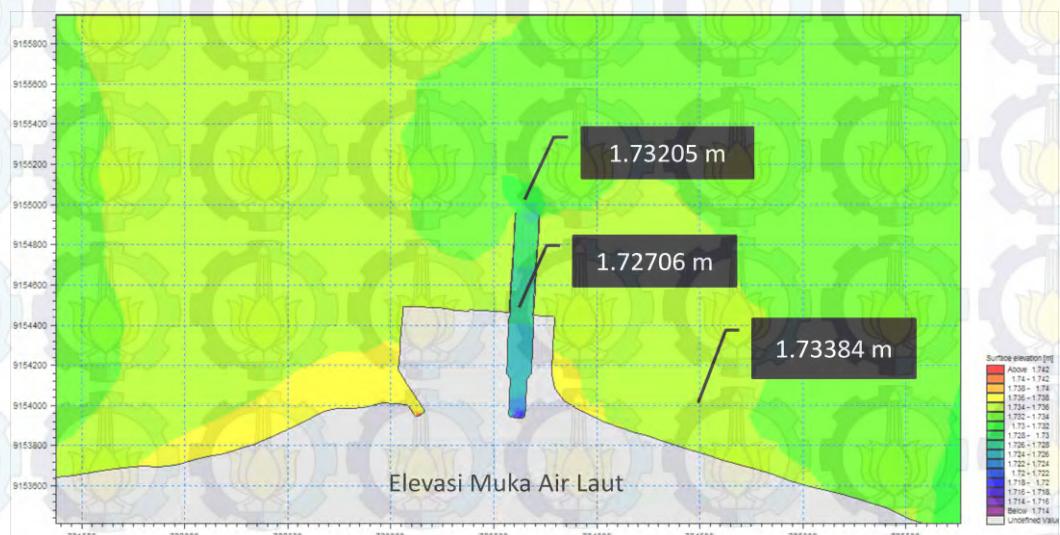
**Gambar 4. 17** Elevasi Muka Air Pemodelan Musim Barat - Time Step 97



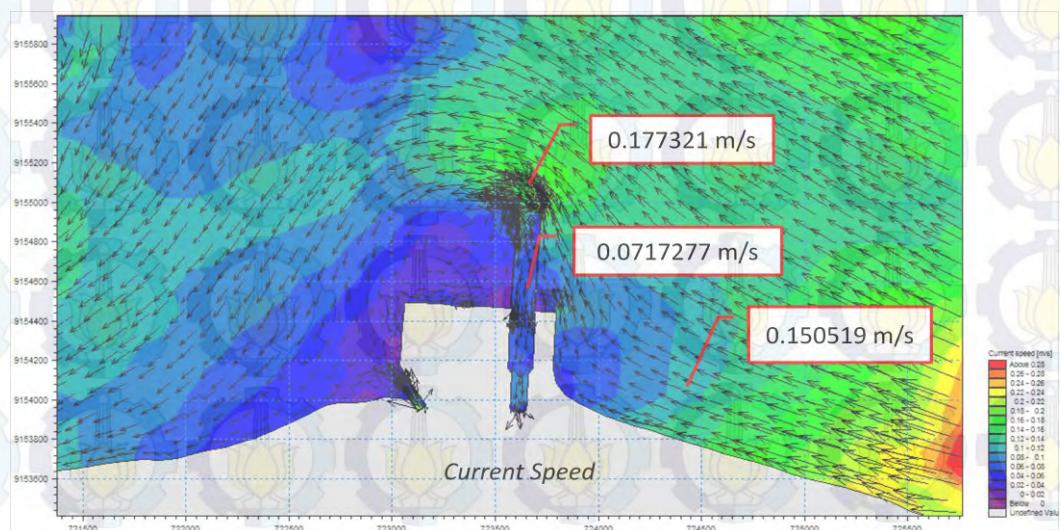
**Gambar 4. 18** Kecepatan Arus Pemodelan Musim Barat - Time Step 97



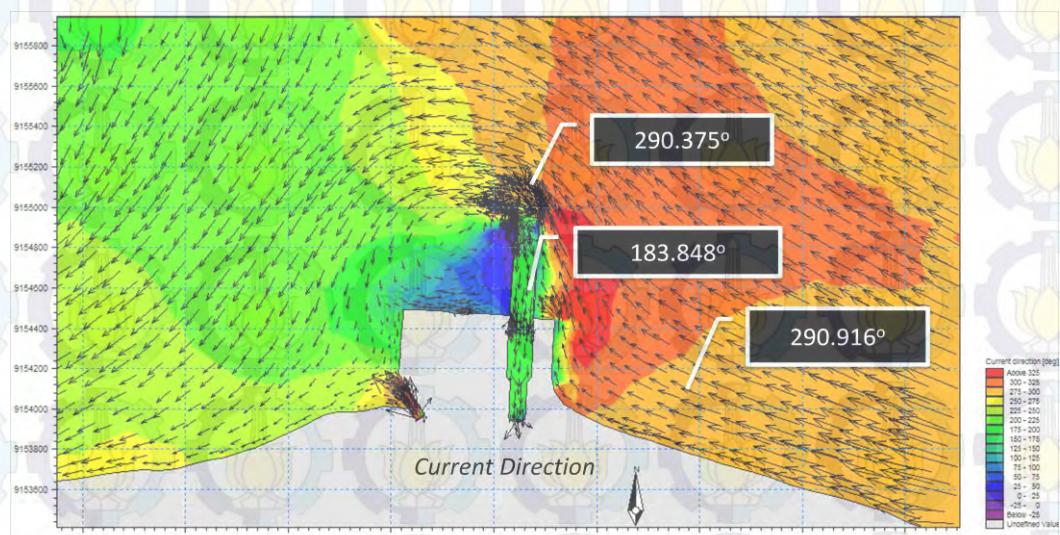
**Gambar 4. 19** Arah Arus Pemodelan Musim Barat - Time Step 97



**Gambar 4. 20** Elevasi Muka Air Pemodelan Musim Timur-Time Step 1000



**Gambar 4. 21** Kecepatan Arus Pemodelan Musim Timur - Time Step 1000



**Gambar 4. 22** Arah Arus Pemodelan Musim Timur - Time Step 1000

Dari hasil pemodelan pasang surut dan pola kecepatan arus pada musim timur dan musim barat diatas, terlihat apabila pergerakan arus dominan berasal dari arah tenggara menuju barat daya. Pola pergerakan arus tersebut kemudian dapat dijadikan acuan dalam pembuatan layout desain jetty alternatif untuk mengurangi dampak sedimentasi yang timbul.

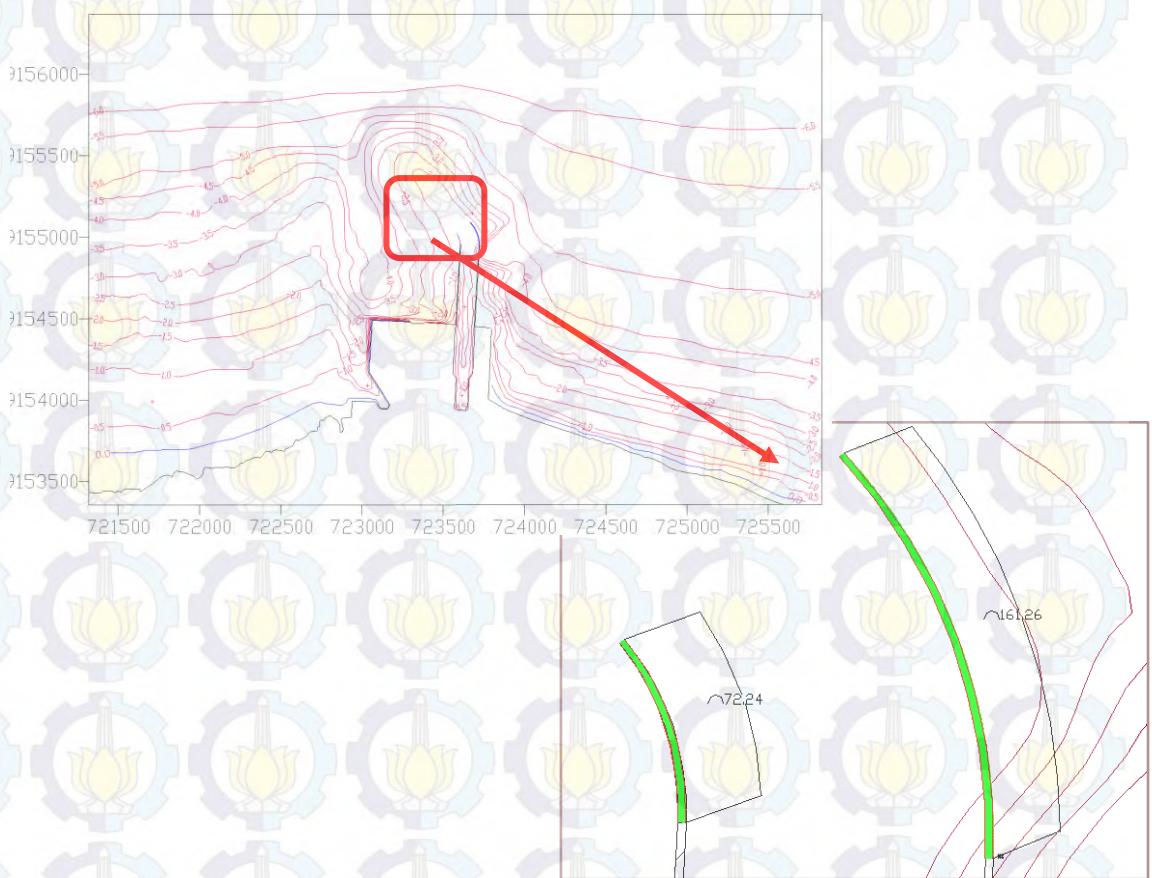
#### **4.8. Model Desain Jetty Alternatif**

Berdasarkan hasil pemodelan jetty kondisi eksisting diatas, berdasarkan pola arah arus kemudian dibuat beberapa alternatif desain jetty yang diasumsikan mampu mengurangi dampak sedimen yang terbawa arus dan gelombang.

##### **4.8.1. Jetty Alternatif 1**

Untuk desain jetty alternatif 1, diberikan modifikasi berupa penambahan panjang bangunan di kedua jetty. Penambahan bangunan ini dibuat dengan posisi agak melengkung ke arah barat dengan tujuan untuk mengurangi sedimen yang terbawa arus dominan dari arah tenggara ke barat laut, sehingga sedimen tidak masuk kedalam kanal *water intake* PLTGU Grati.

Pada bagunan jetty di sebelah timur diberikan penambahan bagunan yang melengkung dengan panjang busur sekitar 161.26 m. Sedangkan pada bagunan sebelah barat diberikan penambahan bagunan dengan panjang busur sekitar 72.24 m dengan posisi yang agak melengkung ke barat. Dimensi dari desain alternatif 1 dapat dilihat seperti gambar 4.23 berikut.



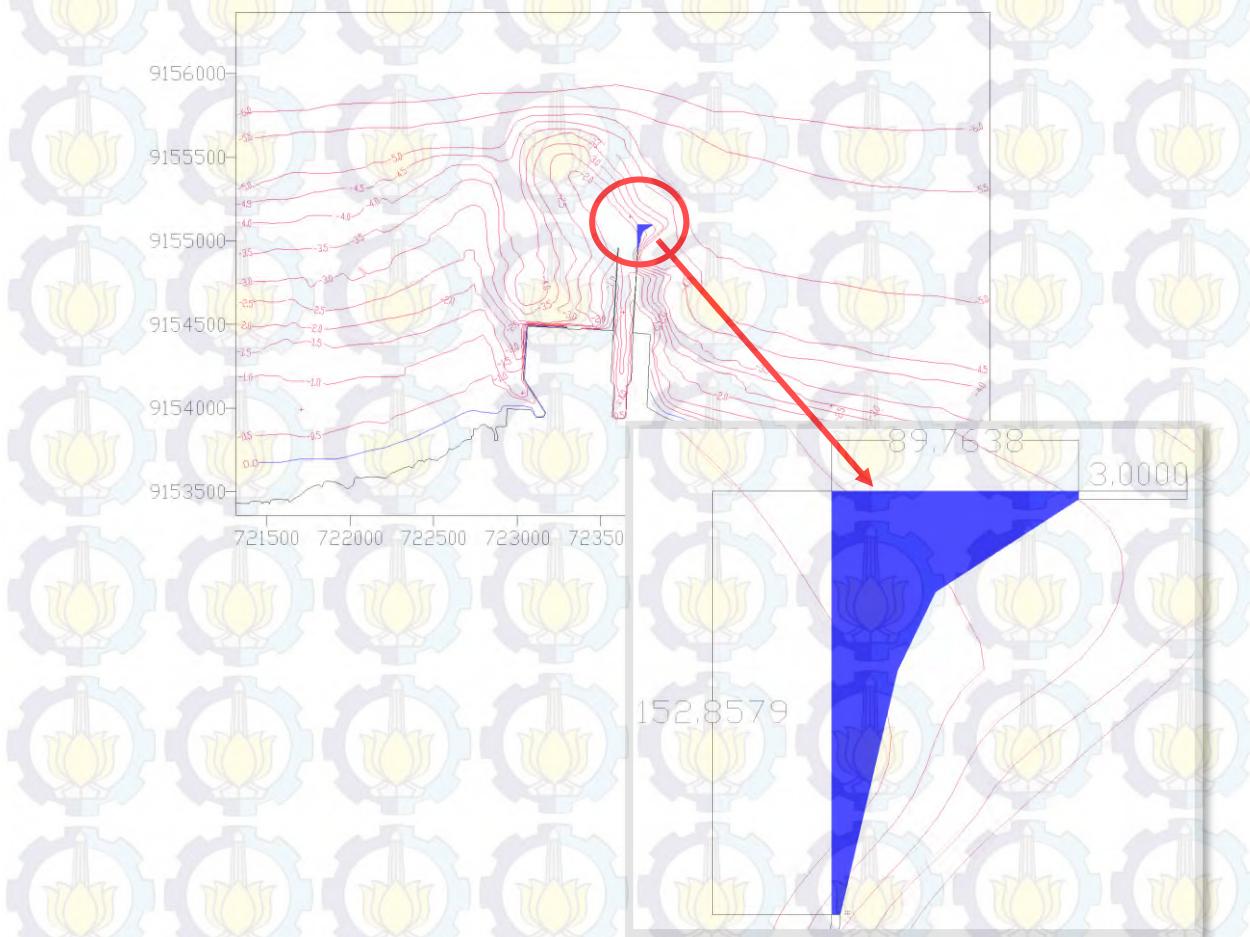
**Gambar 4. 23 Desain Alternatif 1 Jetty Kanal Water Intake PLTGU Grati**

#### 4.8.2. Jetty Alternatif 2

Pada desain jetty alternatif 2, modifikasi yang diberikan berupa penambahan jetty dengan desain melengkung ke arah timur. Penambahan jetty ini diberikan pada salah satu jetty kanal saja, yaitu pada jetty sebelah timur. Penambahan jetty desain melengkung pada kanal sebelah timur ini bertujuan untuk menghalangi sedimen dari arah timur dan tenggara untuk masuk ke wilayah *water intake*. Dengan adanya penambahan jetty di salah satu kanal ini diharapkan pergerakan arus yang membawa sedimen akan berkurang sehingga sedimen yang terbawa akan lebih sedikit dan sedimentasi akan berkurang.

Pada bagunan jetty di sebelah timur diberikan penambahan bagunan yang melengkung dengan penambahan panjang jetty sekitar 152.86 m dan dengan lebar sekitar 89.76 m. Untuk Lengkungannya

dibuat dari ujung vertikal dan ujung horizontal kearah keluar diambil garis lengkung. Dimensi dari desain alternatif 2 dapat dilihat seperti gambar 4.24 berikut.

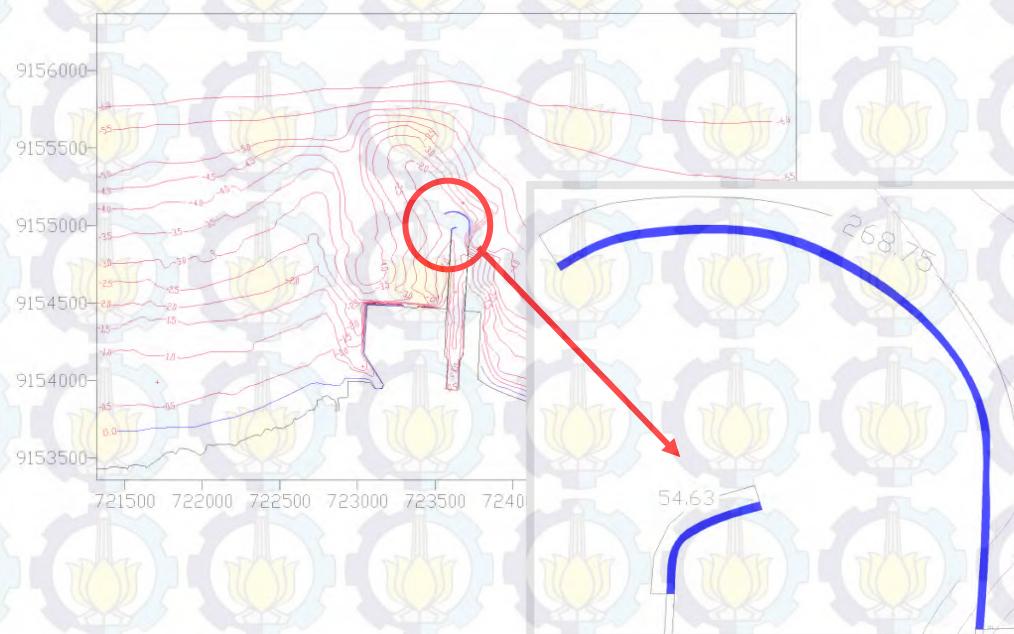


**Gambar 4. 24** Desain Alternatif 2 Jetty Kanal PLTGU Grati

#### 4.8.3. Jetty Alternatif 3

Desain jetty alternatif 3 merupakan modifikasi jetty dengan menambah panjang kedua jetty, namun dengan arah yang tidak searah seperti desain jetty alternatif 1. Penambahan bangunan jetty di sisi timur dibuat dengan posisi agak melengkung ke arah barat dengan tujuan untuk mengurangi sedimen yang terbawa arus dominan dari arah tenggara ke barat laut, sedangkan pada jetty di sisi barat dibuat masuk kedalam (kearah timur) dengan tujuan agar sedimen tidak masuk kedalam kanal *water intake* PLTGU Grati.

Penambahan bagunan pada jetty sebelah timur diberikan bangunan melengkung dengan panjang busur sekitar 268.75 m kearah barat. Sedangkan pada bangunan sebelah barat diberikan penambahan bangunan dengan panjang busur sekitar 54.63 m kearah timur (kedalam bagian kanal). Dimensi dari desain alternatif 3 dapat dilihat pada gambar berikut.

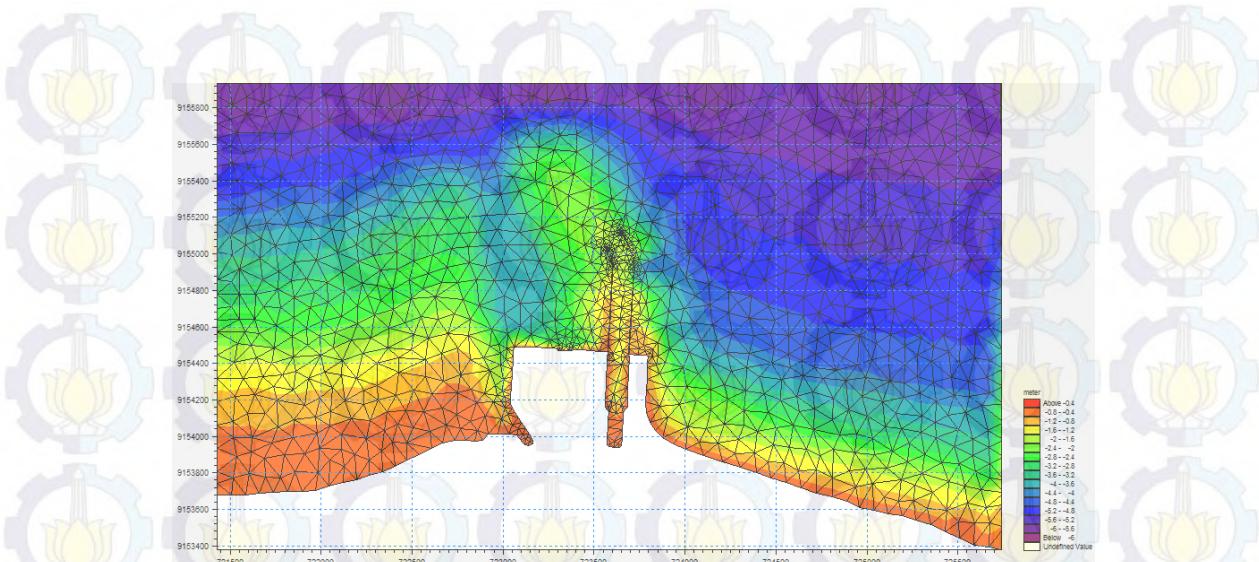


**Gambar 4, 25 Desain Alternatif 3 Jetty Kanal Water Intake PLTGU Grati**

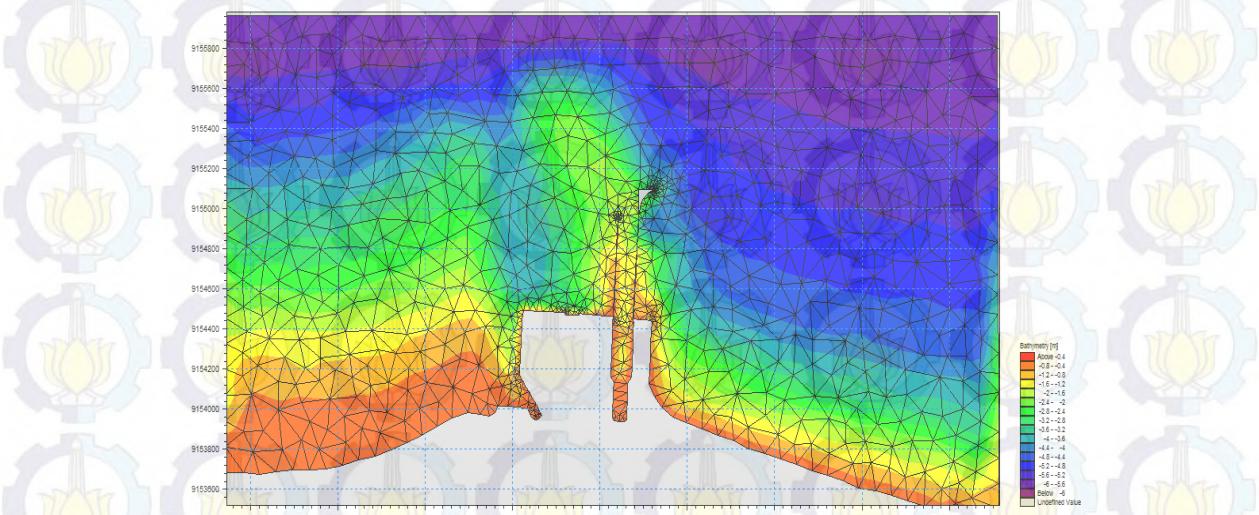
#### **4.9. Pemodelan Jetty Alternatif dengan Program Mike 21**

##### **4.9.1. Meshing Model Alternatif**

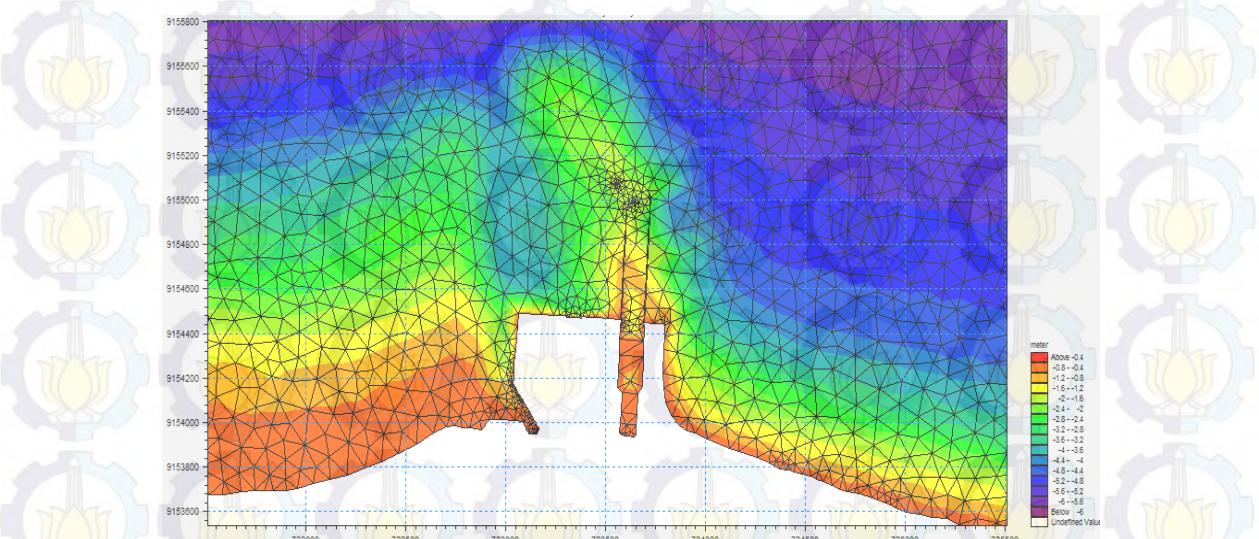
Berdasarkan beberapa gambar desain jetty alternatif tersebut, kemudian dibuat meshing batimetri untuk dapat dilakukan simulasi pemodelan hidrodinamika dan sedimentasi. Model geometri desain tersebut diolah dengan menggunakan program mesh generator dan dibuat boundary condition untuk menentukan batasan pemodelannya. Model meshing dan kontur batimetri ketiga desain alternatif dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 4. 26** Meshing Alternatif 1 Jetty Kanal Water Intake PLTGU Grati



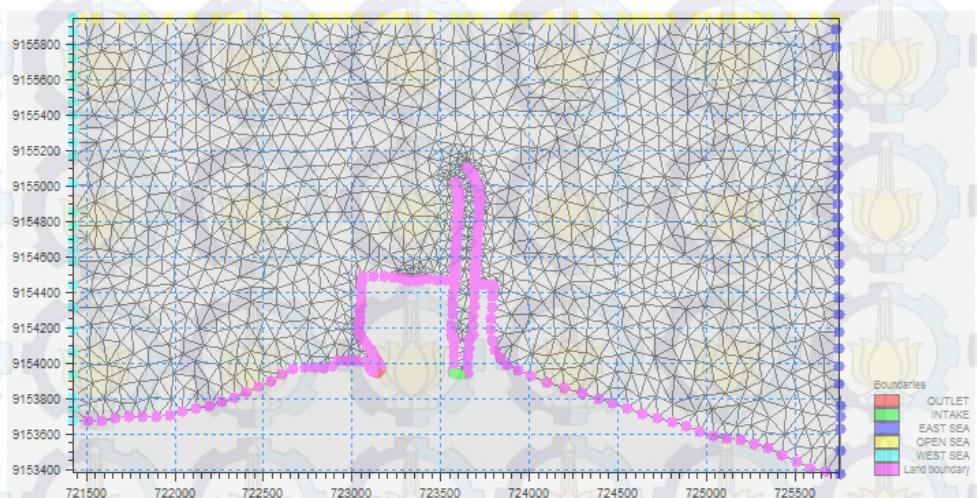
**Gambar 4. 27** Meshing Alternatif 2 Jetty Kanal Water Intake PLTGU Grati



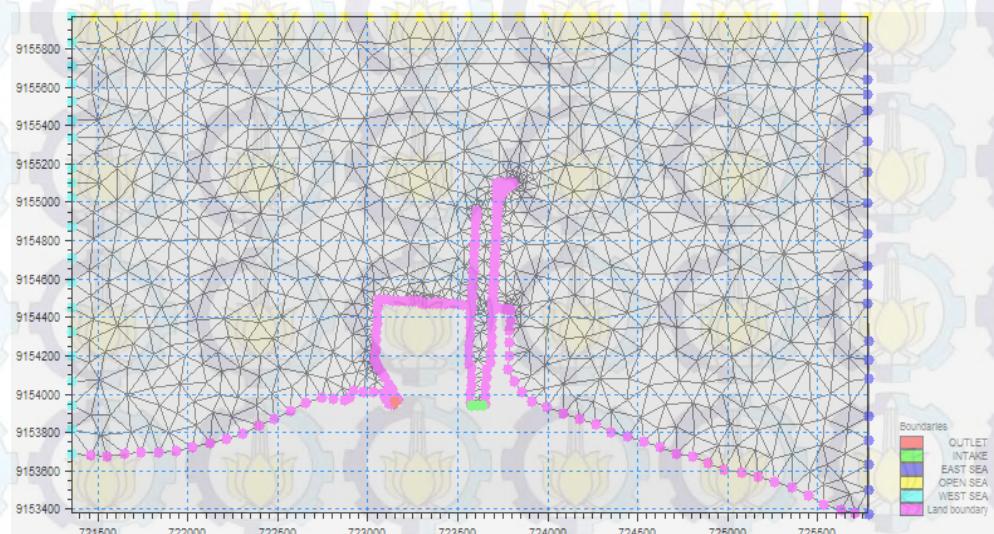
**Gambar 4. 28** Meshing Alternatif 3 Jetty Kanal Water Intake PLTGU Grati

#### 4.9.2. Kondisi Batas Model Jetty Alternatif

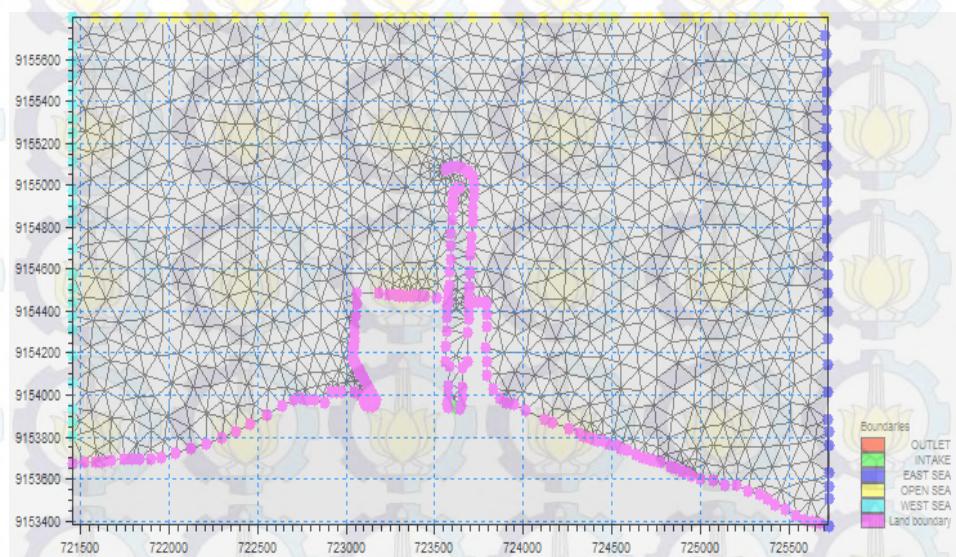
Untuk kondisi batas lingkungan yang diberikan sama dengan kondisi batas lingkungan yang berlaku pada pemodelan eksisting. Hal ini bertujuan agar dapat hasil pemodelan antara kondisi eksisting dengan alternatif dapat dibandingkan. Data input yang diberikan antara lain angin, gelombang, sedimen, serta pasang surut yang dijadikan sebagai kondisi batas lingkungan dan dimasukkan kedalam pilihan input data yang sesuai. Modul hidrodinamika diberikan *boundary condition* meliputi enam kondisi batas yang sama seperti pada kondisi eksisting yaitu outlet, intake, laut lepas, laut timur, laut barat, serta darat.



Gambar 4. 29 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 1



Gambar 4. 30 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 2



**Gambar 4. 31 Kondisi Batas Lingkungan Desain Alternatif 3**

Sama seperti kondisi eksisting untuk kondisi batas laut timur, laut barat, dan laut lepas diberikan input *specified level* berupa data pasang surut sesuai musim yang terjadi. Sedangkan untuk kondisi batas daratan, outlet, dan intake diberikan *boundary data* berupa *land* (*zero normal velocity*). Untuk intake dan outlet diberikan data input pada *source* untuk kondisi batasnya dengan aliran *discharge* negatif untuk intake dan positif untuk outlet.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan program Mike 21 Coupled Model dimana diberlakukan modul *spectral wave* untuk melakukan pemodelan gelombang. *Model definition* dari modul *sand transport* diberikan tipe model *wave and current*. Untuk modul *spectral wave*, *specified level* dari kondisi batas lingkungan yang diberikan merupakan data gelombang.

#### 4.9.3. Simulasi Model

Simulasi pemodelan dilakukan selama 30 hari pada musim timur dan musim barat. Untuk musim barat dimulai pada tanggal 22 November 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 22 Desember 2014 pukul 09.00, sedangkan untuk musim timur dimulai pada tanggal

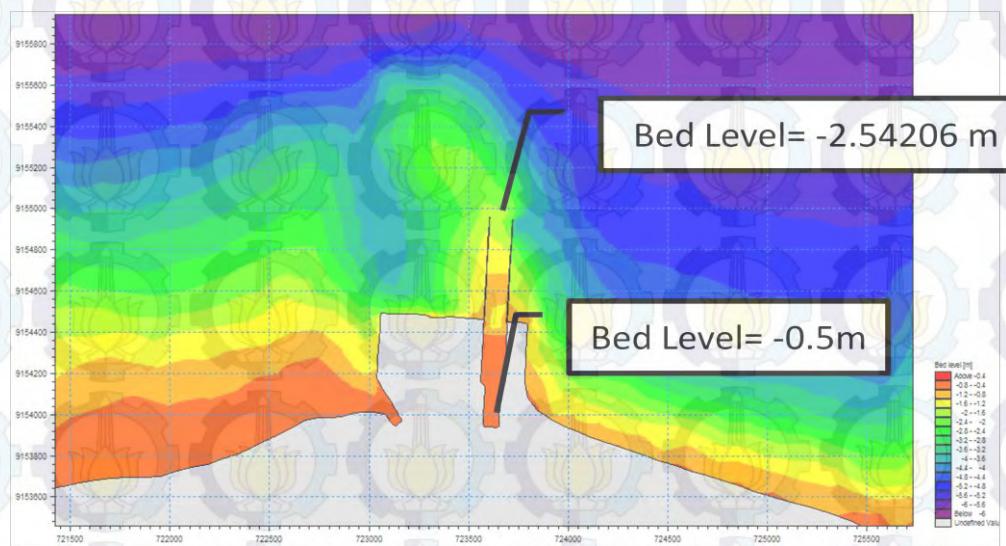
22 Juli 2014 pukul 09.00 dan diakhiri pada tanggal 22 Agustus 2014 pukul 09.00. Interval waktu tiap time step diambil 600 detik atau tiap 10 menit sehingga simulasi dilakukan sebanyak 4320 *time step*.

#### 4.10. Analisa Hasil Pemodelan

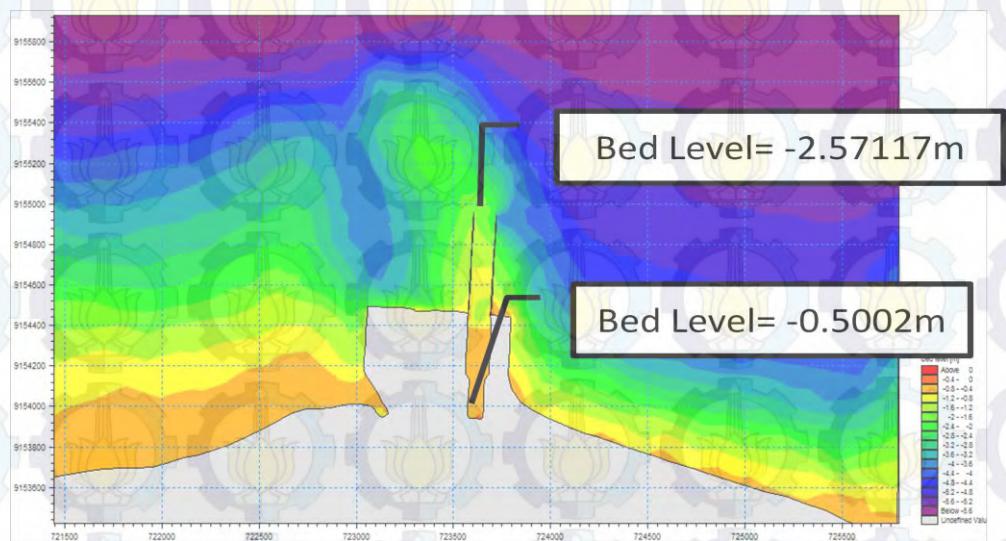
Berdasarkan hasil pemodelan hidrodinamika sebelumnya telah diketahui apabila arah arus yang terjadi di sekitar lokasi studi berasal dari arah tenggara menuju arah barat. Arah arus tersebut dapat mempengaruhi sedimentasi yang terjadi di kanal water intake, karena sedimen di sekitar kanal water intake terbawa arus dan gelombang. Pola pergerakan arus dan kecepatan arus dari hasil pemodelan hidrodinamika mempengaruhi perubahan morfologi dasar laut yang berguna untuk mengetahui adanya sedimen yang tererosi ataupun terendap. Setelah mengetahui model hidrodinamikanya, kemudian dilihat hasil simulasi model sedimentasinya dari modul *sand transport*.

Dalam Pemodelan modul Sand Transport (ST) parameter yang digunakan merupakan data sedimen dan gelombang yang berasal dari simulasi spectral wave (SW). Pemodelan sand transport ini bertujuan untuk mengetahui perubahan profil dasar perairan yang terjadi akibat adanya sedimen yang terbawa oleh arus dan gelombang. Dari hasil simulai sedimentasi inilah akan diketahui perubahan profil dasar perairan (*bed level change*) dari daerah lokasi studi yang kemudian akan dianalisa perubahan sedimen dasarnya dan dihitung perubahan volume sedimennya dengan menggunakan bantuan *software Surfer*.

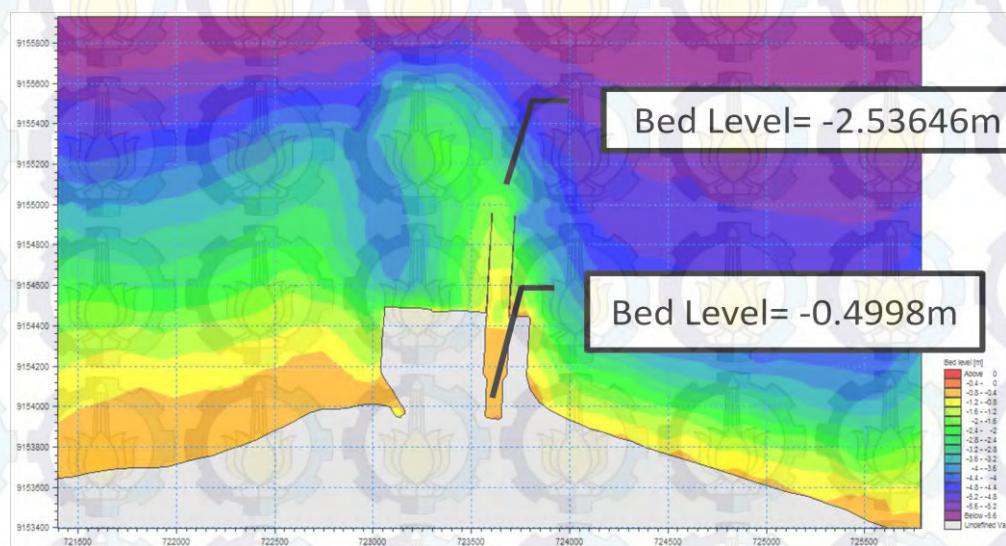
Dari hasil simulasi pemodelan *sand transport* diketahui terdapat perbedaan profil dasar perairan (*bed level*) dari sebelum dilakukan pemodelan dan sesudah dilakukan pemodelan. Ini berarti terjadi perubahan kontur batimetri selama kurun waktu simulasi 30 hari. Perubahan tersebut dapat dilihat seperti berikut.



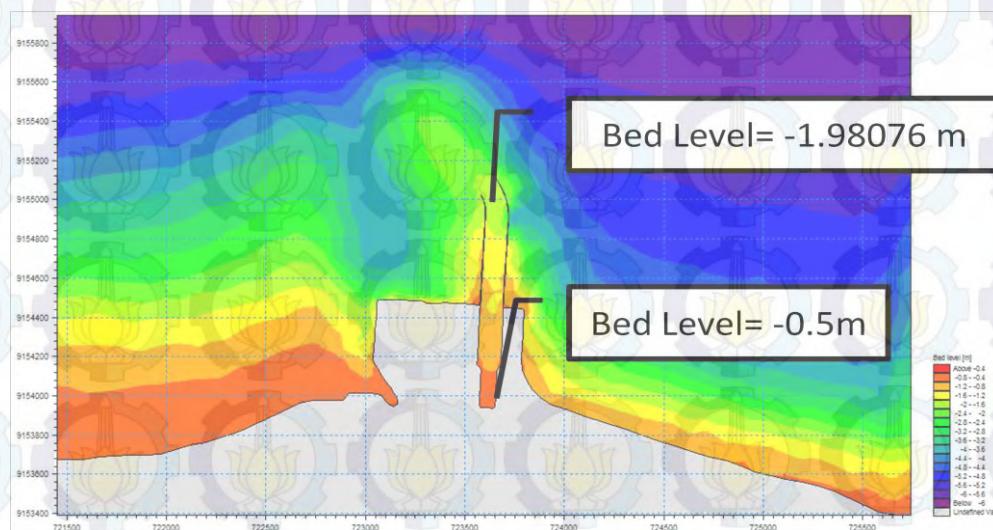
Gambar 4. 32 Kontur Bed Level pada Jetty Eksisting Awal



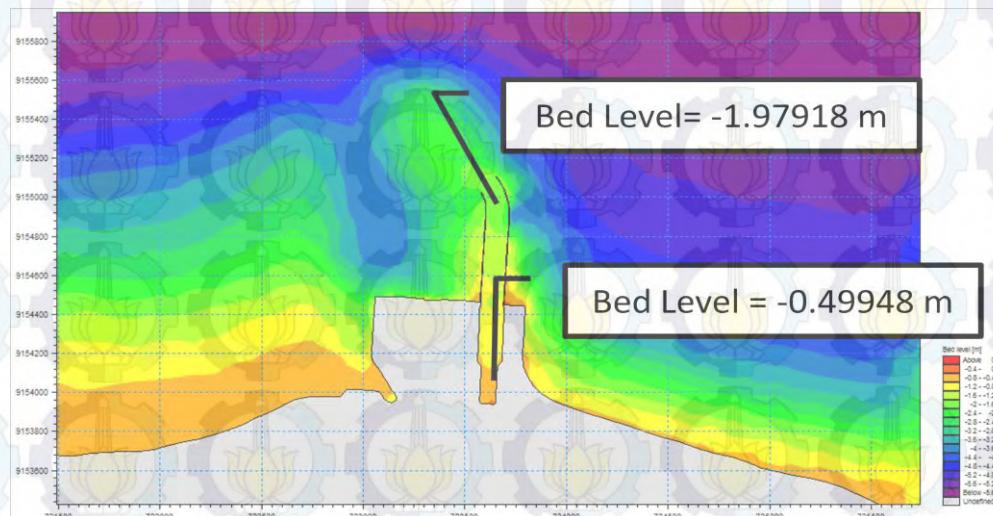
Gambar 4. 33 Bed Level Jetty Eksisting - Musim Timur



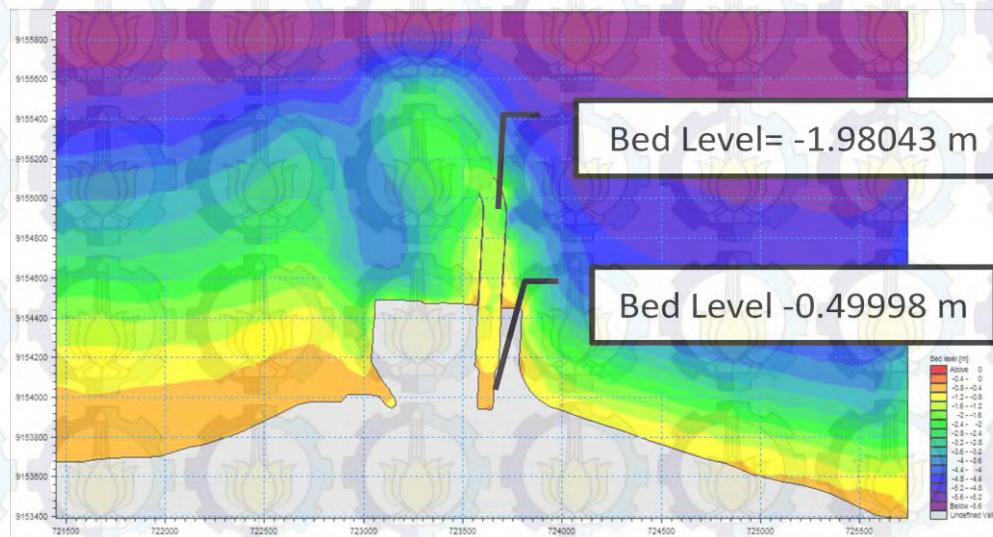
Gambar 4. 34 Bed Level Jetty Eksisting - Musim Barat



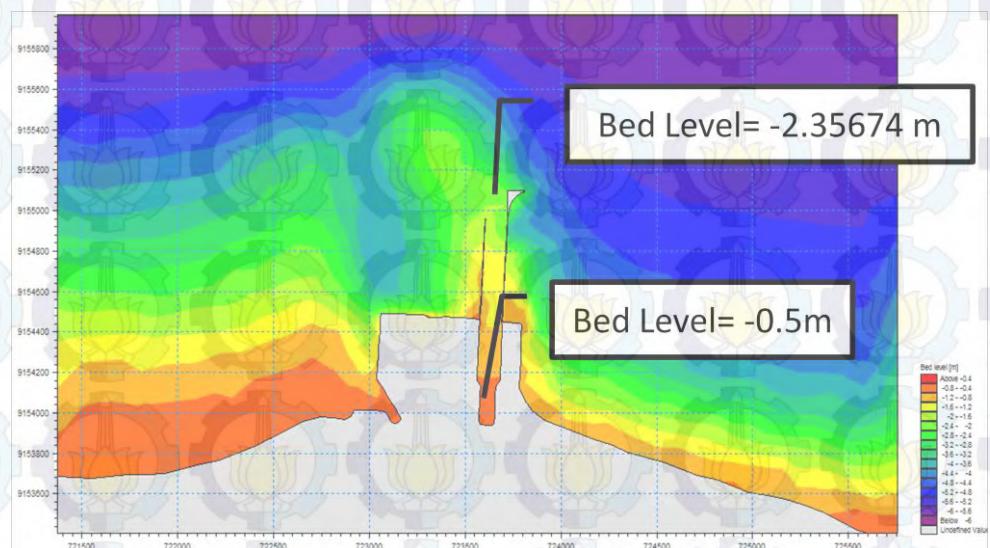
Gambar 4. 35 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 1 Awal



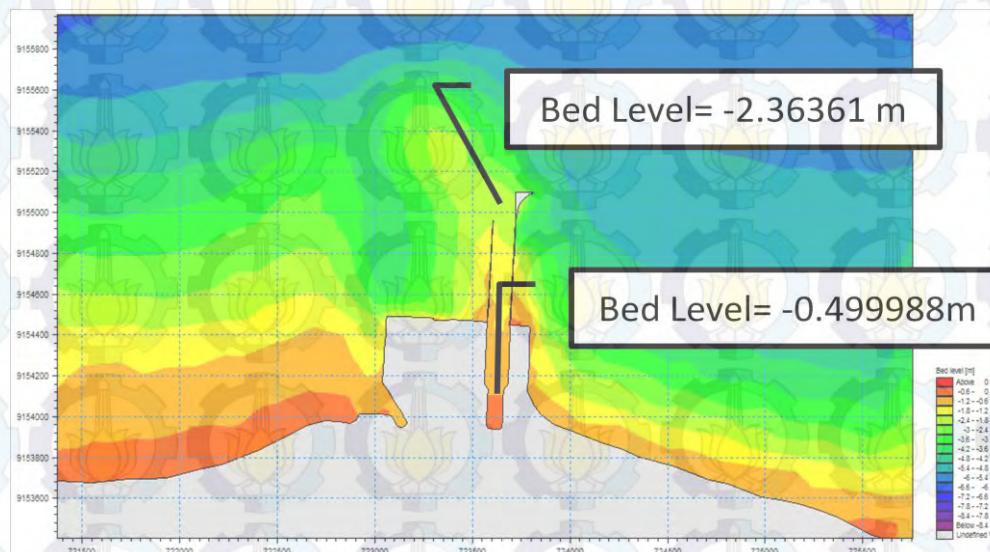
Gambar 4. 36 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 1 - Musim Timur



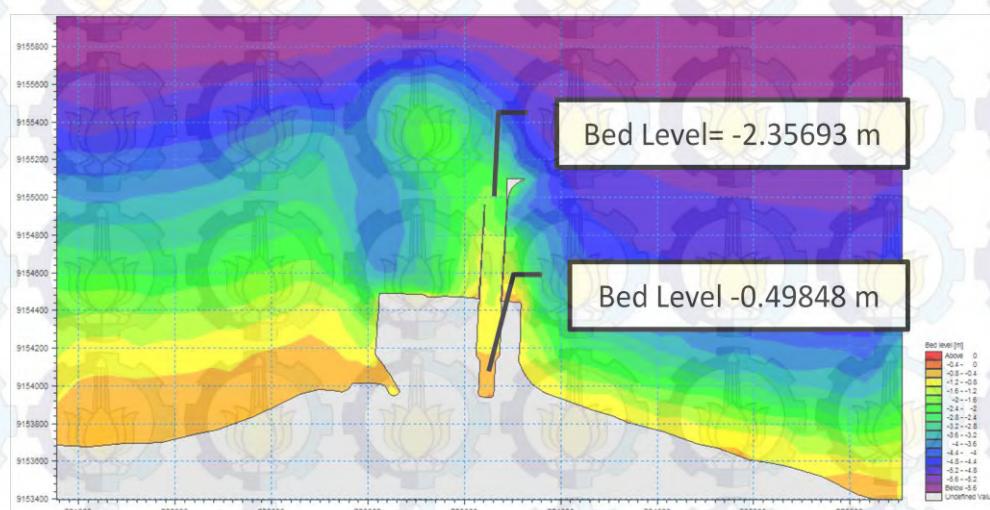
Gambar 4. 37 Bed Level Jetty Alternatif 1 - Musim Barat



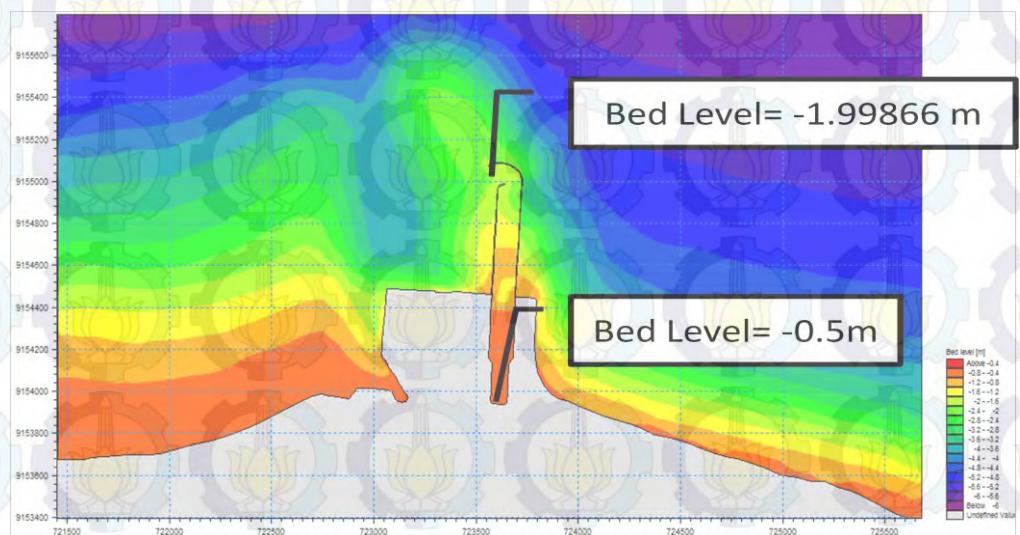
Gambar 4. 38 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 2 Awal



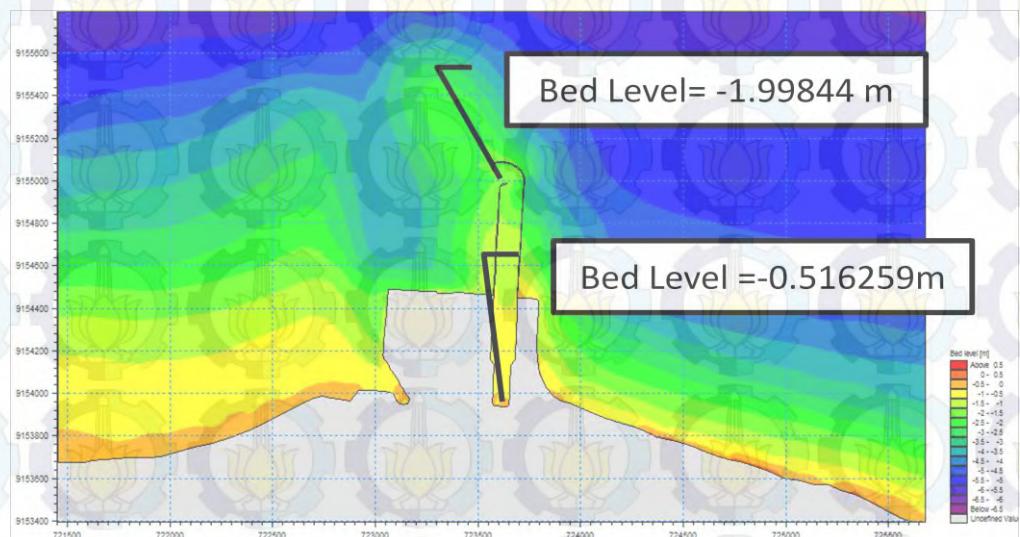
Gambar 4. 39 Bed Level Jetty Alternatif 2 - Musim Timur



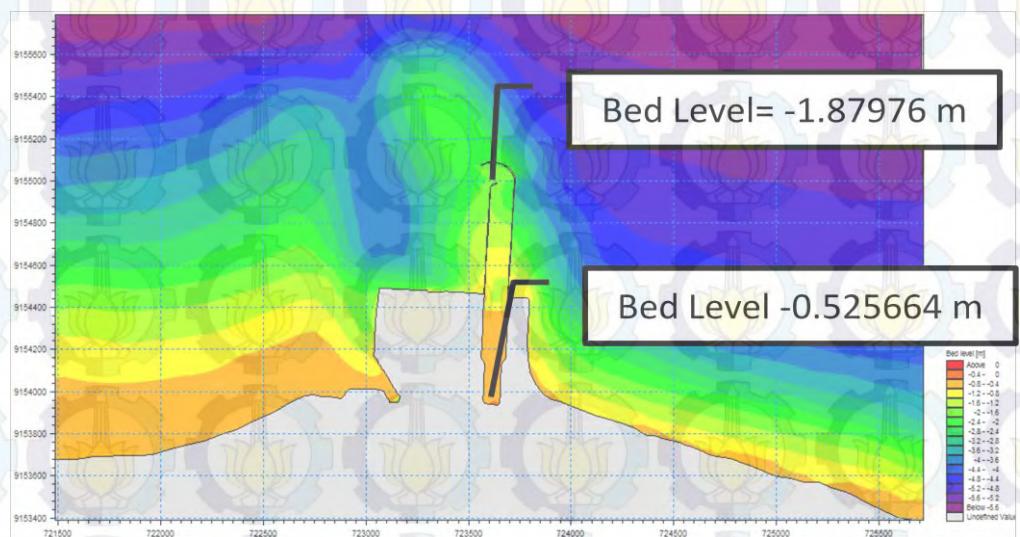
Gambar 4. 40 Bed Level Jetty Alternatif 2 - Musim Barat



Gambar 4. 41 Kontur Bed Level pada Jetty Alternatif 3 Awal



Gambar 4. 42 Bed Level Jetty Alternatif 3 - Musim Timur



Gambar 4. 43 Bed Level Jetty Alternatif 3 - Musim Barat

Perubahan profil dasar perairan dapat terjadi akibat adanya proses sedimentasi ataupun akibat pendangkalan. Faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi ataupun pendangkalan tersebut diantaranya adalah pergerakan arus & gelombang serta pasang surut. Pada penelitian ini perubahan sedimen diamati berdasarkan perubahan profil dasar perairan (bed level change) yang terletak di wilayah dalam jetty kanal water intake. Pengamatan dilakukan dengan membandingkan perubahan profil dasar perairan setelah dilakukan simulasi pemodelan selama 30 hari dengan objek penelitian jetty kondisi eksisting dan tiga alternatif jetty yang telah dijelaskan diatas.

#### **4.11. Volume Sedimentasi pada Jetty Eksisting**

Untuk mengetahui besarnya laju volume sedimentasi, dilakukan perhitungan volume sedimentasi dengan menggunakan software Surfer 12. Perhitungan volume sedimen yang tertampung didalam jetty kanal water intake ini bertujuan untuk mengetahui bentuk jetty manakah yang lebih efektif mengurangi sedimentasi di dalam jetty kanal.

Dalam pemodelan volume dengan menggunakan Surfer 12, digunakan data *bed level change* dari hasil pemodelan Mike 21 *sand transport* yang kemudian dimodelkan dengan metode integrasi volume *cut and fill* sehingga volume sedimen (*net volume*) dapat diketahui.

**Tabel 4. 3 Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Eksisting**

<b>Volume Report</b>	<b>Volume Musim Barat (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume Musim Timur (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Total Volume Method</b>		
Trapezoidal Rule:	5502.307729	9228.535721
Simpson's Rule:	5501.325091	9219.070865
Simpson's 3/8 Rule:	5496.5515	9193.784561
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>		
Positive Volume [Cut]:	5505.137182	9246.499475
Negative Volume [Fill]:	0	0
Net Volume [Cut-Fill]:	5505.137182	9246.499475

Perbedaan layout jetty kanal ternyata mempengaruhi kondisi profil dasar perairan yang mengakibatkan adanya perbedaan profil batimetri dari beberapa layout jetty yang telah diberikan. Indikasi perubahan profil batimetri ini adalah karena adanya perubahan sedimentasi akibat pergerakan arus dan gelombang. Dalam kurun waktu 30 hari dapat dilihat apabila di beberapa titik didalam kanal water intake baik dalam kondisi eksisting maupun alternatif terjadi perubahan *bed level change*.

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui apabila volume sedimen selama 30 hari pada musim timur adalah sebesar  $9246.499475 \text{ m}^3$ , sedangkan pada musim barat adalah  $5505.137182 \text{ m}^3$ . Dari perolehan perhitungan sedimen selama 30 hari di musim timur dan musim barat kemudian dicari rata-ratanya dan dilinearisasi untuk mendapatkan nilai volum sedimen selama 12 bulan, yang dapat mencirikan sedimentasi yang terjadi dalam kurun waktu satu tahun. Perhitungan linearisasi sedimen selama 12 bulan dibawah ini menghasilkan akumulasi volume rata-rata sedimentasi yang terjadi di dalam jetty kanal water intake kondisi eksisting dalam bulan pertama sebesar  $7375.8183 \text{ m}^3$ , bulan kedua sebesar  $14751.6367 \text{ m}^3$ , bulan ketiga sebesar  $22127.4550 \text{ m}^3$ , begitu seterusnya hingga bulan ke 12 adalah sebesar  $88509.8199 \text{ m}^3$ .

**Tabel 4. 4** Akumulasi Volume Sedimen Jetty Eksisting

Bulan ke-	Akumulasi Volume Musim Barat ( $\text{m}^3$ )	Akumulasi Volume Musim Timur ( $\text{m}^3$ )	Akumulasi Volume Rata-Rata ( $\text{m}^3$ )
1	5505.1372	9246.4995	7375.8183
2	11010.2744	18492.9989	14751.6367
3	16515.4115	27739.4984	22127.4550
4	22020.5487	36985.9979	29503.2733
5	27525.6859	46232.4974	36879.0916
6	33030.8231	55478.9968	44254.9100
7	38535.9603	64725.4963	51630.7283
8	44041.0975	73971.9958	59006.5466
9	49546.2346	83218.4953	66382.3650
10	55051.3718	92464.9947	73758.1833
11	60556.5090	101711.4942	81134.0016
12	66061.6462	110957.9937	88509.8199

Hasil linierasi sedimen selama 12 bulan diatas, menunjukkan hasil sebesar  $88509.8199 \text{ m}^3$ , hasil volume sedimentasi ini mendekati dengan hasil laju volume sedimentasi yang diteliti oleh Damerianne dkk (2013). Dalam penilitian Damerianne dkk (2013), laju sedimentasi dalam kurun waktu enam bulan sebesar  $43714.20 \text{ m}^3$ , berarti dalam 12 bulan laju sedimentasi yang terjadi sekitar  $87428.40 \text{ m}^3$ . Perbedaan antara volume sedimentasi dalam penelitian ini dengan penelitian Damerianne dkk (2013) adalah sebesar  $1081.42 \text{ m}^3$ . Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Priyantoro dkk (2012), menghasilkan laju volume sedimentasi sebesar  $29275.53 \text{ m}^3$  selama satu tahun (12 bulan). Perbedaan antara volume sedimentasi dalam penelitian ini dengan penelitian Priyantoro dkk (2012) adalah sebesar  $59234.29 \text{ m}^3$ . Sehingga hal ini menunjukkan apabila hasil laju volume sedimentasi selama 12 bulan pada penelitian ini memiliki kecenderungan mendekati dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Damerianne dkk (2013).

Apabila diamati, volume sedimen yang terjadi pada musim timur memiliki kecenderungan lebih besar daripada volume sedimen yang terjadi pada musim barat. Hal ini disebabkan karena arus yang terjadi pada musim timur cenderung lebih besar daripada arus yang terjadi pada musim barat.

#### **4.12. Volume Sedimentasi pada Jetty Alternatif**

Pada subbab 4.11. diatas telah dilakukan perhitungan volume sedimentasi dan didapatkan hasil volume akumulasi sedimentasi selama 12 bulan sebesar  $88509.8199 \text{ m}^3$ . Volume sedimentasi selama 12 bulan tersebut diasumsikan dapat mencirikan laju volume sedimentasi selama satu tahun di kanal PLTGU Grati. Setelah mendapatkan nilai volume sedimentasi selama 12 bulan pada jetty eksisting, kemudian dilakukan perhitungan volume sedimentasi selama 12 bulan yang terjadi pada jetty alternatif. Perhitungan volume sedimentasi ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil volume sedimentasinya terhadap volume sedimentasi kondisi jetty eksisting.

Berikut ini adalah hasil perhitungan volume sedimentasi selama waktu simulasi, yaitu selama 30 hari, yang dilakukan pada 3 jetty kondisi alternatif. Adapun perhitungan dari volume sedimen yang ditunjukkan pada Tabel *Grid Volume Report* dibawah ini adalah dengan menggunakan bantuan software Surfer 12.

**Tabel 4. 5** Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 1

<b>Volume Report</b>	<b>Volume Musim Barat (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume Musim Timur (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Total Volume Method</b>		
Trapezoidal Rule:	1694.915011	2426.514997
Simpson's Rule:	1712.554567	2423.207303
Simpson's 3/8 Rule:	1757.686582	2426.21438
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>		
Positive Volume [Cut]:	1694.668469	2425.776977
Negative Volume [Fill]:	0	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1694.668469	2425.776977

**Tabel 4. 6** Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 2

<b>Volume Report</b>	<b>Volume Musim Barat (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume Musim Timur (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Total Volume Method</b>		
Trapezoidal Rule:	1947.70839	3256.817631
Simpson's Rule:	1943.092753	3260.493474
Simpson's 3/8 Rule:	1947.194958	3245.019127
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>		
Positive Volume [Cut]:	1947.456767	3257.586811
Negative Volume [Fill]:	0	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1947.456767	3257.586811

**Tabel 4. 7** Grid Volume Report Surfer12 untuk Jetty Alternatif 3

<b>Volume Report</b>	<b>Volume Musim Barat (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume Musim Timur (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Total Volume Method</b>		
Trapezoidal Rule:	1919.114935	2256.571637
Simpson's Rule:	1918.144858	2238.178787
Simpson's 3/8 Rule:	1918.143359	2251.78082
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>		
Positive Volume [Cut]:	1919.167951	2257.55911
Negative Volume [Fill]:	0	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1919.167951	2257.55911

Setelah dicari volume sedimentasi selama 30 hari yang terjadi pada jetty alternatif, kemudian dilakukan linierisasi volume sedimentasi selama 12 bulan. Linierisasi selama 12 bulan ini bertujuan untuk mendapatkan akumulasi volume sedimentasi yang terjadi selama 12 bulan. Akumulasi volume selama 12 bulan ini kemudian diasumsikan dapat mencirikan laju volume sedimentasi yang terjadi selama satu tahun di kanal *water intake* PLTGU Grati. Linierisasi volume sedimentasi dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 8** Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 1

Bulan ke-	Akumulasi Volume Musim Barat (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Musim Timur (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Rata-Rata (m <sup>3</sup> )
1	1694.668	2425.777	2060.222723
2	3389.337	4851.554	4120.445446
3	5084.005	7277.331	6180.668169
4	6778.674	9703.108	8240.890892
5	8473.342	12128.88	10301.11361
6	10168.01	14554.66	12361.33634
7	11862.68	16980.44	14421.55906
8	13557.35	19406.22	16481.78178
9	15252.02	21831.99	18542.00451
10	16946.68	24257.77	20602.22723
11	18641.35	26683.55	22662.44995
12	20336.02	29109.32	24722.67268

**Tabel 4. 9** Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 2

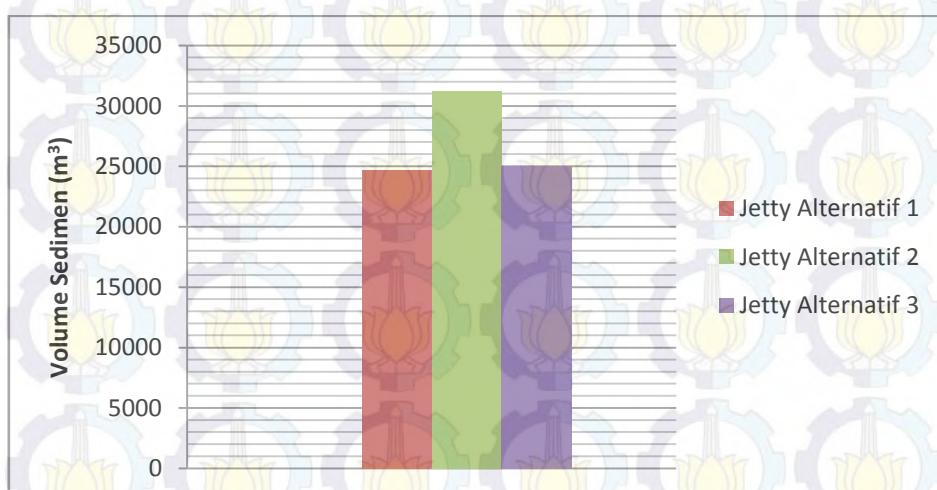
Bulan ke-	Akumulasi Volume Musim Barat (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Musim Timur (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Rata-Rata (m <sup>3</sup> )
1	1947.456767	3257.586811	2602.521789
2	3894.913534	6515.173623	5205.043578
3	5842.370301	9772.760434	7807.565367
4	7789.827068	13030.34725	10410.08716
5	9737.283834	16287.93406	13012.60895
6	11684.7406	19545.52087	15615.13073
7	13632.19737	22803.10768	18217.65252
8	15579.65414	26060.69449	20820.17431
9	17527.1109	29318.2813	23422.6961
10	19474.56767	32575.86811	26025.21789
11	21422.02444	35833.45492	28627.73968
12	23369.4812	39091.04174	31230.26147

**Tabel 4. 10** Akumulasi Volume Sedimen Jetty Alternatif 3

Bulan ke-	Akumulasi Volume Musim Barat (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Musim Timur (m <sup>3</sup> )	Akumulasi Volume Rata-Rata (m <sup>3</sup> )
1	1919.167951	2257.55911	2088.3635
2	3838.335902	4515.11822	4176.7271
3	5757.503853	6772.67733	6265.0906
4	7676.671805	9030.23644	8353.4541
5	9595.839756	11287.79555	10441.8177
6	11515.00771	13545.35466	12530.1812
7	13434.17566	15802.91377	14618.5447
8	15353.34361	18060.47288	16706.9082
9	17272.51156	20318.03199	18795.2718
10	19191.67951	22575.5911	20883.6353
11	21110.84746	24833.15021	22971.9988
12	23030.01541	27090.70932	25060.3624

#### 4.13. Perbandingan Hasil Volume Sedimentasi

Berdasarkan hasil perhitungan volume sedimen pada tiap kondisi jetty alternatif selama 12 bulan, kemudian jumlah volume sedimen yang terakumulasi selama 12 bulan dikelompokkan dalam grafik agar terlihat altenatif manakah yang lebih optimal untuk meminimalkan sedimentasi yang terjadi di wilayah dalam kanal *water intake* PLTGU Grati.



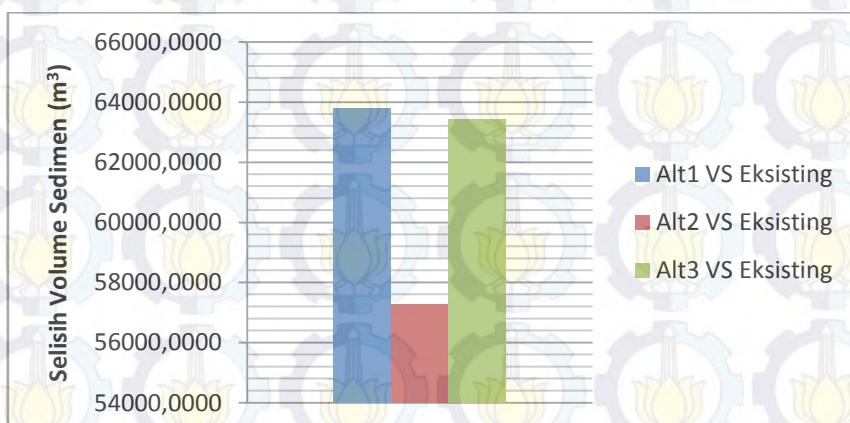
**Gambar 4. 44** Grafik Akumulasi Volume Sedimen selama Satu Tahun

Setelah hasil volume sedimentasi yang terjadi pada jetty kondisi alternatif selama 12 bulan diplot dalam grafik, kemudian dicari perbedaan selisih volume sedimentasi yang terjadi antara jetty eksisting dengan jetty alternatif. Tabel dibawah ini menunjukkan perbandingan volume sedimentasi yang terjadi pada jetty alternatif, serta selisih volume sedimentasinya terhadap jetty eksisting.

**Tabel 4. 11** Selisih Volume antara Jetty Eksisting dengan Jetty Alternatif

Kondisi Jetty	Akumulasi Volume pada Bulan ke-12 ( $m^3$ )	Selisih Volume ( $m^3$ )
Alternatif 1	24722.673	63787.1473
Alternatif 2	31230.261	57279.5585
Alternatif 3	25060.362	63449.4576

Setelah dihitung selisih perbedaan volume sedimen yang terjadi pada tiap jetty alternatif terhadap volume sedimentasi yang terjadi pada jetty eksisting kanal water intake PLTGU Grati, kemudian selisih perbedaan tersebut diplot pada grafik untuk memudahkan perbandingan selisih volume sedimennya.



**Gambar 4. 45** Grafik Perbandingan Selisih Volume Sedimentasi antara Jetty Eksisting dengan Jetty Alternatif

Pada penelitian ini, jetty alternatif yang dipilih merupakan jetty alternatif yang paling optimal untuk mengurangi laju sedimentasi di wilayah kanal water intake. Pemilihan jetty alternatif yang paling optimal mengurangi laju sedimentasi ini berdasarkan jetty alternatif yang memiliki laju volume paling minimum selama 12 bulan dan memiliki selisih volume paling besar terhadap volume jetty kondisi eksisting. Berdasarkan kedua grafik diatas terlihat apabila volume sedimentasi yang terakumulasi selama 12 bulan pada jetty alternatif ketiga memiliki jumlah volume yang paling minimum dan memiliki selisih perbandingan volume paling banyak terhadap volume sedimentasi pada jetty eksisting.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

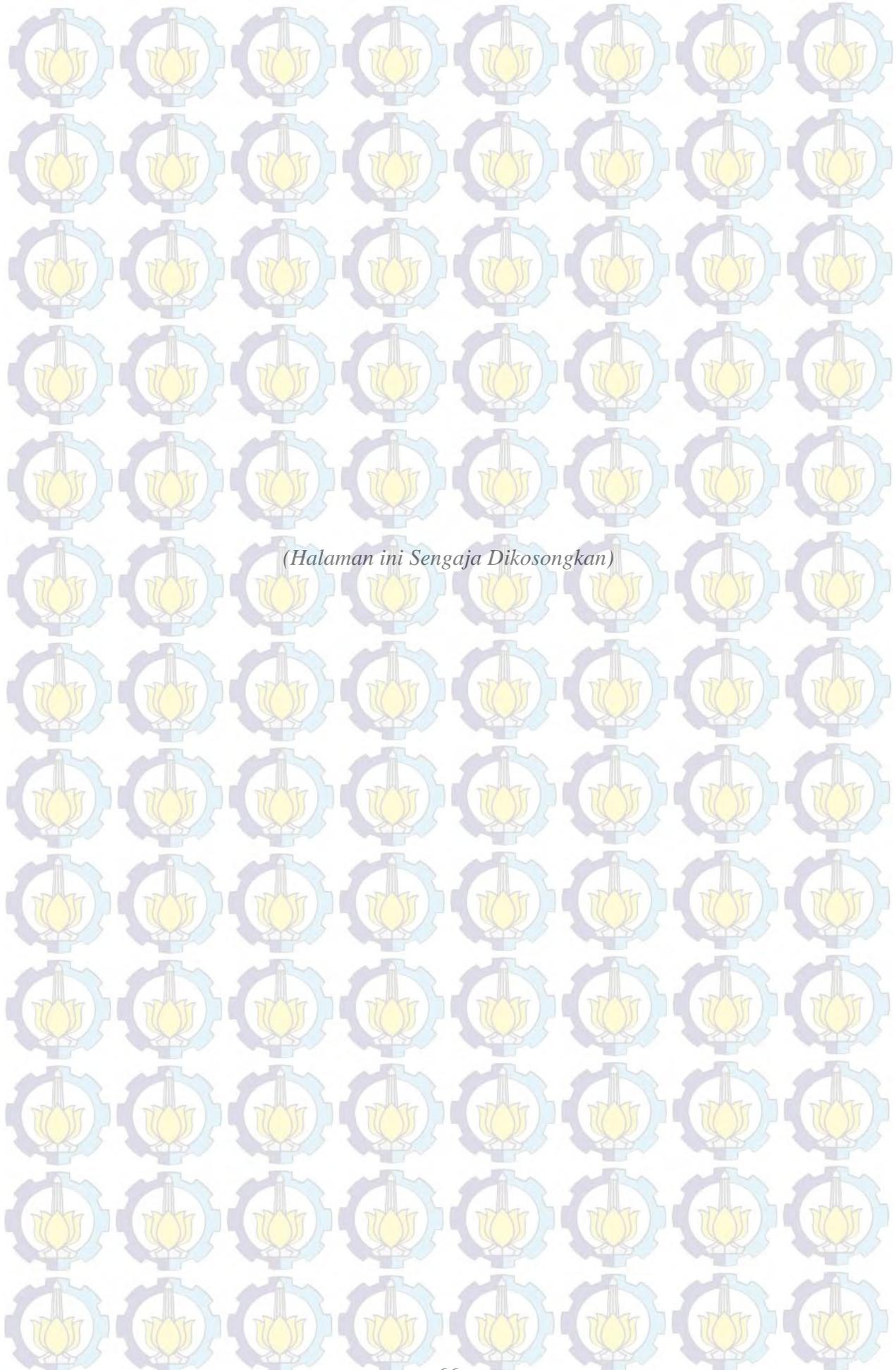
Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Prediksi akumulasi volume sedimentasi yang terjadi pada jetty eksisting kanal *water intake* PLTGU Grati pada bulan ke-12 mencapai  $88509.8199 \text{ m}^3$ .
2. Akumulasi volume sedimentasi yang terjadi pada bulan ke-12 pada kondisi jetty alternatif 1 sebesar  $24722.6727 \text{ m}^3$ , jetty alternatif 2 sebesar  $31230.26147 \text{ m}^3$ , dan jetty alternatif 3 sebesar  $25060.3624 \text{ m}^3$ .
3. Dari ketiga jetty alternatif yang diberikan, jetty alternatif 1 merupakan alternatif yang paling optimal untuk meminimalkan laju volume sedimentasi di kanal *water intake* PLTGU Grati dengan selisih volume sedimen sebesar  $63787.1473 \text{ m}^3$  terhadap volume sedimentasi jetty kondisi eksisting.

#### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya pembahasan terkait desain geometri jetty serta analisa struktur jetty lebih lanjut.
2. Perlu adanya analisis rencana anggaran biaya dan analisis dampak resiko yang terjadi akibat perubahan desain jetty yang diberikan.



*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

Cahyadi, Dony E. 2009. **Analisis Sedimentasi Akibat Reklamasi di Teluk Lamong.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Damerianne, H. A., Suntoyo, M. Zikra. 2013. "Analisis Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTGU Gati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Perak-Grati)". **Jurnal Seminar Teknologi dan Aplikasi Teknologi Kelautan (Senta) 2013.** Surabaya.

Dronkers, Job. 2005. **Dynamics of Coastal System.** Advanced Series on Ocean Engineering Vol. 25. World Scientific Publishing. Singapore.

Krone, R.B. 1962. **Flume Studies of the Transport of Sediment in Estuarial Shoaling Processes.** Technical Report, Hydraulic Engineering Laboratory University of California. Berkeley California.

Kustyawan, D. 2007. **Pengaruh Modifikasi Alur Terhadap Sedimentasi di Kolam Pelabuhan Tegal.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Liu, Z. 2001. **Sediment Transport.** Laboratiriet for Hydraulik og Havnebygning. Instituttet for Vand, Jord og Miljoteknik, Aalborg Universitet.

Pettjohn, F.J. 1975. **Sedimentary Rocks.** Harper and Brother. New York.

Pratikto, W. A., Haryo D. A., Suntoyo. 1997. **Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut.** BPFE. Yogyakarta.

Pratikto, W. dkk. 2014. **Struktur Pelindung Pantai**. PT. Mediatama Saptakarya. Jakarta.

Priyantoro, D., Aniek Masrevaniah, Seto Sugianto. 2012. "Sedimentation Evaluation at Water Intake Gate of Grati PLTGU Jetty Blockade". **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Vol. 2, Issue 12 (2012)**. Malang.

Ronggodigdo, S. 2011. "Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan". **Jurnal Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik USU**. Medan.

Sudardjat, C., M. Syahril B.K., Hadi K. 2012. "Kajian Sedimentasi di Sekitar Muara Sungai Wanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara". **Jurnal Thesis Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB**. Bandung.

Triatmodjo, B. 1999. **Teknik Pantai**. Beta Offset. Yogyakarta.

Van Rijn, L. C. 1990. **Principles of Fluids Flow and Surfaces Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean**. Aqua Publication. Netherland.

Van Rijn, L.C. 1993. **Principle of Sediment Transport in Rivers, Estuaries, Coastal Seas and Oceans**. IHE Lecture Notes. Netherland.

Wahyuni, Nurul. 2014. **Analisa Laju Volume Sedimentasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Wijaya, M. M., Suntoyo, Happy A. D. 2015. "Bottom Shear Stress and Bed Load Sediment Transport Formula for Modeling the Morphological

"Change in the Canal Water Intake". ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences ISSN: 1819-6608. Surabaya.

<https://www.google.co.id/maps> (Diakses pada 6 September 2015)

# **LAMPIRAN I**

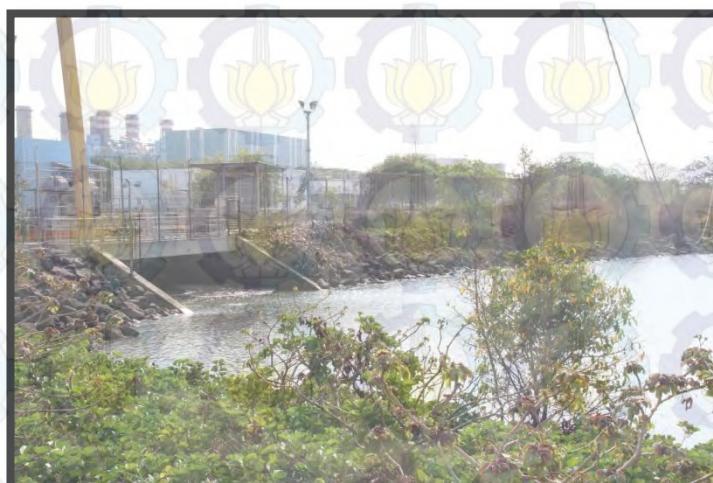
## **LOKASI STUDI**

1. Lokasi Studi (sumber: [www.google.co.id/maps](http://www.google.co.id/maps))

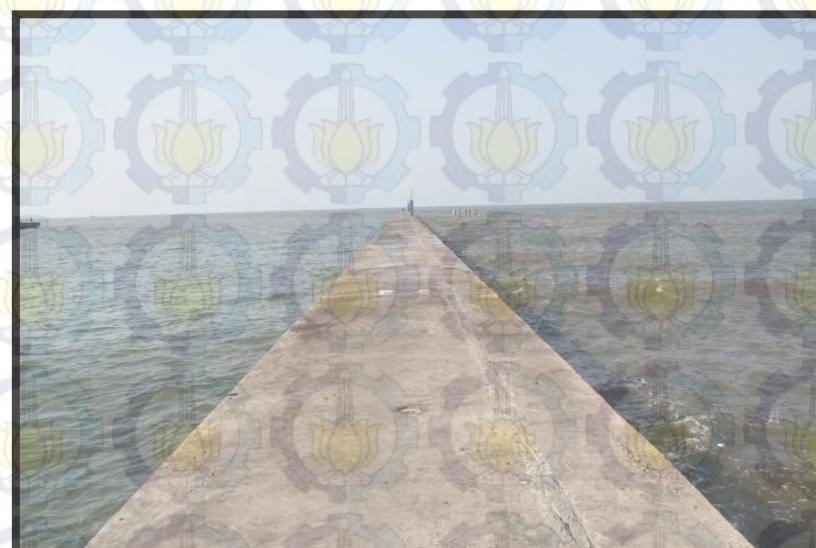


2. Kondisi Lapangan

a. Tanggul Water Intake



b. Jetty Kanal



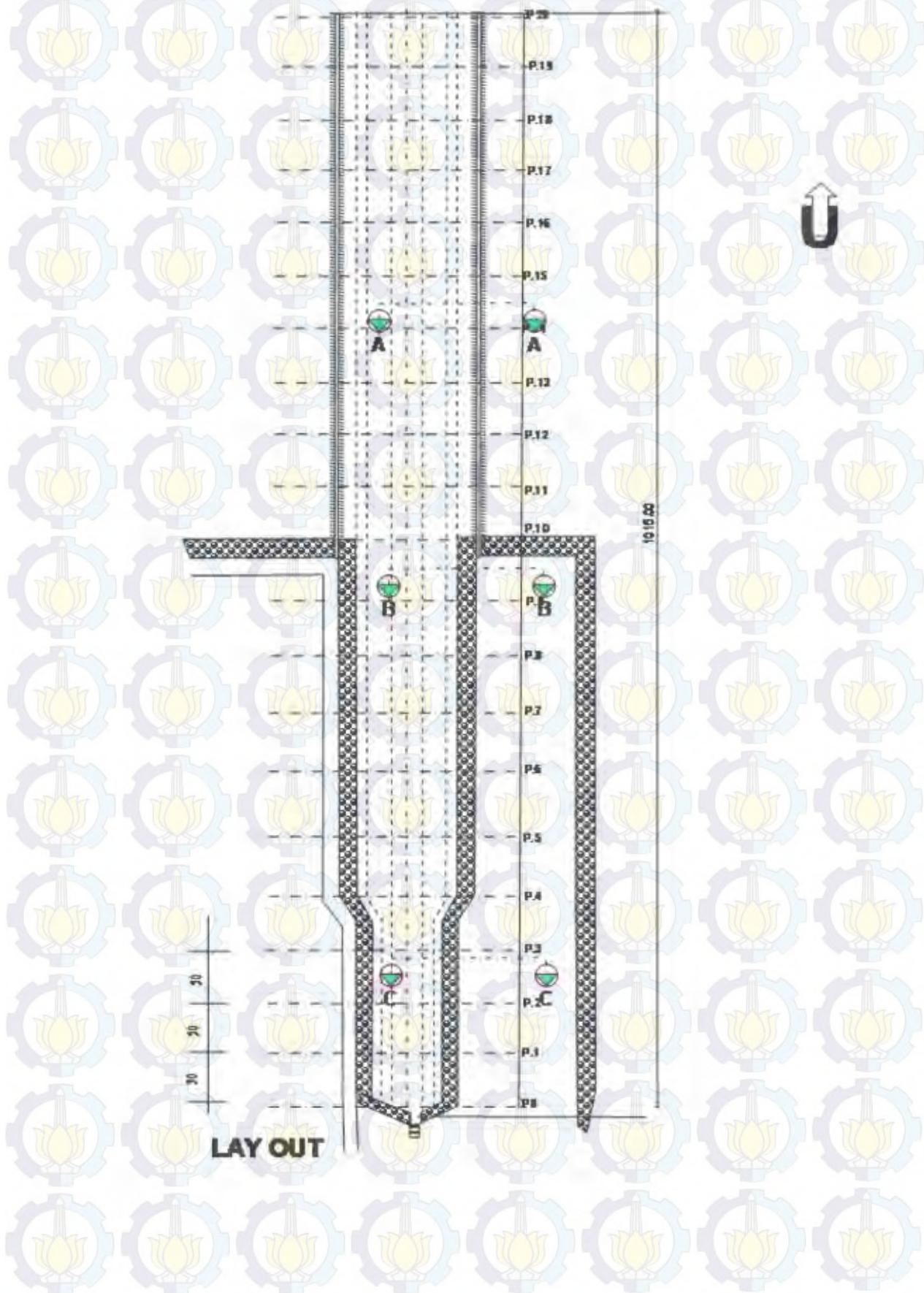


c. Tampak Depan Sisi Kanal

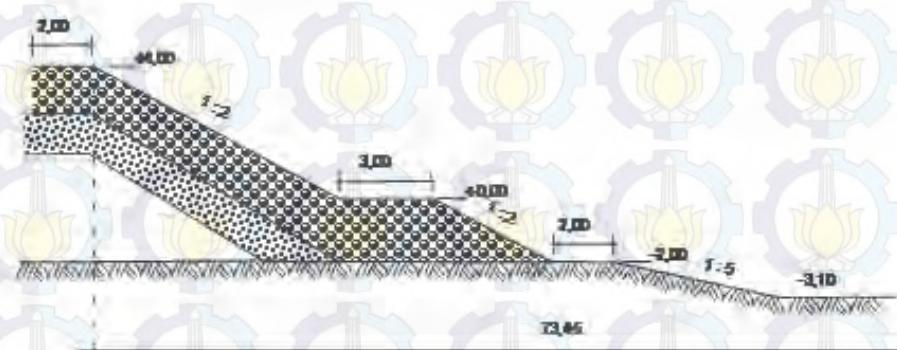
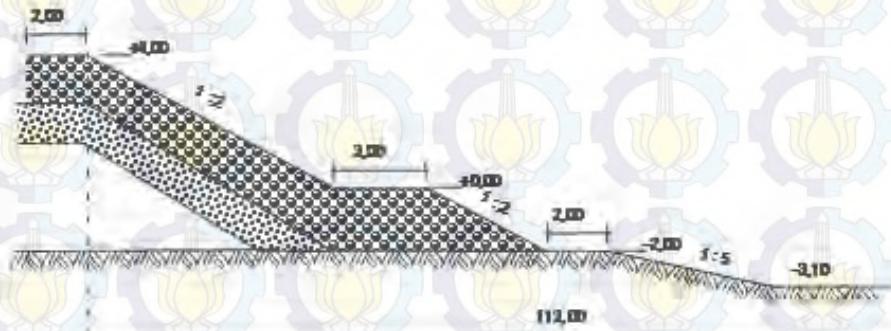
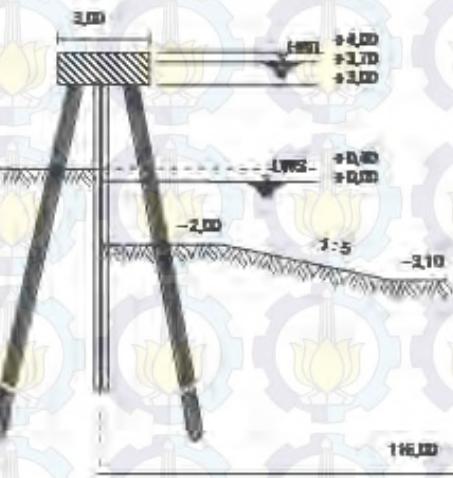


### 3. Layout Kanal Water Intake

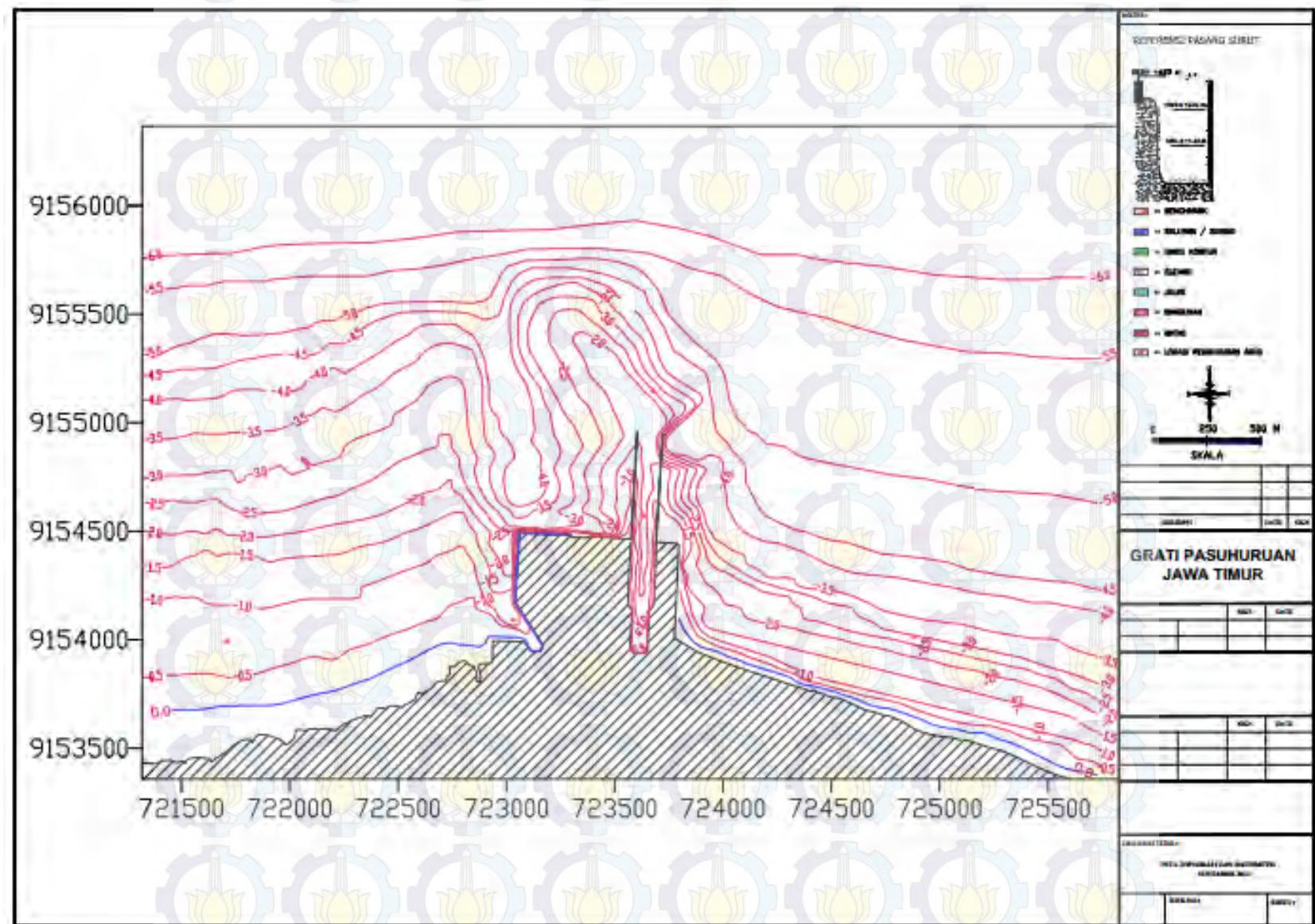
#### a. Tampak Atas



b. Tampak Samping



## 4. Kontur Batimetri

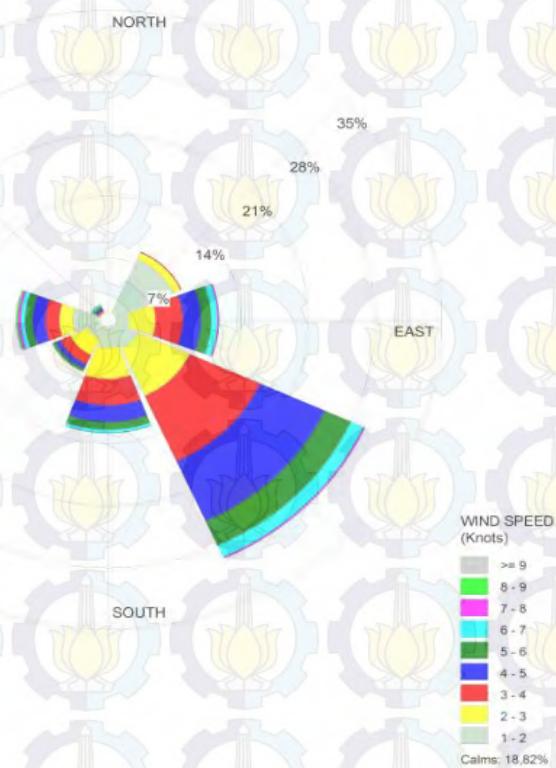


# **LAMPIRAN II**

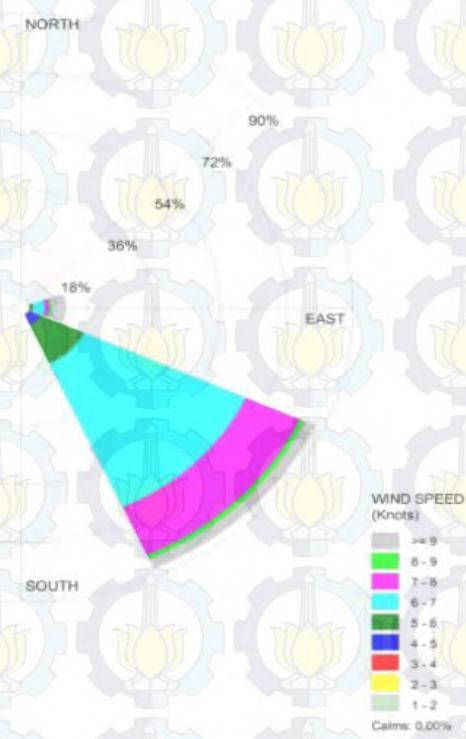
## **DATA ANGIN & ARUS**

## 1. Data Angin (Windrose)

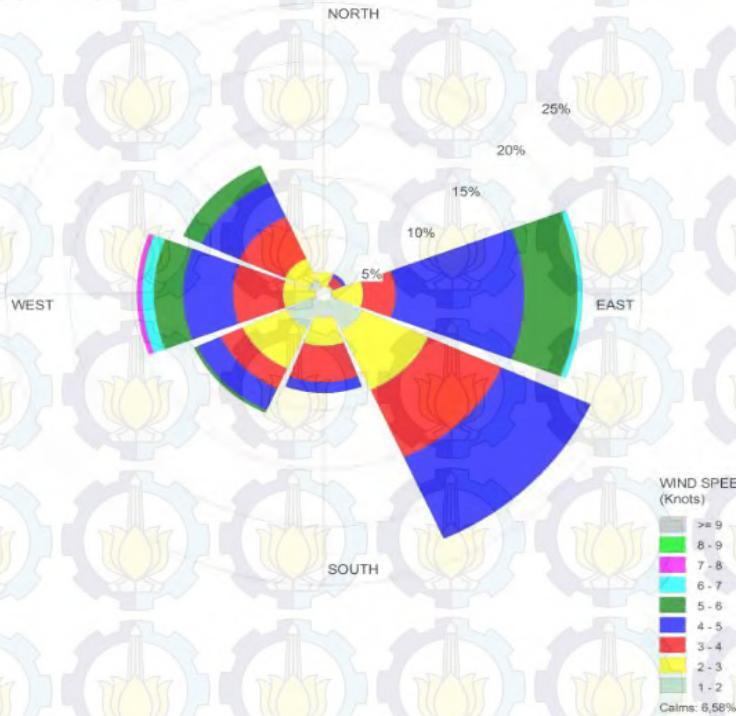
### a. Diagram Angin 10 Tahun (2004-2014)



### b. Diagram Angin Juli 2004 - Agustus 2014



c. Diagram Angin Nopember 2014 - Desember 2014



2. Data Arus (Cuplikan Data Pengukuran Arus di Open Canal)

No	Meas date	Time	Posisi	Velocity (cm/sec)	Direction (deg)
1	25/11/2014	8:00	0.2d	24.77	273.06
		8:00	0.6d	23.62	273.09
		8:00	0.8d	22.68	273.07
2	25/11/2014	9:00	0.2d	22.04	273.18
		9:00	0.6d	22.21	273.17
		9:00	0.8d	21.49	273.16
3	25/11/2014	10:00	0.2d	18.19	273.25
		10:00	0.6d	17.61	273.27
		10:00	0.8d	17.51	273.21
4	25/11/2014	11:00	0.2d	19.67	273.25
		11:00	0.6d	19.53	273.22
		11:00	0.8d	19.33	273.26
5	25/11/2014	12:00	0.2d	15.40	273.31
		12:00	0.6d	14.78	273.31
		12:00	0.8d	14.48	273.31
6	25/11/2014	13:00	0.2d	12.88	273.41
		13:00	0.6d	12.29	273.46
		13:00	0.8d	13.25	273.41

# **LAMPIRAN III**

**HASIL PERHITUNGAN  
VOLUME SEDIMEN**

1. Jetty Eksisiting Musim Timur

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 09:56:27 2015

### Upper Surface

Grid File Name: D:\AA SMT 7\FINAL  
PROJECT\P3\SURFER\Eksisting Timur\Coba\_1 Eksisting Timur xyz.grd  
Grid Size: 100 rows x 15 columns

X Minimum:	723575.9583
X Maximum:	723714.8334
X Spacing:	9.9196499999962
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9154950
Y Spacing:	10.144787878795
Z Minimum:	-0.55190038102147
Z Maximum:	1.6390423277325

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor: 1

#### Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:	9228.5357206263
Simpson's Rule:	9219.0708651957
Simpson's 3/8 Rule:	9193.7845613553

#### Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]:	9246.499475
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	9246.4994748253

### Areas

#### Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]:	139476.98468345
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	139476.98468345

#### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	139476.98468345
Negative Surface Area [Fill]:	0

2. Jetty Eksisting Musim Barat

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 09:56:03 2015

### Upper Surface

Grid File Name: D:\AA SMT 7\FINAL  
PROJECT\P3\SURFER\Eksisting Barat\Coba 1.grd  
Grid Size: 100 rows x 15 columns

X Minimum:	723575.9583
X Maximum:	723714.8334
X Spacing:	9.9196499999962
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9154950
Y Spacing:	10.144787878795
Z Minimum:	-0.076796378132427
Z Maximum:	0.27087374572685

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:

1

#### Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 5502.3077291901  
Simpson's Rule: 5501.325090705  
Simpson's 3/8 Rule: 5496.5514999645

#### Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]: 5505.13718221207  
Negative Volume [Fill]: 0  
Net Volume [Cut-Fill]: 5505.1371822121

### Areas

#### Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]: 139476.98468345  
Negative Planar Area [Fill]: 0  
Blanked Planar Area: 0  
Total Planar Area: 139476.98468345

#### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]: 139476.98468345  
Negative Surface Area [Fill]: 0

### 3. Jetty Alternatif 1 Musim Timur

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:13:41 2015

### Upper Surface

Grid File Name:	D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\TIMUR
Alt1\ALT1 coba.grd	
Grid Size:	100 rows x 13 columns
X Minimum:	723567.8958
X Maximum:	723712.375
X Spacing:	12.039933333329
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9155101.667
Y Spacing:	11.676777777779
Z Minimum:	-0.010374380930112
Z Maximum:	0.094111340908205

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:	1
<b>Total Volumes by:</b>	
Trapezoidal Rule:	2426.5149969688
Simpson's Rule:	2423.20730285
Simpson's 3/8 Rule:	2426.2143797472
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>	
Positive Volume [Cut]:	2425.7769772462
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	2425.7769772462

### Areas

#### Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]:	167018.09967916
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	167018.09967916

#### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	167018.11274268
Negative Surface Area [Fill]:	0

4. Jetty Alternatif 1 Musim Barat

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:14:06 2015

### Upper Surface

Grid File Name:	D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\Barat
Alt1\alt 1.grd	
Grid Size:	100 rows x 13 columns
X Minimum:	723567.8958
X Maximum:	723712.375
X Spacing:	12.039933333329
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9155101.667
Y Spacing:	11.676777777779
Z Minimum:	-0.55373144501105
Z Maximum:	0.466217687794

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:	1
<b>Total Volumes by:</b>	
Trapezoidal Rule:	1694.9150109424
Simpson's Rule:	1712.5545669932
Simpson's 3/8 Rule:	1757.6865822074
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>	
Positive Volume [Cut]:	1694.6684687108
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1694.6684687108

### Areas

<b>Planar Areas</b>	
Positive Planar Area [Cut]:	167018.09967916
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	167018.09967916

### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	167018.09967916
Negative Surface Area [Fill]:	0

5. Jetty Alternatif 2 Musim Timur

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:14:38 2015

### Upper Surface

Grid File Name:	D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\TIMURt
Alt2\ Alt2.grd	
Grid Size:	100 rows x 12 columns
X Minimum:	723576.5
X Maximum:	723707.9375
X Spacing:	11.948863636364
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9155097.667
Y Spacing:	11.636373737375
Z Minimum:	-0.010936752629104
Z Maximum:	0.023656926202736

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:	1
<b>Total Volumes by:</b>	
Trapezoidal Rule:	1947.7083904123
Simpson's Rule:	1943.0927531593
Simpson's 3/8 Rule:	1947.1949579371
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>	
Positive Volume [Cut]:	1947.4567668785
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1947.4567668785

### Areas

<b>Planar Areas</b>	
Positive Planar Area [Cut]:	151416.13143752
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	151416.13143752

### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	151416.13558752
Negative Surface Area [Fill]:	0

6. Jetty Alternatif 2 Musim Barat

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:15:06 2015

### Upper Surface

Grid File Name: D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\Barat  
Alt2\Book2.grd  
Grid Size: 100 rows x 12 columns

X Minimum:	723576.5
X Maximum:	723707.9375
X Spacing:	11.948863636364
Y Minimum:	9153945.666
Y Maximum:	9155082
Y Spacing:	11.478121212129
Z Minimum:	-0.074724383782156
Z Maximum:	0.19387104124123

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor: 1

**Total Volumes by:**

Trapezoidal Rule:	3256.8176310101
Simpson's Rule:	3260.4934744365
Simpson's 3/8 Rule:	3245.0191266084

**Cut & Fill Volumes**

Positive Volume [Cut]:	3257.5868112986
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	3257.5868112986

### Areas

**Planar Areas**

Positive Planar Area [Cut]:	149356.9001251
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	149356.9001251

### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	149356.9001251
Negative Surface Area [Fill]:	0

## 7. Jetty Alternatif 3 Musim Timur

# Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:15:33 2015

### Upper Surface

Grid File Name:	D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\TIMUR
Alt3\Book2.grd	
Grid Size:	100 rows x 13 columns
X Minimum:	723572.3125
X Maximum:	723712.25
X Spacing:	11.661458333333
Y Minimum:	9153945
Y Maximum:	9155076
Y Spacing:	11.424242424242
Z Minimum:	-0.12621699605939
Z Maximum:	0.48928256014551

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:	1
<b>Total Volumes by:</b>	
Trapezoidal Rule:	2256.5716373023
Simpson's Rule:	2238.1787869687
Simpson's 3/8 Rule:	2251.7808200705
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>	
Positive Volume [Cut]:	2257.5591098849
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	2257.5591098849

### Areas

<b>Planar Areas</b>	
Positive Planar Area [Cut]:	158269.3125
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	158269.3125

### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	158269.3125
Negative Surface Area [Fill]:	0

## Grid Volume Computations

Thu Dec 17 10:15:54 2015

### Upper Surface

Grid File Name:	D:\AA SMT 7\FINAL PROJECT\P3\SURFER\Barat
Alt3\alt 3.grd	
Grid Size:	100 rows x 13 columns
X Minimum:	723572.3125
X Maximum:	723712.25
X Spacing:	11.661458333333
Y Minimum:	9153945
Y Maximum:	9155076
Y Spacing:	11.424242424242
Z Minimum:	-0.01013125696786
Z Maximum:	0.028786270461895

### Lower Surface

Level Surface defined by Z = 0

### Volumes

Z Scale Factor:	1
<b>Total Volumes by:</b>	
Trapezoidal Rule:	1919.1149347205
Simpson's Rule:	1918.1448580386
Simpson's 3/8 Rule:	1918.1433592989
<b>Cut &amp; Fill Volumes</b>	
Positive Volume [Cut]:	1919.1679511281
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	1919.1679511281

### Areas

<b>Planar Areas</b>	
Positive Planar Area [Cut]:	158269.3125
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	158269.3125

### Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	158269.31394852
Negative Surface Area [Fill]:	0

## **BIODATA PENULIS**



Titis Julaikha Atikasari lahir di Blora, 3 Juli 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dan dibesarkan di Kecamatan Cepu, Jawa Tengah. Oleh sebab itu, sebelum menempuh jenjang pendidikan tingkat sarjana, penulis menyelesaikan pendidikan wajib 12 tahun di Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat SMA di SMA Negeri 1 Cepu pada Tahun 2012, dan pada tahun sama penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya. Di Jurusan Teknik Kelautan inilah, penulis menyelesaikan masa pendidikan strata satu dalam kurun waktu 7 semester dengan mengambil Bidang Keahlian Rekayasa Pantai.

Di tahun pertama perkuliahan, penulis sempat mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Olahraga Air ITS. Penulis aktif mengikuti berbagai pelatihan dan seminar, terutama yang berhubungan dengan lingkup bidang teknologi kelautan. Penulis juga aktif di organisasi himpunan, kepanitiaan tingkat jurusan dan kepanitiaan tingkat institut. Penulis pernah menjadi Ketua Divisi Finansial di Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himatekla dan menjadi salah satu bagian dari Gerigi ITS 2014.

Kontak dengan penulis dapat dilakukan di [titisja@gmail.com](mailto:titisja@gmail.com).