



TUGAS AKHIR - RG 141536

**PEMODELAN PERUBAHAN SEDIMEN DI PESISIR
SURABAYA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN DATA
HIDRO-OSEANOGRAFI**

DZAUQI ARANI
NRP 3510 100 016

Dosen Pembimbing
KHOMSIN, ST, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

MODELLING OF TRANSPORT SEDIMENT IN EAST SURABAYA USING HYDRO-OCEANOGRAPHIC DATA

DZAUQI ARANI
NRP 3510 100 016

Advisor
KHOMSIN, ST, MT

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**PEMODELAN PERUBAHAN SEDIMEN DI PESISIR
SURABAYA TIMUR MENGGUNAKAN DATA
HIDRO-OSEANOGRAFI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Dzaugi Arani

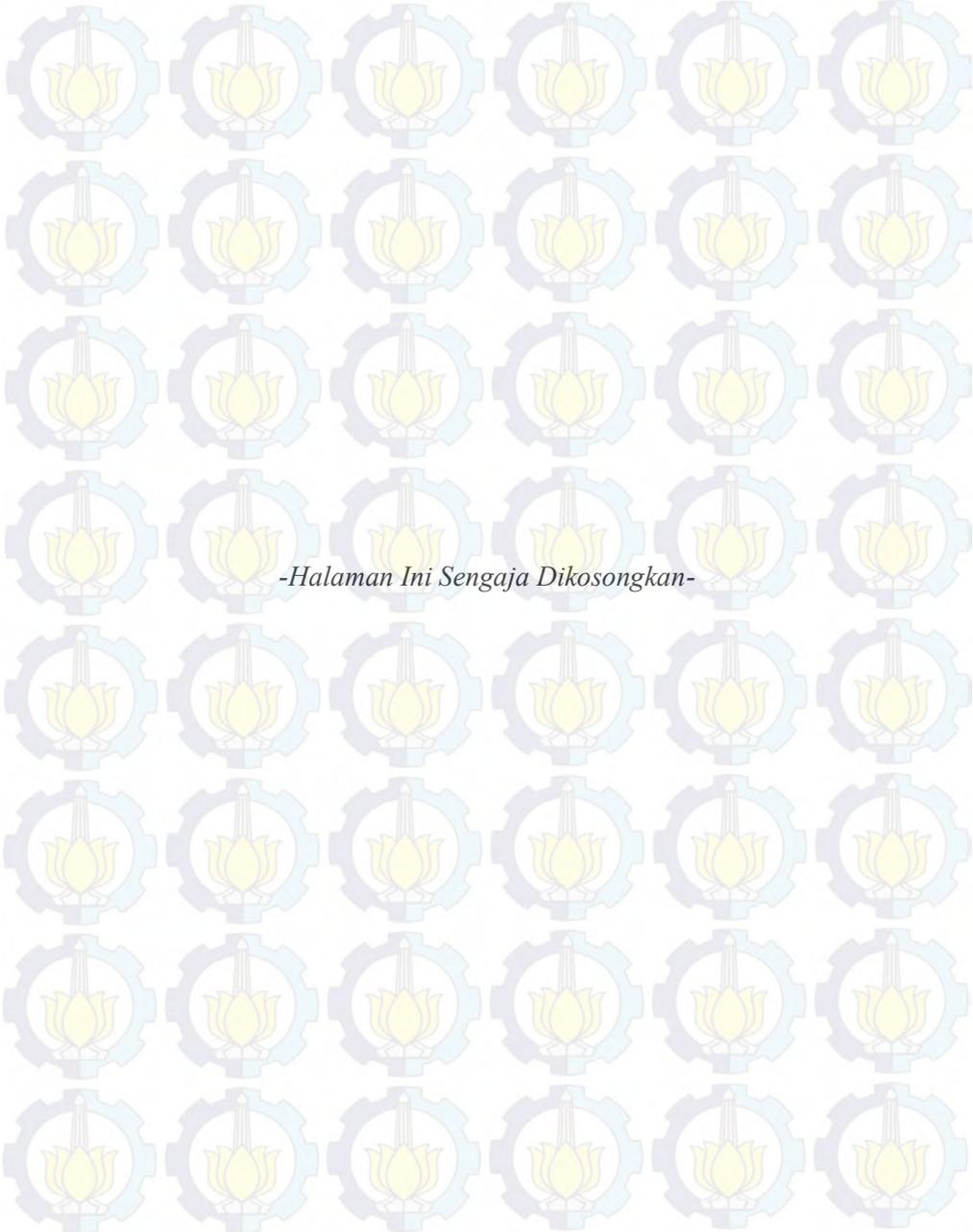
NRI 3510100016

Disetujui oleh Pembimbing Akhir

Khomsin, S., MT

NIP.1975 0705 20011201001

Surabaya, Januari 2015



-Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-

PEMODELAN PERUBAHAN SEDIMEN DI PESISIR SURABAYA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN DATA HIDRO-OSEANOGRAFI

Nama Mahasiswa : Dzauqi Arani
NRP : 3510 100 016
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Khomsin, ST, MT

ABSTRAK

Kawasan Pesisir utara Jawa Timur khususnya Surabaya Timur, merupakan kesatuan pantai yang memiliki pola perkembangan garis pantai yang berbeda. Sebagian besar dari wilayah pantai tersebut memiliki ciri topografi wilayah pantai yang relatif datar dengan kemiringan 0-3 derajat sehingga mengakibatkan daerah ini rentan terjadi sedimentasi atau perubahan sedimen. Hal tersebut juga mengakibatkan beberapa wilayah mengalami penambahan luas tanah sehingga pantainya semakin menjorok ke laut atau yang biasa disebut sedimentasi garis pantai (Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah, 2001).

Oleh karena itu, perlu diadakan suatu penelitian untuk dapat mengetahui dampak dari sedimentasi di daerah pesisir Surabaya Timur. Dalam penelitian ini akan dikaji perubahan sedimen yang disebabkan arus pasang surut. Penelitian ini menggunakan suatu pemodelan matematika dengan metode hidrodinamika yang digunakan untuk membuat simulasi mengenai pola arus dan transportasi sedimen dengan parameter pasang surut dan sampel sedimen yang terjadi pada titik tinjauan.

Dari hasil simulasi menunjukkan pola arus yang terjadi di wilayah tersebut cukup tenang dengan nilai kecepatan sebesar 0,040 m/s – 0,734 m/s. Besar konsentrasi sedimen tertinggi yang terjadi di sepanjang lokasi penelitian yaitu 4,257 g/m³ dan yang terendah adalah 0,057 g/m³.

Morfologi dasar perairan pesisir Surabaya timur tidak mengalami perubahan secara signifikan. Hal ini dikarenakan konsentrasi sedimen yang terlarut sangat rendah. Rata-rata *bed level change* saat kondisi pasang adalah sebesar 0,020 m dan rata-rata *bed level change* saat kondisi surut adalah sebesar – 0,016 m. Dari hasil permodelan menunjukkan bahwa perairan pesisir Surabaya Timur mengalami kenaikan dasar laut dikarenakan besar konsentrasi sedimen yang terbawa saat pasang lebih besar daripada besar konsentrasi sedimen yang terbawa saat surut.

Kata Kunci: Sedimentasi, Pola Arus, Pemodelan

MODELLING OF TRANSPORT SEDIMENT IN EAST SURABAYA WITH HYDRO-OCEANOGRAPHIC DATA

Student Name : Dzauqi Arani
Reg. Number : 3510 100 016
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Advisor : Khomsin, ST, MT

Abstract

North coastal areas of East Java specially East Surabaya, are the coast united which have different coastline growth pattern with each others. Most of the coastal areas in East Surabaya have leveled off land characteristic of topographic with inclination of 0-3 degrees causing this area is tended to undergo the sedimentation or moving sediment. Leveled off land can lead to gain wide of land causing jutting coastline into the sea in some areas. (Research Institution of Ecology and Wet Land Conservation, 2011).

Therefore, it needs a research to know the effect of sedimentation in coastline area of East Surabaya. In this research will be reviewed sedimentation which is caused by tidal current. This research is using mathematics model with hydrodynamic method to create simulation of current pattern and sediment transportation with parameters tidal current and sediment sample in research area.

Based on simulation, it shows that current pattern which happens in research area is relatively quiet with speed is 0.040 m/s – 0.734 m/s. Highest amount of sediment concentration in the area is 4.257 g/m³ and the lowest is 0.057 g/m³. Morphology of bed level in water coast line of East Surabaya is not experiencing significant changes because sediment concentration is very low dissolved. Average of bed level change when flood condition is

0.020 m and average of bed level change when dry condition is -0.016 m. Simulation result shows water coastline of East Surabaya has increased bed level due to higher concentration of sediment when flood condition than when dry condition.

Keywords: *Sedimentation, Tidal Current Pattern, Modelling.*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

” PEMODELAN PERUBAHAN SEDIMEN DI PESISIR SURABAYA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN DATA HIDRO-OSEANOGRAFI ”

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Fathur Rozi dan Ibu Netti Lesmanawati atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang, serta pengorbanannya selama ini.
2. Bapak Khomsin, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. M. Taufik, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
4. Ibu Hesti Hapsari Handayani, ST, M.Sc selaku dosen wali, terima kasih atas bimbingan selama ini
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan dan curahan ilmunya selama ini.
6. Bapak dan Ibu Tata Usaha, serta seluruh staf dan karyawan Teknik Geomatika yang juga telah membantu kelancaran proses akademis selama ini.
7. Mega Vania, terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat yang senantiasa diberikan selama ini.

8. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika angkatan 2010. Terimakasih atas bantuannya pada saat pengolahan maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Kelautan. Terima kasih atas bimbingannya pada saat pengolahan data dan peminjaman laboratorium komputernya.
10. Dishidros dan Universitas Hangtuah, yang membantu dalam proses pengumpulan data.
11. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya terhadap pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Harapan penulis, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Sekian dan terimakasih.

Surabaya, 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Permasalahan.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pasang Surut.....	5
2.2 Arus.....	8
2.3 Batimetri.....	11
2.4 Sedimentasi.....	14
2.5 Transpor Sedimen.....	15
2.6 Garis Pantai.....	17
2.7 Pemodelan.....	18
2.8 <i>Software</i> Pemodelan Hidrodinamika <i>MIKE 21</i>	19
2.9 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Data dan Peralatan.....	26
3.2.1 Data.....	26
3.2.2 Peralatan.....	26
3.3 Metodologi Penelitian.....	27

3.3.1 Tahap Persiapan	28
3.3.2 Tahap Pengolahan Data	29
3.3.3 Tahap Analisa	32
3.3.4 Tahap Akhir	33

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Pasang Surut	35
4.2 Hasil Uji Sampel Sedimen	37
4.3 Pemodelan	39
4.3.1 <i>Mesh</i> Pemodelan	39
4.3.2 Daerah Model	40
4.3.3 Data Kondisi Batas	42
4.4.4 Parameter Model	42
4.3.5 Hasil Simulasi dan Analisa Hidrodinamika	43
4.3.6 Perbandingan Arus	48
4.3.7 Hasil Simulasi dan Analisa Transpor Sedimen	50
4.3.8 Hasil Simulasi dan Analisa Perubahan Morfologi Dasar Perairan	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

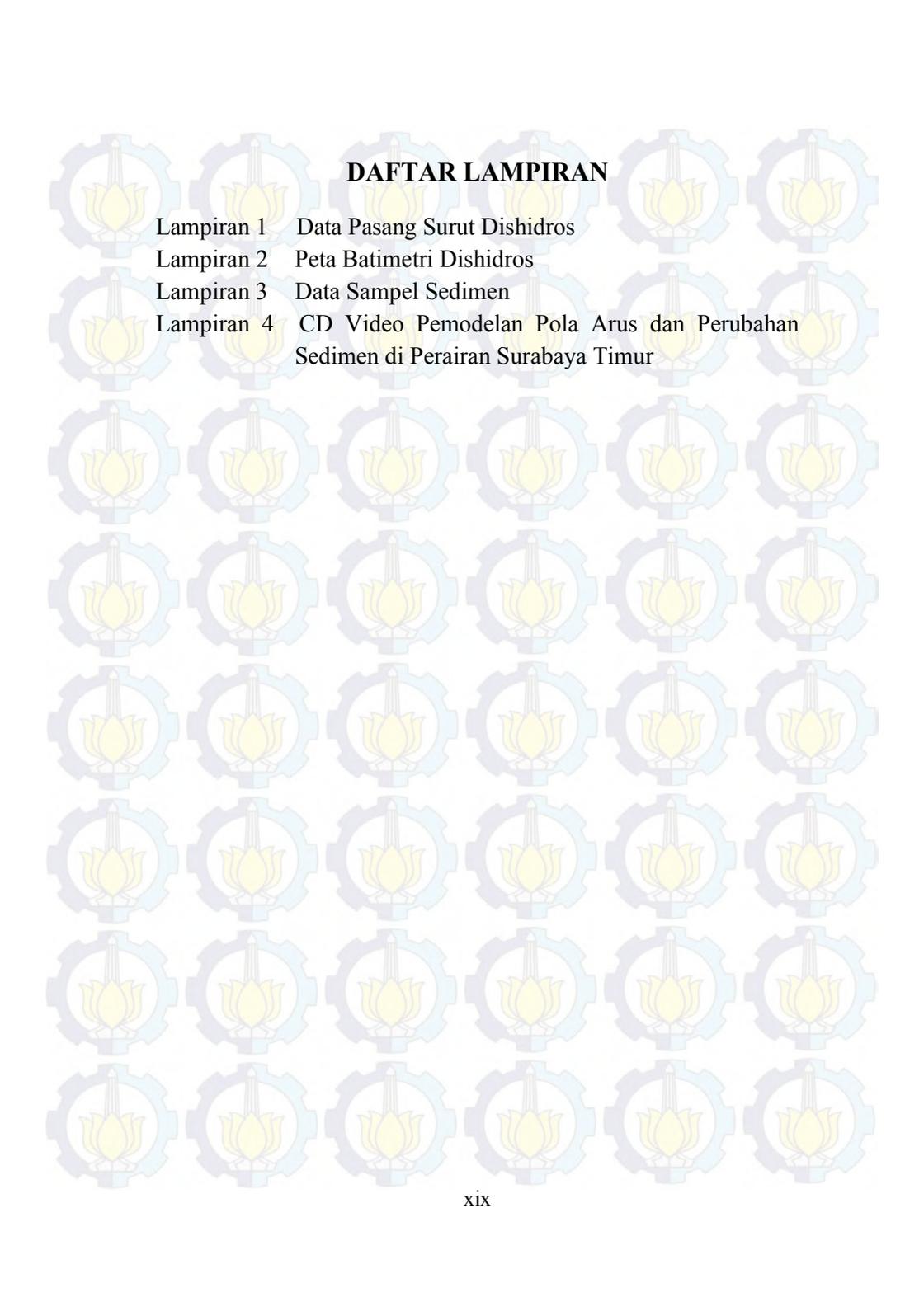
Gambar 2.1	Jenis <i>Echosounder</i> berdasarkan <i>beam</i>	14
Gambar 2.2	Definisi dan Batasan Pantai	18
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Tahapan Penelitian	28
Gambar 3.3	Tahap Pengolahan Data	30
Gambar 4.1	Grafik Pasang Surut Dishidros	35
Gambar 4.2	Grafik Pasang Surut Pemodelan.....	36
Gambar 4.3	Perbandingan Grafik Pasang Surut Hasil Pemodelan dan Pengukuran.....	36
Gambar 4.4	Lokasi Pengambilan Sampel.....	39
Gambar 4.5	<i>Mesh</i> Pemodelan.....	40
Gambar 4.6	Daerah Pemodelan.....	41
Gambar 4.7	Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju pasang	44
Gambar 4.8	Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi pasang tertinggi	45
Gambar 4.9	Pola Arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju surut.....	46
Gambar 4.10	Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi surut terendah	47
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Kecepatan Arus Pemodelan dan Pengamatan.....	50
Gambar 4.12	Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju pasang	51
Gambar 4.13	Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi pasang tertinggi.....	52
Gambar 4.14	Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju surut	53
Gambar 4.15	Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi surut terendah	54
Gambar 4.16	Posisi Garis Analisa Perubahan Morfologi Dasar Perairan	56

Gambar 4.17	Bed level sepanjang Line 1 saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi.....	57
Gambar 4.18	Bed level sepanjang Line 2 saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi.....	58
Gambar 4.19	Bed level sepanjang Line 3 saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi.....	58
Gambar 4.20	Bed level sepanjang Line 4 saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi.....	59
Gambar 4.21	Bed level sepanjang Line 5 saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi.....	59
Gambar 4.22	Bed level sepanjang Line 1 saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi	60
Gambar 4.23	Bed level sepanjang Line 2 saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi	61
Gambar 4.24	Bed level sepanjang Line 3 saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi	61
Gambar 4.25	Bed level sepanjang Line 4 saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi	62
Gambar 4.26	Bed level sepanjang Line 5 saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Uji Sampel Sedimen	38
Tabel 4.2	Kondisi Batas Model.....	42
Tabel 4.3	Tabel Perbandingan Arus Pemodelan dan Pengamatan Tanggal 2 September 2014	49
Tabel 4.4	Koordinat Garis pemodelan	56





DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Pasang Surut Dishidros
- Lampiran 2 Peta Batimetri Dishidros
- Lampiran 3 Data Sampel Sedimen
- Lampiran 4 CD Video Pemodelan Pola Arus dan Perubahan Sedimen di Perairan Surabaya Timur



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir merupakan lingkungan yang dinamis, unik dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lingkungan pesisir antara lain adalah aktivitas di daratan, pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, peningkatan permintaan akan ruang dan sumberdaya, serta dinamika lingkungan pantai. Disamping itu perairan pesisir dipengaruhi oleh interaksi dinamis antara masukan air dari lautan (*ocean water*) dan air tawar (*freshwater*).

Kawasan Pesisir utara Jawa Timur khususnya Surabaya Timur, merupakan kesatuan pantai yang memiliki pola perkembangan garis pantai yang berbeda. Sebagian besar dari wilayah pantai diatas memiliki ciri topografi wilayah pantai yang relatif datar dengan kemiringan 0-3 derajat sehingga mengakibatkan daerah ini rentan terjadi sedimentasi atau perubahan sedimen. Hal tersebut juga mengakibatkan beberapa wilayah mengalami pertambahan luas tanah sehingga pantainya semakin menjorok ke laut atau yang biasa disebut sedimentasi garis pantai (Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah, 2001).

Untuk dapat mengetahui dampak dari perubahan sedimen di daerah pesisir Surabaya Timur, maka perlu dilakukan studi yang lebih komprehensif. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikaji perubahan sedimen yang disebabkan arus pasang surut.

Perubahan sedimen dapat diketahui melalui perhitungan pasang surut air laut dan pola arus. Pasang surut air laut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasang surut. Walaupun massa matahari jauh lebih besar dibanding massa bulan, namun karena jarak bulan yang jauh lebih dekat terhadap bumi maka matahari hanya memberikan pengaruh yang kecil terhadap pembangkitan pasang surut di bumi. Rasio massa bulan terhadap bumi adalah 1 : 85, sedangkan rasio massa bulan terhadap matahari adalah 1 : $3,18 \times 10^5$. Jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat matahari adalah sekitar 98.830.000 mil, sedangkan jarak rata-rata pusat massa bumi terhadap pusat massa bulan adalah sekitar 238.862 mil, maka perbandingan gravitasi bulan dan matahari (masing-masing terhadap bumi) adalah 1 : 0,46. (Poerbandono, 2005).

Pasang surut juga mempunyai peranan penting terhadap perubahan arus laut yang kemudian mempengaruhi perubahan sedimen. Arus adalah gerakan badan air. Morfologi dasar perairan cenderung terbentuk di wilayah pantai yang berpasir. Pada kondisi pantai berpasir yang memperoleh pengaruh arus dan gelombang yang cukup kuat, butiran-butiran pasir relatif lebih mudah dipindahkan untuk membentuk kerut-kerut di dasar perairan. Sementara, karena memiliki sifat kohesif, untuk butiran-butiran lumpur cenderung akan saling tarik-menarik dan terpadatkan sehingga lebih sulit dipindahkan oleh arus dan gelombang (Zuriati, 2011).

Perubahan sedimen di pesisir Surabaya Timur yang dipengaruhi arus pasang surut dapat diketahui melalui pemodelan *Mike 21*. *Mike 21* adalah salah satu aplikasi yang berfungsi untuk mengetahui model muka air laut dan perubahan sedimen melalui data pasang surut, batimetri, dan sampel sedimen, yang kemudian setelah didapat data pemodelan permukaannya dapat dilakukan analisa perubahan sedimen di pesisir Surabaya Timur.

1.2 Perumusan Masalah

- a) Bagaimana pemodelan pola arus di pesisir Surabaya Timur dan analisa terhadap pola arus yang dihasilkan?
- b) Bagaimana pemodelan perubahan sedimen di pesisir Surabaya Timur dan analisa apakah terjadi kenaikan atau penurunan dasar laut?

1.3 Batasan Masalah

- a) Parameter yang digunakan dalam perhitungan mencakup data primer dan sekunder, data primer dalam penelitian ini meliputi data pasang surut bulan Agustus-September tahun 2014 dari Dishidros, data batimetri 2013 dari Dishidros, dan sampel sedimen. Sedangkan untuk data sekunder adalah data pengamatan arus pada tanggal 2 September 2014 dari Universitas Hangtuah.
- b) Wilayah penelitian berada di pesisir Surabaya Timur dari pesisir jembatan Suramadu sampai perbatasan Sidoarjo.
- c) Untuk mengolah dan menampilkan data menggunakan *software Mike 21*.

- d) Memvisualisasikan pola arus di pesisir Surabaya Timur berdasarkan model *Mike 21*.
- e) Memvisualisasikan perubahan sedimen di pesisir Surabaya Timur berdasarkan model *Mike 21*.

1.4 Tujuan Penelitian

- a) Memodelkan pola arus di pesisir Surabaya Timur menggunakan *Mike 21* dan menganalisa pola yang dihasilkan .
- b) Memodelkan perubahan sedimen di pesisir Surabaya Timur menggunakan *Mike 21* dan menganalisa besar sedimentasi yang terjadi di pesisir Surabaya Timur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Pemodelan yang dihasilkan diharapkan dapat memberi gambaran secara visual dari perubahan sedimen di Surabaya Timur.
- b) Analisa yang dilakukan diharapkan dapat membantu dan dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penetapan kebijakan teknis dalam pemanfaatan ruang kawasan pantai khususnya pesisir Surabaya Timur.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasang Surut

Pasang surut air laut adalah naik atau turunnya posisi permukaan perairan atau samudera yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari. Ada tiga sumber gaya yang saling berinteraksi: Bumi, Matahari, dan bulan. Pasang surut air laut menyebabkan perubahan kedalaman perairan dan mengakibatkan arus pusaran yang dikenal sebagai arus pasang, sehingga perkiraan kejadian pasang sangat diperlukan dalam navigasi pantai. Wilayah pantai yang terbenam sewaktu pasang naik dan terpapar sewaktu pasang surut, disebut zona pasang. Panjang periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit.

Terdapat tiga tipe dasar pasang laut:

a. Harian (*diurnal*)

Adalah keadaan dimana dalam satu hari terjadi satu kali pasang naik dan satu kali pasang surut dengan periode 24 jam 50 menit.

b. Tengah harian (*semidiurnal*)

Adalah keadaan dimana dalam sehari terjadi 2 kali pasang naik dan 2 kali pasang surut secara berurutan. Periode pasang surut tersebut adalah 12 jam 25 menit.

c. Campuran (*mixed tides*).

Adalah keadaan dimana dalam sehari terjadi 2 kali pasang naik dan 2 kali pasang surut, tetapi tinggi muka air laut dan periodenya berbeda (Poerbandono, 2005).

Menurut Haryono, 2004, Pasang surut merupakan hasil dari gaya gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah pergerakan atau dorongan ke arah luar pusat rotasi

bumi. Pengaruh gaya gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut air laut, karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Dalam sebulan, variasi harian dari rentang pasang laut berubah secara sistematis terhadap siklus bulan. Rentang pasang laut juga bergantung pada bentuk volume perairan dan bentuk dasar samudera. Gaya gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari sehingga menghasilkan dua tonjolan pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan area orbit bulan dan matahari.

Pasang surut bulan purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam posisi sejajar. Pada saat itu akan terjadi air pasang yang sangat tinggi dan air surut yang sangat rendah. Pasang surut bulan purnama ini terjadi pada saat bulan baru dan bulan purnama (Djunarsah, 2001). Pasang surut perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Pada saat itu akan dihasilkan air pasang naik yang rendah dan air surut yang tinggi. Pasang laut perbani ini terjadi pada saat bulan seperempat dan tiga-perempat.

Pengetahuan tentang pasang surut adalah hal penting dalam transportasi perairan, aktivitas di pelabuhan, pembangunan di daerah pesisir, dan lain-lain, karena sifat pasang surut air laut yang periodik, sehingga dapat diramalkan. Untuk dapat meramalkan pasang laut diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut air laut. Seperti yang telah disebutkan, komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Namun demikian karena interaksinya dengan bentuk morfologi pantai,

superposisi antar komponen pasang laut utama, dan faktor-faktor lainnya akan mengakibatkan terbentuknya komponen-komponen pasang surut yang baru

Gerakan air secara vertikal yang berhubungan dengan peristiwa naik dan turunnya pasang surut, diiringi oleh pergerakan air secara horizontal yang disebut dengan arus pasang surut. Permukaan air laut selalu berubah-ubah setiap saat karena adanya gerakan pasang surut, hal ini juga terjadi pada wilayah-wilayah yang lebih kecil misalnya teluk dan selat, sehingga menimbulkan arus pasang surut (*Tidal Current*). Arus pasang surut dari laut lepas yang merambat ke perairan pantai akan mengalami perubahan, karena berkurangnya kedalaman.

Arus yang terjadi di laut bagian teluk dan laguna dikarenakan massa air yang mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah, dan itu disebabkan oleh pasang surut. Arus pasang surut adalah arus yang cukup dominan pada perairan teluk yang memiliki karakteristik pasang dan surut. Pada waktu gelombang pasang surut merambat memasuki perairan dangkal seperti muara sungai atau teluk, maka massa air di kawasan ini akan bereaksi terhadap pergerakan dari perairan lepas. (Surbakti, 2012).

Pengamatan pasut dilakukan untuk memperoleh data tinggi muka air laut di suatu lokasi. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dapat ditetapkan datum vertikal tertentu sesuai untuk keperluan-keperluan tertentu pula. Pengamatan pasut dilakukan dengan mencatat atau merekam data tinggi muka air laut pada setiap interval waktu tertentu. Rentang pengamatan pasut sebaiknya dilakukan selama selang waktu keseluruhan periodisasi benda-benda langit yang mempengaruhi terjadinya pasut telah kembali pada posisinya

semula. Rentang waktu pengamatan pasut yang lazim dilakukan untuk keperluan praktis adalah 15 atau 29 piantan (1 piantan = 25 jam). Interval waktu pencatatan atau perekaman tinggi muka air laut biasanya adalah 15, 30 atau 60 menit. (Poerbandono, 2005)

2.2 Arus

Arus adalah pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal sehingga menuju keseimbangannya, atau gerakan air yang sangat luas yang terjadi diseluruh lautan dunia (Hutabarat dan Evans, 1984). Sistem arus laut utama dihasilkan oleh pasang surut dan beberapa daerah angin secara terus menerus, berbeda satu sama lain dengan berubah-ubah.

Arus ini juga mempengaruhi penyebaran organisme laut dan juga menentukan pergeseran daerah biografi melalui perpindahan air hangat ke daerah yang lebih dingin dan sebaliknya. Angin dapat mendorong Bergeraknya air di permukaan, menghasilkan suatu gerakan arus horizontal yang lamban yang mampu mengangkut suatu volume air yang sangat besar melintasi jarak jauh di lautan (Nybakken, 1992). Arus permukaan merupakan pencerminan langsung dari pola angin. Jadi arus permukaan digerakkan oleh angin dan air dilapisan bawahnya ikut terbawa. Karena disebabkan oleh adanya gaya coriolis yaitu gaya yang di sebabkan oleh perputaran bumi.

Faktor – faktor pembangkit arus permukaan adalah sebagai berikut (Hutabarat dan Evans, 1984):

1. Bentuk topografi dasar lautan dan pulau-pulau yang ada disekitarnya. Beberapa sistem lautan utama di dunia dibatasi oleh massa daratan dari tiga sisi dan oleh arus *equatorial counter* dari sisi ke empat. Batas-batas ini menghasilkan aliran

yang hampir tertutup dan cenderung membuat aliran air mengarah dalam bentuk bulatan.

2. Gaya *coriolis*. Gaya *coriolis* mempengaruhi aliran massa air dimana gaya ini akan membelokkan arah arus dari arah yang lurus. Gaya ini timbul sebagai akibat dari perputaran bumi pada porosnya.
3. Perbedaan tekanan. Pada umumnya air di daerah tropik dan sub tropik lebih tinggi daripada daerah kutub. Walaupun perbedaan ini kecil, namun dapat menyebabkan timbulnya perbedaan tekanan air yang berakibat air akan mengalir dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah.
4. Perbedaan densitas. Gerakan air yang luas dapat diakibatkan oleh perbedaan densitas dari lapisan lautan yang mempunyai kedalaman berbeda-beda. Perbedaan densitas ini timbul terutama diakibatkan oleh perbedaan suhu dan salinitas.

Selain faktor-faktor yang dapat membangkitkan arus di permukaan laut, arus juga mempunyai jenis – jenis yang berbeda berdasarkan lokasinya. Jenis-jenis arus dapat dibedakan, antara lain :

1. Arus Permukaan Laut di Samudera (*Surface Circulation*). Penyebab utama arus permukaan laut di samudera adalah tiupan angin yang bertiup melintasi permukaan Bumi melintasi zona-zona lintang yang berbeda. Ketika angin melintasi permukaan samudera, maka massa air laut tertekan sesuai dengan arah angin. Pola umum arus permukaan samudera dimodifikasi oleh faktor-faktor fisik dan berbagai variabel seperti friksi, gravitasi, gerak rotasi Bumi, konfigurasi benua, topografi dasar laut, dan angin

lokal. Interaksi berbagai variabel itu menghasilkan arus permukaan samudera yang rumit. Arus di samudera bergerak secara konstan. Arus tersebut bergerak melintasi samudera yang luas dan membentuk aliran yang berputar searah gerak jarum jam di Belahan Bumi Utara (*Northern Hemisphere*), dan berlawanan arah gerak jarum jam di Belahan Bumi Selatan (*Southern Hemisphere*). Karena gerakannya yang terus menerus itu, massa air laut mempengaruhi massa udara yang ditemuinya dan merubah cuaca dan iklim di seluruh dunia.

2. Arus di Kedalaman Samudera (*Deep-water Circulation*). Faktor utama yang mengendalikan gerakan massa air laut di kedalaman samudera adalah densitas air laut. Perbedaan densitas diantara dua massa air laut yang berdampingan menyebabkan gerakan vertikal air laut dan menciptakan gerakan massa air laut-dalam (*deep-water masses*) yang bergerak melintasi samudera secara perlahan. Gerakan massa air laut-dalam tersebut kadang mempengaruhi sirkulasi permukaan. Perbedaan densitas massa air laut terutama disebabkan oleh perbedaan temperatur dan salinitas air laut. Oleh karena itu gerakan massa air laut-dalam tersebut disebut juga sebagai sirkulasi termohalin (*thermohaline circulation*).
3. Arus Perairan Pesisir dibagi menjadi dua yaitu:
 - Arus Pasang Surut (*Tidal Current*). Arus pasang surut terjadi terutama karena gerakan pasang surut air laut. Arus ini terlihat jelas di perairan estuari atau muara sungai. Bila air laut bergerak

menuju pasang, maka terlihat gerakan arus laut yang masuk ke dalam estuari atau alur sungai; sebaliknya ketika air laut bergerak menuju surut, maka terlihat gerakan arus laut mengalir ke luar.

- Arus Sepanjang Pantai (*longshore current*) dan Arus *Rip* (*rip current*). Kedua macam arus ini terjadi di perairan pesisir dekat pantai, dan terjadi karena gelombang mendekat dan memukul ke pantai dengan arah yang miring atau tegak lurus garis pantai. Arus sepanjang pantai bergerak menyusuri pantai, sedang arus *rip* bergerak menjauhi pantai dengan arah tegak lurus atau miring terhadap garis pantai. (Agus, 2000)

2.3 Batimetri

Batimetri adalah ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudra atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*), dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan (Atmojo, 2000).

Peta batimetri biasanya diproduksi untuk mendukung keselamatan navigasi permukaan atau sub-permukaan, dan biasanya menunjukkan relief dasar laut atau daerah dasar laut sebagai garis kontur (*isodepth*) dan pemilihan kedalaman (*sounding*), dan biasanya juga menyediakan informasi mengenai navigasi permukaan . Peta Batimetri dapat juga dibuat dengan menggunakan Digital Terrain Model dan teknik pencahayaan buatan untuk menggambarkan kedalaman yang digambarkan. Data yang digunakan untuk membuat peta

batimetri biasanya berasal dari *echosounder* (*sonar*) yang dipasang di bawah atau di samping kapal, “ping” berkas suara ke dasar laut atau dari penginderaan jarak jauh LIDAR atau sistem LIDAR . Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk suara atau cahaya melakukan perjalanan melalui air, memantul dari dasar laut, dan kembali ke penerima menunjukkan jarak ke dasar laut.

Satelit juga digunakan untuk mengukur batimetri. Satelit radar memetakan topografi laut dalam dengan mendeteksi variasi halus di permukaan laut yang disebabkan oleh tarikan gravitasi bawah gunung, pegunungan, dan massa lainnya. (Nurkhayati, 2009).

Pada pengoperasian *echosounder*, sonar dilepaskan oleh suatu kapal ke dalam air dan akan terjadi pemantulan gelombang suara yang akan memberikan efek gema dan memantulkannya pada sistem penerima gelombang pada sonar. Dari hasil pemantulan tersebut nantinya akan menghitung secara otomatis pada sistem penerima yang akan menentukan jarak suatu obyek dari lokasi kapal dan juga data atau informasi yang lain yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penggunaan sonar. Dan sebuah sonar itu sendiri terdiri dari sebuah pemancar, transducer, receiver, dan layar monitor. Sonar dapat dimanfaatkan untuk mengukur kedalaman laut atau suatu perairan, untuk mengidentifikasi jenis lapisan sedimentasi dasar laut, digunakan juga untuk pemetaan pada dasar laut, dapat digunakan juga untuk mendeteksi adanya kapal selam dan ranjau yang ada di laut, untuk menganalisa perubahan lingkungan di dasar laut, digunakan juga untuk mendeteksi adanya kumpulan ikan dan dapat digunakan sebagai alat komunikasi di laut.

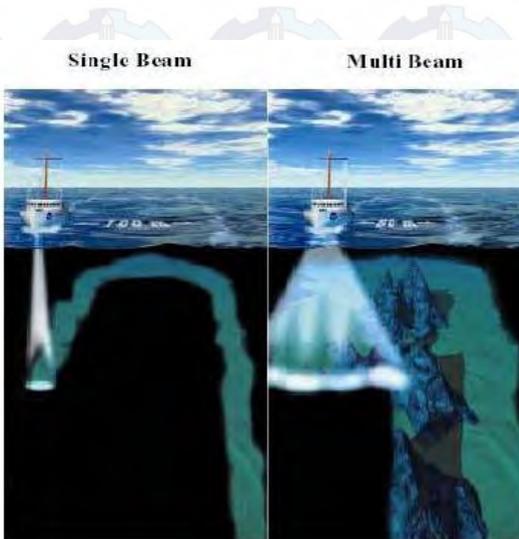
Ada dua jenis *echosounder* yang digunakan antara lain :

a. *Single-Beam Echosounder*

Jenis *echosounder* ini adalah suatu alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kedalaman laut atau suatu perairan dengan menggunakan pancaran tunggal sebagai pemancar dan penerima sinyal dari geombang bunyi. *Single-beam* ini memiliki susunan yang terdiri dari transduser yang terpasang pada lambung kapal atau terpasang pada sisi bantalan kapal. Transduser ini kemudian mengirimkan suatu sinyal *acoustic* dengan frekuensi tinggi yang secara langsung melepaskan gelombang suara dibawah kolom air pada kapal. *Single-Beam* ini termasuk alat yang mudah digunakan akan tetapi informasi yang didapatkan hanya area yang dilewati oleh kapal saja.

b. *Multi-Beam Echosounder*

Jenis *echosounder* ini dapat menentukan kedalaman suatu perairan dengan luas area yang lebih besar lagi dibandingkan dengan *single-beam*. Alat ini secara umum memancarkan pulsa atau gelombang bunyi langsung ke arah dasar laut lalu akan dipantulkan kembali. Beberapa pancaran dari bunyi secara elektronik terbentuk menggunakan teknik pemrosesan dari gelombang bunyi yang nantinya dapat diketahui sudut beamnya. *Multi-Beam Echosounder* dapat menghasilkan data batimetri dengan resolusi tinggi (0,1 m akurasi vertikal dan kurang dari 1 m akurasi horisontalnya). (Faelasufa, 2006)



Gambar 2.1 Jenis *echosounder* berdasarkan *beam*
(Sumber : nauticalcharts.noaa.gov)

2.4 Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (sand dunes) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin (Poerbandono, 2005).

Didalam sedimen umumnya turut terendapkan sisa-sisa organisme atau tumbuhan, yang karena tertimbun dan terawetkan. Dan selama proses pengendapan tidak rusak dan turut menjadi bagian dari batuan sedimen atau membentuk lapisan batuan sedimen. Sisa-sisa organisme atau tumbuhan

yang terawetkan ini dinamakan fosil. Jadi fosil adalah bukti atau sisa-sisa kehidupan zaman lampau. Dapat berupa sisa organisme atau tumbuhan, seperti cangkang kerang, tulang atau gigi maupun jejak ataupun cetakan.

Lingkungan pengendapan merupakan keseluruhan dari kondisi fisik, kimia dan biologi pada tempat dimana material sedimen terakumulasi. Jadi, lingkungan pengendapan merupakan suatu lingkungan tempat terkumpulnya material sedimen yang dipengaruhi oleh aspek fisik, kimia dan biologi yang dapat mempengaruhi karakteristik sedimen yang dihasilkannya (Dyer, 1986).

Secara umum dikenal 3 lingkungan pengendapan, lingkungan darat, transisi, dan laut. Beberapa contoh lingkungan darat misalnya endapan sungai dan endapan danau, selain yang ditransport oleh air, juga dikenal dengan endapan gurun dan glesster yang diendapkan oleh angin yang dinamakan eolian. Endapan transisi merupakan endapan yang terdapat di daerah antara darat dan laut seperti delta, laguna, dan litoral. Sedangkan yang termasuk endapan laut adalah endapan-endapan neritik, batial, dan abisal. Contoh Lingkungan Pengendapan Pantai antara lain, Proses Fisik : ombak dan akifitas gelombang laut; Proses Kimia : pelarutan dan pengendapan; Proses Biologi : *Burrowing*. Ketiga proses tersebut berasosiasi dan membentuk karakteristik pasir pantai, sebagai material sedimen yang meliputi geometri, tekstur sedimen, struktur dan mineralogy.

2.5 Transpor Sedimen

Menurut Wahyu, 2013, Transpor sedimen dapat dibedakan menjadi dua, yaitu transpor sedimen menuju dan meninggalkan pantai (*onshore - offshore transport*) yang

memiliki arah rata-rata tegak lurus pantai dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*) yang memiliki arah rata-rata sejajar pantai.

Transport sedimen tegak lurus pantai dapat dilihat pada kemiringan pantai dan bentuk dasar lautnya. Proses transpor sedimen tegak lurus biasanya terjadi pada daerah teluk dan pantai – pantai yang memiliki gelombang yang relatif tenang. Pada saat musim ombak, energi yang terdapat pada gelombang akan menggerus bibir pantai dan menimbulkan erosi yang ditandai dengan adanya dinding pantai. Secara konsep, transpor sedimen dapat diketahui dengan rumus (Triatmojo, 1999):

$$Q_s = K P_1^n$$

$$P_1 = 1/8 \rho g H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana,

Q_s = Angkutan sedimen sepanjang pantai

P_1 = Komponen fluks energi gelombangsepanjang pantai saat pecah

g = Rapat massa air laut (Kg/m³)

H_b = Tinggi gelombang pecah (m)

C_b = Cepat rambat gelombang pecah (m/d) = $(C_b = \sqrt{g \cdot db})$

α_b = Sudut datang gelombang pecah

K, n = Konstanta

Jenis transpor sedimen dibagi menjadi :

1. Transpor sedimen dasar (bed load), q_{sb} (debit solid per satuan lebar, m³/m), adalah gerak butir sedimen yang selalu berada di dekat dasar saluran atau sungai. Butir sedimen bergerak dengan cara

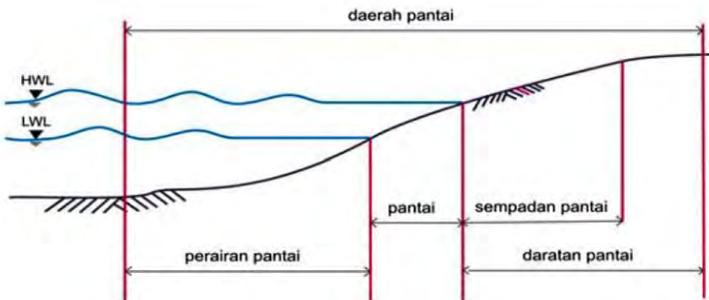
bergeser atau meluncur, mengguling, atau dengan lompatan pendek. Transpor dengan cara ini umumnya terjadi pada butir sedimen yang berukuran relatif besar.

2. Transpor sedimen suspensi (suspended solid), q_{ss} , adalah gerak butir sedimen yang sesekali bersinggungan dengan dasar sungai atau saluran. Butir sedimen bergerak dengan lompatan yang jauh dan tetap didalam aliran. Transpor dengan cara ini umumnya terjadi pada butir sedimen yang berukuran relatif kecil.
3. Transpor sedimen dasar suspensi atau transpor material dasar total, $q_s = q_{sb} + q_{ss}$, adalah gerak butir sedimen yang selalu berkaitan atau bersinggungan dengan dasar sungai atau saluran.
4. Transpor sedimen *wash load*, q_{sw} , adalah gerak butir sedimen yang hampir tidak pernah bersinggungan dengan dasar sungai atau saluran. Pada *wash load*, butir sedimen bergerak bagaikan digelontor oleh aliran dan tidak pernah menyentuh dasar sungai atau saluran. Transpor dengan cara ini umumnya terjadi pada butir sedimen yang berukuran sangat halus. (Altinakar, 1998)

2.6 Garis Pantai

Ada dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi pasang tertinggi dan

air surut terendah. Daerah daratan adalah daerah yang terletak diatas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya. Garis pantai adalah garis batas pertemuan pertemuan antara daratan dan air laut, yang di mana posisinya selalu berubah-ubah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi yang terjadi (Triatmojo, 1999)



Gambar 2.2 Definisi dan batasan pantai (sumber : Wibowo, 2011)

2.7 Pemodelan

Model banyak didefinisikan, baik dari sudut pandang geografi maupun non-geografi. Model adalah deskripsi yang disederhanakan, terutama secara matematis dari suatu proses atau sistem, untuk membantu perhitungan atau prediksi menurut Kamus *Oxford*. Sementara dalam Kamus *Meriam-Webster*, model salah satunya dinyatakan sebagai sistem dari sebuah dalil, data, dan kesimpulan yang disajikan sebagai deskripsi matematis dari suatu entitas atau keadaan, juga dinyatakan sebagai simulasi komputer didasarkan pada suatu

sistem. Dari definisi-definisi diatas didapatkan beberapa kata kunci, yaitu penyederhanaan, matematis, proses atau benda. Jadi model merupakan suatu metode untuk menyederhanakan suatu benda/proses secara matematis.

Salah satu bentuk pemodelan adalah model spasial. Berdasarkan pada pengertian model spasial, secara umum pemodelan spasial merupakan kegiatan dimana membuat suatu model spasial dari suatu fenomena. Pemodelan spasial dapat dilakukan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), baik secara analog ataupun digital. (Longley dan Goodchild, 2005).

2.8 Software Pemodelan Hidrodinamika MIKE 21

MIKE21 *Hydrodynamic Module (HD Module)* adalah model matematika untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundary*. *HD Module* mensimulasikan perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, teluk, pantai, dan laut (www.mikebydhi.com). Efek yang dapat disimulasikan modul ini adalah:

1. *Bottom Shear Stress* (Tekanan Gaya Gesek Bawah Laut)
2. *Wind Shear Stress* (Tekanan Gaya Gesek Angin)
3. *Barometric Pressure Gradients* (Gradien Tekanan Barometer)
4. *Coriolis Force* (Gaya Coriolis)
5. *Momentum Dispersion* (Gerak Persebaran)
6. *Sources and Sinks* (Sumber Lokasi Karam)
7. *Evaporation* (Penguapan)
8. *Flooding and Drying* (Banjir dan Penyurutan)

9. Wave Radiation Stress (Tekanan Radiasi Ombak)

Model algoritma hidrodinamika yang digunakan untuk dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] \\ - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (P_a) = 0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p \\ - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (P_a) = 0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

- $h(x,y,t)$ = Kedalaman air (= $\zeta - d$, m)
- $d(x,y,t)$ = Kedalaman air pada berbagai waktu (m)
- $\zeta(x,y,t)$ = Elevasi permukaan (m)

$p, q(x, y, t)$	= <i>Flux density</i> dalam arah x dan y ($m^3/s/m$) = (u_h, v_h); (u, v) = <i>depth average velocity</i> dalam arah x dan y
$C(x, y)$	= Tahanan Chezy ($m^{1/2}/s$)
g	= Percepatan gravitasi (m/s^2)
$f(V)$	= Faktor gesekan angin
$V, V_x, V_y(x, y, t)$	= Kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)
$\Omega(x, y)$	= Parameter Coriolis (s^{-1})
$P_a(x, y, t)$	= Tekanan atmosfer
(kg/m^2)	
ρ_w	= Berat jenis air (kg/m^3)
x, y	= Koordinat ruang (m)
T	= Waktu (s)
$\tau_{xx}, \tau_{yy}, \tau_{xy}$	=Komponen <i>effective shear stress</i>

2.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung adalah:

1. Menurut Zuriati (2011), yang melakukan penelitian terhadap pola arus dan laju sedimentasi di lokasi Teluk Tomini Provinsi Gorontalo, Sulawesi, dengan menggunakan *software Mike 21* mendapatkan hasil pola arus pada 2 musim yang berbeda cenderung sama namun memiliki kecepatan yang berbeda. Dimana pada musim hujan kecepatan arusnya adalah 0-0,08108 m/s dan pada musim kemarau

adalah $0-0,943115$ m/s. Hal itu mempunyai efek terhadap pergerakan sedimen menjadi lebih sedikit pada musim penghujan. Laju sedimen pada musim penghujan adalah $-0,311737 - 0,214585$ m/hari, sedangkan untuk musim kemarau adalah $-0,545291 - 1,636056$ m/hari.

2. Menurut Puriharjo (2013), dalam penelitian dampak akibat laju sedimentasi terhadap reklamasi di Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur, dalam simulasi, debit sungai dan konsentrasi sedimen layang dibuat konstan selama simulasi. Hal ini tentu saja tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya dimana debit sungai dan laju sedimentasi bervariasi dalam satu tahun. Dalam simulasi sedimen, sumber sedimen hanya difokuskan pada pola sedimen di Teluk Lamong dengan sumber sedimen hanya berasal dari 5 sungai yaitu: Kali Lamong, Kali Sememi, Kali Branjangan, Kali Manukan, dan Kali Krembangan.
3. Menurut Raharjo (2012), dalam penelitian estimasi laju sedimentasi dengan lokasi penelitian di Perairan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Tipe pasang surut di daerah ini adalah “pasang campuran yang condong ke harian ganda”, artinya dalam satu hari terjadi 2 kali pasang dan dua kali surut. Tidak terjadi amplitudo pasang yang mencolok dan fluktuasi muka air laut tersebut diikuti oleh gerakan massa air yang periodik, dapat dikatakan bahwa energinya kecil sehingga pergerakan massa air yang berasal dari beberapa muara sungai besar dan membawa material sedimen dapat terendapkan di tepi pantai. Rata-rata arus saat pasang yaitu $0,072$

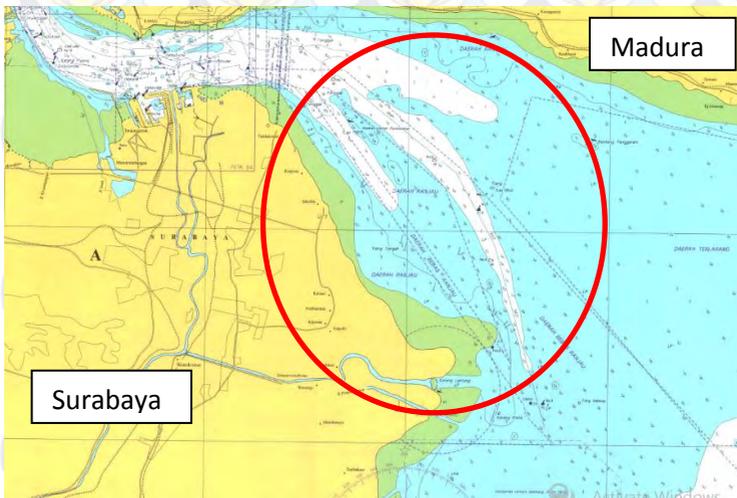
m/detik, sedangkan kecepatan rata-rata arus menengah pada saat surut yaitu 0,055 m/detik relatif lebih kecil dari kecepatan rata-rata arus saat pasang yaitu 0,056 m/detik. Dari hasil penyelidikan ini diketahui bahwa di perairan Astanajapura kecepatan sedimentasi secara vertikal berkisar antara 1,37 cm/tahun hingga 1,5 cm/ tahun, sedangkan muatan sedimen rata-rata berkisar antara 30,44 kg/m²/th hingga 36,1 kg/m²/th. Sedimentasi yang terjadi terutama disebabkan oleh banyaknya muara-muara sungai seperti Sungai Bangkaderes, Sungai Dleweran, dan Sungai Pengarengan yang membawa cukup banyak muatan sedimen. Namun untuk mengetahui lebih rinci asal dan muatan sedimen yang berasal dari daratan di masa mendatang perlu dilakukan kajian tentang kondisi iklim dan faktor hidrologi pada sungai-sungai yang dianggap sebagai sumber sedimen.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Surabaya Timur. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada $07^{\circ}12'$ - $07^{\circ}21'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}36'$ - $112^{\circ}54'$ Bujur Timur. Penelitian dilakukan dari mulai pesisir di Jembatan Suramadu sampai dengan Perbatasan Surabaya-Sidoarjo.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Dishidros, 2013)

3.2 Data dan peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut air laut bulan Agustus-September tahun 2014 yang didapat dari Dishidros, sampel sedimen yang didapat dari proses pengambilan di lapangan pada tanggal 15 Oktober tahun 2014, dan peta batimetri tahun 2013 Dishidros yang sudah disurutkan sampai rata-rata air rendah terendah, serta data arus pada tanggal 2 September 2014 dari Universitas Hangtuh.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

- *GPS Handheld*
Digunakan untuk mengambil koordinat dari posisi Sedimen yang diambil.
- *Grab sampler*
Digunakan untuk mengambil sampel sedimen di dasar laut.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

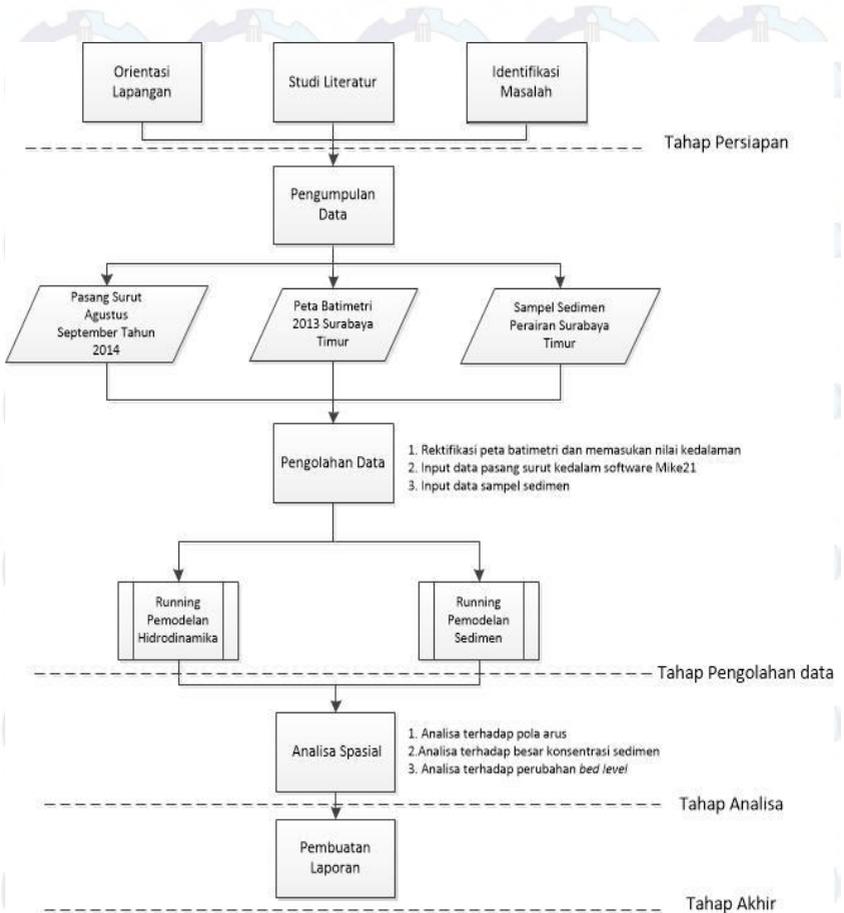
- *Global Mapper 12*
Digunakan untuk proses rektifikasi peta batimetri agar dapat digunakan didalam software pemodelan.
- *ArcMAP 10.0*
Digunakan untuk proses digitasi garis pantai pada peta.
- *AutoCAD Land Desktop 2009*

Software yang digunakan untuk *plotting* titik kedalaman laut dan membangun kontur.

- Dxf2xyz (xyz file converter)
Software yang digunakan untuk mengkonversi data dari AutoCAD Land Desktop kedalam format .xyz agar mampu di baca di dalam MIKE 21.
- MIKE 21
Software yang digunakan untuk proses pemodelan pola arus dan perubahan sedimen.

3.3 Metodologi Penelitian

Pada metodologi penelitian ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir. Adapun tahapan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

3.3.1 Tahap Persiapan

1. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dan memperkirakan apa saja yang dibutuhkan selama penelitian, seperti transportasi menuju lokasi dan alat yang dibutuhkan.

2. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan referensi terkait studi perubahan sedimen dan arus. Referensi ini didapatkan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, majalah ilmiah, media, wawancara dengan ahli, dan lain sebagainya.

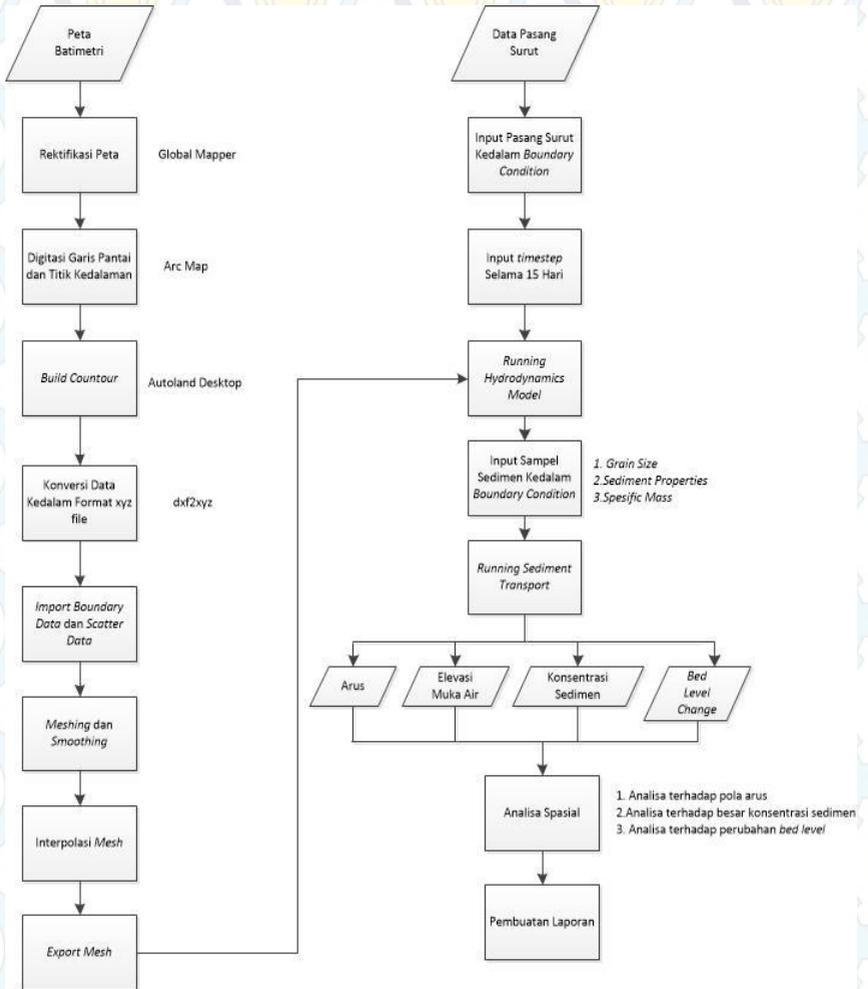
3. Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui parameter yang mempengaruhi perubahan arus dan sedimen di Surabaya Timur.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan pengambilan dan pengumpulan data pengambilan data pasang surut tahun 2014 dan peta batimetri tahun 2013 dilakukan dengan mengajukan permohonan data di Dishidros, dan melakukan *grab sample* sedimen di dasar perairan Surabaya Timur, serta mengajukan permohonan data ke Hangtuhah untuk data arus tanggal 2 September 2014. Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan *running* untuk model hidrodinamika dan setelah didapatkan sebuah pemodelan hidrodinamika, proses dilanjutkan dengan tahap pemodelan sedimen dengan memasukan karakteristik sedimen dan setelah tahap ini selesai *running* akan didapatkan pemodelan perubahan sedimen. Untuk mengetahui perubahan topografi dasar laut dilakukan pemodelan *bed level change* sehingga diketahui perubahannya.

Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data :



Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dilakukan:

1. Setelah mendapatkan peta batimetri perairan Surabaya Timur, Peta tersebut harus direktifikasi terlebih dahulu agar mendapatkan datum yang diinginkan yaitu dari Bessel menjadi WGS 1984. Proses ini menggunakan software Global Mapper dengan memberikan 4 koordinat yang ada pada pinggir peta batimetri sebagai titik referensi.
2. Proses selanjutnya adalah digitasi garis pantai dan titik kedalaman dengan tujuan agar didapatkan data *softcopy* garis pantai dan kontur. Proses ini menggunakan *software* AutoCAD Land Desktop. Interval kontur yang dimasukan 2,5 meter.
3. Setelah proses digitasi, data hasil dari AutoCAD Land Desktop (.dwg) harus dikonversikan kedalam format (.xyz) agar data digitasi bisa terbaca oleh software pengolah hidrodinamika. Proses ini menggunakan *software* Dxf2Xyz.
4. Setelah didapatkan data dalam format (.xyz). *Import* data tersebut kedalam software MIKE 21 dengan modul *mesh generator*. Langkah pertama dalam pengolahan hidrodinamika adalah pembuatan *mesh*. Dalam pembuatan *mesh* perairan Surabaya Timur, harus ditentukan juga *boundary condition* dengan tujuan membedakan antara lautan dan daratan. Setelah itu *mesh* diinterpolasi dan export kedalam format (.mesh) file.
5. Langkah selanjutnya adalah pembuatan model hidrodinamika (arus) berdasarkan pasang surut tahun 2014 dengan *timestep* sebanyak 15 hari. Parameter fisis lainnya seperti densitas, viskositas Eddy, *tidal*

potential dan *coriolis forcing* dimasukan nilai *default*. *Output* yang dihasilkan pada model hidrodinamika (arus) yaitu *point series* untuk hasil numerik dan *area series* untuk hasil pemodelan.

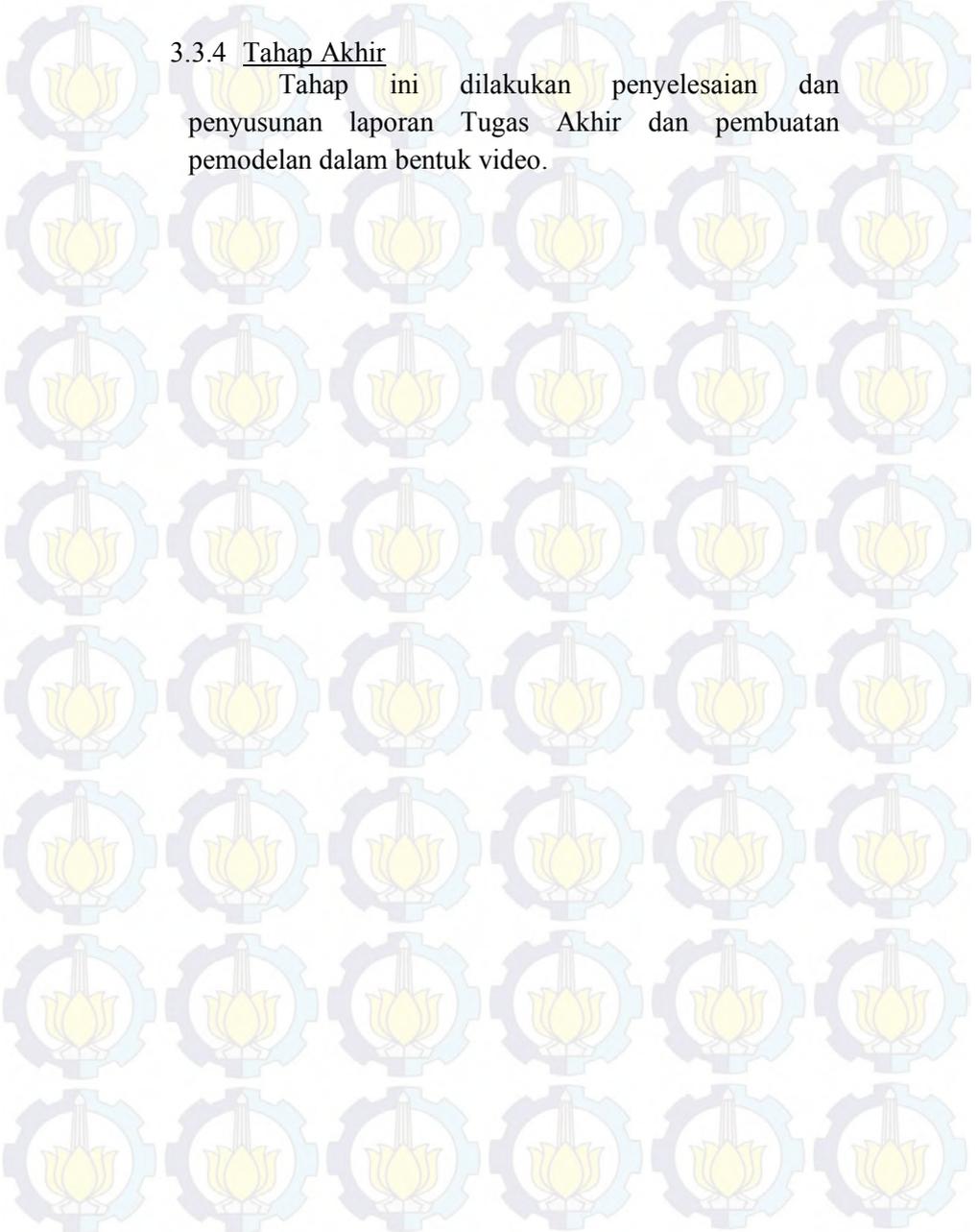
6. Model hidrodinamika (arus) yang sudah dimodelkan akan digunakan sebagai parameter dalam pemodelan sedimen, namun sebelumnya model hidrodinamika dibandingkan terhadap pasang surut DISHIDROS untuk membuktikan bahwa algoritma MIKE 21 berjalan dengan baik. Dalam pemodelan sedimen digunakan parameter dari karakteristik sedimen yaitu *grain size* dan berat jenis. Untuk durasi pemodelan dimasukan *timestep* yang sama dengan model hidrodinamika yaitu 15 hari. *Output* pada model perubahan sedimen yaitu *point series* dan *area series*.
7. Setelah didapatkan semua pemodelan, dilakukan analisa terhadap *bed level change* dengan menggunakan *line chart* sehingga dapat dilihat perubahan topografi dari dasar laut dalam bentuk garis.

3.3.3 Tahap Analisa

Tahap ini dilakukan analisa terhadap pemodelan yang dihasilkan dari proses *running* hidrodinamika dan perubahan sedimen. Analisa dibagi kedalam 4 fase yaitu saat menuju surut, surut terendah, menuju pasang, dan pasang tertinggi. Setelah itu dilakukan analisa terhadap *bed level change* untuk mengetahui perubahan topografi dasar laut apakah mengalami pendangkalan atau pengikisan.

3.3.4 Tahap Akhir

Tahap ini dilakukan penyelesaian dan penyusunan laporan Tugas Akhir dan pembuatan pemodelan dalam bentuk video.



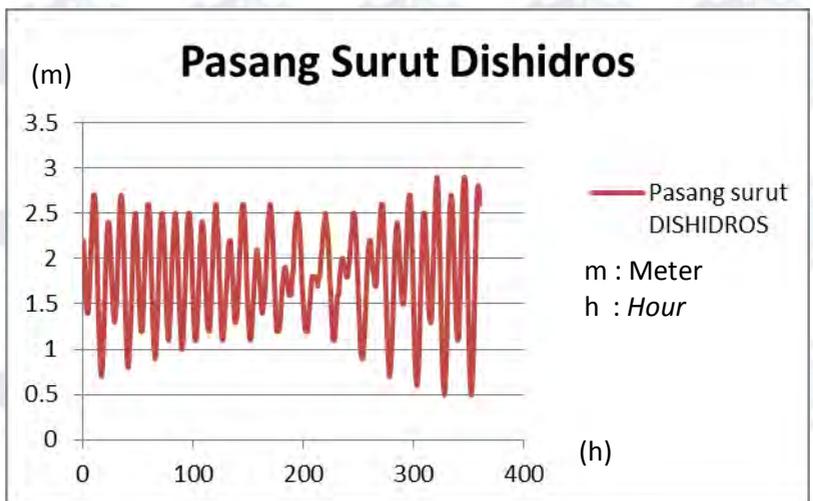


-Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-

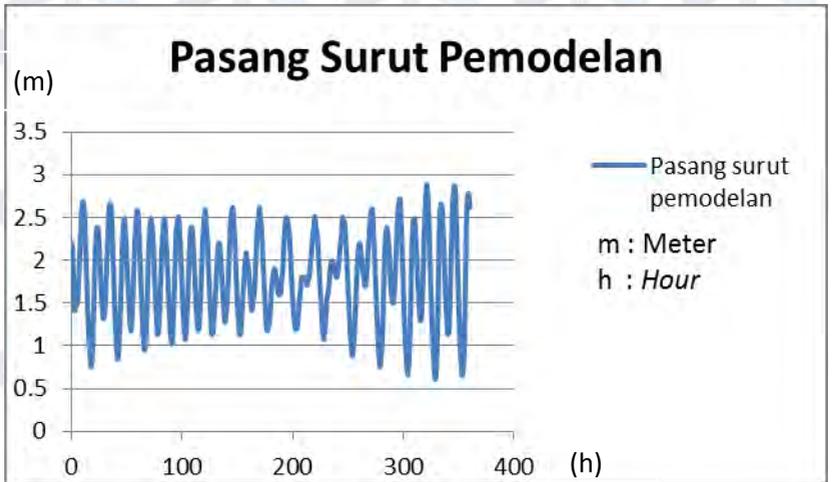
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pasang Surut

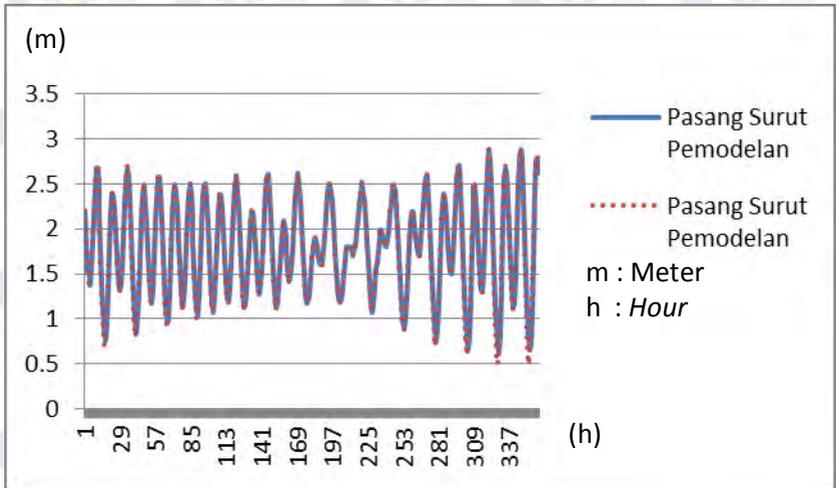
Pasang surut yang dihasilkan dari pemodelan menunjukkan bahwa secara grafik sesuai dengan data pasang surut yang didapat dari Dishidros, dan data tersebut dapat digunakan untuk proses pemodelan. Berikut adalah perbandingan grafik antara pasang surut pemodelan dan pasang surut Dishidros :



Gambar 4.1 Grafik Pasang Surut Dishidros



Gambar 4.2 Grafik Pasang Surut Pemodelan



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pasang Surut Antara Hasil Model dan Pengukuran

Analisa didapatkan dari hasil model dengan hasil pengukuran dimana dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari Dishidros. Gambar 4.3 menunjukkan grafik perbandingan antara elevasi air yang dihasilkan oleh model dan elevasi air hasil pengukuran yang dilakukan oleh Dishidros. Dari gambar tersebut dapat dilihat hasil elevasi air yang dihasilkan oleh model tidak jauh beda dengan elevasi air Dishidros. Pasang surut Dishidros memiliki elevasi air maksimal sebesar 2,90 m dan minimal sebesar 0,50 m. Pasang surut hasil pemodelan memiliki elevasi air maksimal sebesar 2,88 m dan minimal sebesar 0,58. Dari grafik terlihat perbedaan yang cukup signifikan terjadi pada *timestep* 327, 328, 352, dan 353.

Pada *timestep* ke 327 pasang surut Dishidros memiliki elevasi air sebesar 0,90 m dan pasang surut pemodelan sebesar 1,21. Pada *timestep* ke 328 pasang surut Dishidros memiliki elevasi air sebesar 0,60 m dan pasang surut pemodelan sebesar 0,91. Pada *timestep* ke 352 pasang surut Dishidros memiliki elevasi air sebesar 0,70 m dan pasang surut pemodelan sebesar 1,09. Pada *timestep* ke 327 pasang surut Dishidros memiliki elevasi air sebesar 0,50 m dan pasang surut Pemodelan sebesar 1,81.

4.2 Hasil Uji Sampel Sedimen

Hasil dari uji sampel sedimen di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember menunjukkan bahwa wilayah penelitian didominasi oleh pasir diikuti oleh lumpur dan kerikil. Berikut adalah tabel dari hasil uji sampel sedimen :

Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Sedimen

Sampel Sedimen no. 1 koordinat (699872 ; 9204129)			
No	Jenis Tanah	Prosentase	Grain Size
1	Pasir	87,15%	0,075 mm
2	Lumpur	11,6%	0,425 mm
3	Kerikil	1,25%	4,76 mm

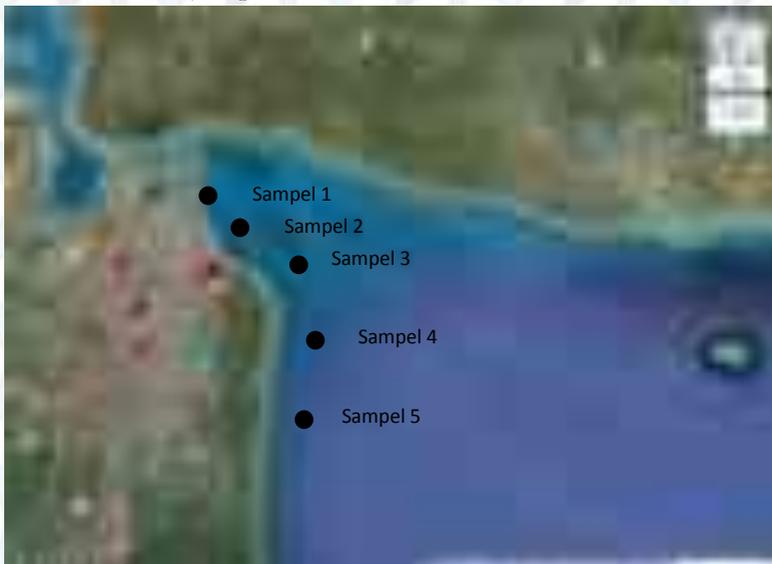
Sampel Sedimen no. 2 koordinat (700211 ; 9202322)			
No	Jenis Tanah	Prosentase	Grain Size
1	Pasir	89,97%	0,075 mm
2	Lumpur	9,24%	0,85 mm
3	Kerikil	0,8%	9,5 mm

Sampel Sedimen no. 3 koordinat (702572 ;9198234)			
No	Jenis Tanah	Prosentase	Grain Size
1	Pasir	82,60%	0,125 mm
2	Lumpur	14,75%	0,425 mm
3	Kerikil	2,65%	9,5 mm

Sampel Sedimen no. 4 koordinat (705020 ;9194122)			
No	Jenis Tanah	Prosentase	Grain Size
1	Pasir	81,10%	0,075mm
2	Lumpur	15,23%	0,85 mm
3	Kerikil	3,68%	9,5 mm

Sampel Sedimen no. 5 koordinat (705411;9188452)			
No	Jenis Tanah	Prosentase	Grain Size
1	Pasir	78,96%	0,075mm
2	Lumpur	19,09%	0,85 mm
3	Kerikil	1,96%	9,5 mm

Berikut adalah lokasi dari pengambilan sampel sedimen di wilayah penelitian :



Gambar 4.4 Lokasi Pengambilan Sampel

4.3 Pemodelan

4.3.1 Mesh Pemodelan

Model hidrodinamika menggunakan *mesh* elemen hingga tidak terstruktur berbentuk segitiga. Bentuk *mesh* terlihat seperti pada Gambar 4.5. Spesifikasi pembentukan

mesh elemen hingga pada wilayah model adalah sebagai berikut:

1. Jumlah elemen: 8736
2. Jumlah titik: 5043
3. *Software* dan penampil hasil: MIKE 21

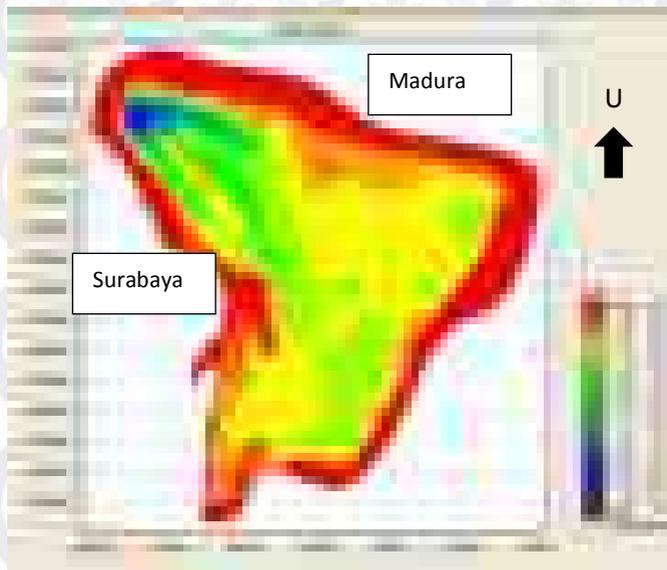


Gambar 4.5 *Mesh* Pemodelan

Meshing pada pemodelan dilakukan untuk mendapatkan *mesh* dari wilayah penelitian. Semakin banyak *mesh* yang dihasilkan maka semakin teliti hasil yang akan diperoleh.

4.3.2 Daerah Model

Secara geografis, lokasi pemodelan berada pada perairan yang terletak antara $07^{\circ}12'$ - $07^{\circ} 21'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ} 36'$ - $112^{\circ} 54'$ Bujur Timur. Batas utara dan batas timur daerah model berada di Selat Madura, sedangkan batas barat model berada di pesisir Surabaya timur dimana pada lokasi ini diberikan input/masukan pasang surut dan konsentrasi sedimen (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Daerah Pemodelan

Pada gambar diatas terlihat *bed level* pada saat sebelum simulasi dari lokasi penelitian. Warna-warna diatas mewakili nilai kedalaman dari perairan. Nilai kedalaman laut yang terdalam terdapat di wilayah Jembatan Suramadu di koordinat 697500 ; 9205000. Sedangkan nilai kedalaman laut terendah

berada di wilayah pesisir Madura di koordinat 710000 ; 9206000.

Secara morfologi nilai kedalaman laut perairan Surabaya Timur semakin dalam saat mendekati Selat Madura. Dan dilihat dari bentuknya semakin menyempit atau disebut *bottle neck*. Sehingga hal tersebut dapat memicu terjadinya penumpukan sedimen di pesisir Surabaya Timur terutama di wilayah Jembatan Suramadu.

4.3.3 Data Kondisi Batas

Terdapat dua (2) kondisi batas yang digunakan dalam model. Elevasi pasang surut dan data sedimen digunakan sebagai input/masukan pada kondisi batas.

Adapun penjelasan kondisi batas (*boundary condition*) dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kondisi Batas Model

Kondisi Batas	Keterangan	Input
1	<i>Specified Level</i>	Data pasang surut
2	<i>Sediment Properties</i>	Data sampel sedimen

4.3.4 Parameter model

Parameter yang dimasukkan pada perhitungan hidrodinamika akan menghasilkan *output* berupa arus dan perubahan elevasi muka air, sedangkan parameter yang

dimasukkan pada perhitungan transpor sedimen akan menghasilkan *output* berupa pola penyebaran sedimen dan perubahan dasar perairan (*bed level change*).

Parameter perhitungan hidrodinamika:

Lama simulasi : 15 hari (model hidrodinamika)
 Langkah waktu : 3600 detik
 Output Simulasi : 359 jam
 Input data : batimetri, pasang surut

Parameter perhitungan transpor sedimen:

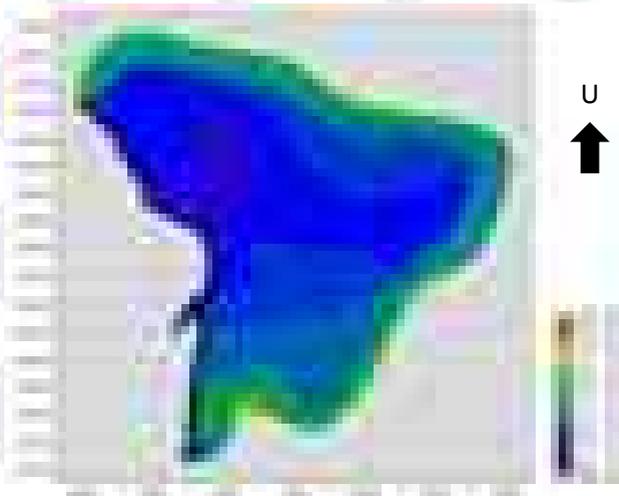
Lama simulasi : 15 hari (model *sand transport*)
 Langkah waktu : 3600 detik
 Output Simulasi : 359 jam
 Jenis sedimen : pasir (berdasarkan hasil uji lab, terlampir)
 Input data : data input model hidrodinamika
grain size sediment

4.3.5 Hasil Simulasi dan Analisa Hidrodinamika

Analisa dilakukan untuk empat kondisi, yaitu kondisi menuju pasang, kondisi pasang tertinggi, kondisi menuju surut dan kondisi surut terendah. Saat pasang tertinggi, muka air mencapai 2,88 m yang terjadi pada bulan September tanggal 7 pukul 09.00, *time step* ke 321 pada pemodelan. Sementara saat surut terendah, tinggi muka air adalah 0,58 m yang terjadi pada bulan September tanggal 7 pukul 16.00, *time step* ke 328 dari pemodelan.

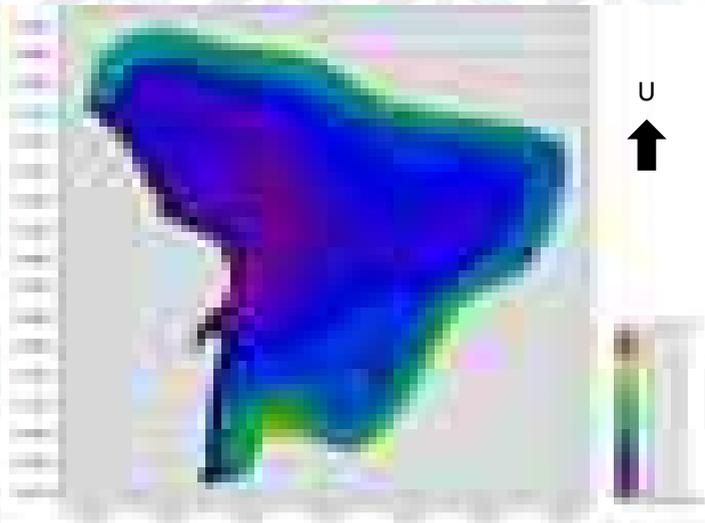
Simulasi hidrodinamika dilakukan untuk melihat pola arus yang terjadi akibat pengaruh dari pergerakan elevasi muka air pasang surut. Hasil dari simulasi ini adalah pola arus di pesisir untuk kondisi menuju pasang, pasang tertinggi,

menuju surut dan surut terendah. Hasil simulasi dan analisa disajikan pada Gambar 4.7 – Gambar 4.10.



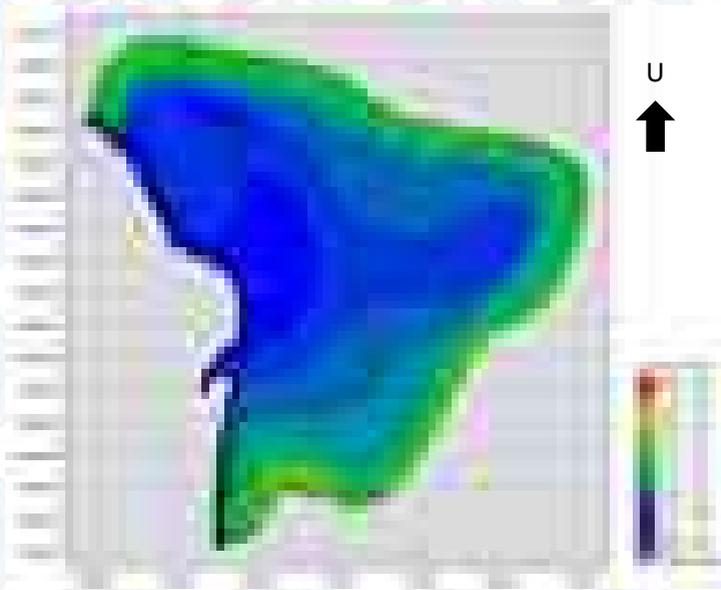
Gambar 4.7 Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju pasang

Pola arus pada kondisi menuju pasang terlihat arus bergerak dari arah timur kearah barat dengan kecepatan maksimal 0,52 m/s dan minimal 0,04 m/s. Arus dengan kecepatan maksimal berada di koordinat 707500 ; 9182000, sementara arus dengan kecepatan minimal berada di koordinat 705000 ; 9198000. Pola arus diatas terjadi pada *timestep* ke 306 yang terjadi pada jam 18.00 pada tanggal 6 September 2014. Arus terlihat semakin melemah saat mendekati daratan ditandai dengan garis vektor yang semakin menghilang saat mendekati daratan.



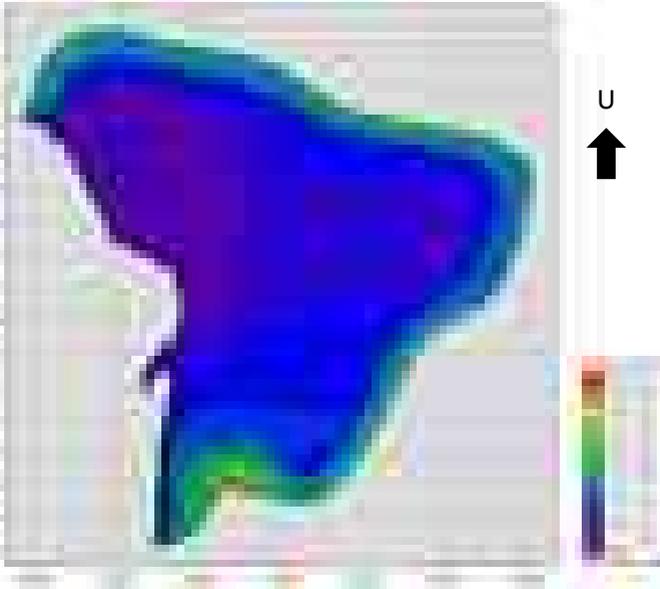
Gambar 4.8 Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi pasang tertinggi

Pola arus pada kondisi pasang tertinggi terlihat arus bergerak dari arah timur ke arah barat mendekati pesisir dengan kecepatan maksimal 0,6 m/s dan minimal 0,04 m/s. Arus dengan kecepatan maksimal berada di koordinat 707200 ; 9182000, sementara arus dengan kecepatan minimal berada di koordinat 705000 ; 9192000. Pola arus diatas terjadi pada *timestep* ke 321 yang terjadi pada jam 09.00 pada tanggal 7 September 2014. Arus terlihat lebih besar dibanding saat kondisi menuju pasang namun tidak signifikan.



Gambar 4.9 Pola Arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju surut

Pola arus pada kondisi menuju surut terlihat arus bergerak dari arah barat ke arah timur dengan kecepatan maksimal 0,48 m/s dan minimal 0,04 m/s. Arus dengan kecepatan maksimal berada di koordinat 707200 ; 9182000 , sementara arus dengan kecepatan minimal berada di koordinat 705000 ; 9192000. Pola arus diatas terjadi pada *timestep* ke 322 yang terjadi pada jam 10.00 pada tanggal 7 September 2014. Arus terlihat semakin besar saat semakin jauh dari daratan.



Gambar 4.10 Pola arus di pesisir Surabaya timur saat kondisi surut terendah

Pola arus pada kondisi surut terendah terlihat arus bergerak dari arah timur kearah barat menjauh dari pesisir dengan kecepatan maksimal 0,72 m/s dan minimal 0,06 m/s. Arus dengan kecepatan maksimal berada di koordinat 707300 ; 9182000 , sementara arus dengan kecepatan minimal berada di koordinat 705000 ; 9196000. Pola arus diatas terjadi pada *timestep* ke 306 yang terjadi pada jam 16.00 pada tanggal 7 September 2014. Arus terlihat lebih besar dibanding saat kondisi menuju surut namun tidak signifikan.

Dari hasil pelaksanaan simulasi hidrodinamika seperti yang ditunjukkan pada gambar pola arus diatas, terlihat bahwa arus di perairan pesisir Surabaya timur bergerak bolak-balik

mengikuti pola pasang surut di perairan tersebut. Dalam simulasi ini diasumsikan kedalaman perairan dianggap tetap sehingga tidak ada perairan yang tenggelam atau tersingkap dengan adanya naik turunnya muka laut akibat pasang surut.

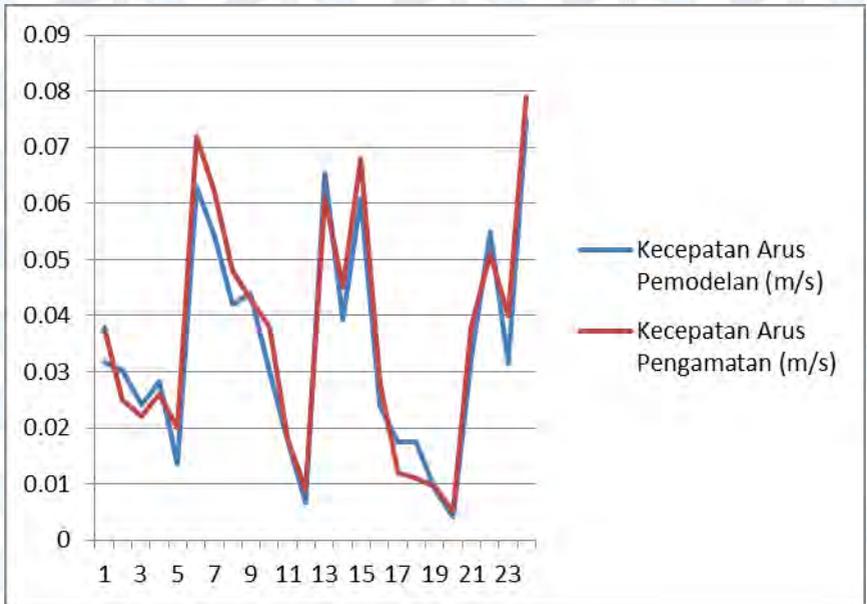
Pada saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, arus di perairan pesisir Surabaya timur bergerak kearah laut dan pada kondisi menuju surut dan surut terendah arus bergerak ke arah yang berlawanan. Besar kecepatan arus dari hasil simulasi adalah 0,040 – 0,734 m/s.

4.3.6 Perbandingan Arus

Sebelum melanjutkan kedalam simulasi transpor sedimen, hasil kecepatan arus pemodelan dibandingkan dengan data arus pengamatan . Data arus yang dibandingkan adalah data arus pada tanggal 2 September 2014 pukul 00.00 – 00.00. Berikut adalah tabel dan grafik perbandingan antara arus pemodelan dan arus pengamatan :

Tabel 4.3 Tabel Perbandingan Arus Pemodelan dan Pengamatan Tanggal 2 September 2014

Jam	Kecepatan Arus Pemodelan (m/s)	Kecepatan Arus Pengamatan (m/s)
1	0.0317689	0.038
2	0.0304248	0.025
3	0.0241659	0.022
4	0.0283083	0.026
5	0.0136707	0.02
6	0.062905	0.072
7	0.0542087	0.062
8	0.0421264	0.048
9	0.0438983	0.043
10	0.0298482	0.038
11	0.0178049	0.018
12	0.00663145	0.009
13	0.0653955	0.061
14	0.0393076	0.045
15	0.0608228	0.068
16	0.0239913	0.028
17	0.0174819	0.012
18	0.0174275	0.011
19	0.00890197	0.0095
20	0.00422667	0.005
21	0.0320875	0.038
22	0.0549072	0.051
23	0.0314326	0.04
24	0.0749335	0.079



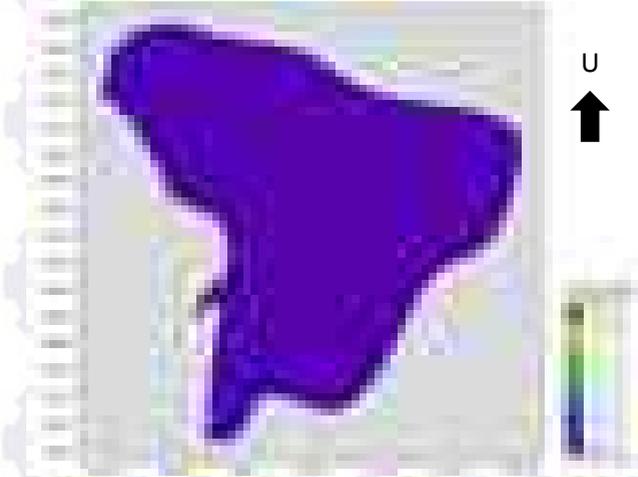
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kecepatan Arus Pemodelan dan Pengamatan

Dari gambar tersebut dapat dilihat hasil kecepatan arus yang dihasilkan oleh model tidak jauh beda dengan kecepatan arus hasil pengamatan, error yang terjadi tidak terlalu besar, yakni sebesar 3,075 %. Hal ini menunjukkan model ini dapat dipakai dan dilanjutkan untuk menjalankan model transpor sedimen.

4.3.7 Hasil Simulasi dan Analisa Transpor Sedimen

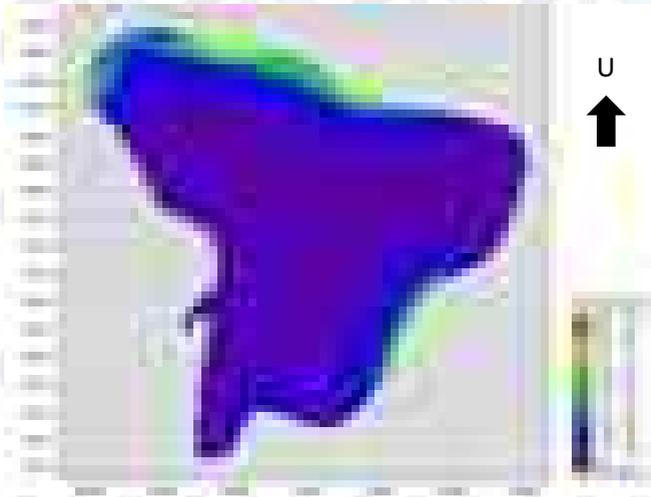
Simulasi transpor sedimen dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran sedimen yang terjadi. Hasil dari simulasi ini adalah pola sebaran sedimen untuk kondisi menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut dan surut terendah, besar *suspended sedimen concentration* dan *bed*

level change (perubahan dasar perairan). Hasil simulasi dan analisa ditampilkan pada gambar 4.12 – gambar 4.15.



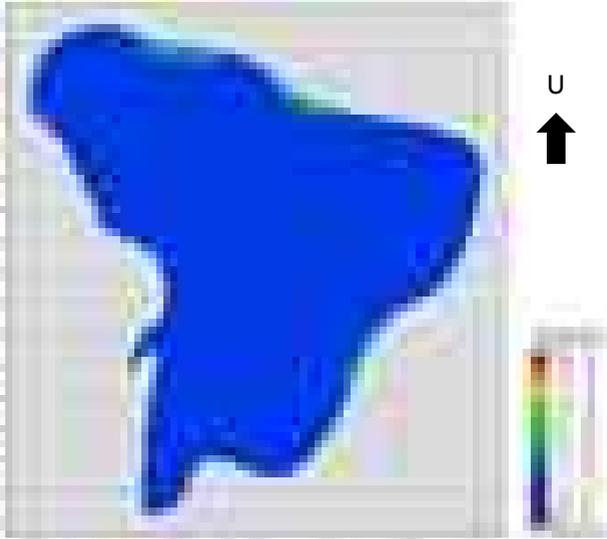
Gambar 4.12 Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju pasang

Pola sebaran sedimen saat kondisi menuju pasang memiliki konsentrasi sedimen maksimal sebesar $1,6 \text{ g/m}^3$ dan minimal sebesar $0,8 \text{ g/m}^3$. Sedimen dengan konsentrasi maksimal berada di koordinat 707200 ; 9182000 di wilayah Jembatan Suramadu, sementara sedimen dengan konsentrasi minimal berada di koordinat 715000; 9198000 di wilayah Pantai Kenjeran. Konsentrasi sedimen menumpuk hanya di beberapa titik saja dikarenakan kecepatan arus saat kondisi menuju pasang cukup rendah.



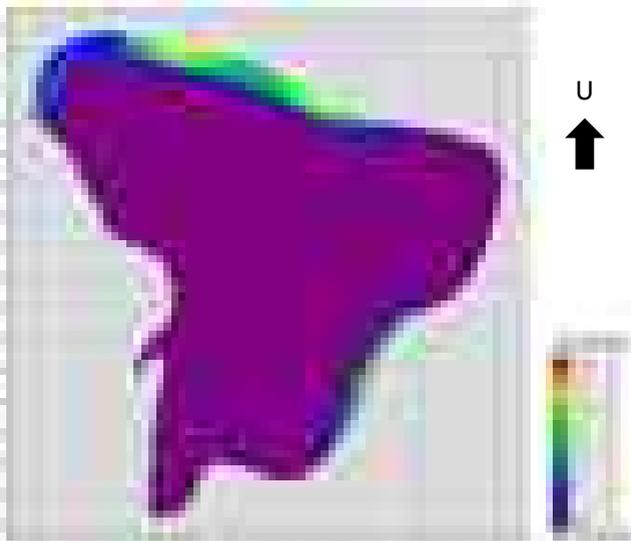
Gambar 4.13 Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi pasang tertinggi

Pola sebaran sedimen saat kondisi pasang tertinggi memiliki konsentrasi sedimen maksimal sebesar $0,8 \text{ g/m}^3$ dan minimal sebesar $0,25 \text{ g/m}^3$. Sedimen dengan konsentrasi maksimal berada di koordinat 717500 ; 9188000 yang berada di wilayah Jembatan Suramadu dan wilayah Pesisir Madura, sementara sedimen dengan konsentrasi minimal berada di koordinat 710000; 9194000 di wilayah Pantai Kenjeran. Angkutan sedimen mulai terlihat bergerak ke arah daratan Surabaya namun tidak mengalami perubahan yang signifikan dari pola sebaran sedimen sebelumnya.



Gambar 4.14 Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi menuju surut

Pola sebaran sedimen saat kondisi menuju surut memiliki konsentrasi sedimen maksimal sebesar $0,75 \text{ g/m}^3$ dan minimal sebesar $0,3 \text{ g/m}^3$. Sedimen dengan konsentrasi maksimal berada di koordinat 717500 ; 9188000, saat kondisi menuju surut sedimen terlihat tertahan di wilayah Pesisir Madura, sementara sedimen dengan konsentrasi minimal berada di koordinat 720000; 9194000 di wilayah Pantai Kenjeran. Konsentrasi sedimen bergerak semakin menjauh dari daratan Surabaya dan terlihat sedimen yang terangkut keluar tidak sebesar saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi.



Gambar 4.15 Pola sebaran sedimen di pesisir Surabaya timur saat kondisi surut terendah

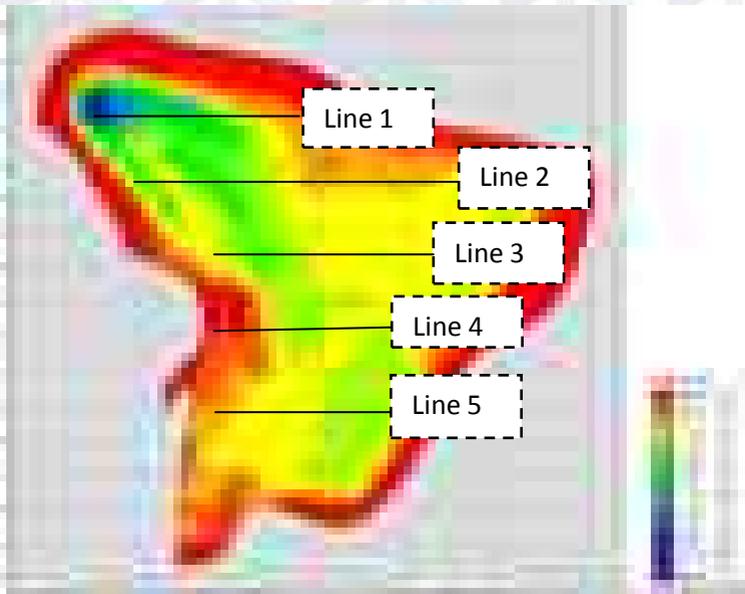
Pola sebaran sedimen saat kondisi surut terendah memiliki konsentrasi sedimen maksimal sebesar $0,72 \text{ g/m}^3$ dan minimal sebesar $0,06 \text{ g/m}^3$. Sedimen dengan konsentrasi maksimal berada di koordinat 717500 ; 9188000 menjauh dari Selat Madura, sementara sedimen dengan konsentrasi minimal berada di koordinat 710000; 9192000 di wilayah Pantai Kenjeran. Angkutan sedimen terlihat bergerak semakin menjauh dari daratan.

Pada simulasi transpor sedimen, sumber sedimen diasumsikan hanya berasal dari material yang terbawa oleh arus laut, sementara sumber sedimen lain seperti misalnya yang berasal dari adukan dasar perairan (akibat proses

resuspensi) dan tambak yang berada di sekitar muara diabaikan. Dari hasil simulasi terlihat sebaran sedimen dipengaruhi oleh pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut namun tidak terlalu berpengaruh besar. Pada kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi dimana arus bergerak ke arah pesisir, sedimen cenderung tertahan dan mengendap. Sedangkan pada kondisi menuju surut dan surut terendah dimana arus bergerak ke arah laut, angkutan sedimen yang keluar dari pesisir bergerak perlahan. Secara keseluruhan, konsentrasi sedimen maksimum sebesar $4,257 \text{ g/m}^3$ dan konsentrasi sedimen minimum sebesar $0,057 \text{ g/m}^3$. Konsentrasi sedimen yang masuk lebih besar dibanding konsentrasi sedimen yang keluar sehingga berpotensi terjadi kenaikan dasar laut.

4.3.8 Hasil Simulasi dan Analisa Perubahan Morfologi Dasar Perairan (*bed level change*)

Dalam pemodelan dibuat lima (5) garis yang dianalisa perubahan morfologi dasar perairannya, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.16.



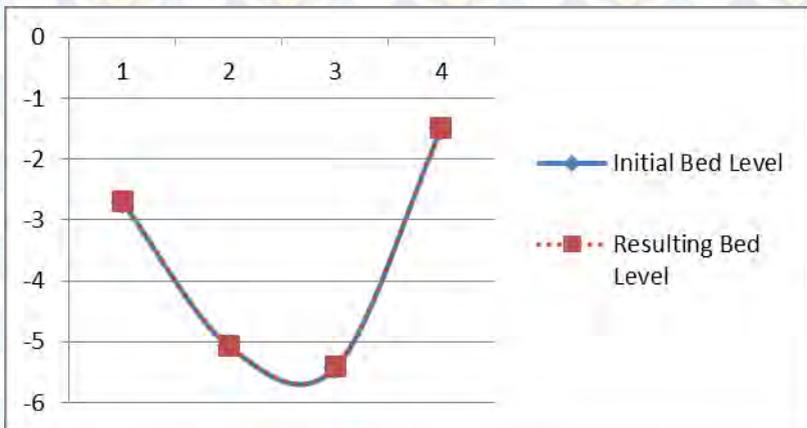
Gambar 4.16 Posisi Garis Analisa Perubahan Morfologi Dasar Perairan

Tabel 4.4 Koordinat Garis pemodelan

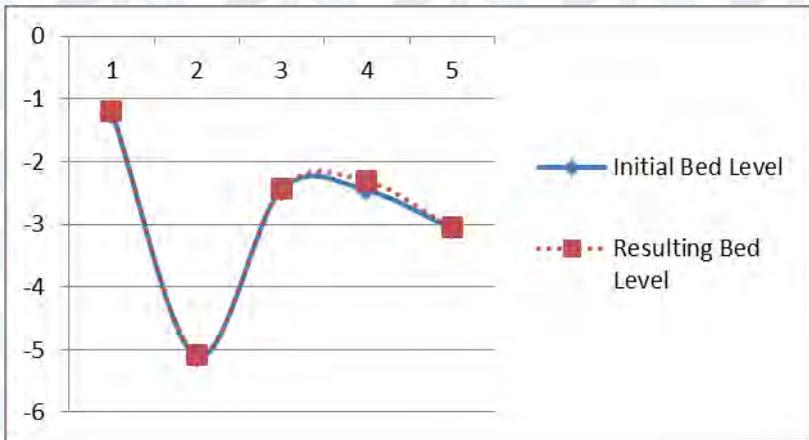
Line	Awal	Akhir
1	112° 48' 7.56'' ; -7° 12' 57.96''	112° 55' 37.56'' ; -7° 12' 57.96''
2	112° 48' 58.68'' ; -7° 14' 12.12''	112° 58' 29.64'' ; -7° 14' 12.12''
3	112° 51' 30.96'' ; -7° 16' 32.88''	112° 57' 44.64'' ; -7° 16' 32.88''

4	$112^{\circ}51'40.68''$; $-7^{\circ}18'43.56''$	$112^{\circ}56'8.88''$; $-7^{\circ}18'43.56''$
5	$112^{\circ}50'55.68''$; $-7^{\circ}21'56.88''$	$112^{\circ}55'19.68''$; $-7^{\circ}21'56.88''$

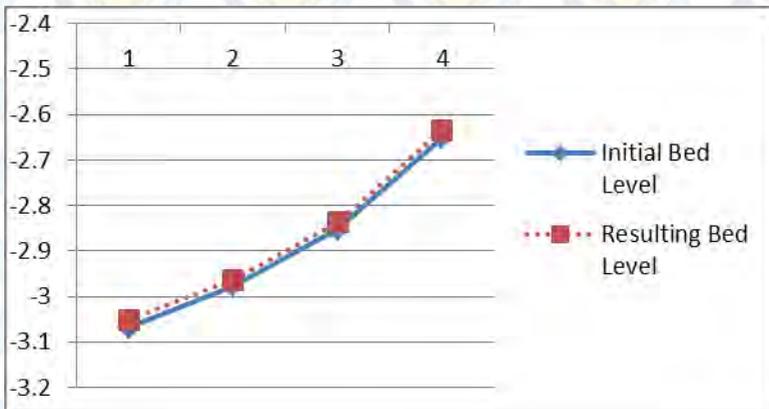
Perubahan *bed level* (dasar) sepanjang *Line 1*, *Line 2*, *Line 3*, *Line 4*, dan *Line 5* yang ditunjukkan pada gambar 4.17 sampai dengan gambar 4.21 untuk kondisi pasang dan gambar 4.22 sampai dengan gambar 4.26 untuk kondisi surut.



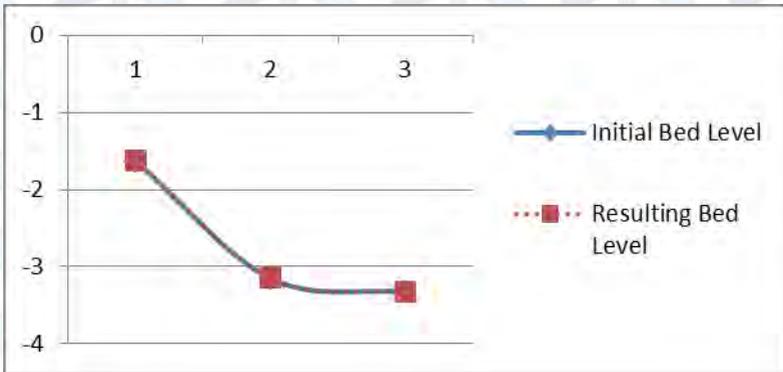
Gambar 4.17 *Bed level* sepanjang *Line 1* saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi



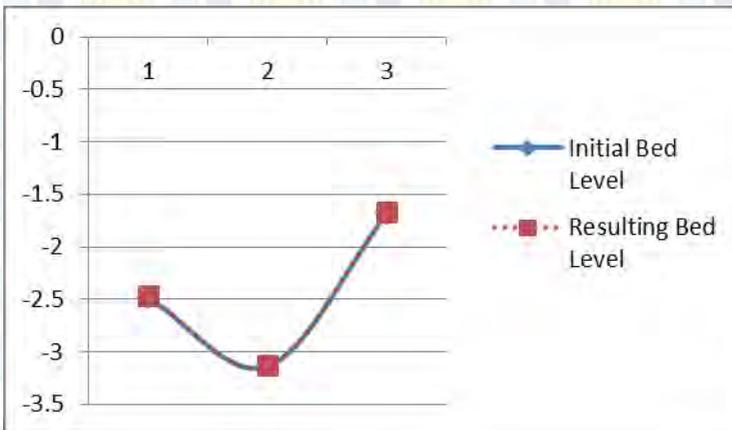
Gambar 4.18 *Bed level* sepanjang *Line 2* saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi



Gambar 4.19 *Bed level* sepanjang *Line 3* saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi



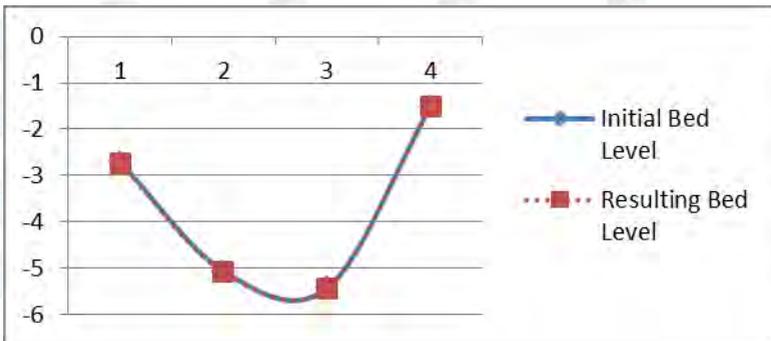
Gambar 4.20 *Bed level* sepanjang *Line 4* saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi



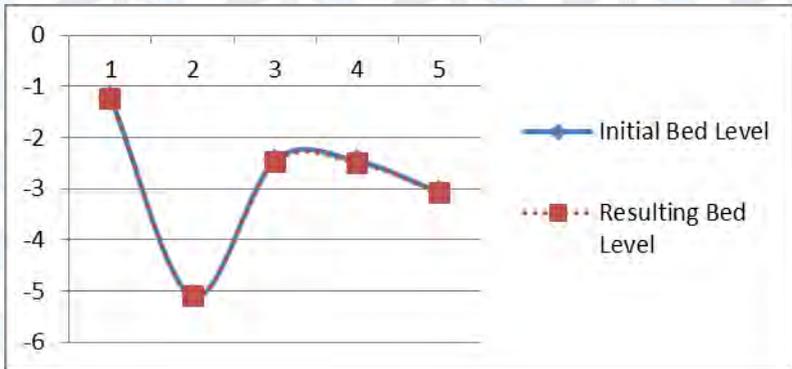
Gambar 4.21 *Bed level* sepanjang *Line 5* saat kondisi pasang sebelum simulasi dan sesudah simulasi

Gambar di atas menunjukkan perubahan morfologi dasar perairan / *bed level* saat kondisi pasang sebelum dan sesudah simulasi tidak mengalami perubahan yang signifikan. *Bed level change* rata-rata saat pasang adalah sebesar 0,020 m. Perubahan *bed level* paling besar terjadi pada *line 3* (Gambar 4.19).

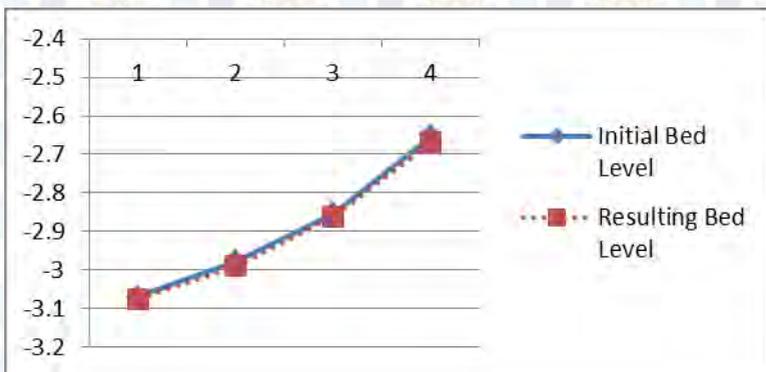
Hal ini terjadi dikarenakan arus yang terjadi saat pasang memusat di *line 3* sehingga sedimen lebih banyak menumpuk di *line 3* dibanding *line* yang lain. Penumpukan sedimen juga terjadi dikarenakan bentuk perairan yang semakin menyempit saat mendekati Selat Madura.



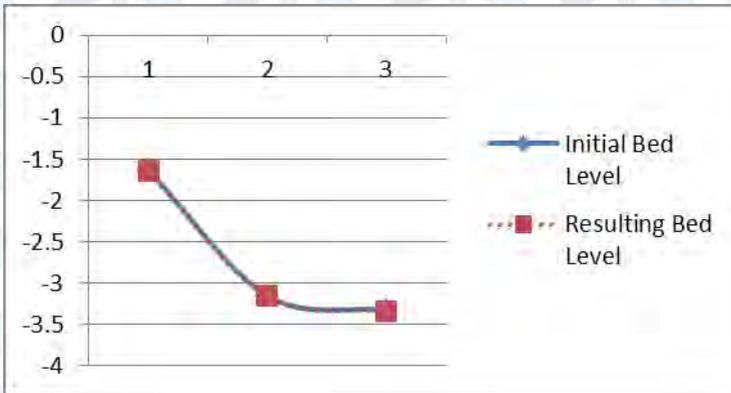
Gambar 4.22 *Bed level* sepanjang *Line 1* saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi



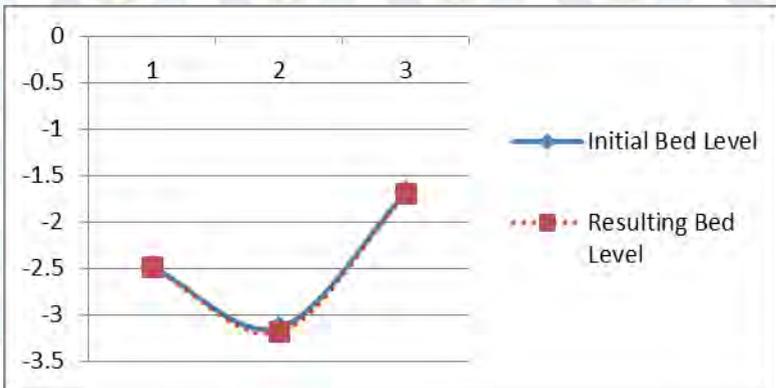
Gambar 4.23 *Bed level* sepanjang *Line 2* saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi



Gambar 4.24 *Bed level* sepanjang *Line 3* saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi



Gambar 4.25 *Bed level* sepanjang *Line 4* saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi

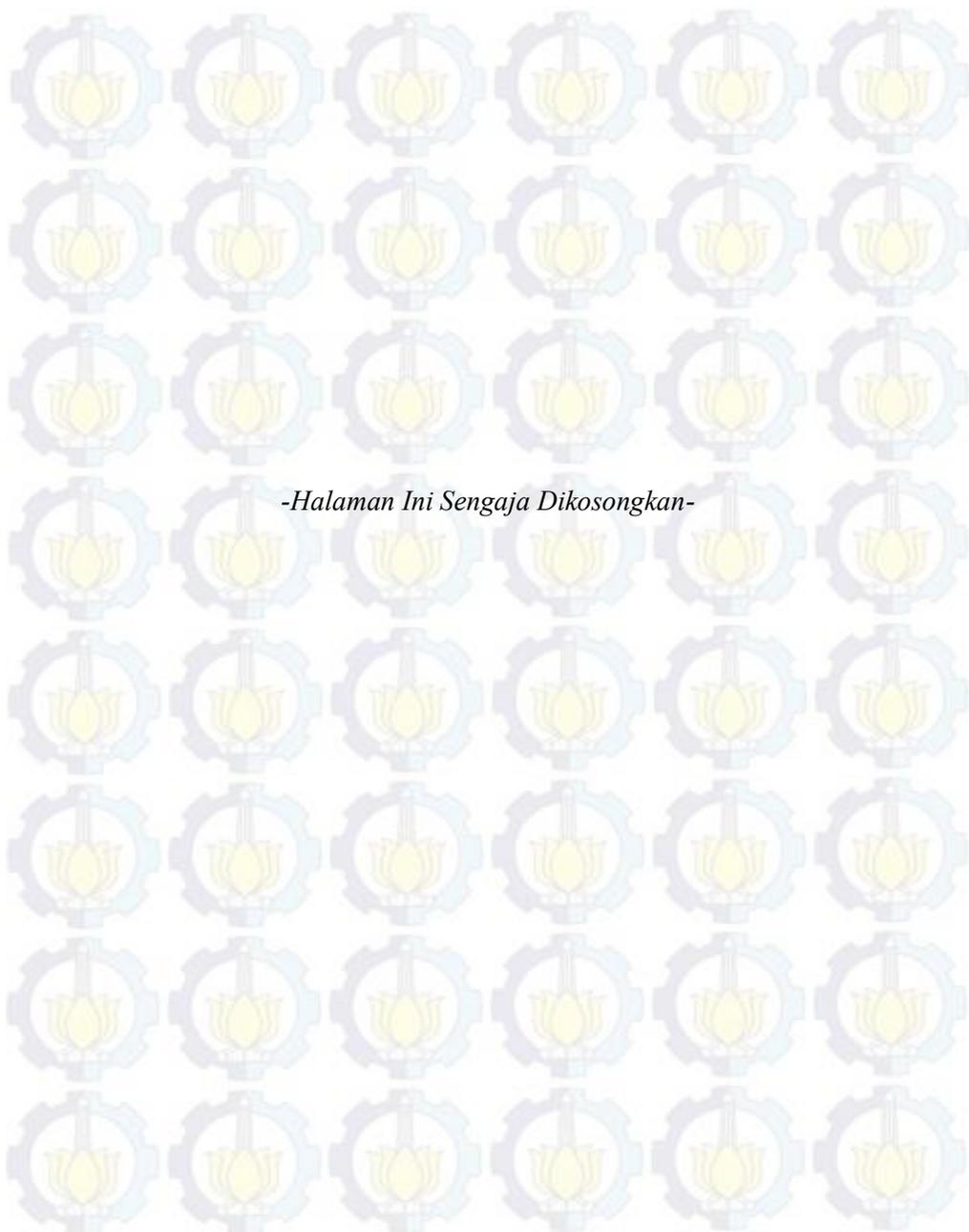


Gambar 4.26 *Bed level* sepanjang *Line 5* saat kondisi surut sebelum simulasi dan sesudah simulasi

Gambar di atas menunjukkan perubahan morfologi dasar perairan / *bed level* saat kondisi surut sebelum dan

sesudah simulasi tidak mengalami perubahan yang signifikan. *Bed level change* rata-rata saat surut adalah sebesar - 0,016 m. Seperti halnya saat kondisi pasang, saat kondisi surut perubahan *bed level* paling besar terjadi pada *line 3* (Gambar 4.24).

Perubahan *bed level* pada *line 3* disebabkan arus saat surut yang memusat di *line* tersebut. Namun arus yang terjadi saat surut tidak sebesar arus saat pasang sehingga sedimen yang terangkut tidak sebesar sedimen yang terangkut saat pasang. Hal itu menyebabkan perubahan *bed level* cenderung kearah atas. Dilihat dari morfologi perairan, arus saat surut lebih rendah dari arus saat pasang dikarenakan nilai kedalaman di daerah Jembatan Suramadu lebih dalam dibanding nilai kedalaman disekitarnya.



-Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pemodelan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, arus bergerak ke arah pesisir dan pada kondisi menuju surut dan surut terendah arus bergerak ke arah yang berlawanan. Besar kecepatan arus dari hasil simulasi adalah sekitar 0,040 – 0,734 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Surabaya Timur cenderung tenang.
2. Pada kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi dimana arus bergerak ke arah pesisir, konsentrasi sedimen yang bergerak menuju daratan cenderung mengendap. Sedangkan pada kondisi menuju surut dan surut terendah dimana arus bergerak menjauhi daratan, angkutan sedimen yang keluar dari pesisir tidak sebesar saat kondisi menuju pasang dan pasang tertinggi, hal ini dapat memicu terjadinya kenaikan dasar laut. Besar konsentrasi sedimen yang masuk saat kondisi menuju pasang memiliki nilai maksimal sebesar $1,60 \text{ g/m}^3$ dan besar konsentrasi sedimen yang keluar saat kondisi menuju surut memiliki nilai maksimal sebesar $0,75 \text{ g/m}^3$. Secara keseluruhan nilai konsentrasi sedimen maksimum sebesar $4,257 \text{ g/m}^3$ dan nilai konsentrasi sedimen minimum sebesar $0,057 \text{ g/m}^3$.
3. Morfologi dasar perairan pesisir Surabaya timur tidak mengalami perubahan secara signifikan. Hal ini

dikarenakan konsentrasi sedimen yang terlarut sangat rendah. *Bed level change* saat kondisi pasang adalah sebesar 0,020 m dan *bed level change* saat kondisi surut adalah sebesar $-0,016$ m. Dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa perairan pesisir Surabaya Timur mengalami kenaikan.

5.2 Saran

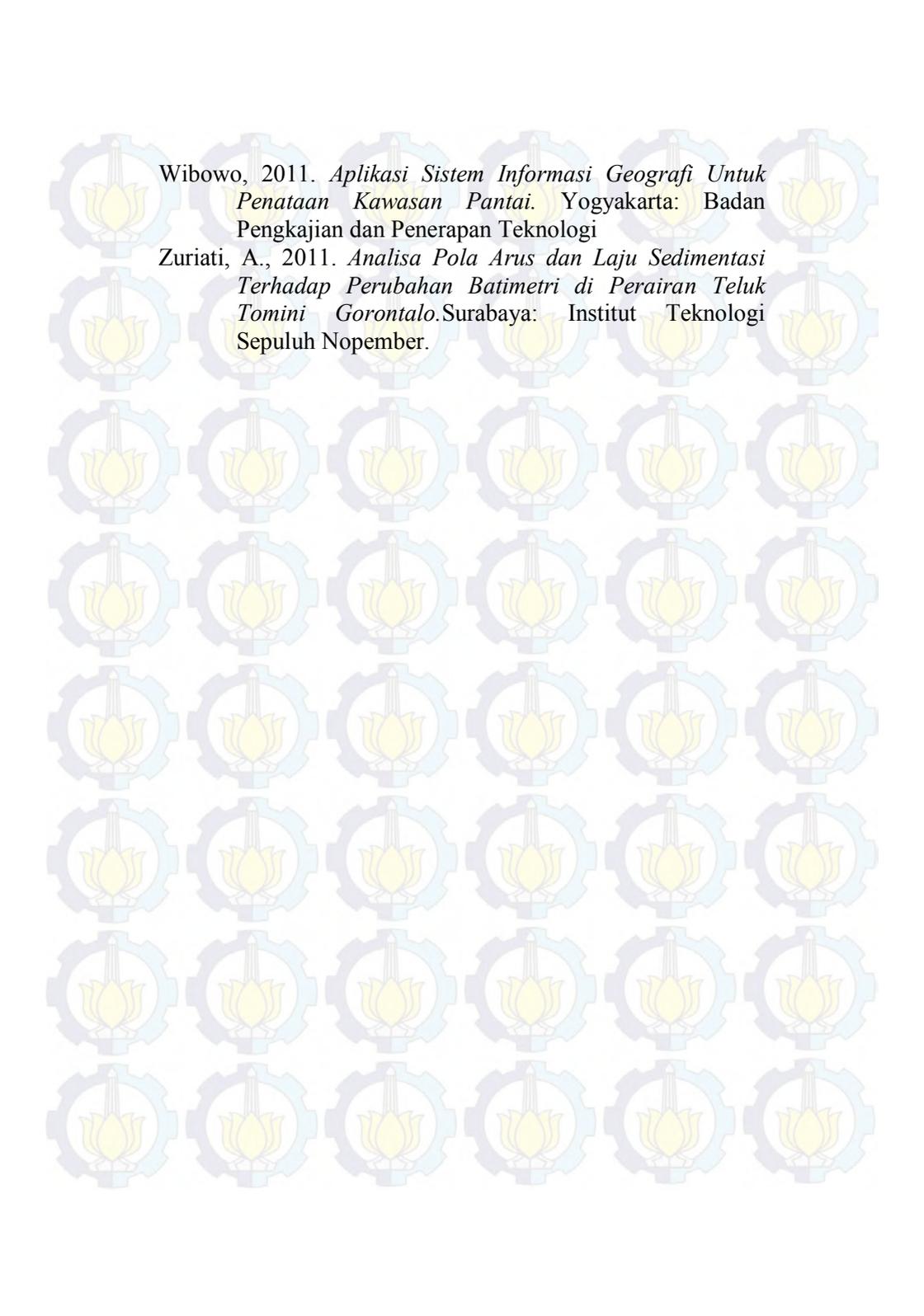
Beberapa hal yang dapat disarankan pada akhir penelitian ini adalah:

1. Untuk simulasi, sebaiknya dilakukan *running* dengan langkah waktu dan output simulasi yang lebih panjang sehingga hasil simulasi lebih akurat.
2. Dalam pembuatan pemodelan hidrodinamika perlu diperhatikan syarat batas antara lautan dan daratan agar model yang dihasilkan dapat mendekati kondisi yang ada di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S., 2000. *Pengantar Oseanografi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Altinakar, 1998. *Transport of Sediments*. Lausanne : Hydraulic Research Laboratory.
- Atmojo, 2000. *Analisis Pasang Surut di Pantai Kartini Jepara*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Candra, 2010. *Proses Erosi dan Sedimentasi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Djunarsah, E. 2001. *Standar Survei (baru) dalam Survei Hidrografi (SP-44 IHO Edisi ke-4 Tahun 1998)*. Forum Ilmiah Tahunan ISI. Surabaya : ISI
- Dyer, K. R. 1986. *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. Wiley and Sons, Chichester, England, 2nd Edition.
- Esry, T.O., 2011. *Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomen, Minahasa*. Manado, Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Faelasufa, 2006. *Perencanaan Bangunan Pengaman Reklamasi Pantai Marina Semarang*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Feriani, 2012. *Analisis Stabilitas Penyumbatan Muara Sungai Akibat Fenomena Gelombang, Pasang Surut, Aliran Sungai dan Pola Pergerakan Sedimen pada Muara Sungai Bang, Kabupaten Malang*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Haryono, 2004. *Karakteristik Pasang Surut Laut di Pulau Jawa* : Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Hutabarat, S., Evans, S.M., 1986. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Indah. 2012. *Analisa Pendangkalan Pada Pelabuhan Bandar Sri Setia Raja di Selat Baru*. Riau: Politeknik Negeri Bengkalis.

- Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. 2001. *Morfologi Kota Surabaya*. Surabaya : Pemerintah Surabaya.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., dkk. 2005. *Geographical Information Systems and Science: 2nd Edition*. West Sussex: John Wiley & Sons
- MIKE21, 2014. *Algorithm of Hydrodynamic Module*. Diakses di mikebydhi.com. Tanggal akses: 5 Desember 2014.
- NOAA, 2009. *Multibeam Echosounder*. Diakses di nauticalcharts.noaa.gov. Tanggal akses: 2 Desember 2014.
- Nurkhayati, 2009. *Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Nybakken, W., 1992. *Marine Biology*. California: Benjamin Cummings.
- Poerbandono. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : Refika Aditama.
- Poerbandono .2005. *Penggunaan Alat Ukur Arus di Perairan Dangkal. Bagian 1 : Teknik dan Keterandalan Pengukuran*. Diserahkan ke Jurnal ITENAS.
- Prasetyo, 2007. *Proses Sedimentasi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Puriharjo, 2013. *Studi Dampak Reklamasi di Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Raharjo, 2012. *Estimasi Kecepatan Sedimentasi di Perairan Astanajapura*. Cirebon: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Surbakti, 2012. *Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyu, 2013. *Sedimentasi di Pantai*. Purwokerto : Universitas Jendral Soedirman

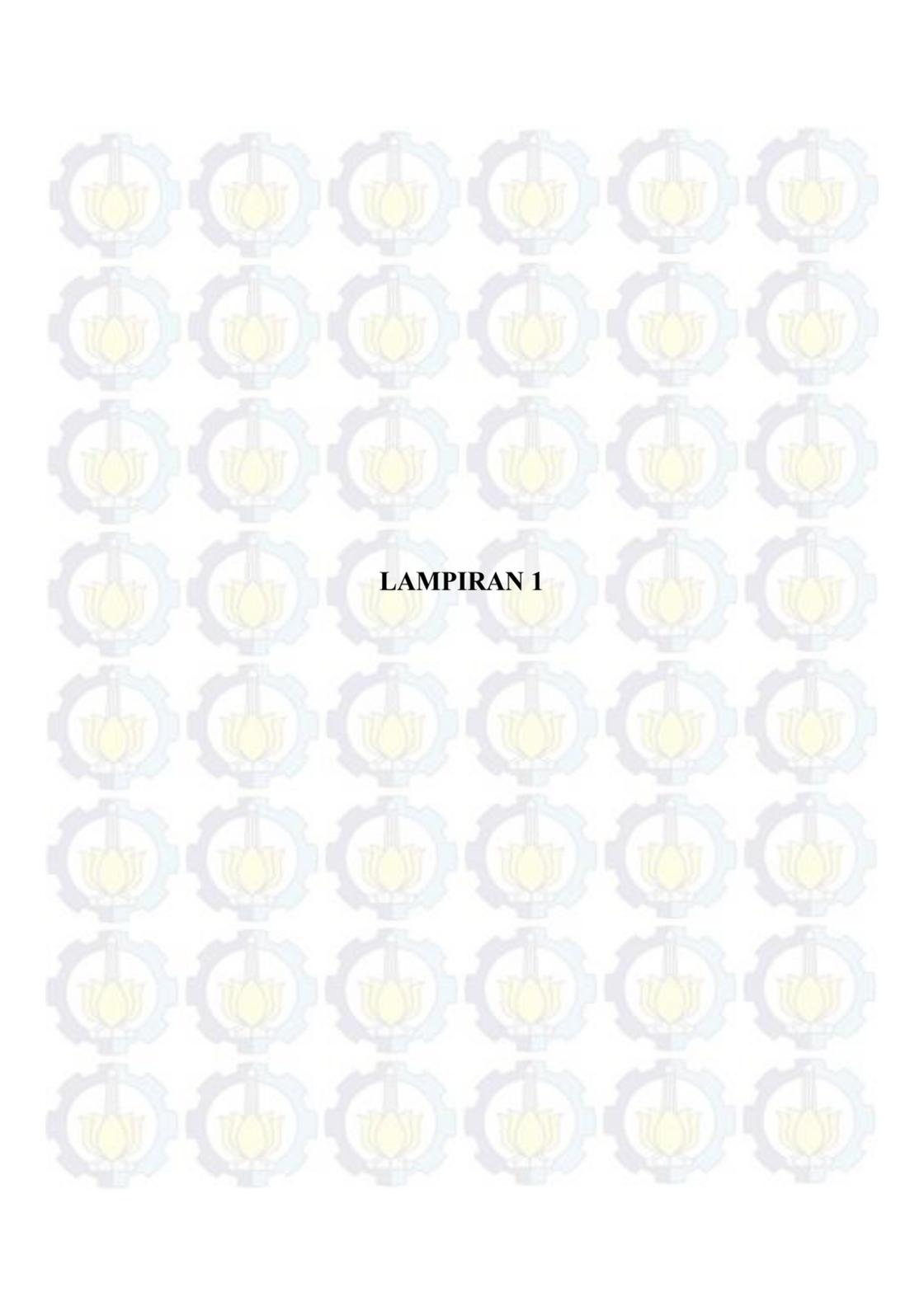


Wibowo, 2011. *Aplikasi Sistem Informasi Geografi Untuk Penataan Kawasan Pantai*. Yogyakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Zuriati, A., 2011. *Analisa Pola Arus dan Laju Sedimentasi Terhadap Perubahan Batimetri di Perairan Teluk Tomini Gorontalo*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



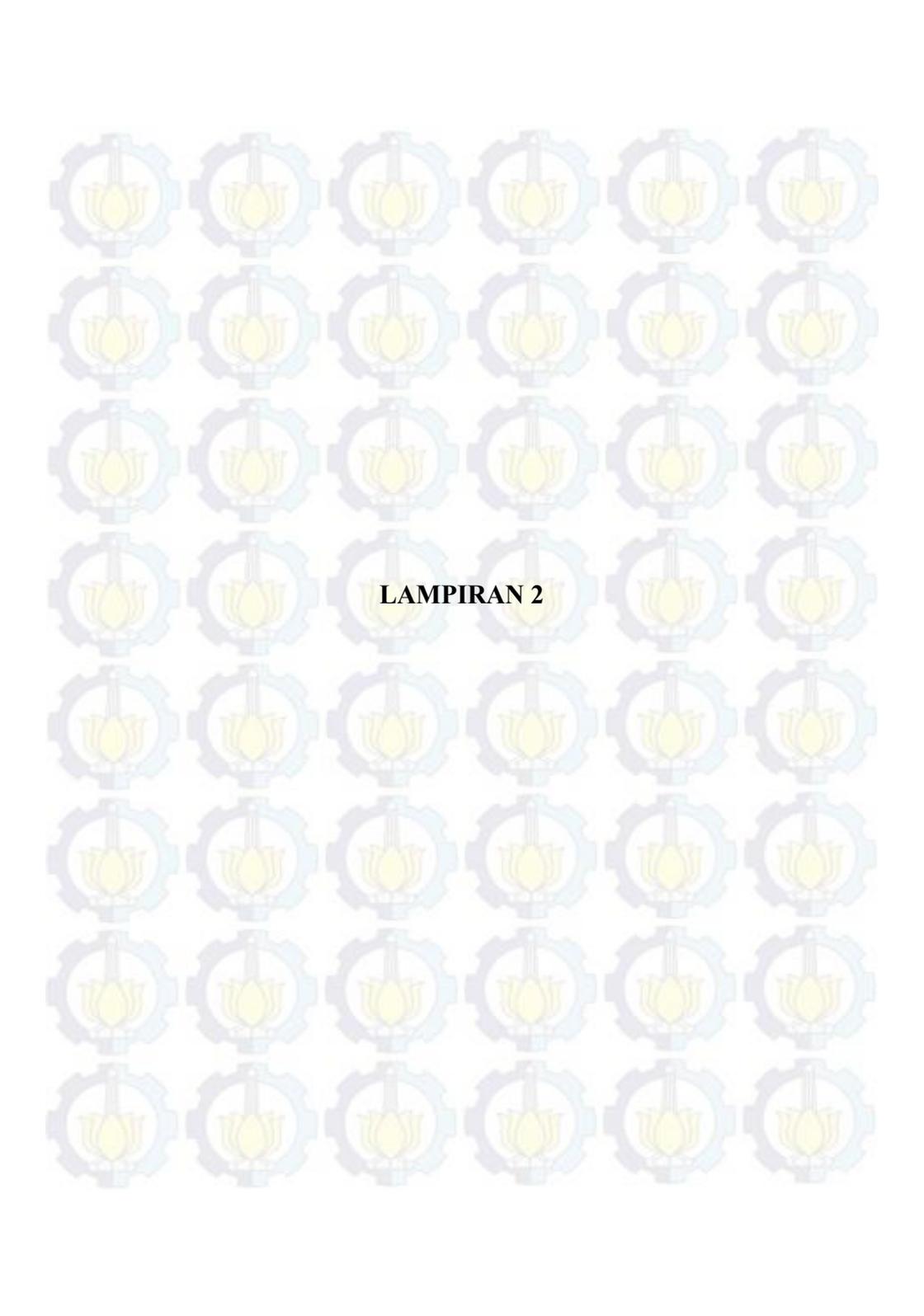
-Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-



LAMPIRAN 1

1. Data Pasang Surut Dishidros

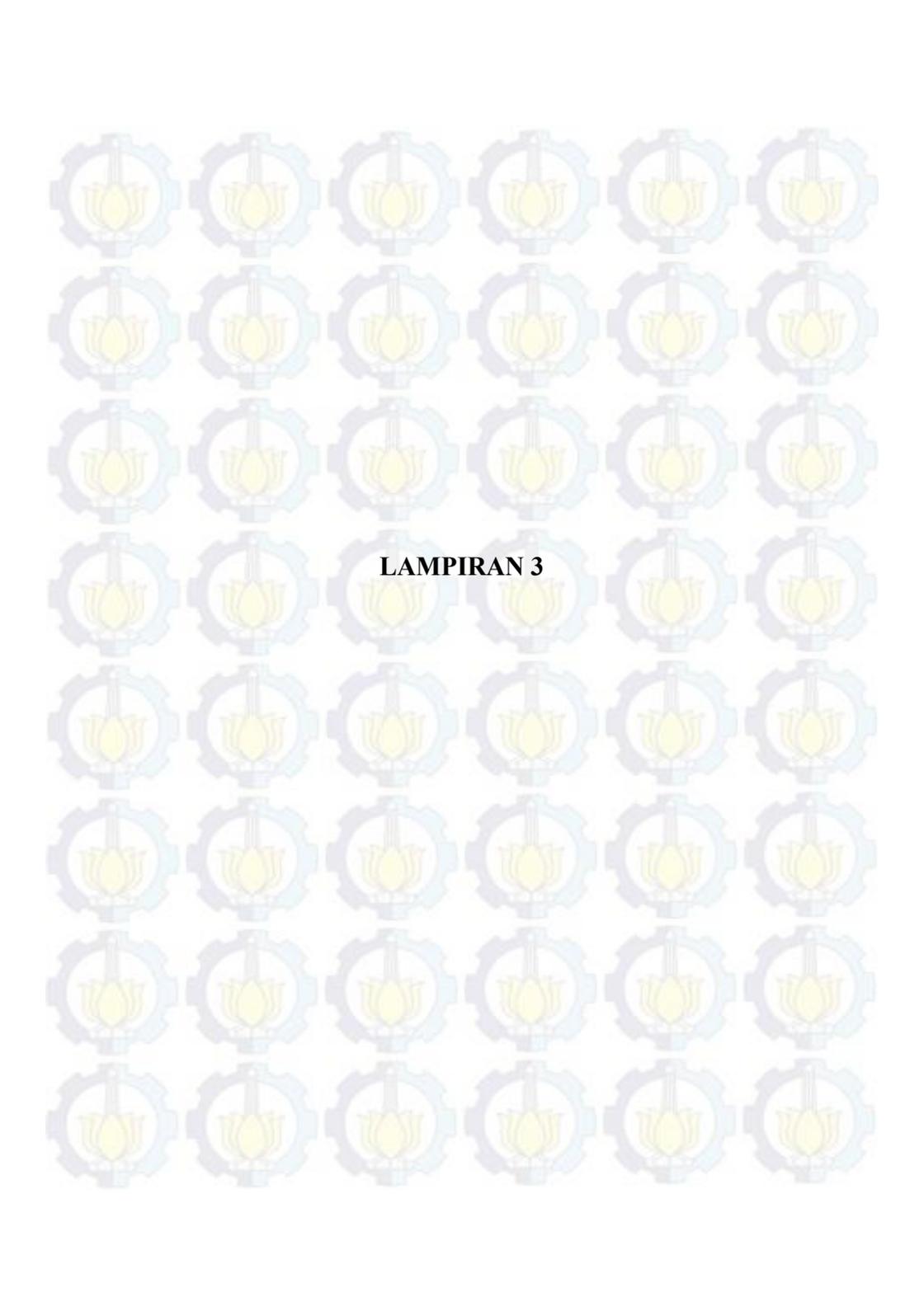




LAMPIRAN 2

2. Peta Batimetri Dishidros





LAMPIRAN 3

3. Hasil Laboratorium Sampel Sedimen

Sampel No 1



Sampel No. 2



Sampel No.3



Sampel No. 4



Sampel No. 5



BIODATA PENULIS



Dzauci Arani, dilahirkan di Majalengka, 14 September 1991. Merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Fathur Rozi dan Netti Lesmanawati. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri Polisi 4 Bogor, SMP Negeri 5 Bogor, dan SMA Negeri 2 Bogor. Setelah lulus dari SMA penulis memilih melanjutkan kuliah Strata-1 dengan mengikuti program PKM dan

diterima di Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS tahun 2010 dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3510100016. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan Paduan Suara ITS dan Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE – ITS) serta seminar – seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS. Penulis telah melakukan kerja praktik di Pertamina Marine Shipping dengan ikut serta dalam proyek perencanaan pengerukan di Pelabuhan Pertamina Tanjung Uban, Pulau Bintan. Untuk menyelesaikan studi Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian *Geomarine* dengan spesifikasi bidang Hidrografi/Oceanografi dengan judul Pemodelan Perubahan Sedimen di Pesisir Surabaya Timur Menggunakan Data Hidro-Oceanografi.