



TUGAS AKHIR (MO 184804)

**ANALISA DAMPAK PEMBANGUNAN JETTY
TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI
KAWASAN *OPEN CRUDE ACCESS* PT. PERTAMINA
RU III, PLAJU MENGGUNAKAN *SOFTWARE MIKE
21***

**Muhammad Arrozikul Rahmantlyo Suprpto
NRP. 043 1 15 4000 0070**

Dosen Pembimbing:

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, ST. M.Eng.

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



FINAL PROJECT (MO 184804)

**SEDIMENTATION RATE AND CURRENT PATTERN
ANALYSIS DUE TO JETTY DEVELOPMENT ON OPEN
CRUDE ACCESS AREA OF PT. PERTAMINA RU III PLAJU
FACILITY, USING MIKE21 SOFTWARE**

Muhammad Arrozikul Rahmanty Suprpto

NRP. 043 1 15 4000 0070

Supervisors:

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, ST. M.Eng.

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

Departement of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA DAMPAK PEMBANGUNAN JETTY TERHADAP LAJU SEDIMENTASI
DAN POLA ARUS DI KAWASAN *OPEN CRUDE ACCESS* PT. PERTAMINA RU III,
PLAJU MENGGUNAKAN *SOFTWARE MIKE 21***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Arrozikul Rahmantyo Suprpto

NRP. 043 1 15 4000 0070

Disetujui oleh

1. Dr.Eng. Kriyo Sambodho, ST. M.Eng. (Pembimbing 1)
2. Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc. (Pembimbing 2)
3. Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng., Ph.D. (Penguji 1)
4. Prof. Ir. Widi Agoes Pratikto, M. Sc., Ph.D. (Penguji 2)

Surabaya, Januari 2019

ANALISA DAMPAK PEMBANGUNAN JETTY TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI KAWASAN *OPEN CRUDE ACCESS* PT. PERTAMINA RU III, PLAJU MENGGUNAKAN *SOFTWARE MIKE 21*

Nama Mahasiswa : Muhammad Arrozikul Rahmanty Suprpto
NRP : 043 1 15 4000 0070
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Kriyo Sambodho, ST. M.Eng.
Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

ABSTRAK

PT PERTAMINA (PERSERO) Refinery Unit III (RU III) Plaju berencana membangun fasilitas Open Crude Access yang berfungsi memasok minyak ke kilang RU III Plaju melalui fasilitas laut dan darat. Dengan mulai mengecilnya ketersediaan di daerah Sumatera bagian selatan dan Jambi, maka perlu untuk memasok minyak mentah dari sumber lain. Fasilitas Proyek Open Crude Access terdiri atas 3 kegiatan utama, salah satunya pembangunan jetty. Struktur Jetty nantinya akan digunakan untuk menerima minyak mentah dari kapal antara 17.500 hingga 120.000 DWT. Marine Loading Arm / MLA (3 operasi dan 1 stand by), berkapasitas $4 \times 2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Jetty akan direncanakan terletak 1,5 km dari pantai Tanjung Katimabongko dengan kedalaman dasar laut 18 meter, dan saluran pipa di atas trestle dari jetty menuju pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola arus, laju sedimentasi, serta perubahan distribusi dasar laut pada wilayah disekitarnya. Pemodelan wilayah tanjung katimabongko menggunakan software yang dikembangkan oleh DHI water and environment yakni Mike21 untuk mensimulasikan pola arus dan distribusi persebaran sedimentasi. Simulasi model dilakukan dengan skenario dari data pasang surut, angin di lapangan sebagai model awal. Perubahan pola arus sebelum dan sesudah pembangunan jetty dengan besar rata-rata kecepatan 0.02 sampai dengan 0.05 m/s. Perubahan laju sedimentasi rerata maksimal sebesar $1.05 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ dan sedimentasi rerata minimal $6.93 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$. Erosi pada area mengakibatkan perubahan dasar morfologi perairan sebesar -0.000945 m pada garis tinjau satu, sedimentasi sebesar 0.000205 m pada garis tinjau dua, dan 0.00167 pada garis tinjau 3. Hasil analisis dari simulasi dapat disimpulkan dengan adanya rencana pembangunan jetty pada Tanjung Katimabongko tidak berdampak besar pada kondisi perairan dan morfologi.

Kata Kunci: jetty, piers, pola arus, laju sedimentasi, HD module, ST module, Mike21

SEDIMENTATION RATE AND CURRENT PATTERN ANALYSIS DUE TO JETTY DEVELOPMENT ON OPEN CRUDE ACCESS AREA OF PT. PERTAMINA RU III PLAJU FACILITY, USING MIKE21 SOFTWARE

Student Name : Muhammad Arrozikul Rahmantyo Suprpto
Reg. Number : **043 1 15 4000 0070**
Major : Departement of Ocean Engineering
Supervisor : Dr.Eng. Kriyo Sambodho, ST. M.Eng.
Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

ABSTRACT

PT PERTAMINA (PERSERO) Refinery Unit III (RU III) Plaju plans to build an Open Crude Access facility that serves to supply oil to the RU III Plaju refinery through sea and land facilities. As crude oil supply began to shrink in the southern Sumatra and Jambi regions, it was necessary to supply crude oil from other sources. The Open Crude Access Project Facility consists of 3 main activities, one of which is the construction of a jetty. The Jetty structure will be used to receive crude oil from ships between 17,500 and 120,000 DWT. Marine Loading Arm / MLA (3 operations and 1 stand by), with a capacity of $4 \times 2000 \text{ m}^3 / \text{h}$. The jetty will be planned to be located 1.5 km from the coast of Tanjung Katimabongko with a seabed depth of 18 meters, and a pipeline above the trestle from the jetty to the beach. The purpose of this study is to analyze current patterns, sedimentation rates, and changes in seabed distribution in the surrounding area. Modeling of the Katimabongko area uses software developed by DHI water and environment namely Mike21 to simulate current patterns and distribution of sedimentation distribution. Model simulations are carried out with scenarios from tidal data, wind in the field as the initial model. Changes in current patterns before and after the construction of the jetty with an average speed of 0.02 to 0.05 m / s. Changes in the maximum mean sedimentation rate of $1.05 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$ and a minimum average sedimentation of $6.93 \times 10^{-9} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$. Erosion in the area resulted in changes in water morphology base of -0,000945 m on line one, sedimentation of 0,000205 m on line two, and 0.00167 on line 3. The analysis results from the simulation can be concluded with the existence of a jetty development plan at Tanjung Katimabongko on aquatic and morphological conditions.

Keywords: jetty, piers, current pattern, sedimentation rate, HD module, ST module, Mike21

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh

Alhamdulillah ala kulli hal, tiada bosan penulis panjatkan kalimat tersebut atas bentuk syukur terhadap nikmat yang diberikan oleh Allah Azza wa Jalla. Berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya berupa kemudahan serta kelancaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA DAMPAK PEMBANGUNAN JETTY TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DAN POLA ARUS DI KAWASAN OPEN CRUDE ACCESS PT. PERTAMINA RU III, PLAJU MENGGUNAKAN SOFTWARE MIKE 21” disusun bertujuan guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program studi sarjana (S-1) di departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Karena manusia tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, maka penulis menyadari masih perlunya perbaikan. Penulis berharap adanya saran dan kritik sehingga dapat menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Akhir kata, Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi bidang rekayasa Kelautan khususnya.

Surabaya, Januari 2020

Muhammad Arrozikul R.S.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Telah selesainya penulisan laporan Tugas Akhir ini, tentu tidak lain berkat ijin dari Allah Azza wa Jalla. Sejatinya penulis tidak akan mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini tanpa dipermudahkannya segala urusan penulis oleh Allah Azza wa Jalla. Selain itu, ada beberapa pihak yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini, olehkarena itu penulis ingin berterimakasih kepada:
2. Ibunda penulis (Ibu Rahmawati) yang selalu memberikan dukungan secara moril maupun materil dan doanya sehingga saya mampu melaluli masa perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya.
3. Al-Azhar Aulia Rahman selaku adik penulis yang selalu memberikan bantuan doa dan moril sehingga saya mampu menyelesaikan perkuliahan.
4. Bapak Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang selama masa kuliah dan pengerjaan tugas akhir dengan sabarnya membantu memberikan masukan dan bimbingan selama perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Dr.Ir. Wahyudi, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang selama masa pengerjaan tugas akhir juga memberikan masukan guna menyempurnakan pengerjaan tugas akhir.
6. Teman-teman “Tritonous” angkatan 2015, yang menjadi teman menjalani masa-masa perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan laboratorium komputasi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dan selalu bersedia membantu selama pengerjaan tugas akhir.
8. Teknisi laboratorium komputasi yang telah bersedia meminjamkan fasilitas guna memperlancar pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis dedikasikan tugas akhir ini untuk ayahanda tercinta (Alm Ir. Suprpto) yang selalu menginspirasi penulis sehingga penulis dapat berkuliah dan menempuh Studi (S-1) di kampus yang sama dengan beliau.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Dermaga	9
2.2.1.1 Jenis-Jenis Dermaga	10
2.2.2 Sedimentasi dan Sedimen	13
2.2.3 Karakteristik Sedimen	14
2.2.4 Transpor sedimen	16
2.2.5 Pola Arus	18
2.2.6 Gelombang	19
2.2.7 Pasang Surut	19
2.2.8 Pemodelan Hidrodinamika dan Sedimen Transport	23

2.2.9 Metode Validasi	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir	27
3.2 Prosedur Penelitian	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Lokasi Studi	31
4.2 Analisis Data.....	31
4.3 Data Peta Batimetri dan Hasil Survei <i>Metocean</i>	31
4.3.1 Data Arus	34
4.3.2 Data Pasang Surut	35
4.3.3 Domain Model Global	37
4.4 Pemodelan <i>software</i> Mike 21	38
4.4.1 Meshing.....	38
4.4.2 Kondisi Batas Lingkungan	39
4.4.3 Simulasi Hidrodinamika (<i>HD Module</i>).....	40
4.4.4 Validasi Hasil Simulasi	41
4.4.5 Pola Arus	43
4.5 Pemodelan Rencana Pembangunan Jetty.....	47
4.5.1 Pola Arus	49
4.6 Pemodelan Transport Sedimen	54
4.6.1 Analisis Pola Penyebaran Sedimen	56
4.7 Analisis Perubahan Morfologi Dasar Perairan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	1
BIODATA PENULIS.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Open Crude Access PT Pertamina RU III	2
Gambar 2.1 Pengaruh tegangan geser terhadap gerak sedimen dasar	7
Gambar 2.2 Groin di Pantai Teluk Penyu Cilacap	8
Gambar 2.3 Penampang samping dermaga (Perencanaan Pelabuhan).....	9
Gambar 2.4 Jenis-Jenis Struktur Dermaga	10
Gambar 2.5 Tampak atas Dermaga jenis wharf (Perencanaan Pelabuhan)	11
Gambar 2.6 Dermaga jenis wharf terbuka (Perencanaan Pelabuhan)	11
Gambar 2.7 Dermaga jenis wharf tertutup (Perencanaan Pelabuhan).....	11
Gambar 2.8 Tampak atas dermaga jenis Pier (Perencanaan Pelabuhan).....	12
Gambar 2.9 Dermaga jenis Pier tertutup (Perencanaan Pelabuhan).....	12
Gambar 2.10 Dermaga jenis Pier terbuka (Perencanaan Pelabuhan)	12
Gambar 2.11 Dermaga jenis Jetty (Perencanaan Pelabuhan).....	13
Gambar 2.12 Terjadinya sedimentasi (Perencanaan Pelabuhan).....	14
Gambar 2.13 Distribusi Ukuran Butir (Fredsoe, 1992)	15
Gambar 2.14 Pengendapan Sedimen (Liu, 2001).....	16
Gambar 2.15 Pengaruh Waktu Konsolidasi Terhadap Massa Endapan (Triadmodjo, 1992)...	16
Gambar 2.16 Pengaruh Kedalaman dengan Gerak Partikel Air Laut (Triadmodjo, 1992)	19
Gambar 2.17 Tipe Pasang Surut (Triadmodjo, 1992)	20
Gambar 2.18 Pola Gerak Pasang Surut Harian Ganda Beraturan	20
Gambar 2.19 Pola Gerak Pasang Surut Harian Ganda Beraturan	21
Gambar 2.20 Pola Gerak Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda	21
Gambar 2.21 Pola Gerak Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal	21
Gambar 2.22 Sebaran pasang surut di perairan indonesia dan sekitarnya.....	22

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	27
Gambar 3. 2 Diagram alir pemodelan	28
Gambar 4.1 Peta Batimetri Tanjung Katimabongko	32
Gambar 4.2 Peta Lokasi Pengambilan Data Tanjung Katimabongko, Plaju.....	32
Gambar 4.3 Peta lokasi penelitian (diperbesar).....	33
Gambar 4.4 Diagram Mawar Arus Batimetri Tanjung Katimabongko	35
Gambar 4.5 Grafik pasang surut <i>generate miketoolbox</i>	37
Gambar 4.6 Meshing Daerah Penelitian Tanjung Katimabongko	38
Gambar 4.7 Kontur Kedalaman Daerah Penelitian	39
Gambar 4.8 Gambaran Kondisi Batas Pemodelan HD <i>Module</i>	40
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Pola Arus dalam Bentuk Vektor	41
Gambar 4.10 Perbandingan Pasang Surut Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran.....	42
Gambar 4.11 Diagram Mawar Arus Hasil Pemodelan.....	42
Gambar 4.12 <i>Time Step</i> Pengamatan Hasil dari Simulasi Hidrodinamika.....	43
Gambar 4.13 Lokasi Titik Pengamatan Kecepatan Arus Kondisi Eksisting.....	44
Gambar 4.14 Pola Arus <i>Time Step</i> 86 saat Pasang Tertinggi.....	45
Gambar 4.15 Pola Arus <i>Time Step</i> 90 saat Pasang Menuju Surut.....	45
Gambar 4.16 Pola Arus <i>Time Step</i> 119 saat Surut Terendah.....	46
Gambar 4.17 Pola Arus <i>Time Step</i> 129 saat Surut Terendah.....	46
Gambar 4.18 Meshing Rencana Pembangunan Jetty di Tanjung Katimabongko	47
Gambar 4.19 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Pasang	48
Gambar 4.20 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Pasang	48
Gambar 4.21 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Surut.....	49
Gambar 4.22 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Surut menuju Pasang.....	49
Gambar 4.23 Pola Arus sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Kondisi Pasang Tertinggi	50

Gambar 4.24 Pola Arus Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Kondisi Pasang Menuju Surut ...	50
Gambar 4.25 Pola Arus Kondisi Sebelum(A) dan Sesudah(B) Kondisi Surut Terendah	50
Gambar 4.26 Pola Arus Sebelum(A) dan Sesudah(B) Saat Kondisi Surut Menuju Pasang	51
Gambar 4.27 Kondisi Pasang Surut untuk melihat Titik yang ditinjau.....	51
Gambar 4.28 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 1	53
Gambar 4.29 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 2	54
Gambar 4.30 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 3	54
Gambar 4.31 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Pasang Tertinggi	56
Gambar 4.32 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) Pasang menuju Surut	56
Gambar 4.33 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Surut Terendah	57
Gambar 4.34 Posisi Titik Awal dan Akhir Dari Garis Pengamatan Morfologi Dasar	58
Gambar 4.35 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 1	58
Gambar 4.36 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 2.....	59
Gambar 4.37 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 3.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Verruijt, 2001).....	14
Tabel 2.2 Tingkat akurasi MAPE.....	25
Tabel 4.1 Lokasi Pengambilan Data Lapangan Tanjung Katimabongko.....	34
Tabel 4.2 konstanta harmonik pasang surut hasil pengamatan	36
Tabel 4.3 Hasil Analisis Material Sedimen	37
Tabel 4.4 Kondisi batas HD <i>module</i>	40
Tabel 4.5 kondisi batas ST <i>module</i>	40
Tabel 4.7 Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Tanjung Katimabongko.....	43
Tabel 4.8 Kecepatan arus pada setiap titik tinjau	44
Tabel 4.9 koordinat titik tinjau dalam UTM.....	51
Tabel 4.10 Perbandingan Kecepatan Arus Model Sebelum dan Sesudah.....	52
Tabel 4.11 Tabel Transpor Sedimen untuk <i>ST Module</i>	55
Tabel 4.12 Letak Garis Ukur Morfologi Bed Level dalam Satuan UTM.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

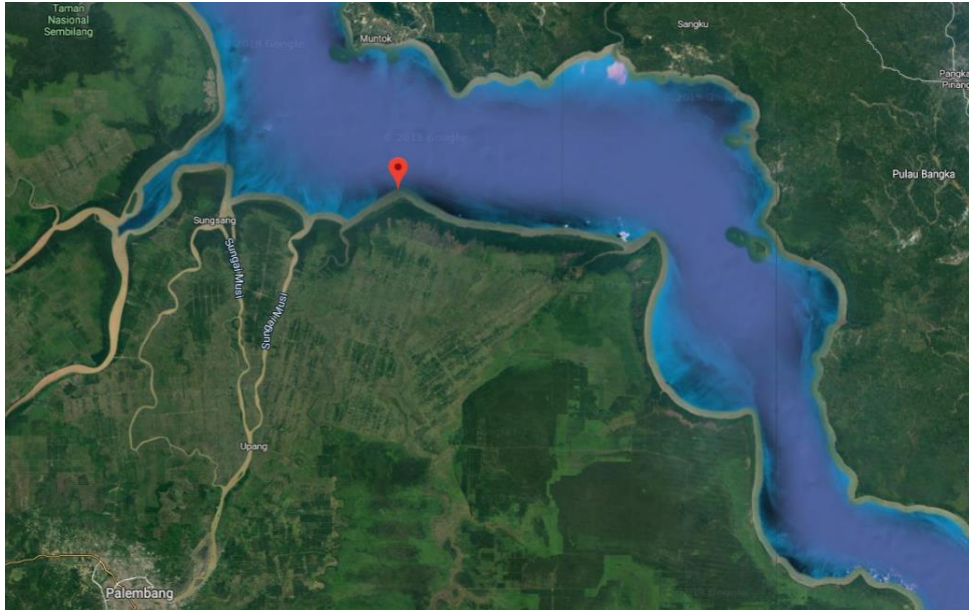
1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat terhadap bahan bakar terutama migas semakin meningkat. Keadaan ini mengharuskan perusahaan yang bergerak dalam produksi migas untuk membenahi diri, salah satunya PT. Pertamina (persero) *Refinery unit* III Plaju. Unit yang terletak di Plaju, Sumatera selatan ini bergerak dalam bidang pengolahan minyak mentah (*crude oil*) dan *intermediate product* menjadi produk jadi.

PT PERTAMINA (PERSERO) *Refinery Unit* III (RU III) Plaju berencana membangun fasilitas *Open Crude Access* yang berfungsi memasok minyak ke kilang RU III Plaju melalui fasilitas laut dan darat. Selama ini, minyak mentah untuk kilang RU III dipasok dari fasilitas pipa melalui darat (dari Sumatera bagian selatan dan Jambi) dan dari kapal tanker kecil (17.500 DWT) yang masih dapat menyeberangi Sungai Musi. Dengan mulai mengecilnya kapasitas produksi di daerah Sumatera bagian selatan dan Jambi, maka perlu untuk memasok minyak mentah dari sumber lain. Sumber lain tersebut berupa pengiriman oleh kapal tanker berkapasitas besar dari laut sehingga membutuhkan fasilitas penerimaan dan pengiriman ke RU III melalui proyek *Open Crude Access* ini.

Fasilitas Proyek *Open Crude Access* terdiri atas 3 kegiatan utama, salah satunya meliputi pembangunan Fasilitas lepas pantai. Pembangunan fasilitas lepas pantai meliputi pembangunan fasilitas *Crude Island Berth* (CIB), pemasangan pipa di laut (*Offshore Pipeline*) dari CIB ke pantai Katimabongko dan pembangunan jetty gambar 1.1.

Penulis menitikberatkan permasalahan yang ada pada struktur jetty yakni masalah laju sedimentasi serta pola arus. Struktur Jetty nantinya akan digunakan untuk menerima minyak mentah dari kapal antara 17.500 hingga 120.000 DWT. Marine Loading Arm / MLA (3 operasi dan 1 stand by), berkapasitas 4 x 2000 m³/h. Jetty akan direncanakan terletak 1,5 km dari pantai Katimabongko seperti ada pada Gambar 1.2, dengan kedalaman dasar laut dasar laut 18 meter, dan saluran pipa di atas trestel dari Jetty ke pantai. Jetty dilengkapi dengan akses trestle dan akses kendaraan pemeliharaan.



Gambar 1.2 Lokasi *Open Crude Access* PT Pertamina RU III
(Sumber : <https://maps.google.com/>)

Terjadinya proses sedimentasi dan erosi dapat diakibatkan oleh pengaruh pola, angin, dan gelombang (Putra, 2010). Erosi kemungkinan dapat terjadi karena sedimen yang berasal dari pantai diangkut oleh *rip current* ke laut lepas sedangkan sedimentasi dapat terjadi akibat sedimen yang berasal dari laut lepas diangkut ke pantai oleh *mass transport* dan *longshore current*.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Afzal, 2013) proses sedimentasi dipicu oleh transport sedimen dan bentuk struktur setempat. Sedangkan transport sedimen sendiri merupakan proses pemindahan endapan akibat gaya arus dan gelombang air laut (CERC, 1984). Sedimen yang berasal dari sungai, tebing pantai dan dasar laut kemungkinan akan diangkut ke lepas pantai oleh *rip current*.

Penelitian dengan software pemodelan sedimentasi juga pernah dilakukan oleh (Kurniawan, 2016) dengan judul “Analisa Laju Sedimentasi di Area Terminal LNG BP. Tangguh”. Dari penelitian tersebut laju sedimentasi dapat diketahui sehingga dapat mengetahui volume sedimen.

Penelitian tentang laju sedimentasi dan pola arus juga pernah dilakukan di tempat yang berbeda oleh (Oktavia, 2010) di daerah muara sungai Komerang Kota Palembang, (Widada, 2014) di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, dan (Trisnawan, 2010) di daerah Teluk Lamong Gersik. Dari beberapa penelitian diatas dapat diketahui bahwa laju sedimentasi dan pola arus di setiap daerah berbeda – beda dan juga tergantung Analisa yang digunakan.

Agar penanganan masalah sedimentasi dapat memberikan hasil yang sesuai, hendaknya perlu dilakukan studi mengenai pola arus dan laju sedimentasi yang terjadi di area jetty yang ada pada area Open Crude Access PT. Pertamina RU, Plaju.

Pertumbuhan ekonomi di suatu negara maritim seperti Indonesia tentu sangat dipengaruhi oleh kelancaran transportasi terutama transportasi laut. Karena selain ekonomis, transportasi jalur laut dipilih karena mampu melayani pengiriman barang dalam jumlah yang besar dan relatif aman. Oleh karena itu, untuk mendukung pertumbuhan perekonomian Indonesia, maka diperlukan perbaikan fasilitas-fasilitas kelautan salah satunya tempat atau area terjadinya aktifitas bongkar-muat yakni Open Crude Access. Untuk mengetahui pola arus dan laju sedimen penulis akan menggunakan bantuan software Mike 21.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka perumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pola arus yang terjadi di daerah sekitar jetty pada *Open Crude Access* PT. Pertamina RU?
2. Bagaimanakah laju sedimentasi yang terjadi di daerah sekitar jetty pada *Open Crude Access* PT. Pertamina RU?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui pola arus yang terjadi di daerah sekitar jetty pada *Open Crude Access* PT. Pertamina RU.
2. Mengetahui laju sedimentasi yang terjadi di daerah sekitar jetty pada *Open Crude Access* PT. Pertamina RU.

1.4 Manfaat

Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah pemahaman tentang perubahan pola arus dan laju sedimentasi yang disebabkan oleh adanya struktur salah satunya jetty, dan juga diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan langkah-langkah pencegahan penanggulangan sedimentasi di daerah sekitar jetty pada *Open Crude Access* PT. Pertamina RU.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Tidak memperhitungkan konstruksi jetty.
2. Tidak memperhitungkan jenis dan spesifikasi kapal yang berlabuh.
3. Pemodelan dilakukan dengan bantuan *Mike 21*.
4. Aspek sosial, masyarakat, dan ekonomi diabaikan.
5. Data yang digunakan adalah data sekunder, meliputi data batimetri, data pasang surut, data sedimen yang merupakan data pengamatan langsung.
6. Validasi dilakukan terhadap data pasang surut dan arus.

1.6 Hipotesis

Pembangunan dermaga jenis jetty dapat mengakibatkan berubahnya pola arus dan laju sedimentasi pada wilayah eksisting.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat-barang dan menaik-turunkan penumpang (Bambang Triatmodjo,2009). Dermaga merupakan salah satu komponen penting dalam operasional sebuah pelabuhan. Dalam operasinya, bangunan dermaga terdiri dari beberapa bagian yang saling mendukung satu sama lain, yaitu kolam labuh, fender, bollard apron, crane (untuk pelabuhan barang) dan gudang. Penentuan jenis dermaga didasarkan pada beberapa hal, seperti jenis kapal yang bersandar, ukuran kapal, kondisi topografi dan tanah dasar laut, kondisi hidrooseanografi. Syarat kedalaman minimal dermaga juga berbeda-beda sesuai dengan jenis kapal yang bersandar di Dermaga tersebut.

Kedalaman sebuah dermaga jetty perlu menjadi perhatian penting. Karena apabila kedalaman dermaga jetty kurang dari spesifikasi yang telah ditentukan pada awal pembangunan, maka akan mengurangi produktivitas bahkan dapat merusak bagian dasar kapal yang akan bersandar. Pendangkalan dermaga jetty Open Crude Access PT. Pertamina RU dapat disebabkan oleh sedimentasi alami.

Sedimentasi merupakan sebuah proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang disebabkan oleh adanya akumulasi dari material pembentuknya pada suatu tempat atau lingkungan pengendapan (Pettjohn,1975). Sedangkan sedimen sendiri adalah material pecahan, terutama terbentuk dari proses fisika dan kimia dari pecahnya batuan di dasar laut dalam (Van Rijn,1990). 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).

Penelitian dengan software pemodelan sedimentasi juga pernah dilakukan oleh (Kurniawan, 2016) dengan judul “Analisa Laju Sedimentasi di Area Terminal LNG BP. Tangguh”. Dari penelitian tersebut laju sedimentasi dapat diketahui sehingga dapat mengetahui volume sedimen. Dari penelitain tersebut dapat diketahui laju sedimentasi dan pola arus yang terjadi di Area kolam labuh pada saat kondisi eksisting. Selain itu, Dain (2005) juga pernah melakukan penelitian mengenai laju sedimentasi dengan judul “Permodelan Pola Arus dan

Sedimentasi di Lokasi Rencana Offshore Terminal Transit Utama (TTU) Pertamina Desa Remen, Kec. Jenu, Kab. Tuban”.

Tahapan transport sedimen menurut Zhao Liu (2001), yakni kenaikan kecepatan dekat dasar (U_b), sehingga menimbulkan tegangan geser dekat dasar (τ_b). Tegangan geser dekat dasar diperlukan untuk menjadi acuan apakah sedimen dapat masuk ke tahap *threshold* sedimen (θ_{cr}). *Threshold* sedimen merupakan kondisi kritis agar sedimen dapat bergerak. Setelah tahap *threshold* sedimen maka sedimen dapat di kalkulasi menjadi sedimen transport total (Q_t) yang terjadi dari *bedload* (Q_b) dan *suspended load* transport (Q_s).

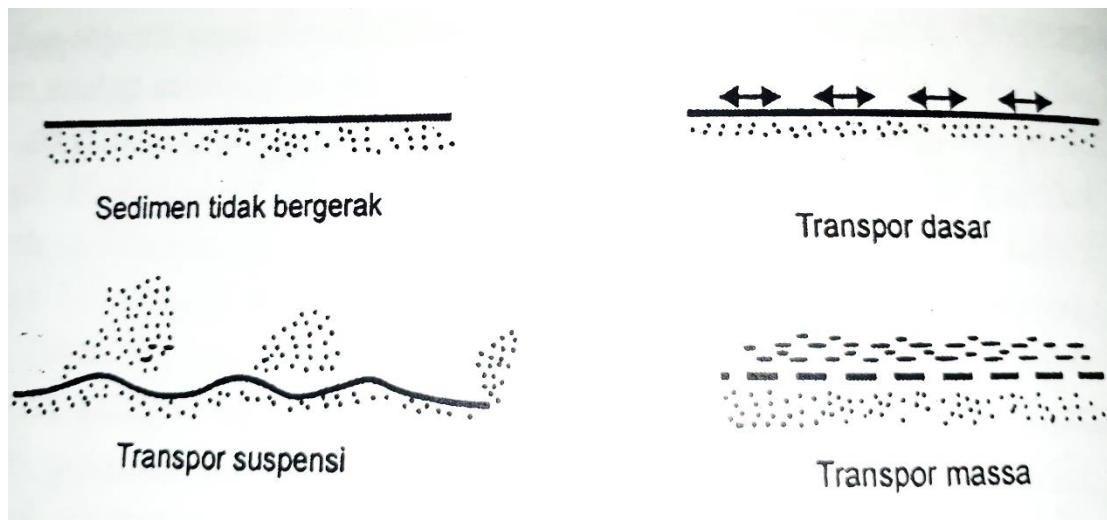
Menurut Bambang Triatmodjo (2009) Sedimen pantai bisa berasal tiga peristiwa, erosi garis pantai itu sendiri dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Untuk sedimen non-kohefif, seperti pasir, kecepatan endap bergantung pada rapat massa sedimen, dan air, viskositas air, dimensi, dan bentuk partikel sedimen.

Mekanisme transport sedimen oleh gelombang dikarenakan pada laut dalam, gerak partikel air karena gelombang jarang mencapai dasar laut. Sedang dilaut dangkal, partikel air di dekat dasar bergerak maju dan mundur secara periodik. Kecepatan partikel air di dekat dasar naik dengan bertambahnya tinggi gelombang dan berkurang dengan kedalaman.

Kecepatan partikel dekat dasar (U_b) dinyatakan dalam bentuk tegangan geser dasar (τ_b). sementara itu sedimen dasar memberikan tahanan yang dinyatakan dalam bentuk kecepatan kritik erosi (U_{bc}) atau tegangan kritik erosi (τ_{ce}). Kedua parameter tersebut tergantung sifat sedimen dasar seperti diameter, bentuk, dan rapat massa sedimen untuk sedimen non-kohefif dan kohefifitas antara partikel untuk sedimen kohefif.

Asumsi pada dasar laut berpasir yang datar, apabila kecepatan dekat dasar sangat kecil, yang juga tegangan geser dasar, partikel tidak bergerak ($\tau_b < \tau_{ce}$) (gambar 2.1.a). Lain hal apabila kecepatan bertambah, sampai pada kecepatan tertentu beberapa butiran mulai bergerak, yang disebut dengan awal gerak sedimen ($\tau_b = \tau_{ce}$). Selanjutnya kenaikan kecepatan dapat mempercepat gerak, dan transport sedimen yang terjadi disebut transport dasar (bed load) seperti pada gambar 2.1.b. dengan bertambah kecepatan didasar, gerak partikel makin kuat, dan sedimen membentuk ripple, yaitu dasar laut bergelombang kecil dengan puncak tegak lurus arah gelombang. Ukuran ripple tergantung pada amplitude dan periode dari arah gerak air dekat dasar, ukuran butir, dan rapat massa material dasar (Horikawa, 1978). Ripple terbentuk akan

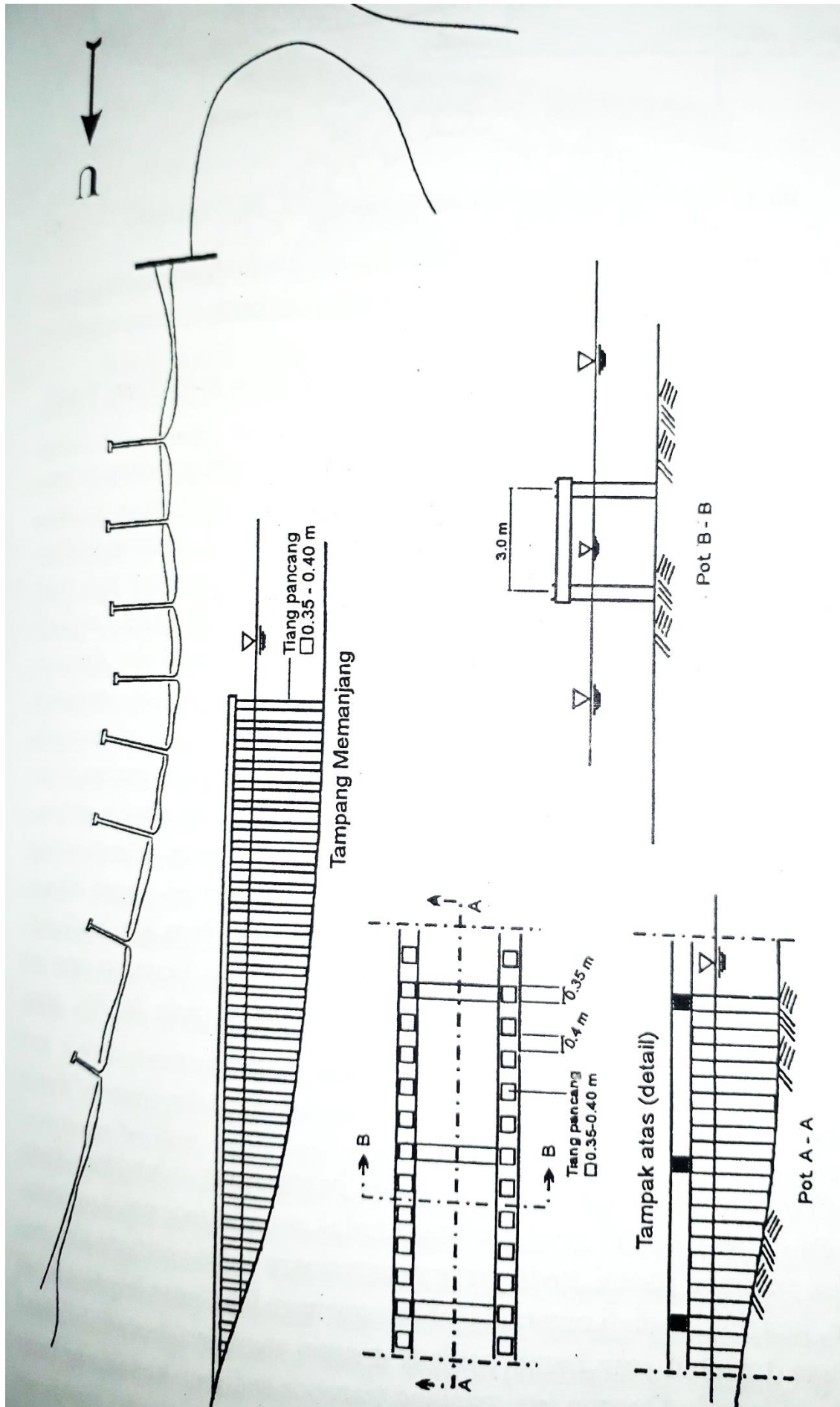
meningkatkan turbulensi, dan partikel sedimen akan terangkat dalam bentuk suspensi (gambar 2.1.c). apabila gerak air semakin kuat, ripple akan menghilang dan terjadi transport massa di mana suatu lapis dengan tebal tertentu terangkat dalam bentuk transport sedimen dasar dan tersuspensi.



Gambar 2. 1 Pengaruh tegangan geser terhadap gerak sedimen dasar

Transpor sedimen juga dikarenakan oleh arus dimana, gelombang yang pecah akan menimbulkan arus dan turbulensi yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Arus yang menyebabkan transport massa ada dua yakni onshore-offshore current dan longshore current. Onshore-offshore current juga biasa disebut rip current karena cenderung tegak lurus garis pantai yang sesuai dengan hukum kontinuitas, dimana massa air yang menuju ke pantai akan dibelokkan kembali ke arah laut. Longshore current merupakan arus sepanjang pantai yang timbul karena sudut arah datang gelombang yang cenderung sejajar dengan pantai.

Penulis melihat struktur pada pemodelan memiliki konsep yang sama pada lokasi teluk penyus dekat dengan pelabuhan minyak milik PT Pertamina Cilacap yang terbuat dari tiang pancang beton. Bangunan tersebut terdiri dari dua baris tiang pancang yang berjarak tiga meter. Tampang melintang adalah bujur sangkar dengan sisi 35 cm, dan jarak antar tiang dalam barisan 40 cm. Struktur tersebut merupakan bangunan permeable yang memungkinkan sebagian dari transport sedimen sepanjang pantai melewatinya dan menyebabkan pengendapan pasir pada salah satu atau keduanya. Dengan demikian perubahan yang mendadak dari garis pantai di hulu dan hilir dapat dikurangi.

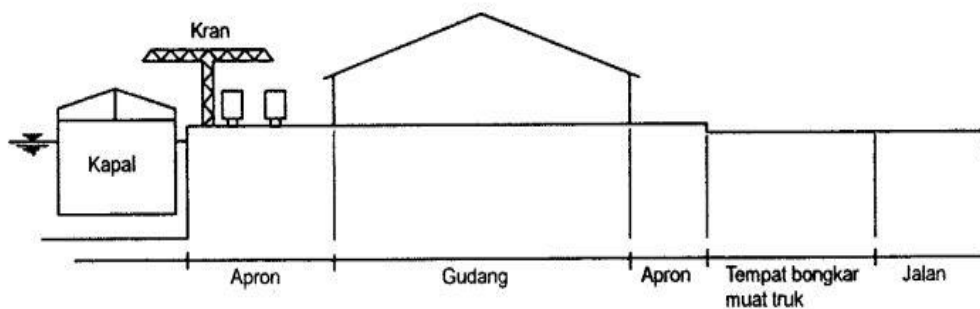


Gambar 2.2 Groin di Pantai Teluk Penyu Cilacap

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Dermaga

Menurut Bambang Triatmodjo (2009) dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar-muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Pembangunan sebuah dermaga harus mempertimbangkan banyak hal sehingga kapal-kapal dapat melakukan kegiatannya dengan aman, cepat dan lancar.



Gambar 2.3 Penampang samping dermaga (Perencanaan Pelabuhan)

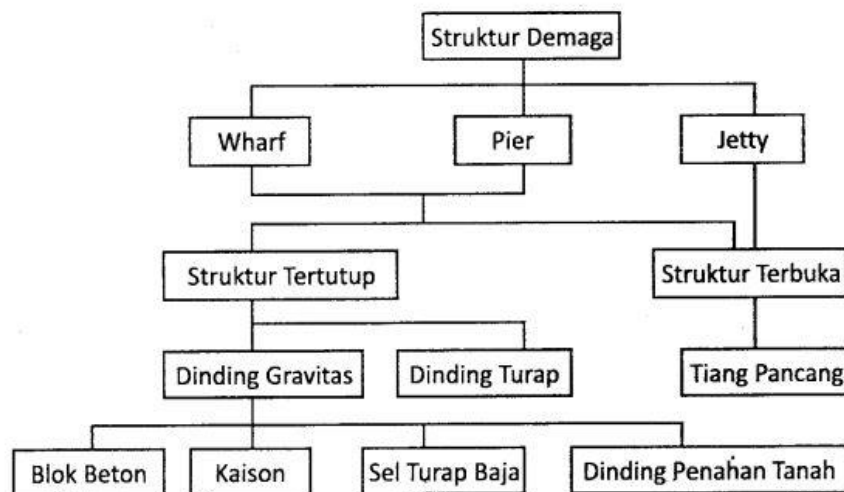
Gambar 2.3 adalah penampang samping dari kebanyakan dermaga barang yang ada, yaitu terdiri dari kolam labuh, apron, *crane*, *belt conveyor* (beberapa pelabuhan), gudang, apron gudang, tempat bongkar muat truk dan jalan. Dimana kolam labuh adalah area bersandarnya kapal, apron adalah tanah lapang yang berada antara gudang dan kapal dimana terjadinya proses pemindahan barang dari kapal ke angkutan darat (truk, kereta api dsb), gudang adalah tempat penyimpanan sementara barang-barang yang telah dibongkar dari kapal untuk selanjutnya dipindah ke tempat lain dengan angkutan darat ataupun dengan angkutan laut ke pelabuhan selanjutnya. Sebagian pelabuhan-pelabuhan curah juga sudah memiliki akses langsung untuk memindahkan curah dari kapal ke pergudangan, seperti pada pelabuhan curah kering memiliki *belt conveyor* yang terhubung langsung ke area pergudangan, pada dermaga curah basah memiliki sistem pipa yang dapat langsung mengalirkan curah basah ke tank-tank penyimpanan yang ada di pelabuhan. Dengan adanya akses-akses langsung (*belt conveyor* dan pipa) akan sangat mengurangi beban yang harus diterima struktur dermaga karena kegiatan bongkar muat.

Gelombang di laut bisa dibangkitkan oleh angin, gaya tarik matahari dan bulan (pasang, surut), letusan gunung berapi atau gempa di laut (tsunami), kapal yang bergerak

dan sebagainya. Gelombang merupakan faktor utama di dalam penentuan tata letak (layout) pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya (Triatmodjo, 1999). Diantara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam perencanaan pelabuhan adalah gelombang angin dan pasang surut. Oleh karena itu, seorang ahli teknik pantai harus memahami dengan baik karakteristik dan perilaku gelombang baik di laut dalam, selama perjalanannya menuju pantai maupun di daerah pantai, dan pengaruhnya terhadap bangunan pantai. Pendefinisian gelombang yang bekerja pada struktur pantai didapatkan dari hasil pengukuran gelombang.

2.2.1.1 Jenis-Jenis Dermaga

Secara umum, jenis-jenis dermaga dikelompokkan berdasarkan letaknya terhadap garis pantai, yaitu tipe wharf, jetty dan pier. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dalam gambar 2.2 dibawah ini:

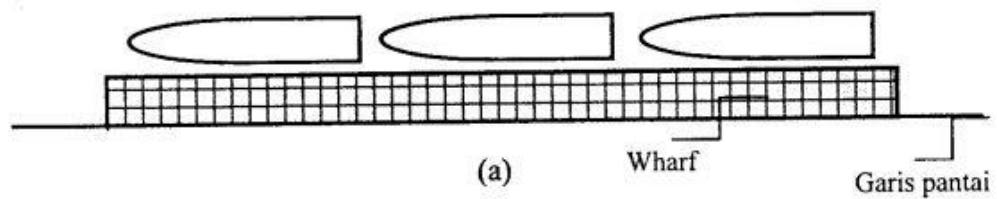


Gambar 2.4 Jenis-Jenis Struktur Dermaga

Berikut ini jenis-jenis dermaga seperti yang telah disebutkan diatas:

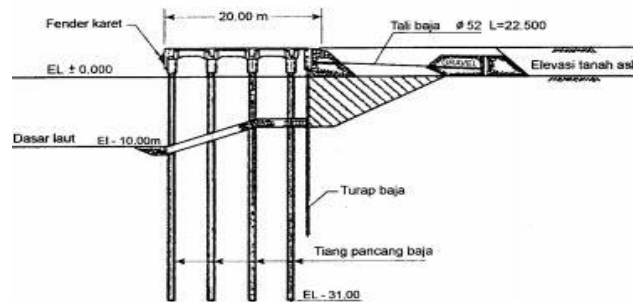
a. Wharf

Wharf adalah dermaga yang dibuat sejajar pantai dan dapat dibuat berimpit dengan garis pantai atau agak menjorok ke laut (Triatmodjo, 2009). Dermaga tipe ini memiliki luasan area yang cukup besar dan kestabilan struktur yang bagus, sehingga sangat cocok sebagai dermaga bongkar-muat barang ataupun curah. Dermaga tipe wharf dapat digunakan jika kedalaman perairan tidak lebih dari 15 m dan tanah dasar mampu mendukung struktur di atasnya.

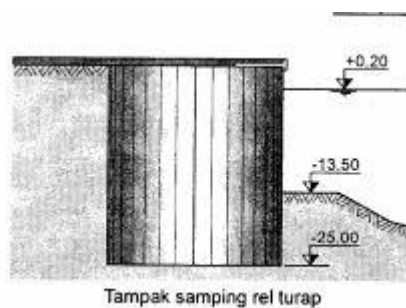


Gambar 2.5 Tampak atas Dermaga jenis wharf (Perencanaan Pelabuhan)

Dermaga tipe wharf juga dapat dibangun dengan 2 jenis struktur pendukung, yaitu wharf tertutup dan wharf terbuka. Dimana wharf tertutup biasanya berimpit dengan garis pantai dan terbuat dari sel turap baja ataupun beton. Sedangkan wharf terbuka terusun dari tiang pancang dan juga sel turap baja sebagai penahan tanah di garis pantai.



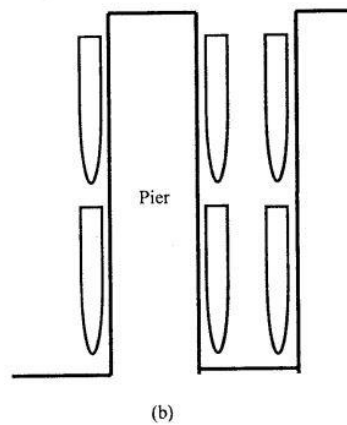
Gambar 2.6 Dermaga jenis wharf terbuka (Perencanaan Pelabuhan)



Gambar 2.7 Dermaga jenis wharf tertutup (Perencanaan Pelabuhan)

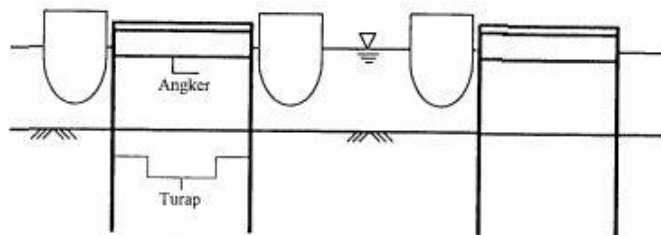
b. Pier

Pier adalah dermaga serupa wharf (berada di garis pantai) yang berbentuk seperti jari dan dapat untuk merapat kapal pada kedua sisinya, sehingga dapat digunakan bersandar kapal dalam jumlah lebih banyak untuk satuan panjang pantai (Traitmodjo, 2009).

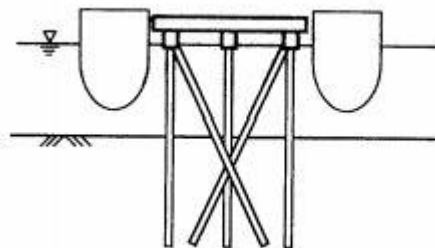


Gambar 2.8 Tampak atas dermaga jenis Pier (Perencanaan Pelabuhan)

Dermaga jenis ini juga dapat dibuat dengan jenis terbuka ataupun tertutup. Pier terbuka tersusun dari tiang pancang, sedangkan pier tertutup tersusun dari sel turap baja dikedua sisinya dan bagian tengah diisi dengan material (pasir, batu, tanah).



Gambar 2.9 Dermaga jenis Pier tertutup (Perencanaan Pelabuhan)

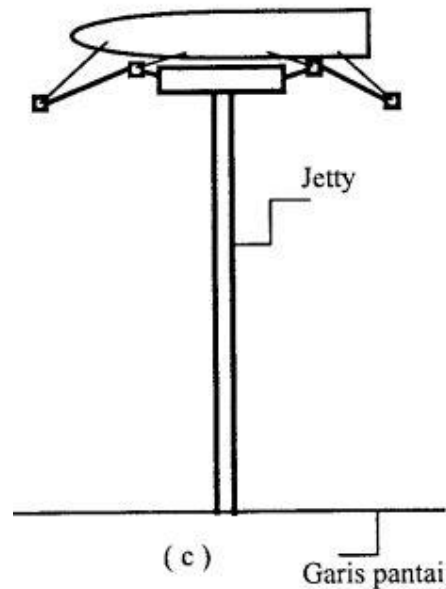


Gambar 2.10 Dermaga jenis Pier terbuka (Perencanaan Pelabuhan)

c. Jetty

Jetty adalah dermaga yang dibangun menjorok cukup jauh ke arah laut, dengan maksud agar ujung dermaga berada pada kedalaman yang cukup untuk

merapatnya kapal. Biasanya, dermaga jetty dikhususkan untuk kapal-kapal berdimensi besar dan memiliki draft yang cukup dalam.



Gambar 2.11 Dermaga jenis Jetty (Perencanaan Pelabuhan)

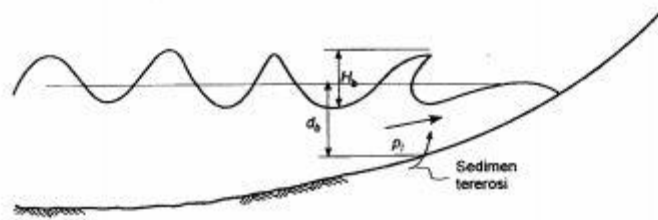
Dalam bagan diatas, ketiga jenis dermaga tersebut dikelompokkan lagi berdasarkan tipe struktur yang menyokong dermaga, yaitu jenis struktur tertutup dan struktur terbuka. Perbedaan dari kedua jenis antara lain (Triatmodjo, 2009) :

1. Dermaga konstruksi terbuka, dimana lantai dermaga disokong oleh tiang pancang.
2. Dermaga konstruksi tertutup atau solid, dimana lantai dermaga disokong oleh dinding penahan (kaison, turap, dinding massa atau dinding penahan tanah)

2.2.2 Sedimentasi dan Sedimen

Secara umum, Sedimen tersusun dari material-material organik maupun anorganik yang bersumber dari material padat yang tergerus oleh angin ataupun air dan berpindah ke suatu tempat dikarenakan gaya gesek antara material dengan angin ataupun air. Sedimen pantai biasanya berasal dari 3 sumber, yaitu erosi yang terjadi di garis pantai, erosi yang terjadi di aliran sungai dan material yang terbawa dari laut dalam oleh arus ataupun gelombang. Namun, sedimen yang berasal dari dasar laut dalam jarang terjadi karena kebanyakan partikel gelombang yang terjadi di laut dalam tidak mencapai dasar laut (Triatmodjo,1999). Jenis sedimen yang ada di garis pantai biasanya terdiri dari partikel kasar (pasir atau kerikil) hingga partikel halus seperti lempung (Fredsoe at al, 1992). Proses

berpindah dan mengendapnya suatu sedimen dari suatu tempat ke tempat lain disebut sedimentasi. Sedimen yang bercampur air dalam jumlah sedikit tidak membuat warna air berubah, sedangkan pada air yang mengandung banyak sedimen dapat berwarna coklat keruh (Iqbal, 2017).



Gambar 2.12 Terjadinya sedimentasi (Perencanaan Pelabuhan)

Adanya gejala sedimentasi di suatu wilayah sebenarnya selalu memiliki dampak positif dan negatif. Bisa menjadi dampak positif jika sedimentasi tersebut dapat memberikan manfaat bagi manusia, seperti bisa menjadi bahan bangunan, memperluas wilayah pesisir dan sebagainya. Namun, bisa juga menjadi dampak negatif jika sedimentasi merugikan kegiatan manusia seperti terjadinya pendangkalan di Kolam labuh sebuah dermaga, yang tentunya akan mengurangi kinerja dari pelabuhan tersebut.

2.2.3 Karakteristik Sedimen

Karakteristik sedimen sangat penting ditentukan agar dapat mengetahui dengan tepat penanganan sedimentasi di suatu tempat. Karakteristik sedimen dapat berupa ukuran sedimen, rapat massa dan kecepatan endap, berikut penjelasannya:

a. Ukuran sedimen

Sedimen yang diangkut menuju zona pantai biasanya didalamnya terdapat partikel berupa kerikil atau pasir hingga partikel yang sangat kecil yang biasa diklasifikasikan sebagai lanau (Fredsoe, 1992). Berikut ialah tabel klasifikasi sedimen:

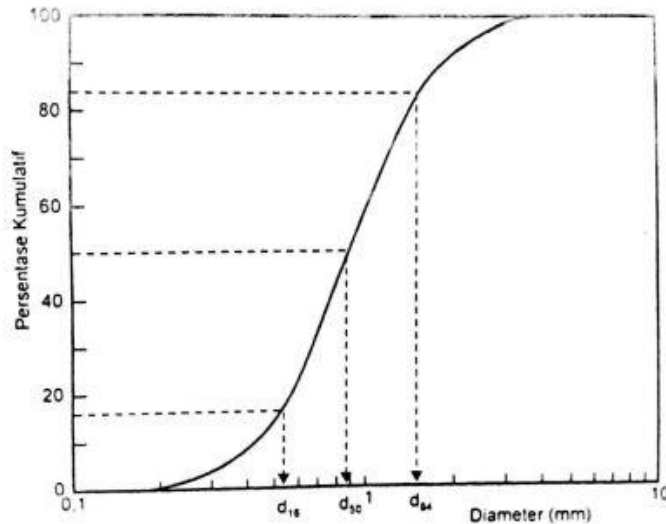
Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Verruijt, 2001)

Jenis	Ukuran Butir Sedimen	
	Minimum	maximum
Clay		0.002 mm
Silt	0.002 mm	0.063 mm
Sand	0.063 mm	2 mm
Gravel	2 mm	63 mm

Metode yang biasa digunakan untuk analisis butir menggunakan *sieve analysis* dan direpresentasikan dalam bentuk kurva seperti pada gambar 2.11. Ukuran butir rata-rata dapat dicari dengan persamaan.

$$D_m = \sqrt{D_{16}D_{84}} \quad (2.1)$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}} \quad (2.2)$$

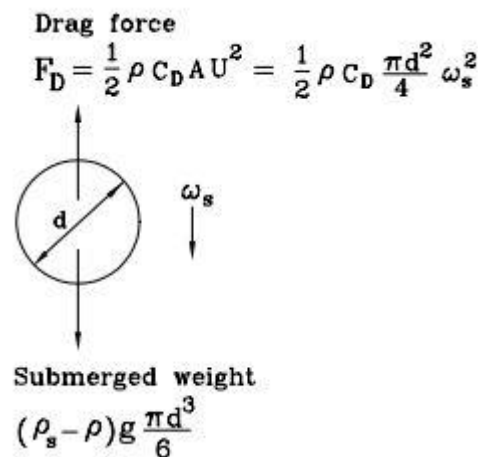


Gambar 2.13 Distribusi Ukuran Butir (Fredsoe, 1992)

b. Kecepatan Endap

Kecepatan endap ialah kecepatan terminal yang dicapai ketika butiran mengendap dalam suatu fluida karena adanya pengaruh gravitasi (Fredsoe, 1992). Hal ini bergantung pada beberapa parameter seperti ukuran butir, berat jenis, bentuk serta viskositas dinamis fluida. Suatu sedimen akan mengendap jika kecepatan endap dari sedimen lebih besar dari kecepatan arus atau gelombang yang menggerakkan sedimen tersebut. Pada saat butiran sedimen jatuh pada air tenang, kecepatan konstan akan terjadi apabila gaya tarik ke atas (*drag force*) sama dengan berat terendam (*submerged weight*) dari butiran, kecepatan konstan ini merupakan kecepatan endap (*settling velocity*) (Liu, 2001). Persamaan 2.3 merupakan rumus kecepatan endap.

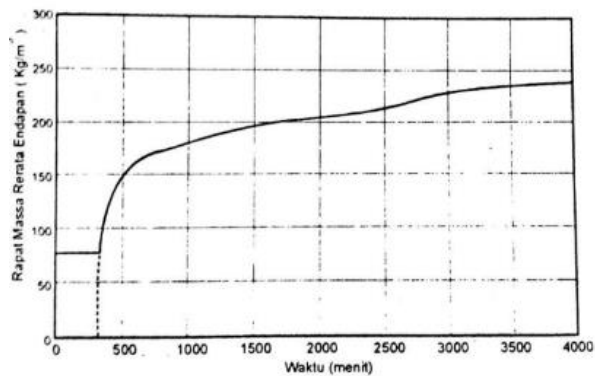
$$\omega_s = \sqrt{4(s - 1)gd / 3 CD} \quad (2.3)$$



Gambar 2.14 Pengendapan Sedimen (Liu, 2001)

c. Rapat massa

Rapat massa adalah besaran nilai massa sedimen dalam satuan volume, dilambangkan dengan notasi (ρ). Berat jenis adalah besaran nilai berat sedimen dalam satuan volume, dilambangkan dengan notasi (γ), hubungan antara keduanya adalah $\gamma = \rho \cdot g$. Gambar berikut menjelaskan kurva antara rapat massa endapan terhadap waktu.



Gambar 2.15 Pengaruh Waktu Konsolidasi Terhadap Massa Endapan (Triadmodjo, 1992)

Terlihat bahwa rapat massa adalah konstan selama periode pengendapan. Mulai suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat dan kemudian berangsur-angsur sampai dicapai nilai maksimal (Nicholson dan Cornor 1986).

2.2.4 Transpor sedimen

Berpindahnya sedimen dari suatu tempat ke tempat lain yang diakibatkan oleh gelombang dan arus disebut dengan transpor sedimen pantai. Transpor sedimen pantai dipengaruhi oleh 3 faktor utama, yaitu sumber sedimen, tingkar energi gelombang dan atau arus, serta kemiringan pantai. Menurut Triatmodjo (1999), Transpor sedimen

dikelompokkan berdasarkan arah rambatnya terhadap garis pantai ada dua jenis yaitu Longshore Sediment Transport dan Crossshore Sediment Transport. Berikut penjelasannya:

a. Longshore Sediment Transport

Terjadi jika pergerakan sedimen terjadi di sepanjang pantai, memiliki arah pergerakan yang sejajar dengan garis pantai, karena posisi aliran cenderung mengikuti kontur garis pantai. Longshore Sediment Transport terjadi dikarenakan adanya turbulensi yang disebabkan oleh gelombang pecah.

b. Crossshore Sediment Transport

Sering juga disebut Onshore-offshore transport, karena arah pergerakan sedimen yang tegak lurus dengan garis pantai.

Selain itu, jenis transport sedimen juga dapat didasarkan pada cara material sedimen bergerak, menurut Ronggodigdo (2011) dibagi menjadi tiga kelompok antara lain:

a. Bed Load Transport

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar laut secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar laut yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar laut. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.

b. Wash Load Transport

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (silt) dan debu (dust), yang terbawa oleh aliran laut. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke titik tertentu, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari wash load adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dasar laut. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong pada material tersebut.

c. Suspended Load Transport

Suspended load adalah material dasar laut (bed material) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar laut, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah

permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

2.2.5 Pola Arus

Arus adalah perpindahan massa air dari suatu tempat ke tempat lain, yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah. Perbedaan tekanan udara tersebut disebabkan oleh hembusan angin yang ada di permukaan laut. Massa air laut adalah jumlah air laut yang dipengaruhi oleh parameter fisika laut seperti temperatur, salinitas dan densitas. Bijker (1972) berpendapat bahwa arah pergerakan arus laut hanya dalam arah horizontal, hal ini tentu bertolak belakang dengan kejadian nyata yang ada di lapangan. Karena sebenarnya, arus laut juga dapat bergerak dalam arah vertikal dapat dibuktikan dengan fenomena *upwelling* (pergerakan massa air ke atas) yang dikarenakan kekosongan massa air di lapisan permukaan sehingga perlu diisi oleh massa air dari lapisan dalam dan *sinking* (pergerakan massa air ke bawah) yang dikarenakan penumpukan massa air di permukaan sehingga perlu dialirkan ke lapisan bawah. Pond dan Pickard (1978) berpendapat bahwa pergerakan massa air dapat disebabkan oleh 5 hal, yaitu:

1. Angin

Angin merupakan salah satu faktor utama dalam pergerakan massa air, karena hembusan angin akan menggerakkan massa air di lapisan permukaan dan merambat ke lapisan bawahnya.

2. Termohalin

Termohalin disebabkan oleh perbedaan densitas air, sehingga menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan air laut sesuai densitas air yang ada di suatu tempat.

3. Seismic

Faktor seismic memang tidak terlalu sering terjadi jika dibandingkan faktor-faktor lainnya, namun jika faktor seismik bekerja maka massa air dalam jumlah yang besar akan dapat dipindahkan dalam waktu yang singkat.

4. Arus Pasang Surut

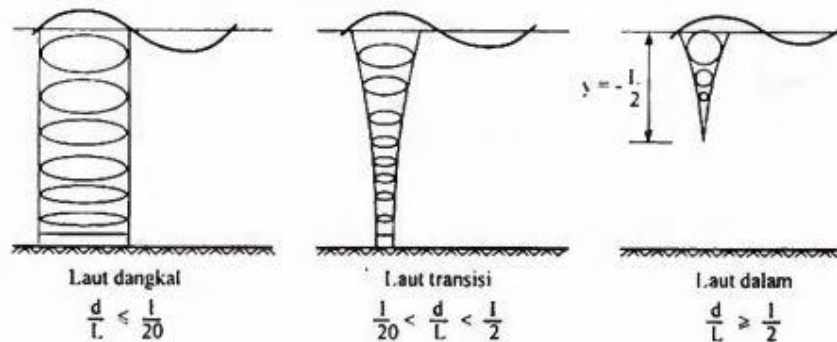
Faktor ini memang selalu terjadi di setiap tempat, massa air bergerak dikarenakan perubahan tinggi muka air yang disebabkan oleh fenomena pasang-surut.

5. Turbulensi

Perpindahan massa air akibat turbulensi disebabkan oleh gesekan antar lapisan air.

2.2.6 Gelombang

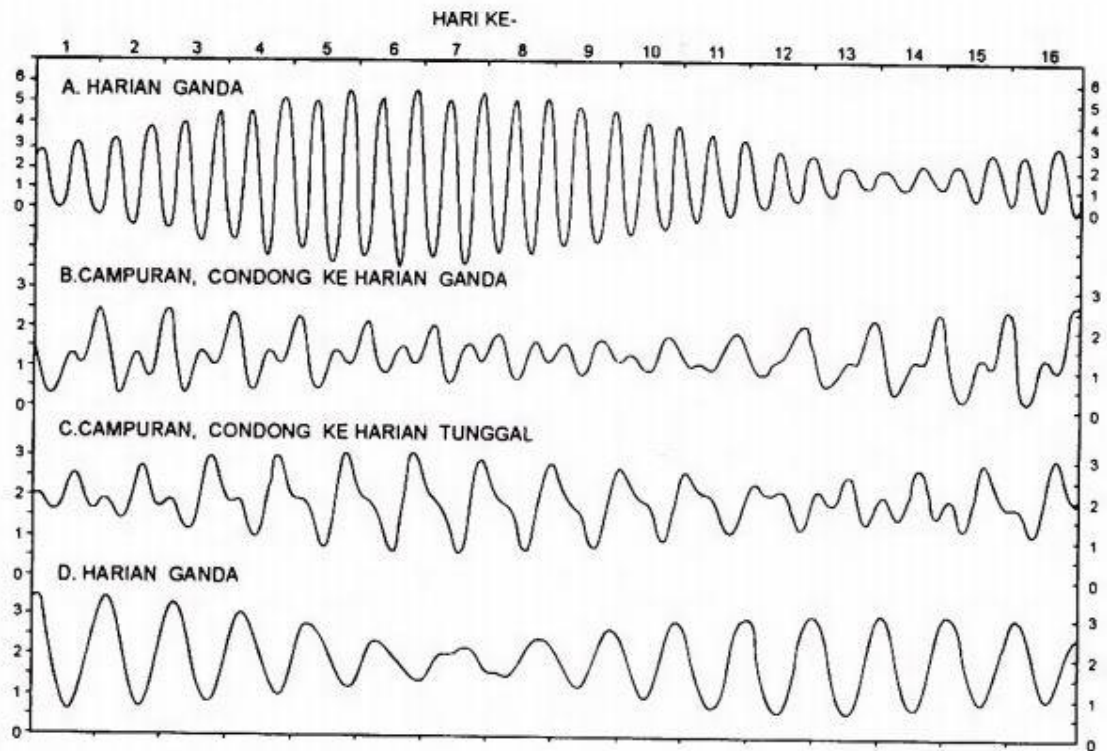
Gelombang air laut adalah perambatan energi melalui media rambat berupa air laut. Gelombang air laut dapat dibangkitkan oleh beberapa sebab, seperti angin yang berhembus di permukaan air laut, gaya tarik dari benda-benda langit seperti bulan dan matahari, dan pergerakan lempeng dasar laut akibat aktifitas seismik. Pada saat berada di laut dalam mungkin gelombang tidak terlalu berpengaruh terhadap sedimentasi, namun seiring dengan berubahnya kedalaman laut, gelombang akan mengalami perubahan energi maupun arah rambat. Perubahan arah rambat dan energi tersebut akan menyebabkan terjadinya gelombang pecah, gelombang pecah itulah yang dapat membawa sedimen-sedimen yang ada di dasar laut menuju pantai.



Gambar 2.16 Pengaruh Kedalaman dengan Gerak Partikel Air Laut (Triadmodjo, 1992)

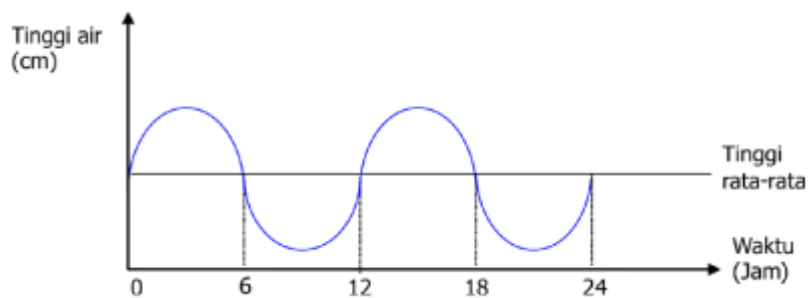
2.2.7 Pasang Surut

Perubahan elevasi muka air laut terhadap fungsi waktu disebut dengan pasang surut. Faktor utama yang menyebabkan terjadinya pasang surut adalah gaya tarik benda-benda langit (bulan dan matahari) terhadap massa air laut yang ada di bumi. Elevasi air laut naik disebut pasang, elevasi air laut turun disebut surut. Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara elevasi muka air laut pada saat pasang tertinggi dengan elevasi muka air laut surut terendah. Sedangkan periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan oleh muka air laut dari posisi muka air rata ke posisi muka air yang sama berikutnya, biasanya 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit tergantung jenis pasang surut yang ada di suatu daerah. Tipe pasang surut dapat dibagi menjadi 4 tipe (Triatmojo, 1999), yaitu:



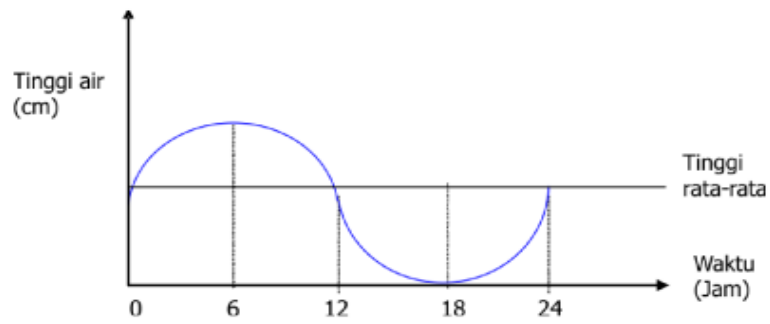
Gambar 2.17 Tipe Pasang Surut (Triadmodjo, 1992)

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sama. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.



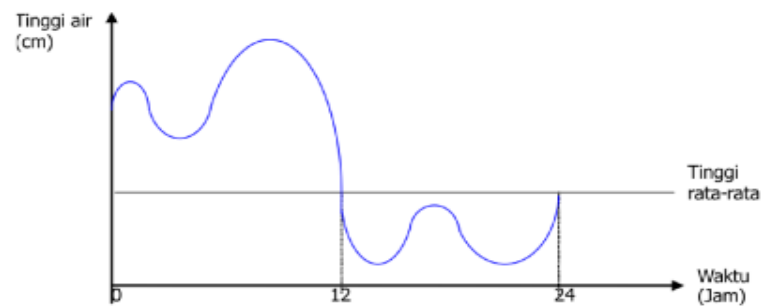
Gambar 2.18 Pola Gerak Pasang Surut Harian Ganda Beraturan

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan periode 24 jam 50 menit.



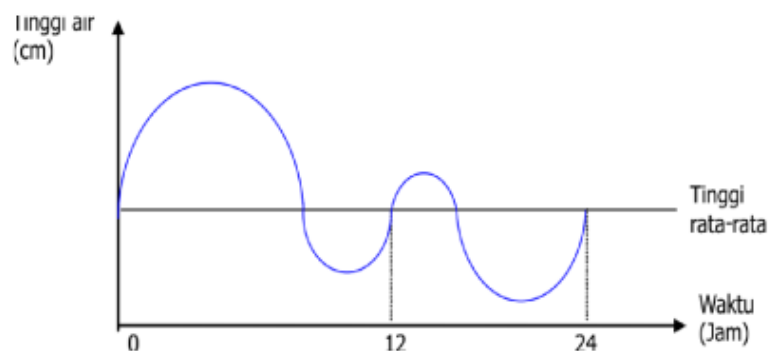
Gambar 2.19 Pola Gerak Pasang Surut Harian Ganda Beraturan

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailling semidiurnal*), dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.



Gambar 2.20 Pola Gerak Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailling diurnal*), dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, namun terkadang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.



Gambar 2.21 Pola Gerak Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal



Gambar 2.22 Sebaran pasang surut di perairan Indonesia dan sekitarnya

Pengukuran elevasi muka air laut berdasarkan data pasang surut dilakukan selama 30 hari, sehingga didapatkan istilah-istilah untuk mempermudah penamaan elevasi muka air laut (Triatmodjo, 1999) :

- a. Muka air laut tinggi (*high water level*, HWL), adalah muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water spring*, LWS), adalah muka air terendah yang dicapai saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e. 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 tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

2.2.8 Pemodelan Hidrodinamika dan Sedimen Transport

Mike 21 adalah suatu perangkat lunak rekayasa profesional yang berisi sistem pemodelan yang komprehensif untuk program komputer untuk 2D *free-surface flows*. Mike 21 dapat diaplikasikan untuk simulasi hidrolika dan fenomena terkait di sungai, danau, estuari, teluk, pantai dan laut. Program ini dikembangkan oleh DHI *Water & Environment*. Mike 21 terdiri dari beberapa modul, diantaranya adalah sebagai berikut:

A. *Hydrodynamic module (HD)*

Mike 21 *hydrodynamic (HD)* module adalah model matematik untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundaries*. *Hydrodynamic module* mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai. Efek dan fasilitasi yang termasuk di dalamnya yaitu:

- a. *bottom shear stress*
- b. *wind shear stress*
- c. *barometric pressure gradients*
- d. *Coriolis force*
- e. *momentum dispersion*
- f. *sources and sinks*
- g. *evaporation*
- h. *flooding and drying*
- i. *wave radiation stresses*

Modul hidrodinamika (HD) terdiri dari berbagai persamaan seperti kontinuitas, momentum, temperature, salinitas, dan densitas (Abbott 1979; Abbott et al 1973), berdasar dari hasil perhitungan numerical dari persamaan dua dimensi untuk perairan dangkal, seperti contoh *depth-integrated incompressible Reynolds averaged Navier-Stokes equations* (DHI 2008b).

B. *Sand Transport Module (ST)*

Modul Sand Transport (ST) merupakan aplikasi model dari angkutan sedimen non kohesif. MIKE 21 Flow Model FM adalah satu sistem modeling berbasis pada satu pendekatan mesh fleksibel. Dikembangkan untuk aplikasi di dalam *oceanographic*, rekayasa pantai dan alam lingkungan muara sungai. *Sand Transport Module* menghitung hasil dari pergerakan material non kohesif berdasarkan kondisi aliran di dalam modul hidrodinamik. Pendekatan formula yang digunakan dalam sediment transport di modul ini adalah Engelund-Hansen model, Van-Rijn model, Engelund-Fredsoe model, serta Meyer-Peter-

Müller model. Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam pergerakan sedimen.

Non-cohesif sediment transport module, Mike 21 ST, menghitung transport rates dari *graded sediment* dan *initial rates of bed level changes dz/dt* berdasar adanya pengaruh gelombang dan arus. Mike 21 ST menggunakan DHI's deterministic intrawave sediment transport model (STP) untuk mengkalkulasikan total (*bed load+suspended load*) *transport rates* dari sediment non-kohefif. Bed load, yang terpengaruh dari *bed shear stress*, bereaksi secara *instantaneously* dengan arus. Dalam ketentuan pemodelan, hal ini disebut *equilibrium transport descripton* (DHI 2008c).

STP termasuk didalamnya quasi-three-dimensional (Q3D) yang mendeskripsikan aliran dan sediment transport, sesuai yang dideskripsikan oleh Elfrink et al. (1996, 1999). Dalam versi Q3D dari STP, waktu rerata (*over a wave period*) profil kecepatan ditemukan menggunakan distribusi *three-dimensional shear stress* yang diturunkan oleh Deigaard (1993). Dengan perhitungan ini didapat net sediment transport rates dari arah propagasi gelombang dan arah dari arus rerata.

Beberapa item output yang dihasilkan dari Modul *Sand Transport* (ST) ini adalah:

- a. *Suspended Sediment Concentration (SSC)*
- b. *Suspended Load, x-component*
- c. *Suspended Load, y-component*
- d. *Total load, x-component*
- e. *Total load, y-component*
- f. *Rate of bed level change*
- g. *Bed level change*
- h. *Bed level*

2.2.9 Metode Validasi

Validasi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat hasil simulasi yang dihasilkan dari software, valid atau tidaknya hasil simulasi dapat diketahui berdasarkan nilai error yang didapatkan. Salah satu metode validasi yang sering digunakan adalah dengan MAPE. Metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dicetuskan oleh Lawrence (2009). Berikut ini persamaan MAPE:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \quad (2.4)$$

Dimana:

At: Data sesungguhnya hasil pengukuran

Ft: Data hasil permodelan

n: Jumlah data

Valid atau tidaknya hasil permodelan dapat diketahui dari tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Tingkat akurasi MAPE

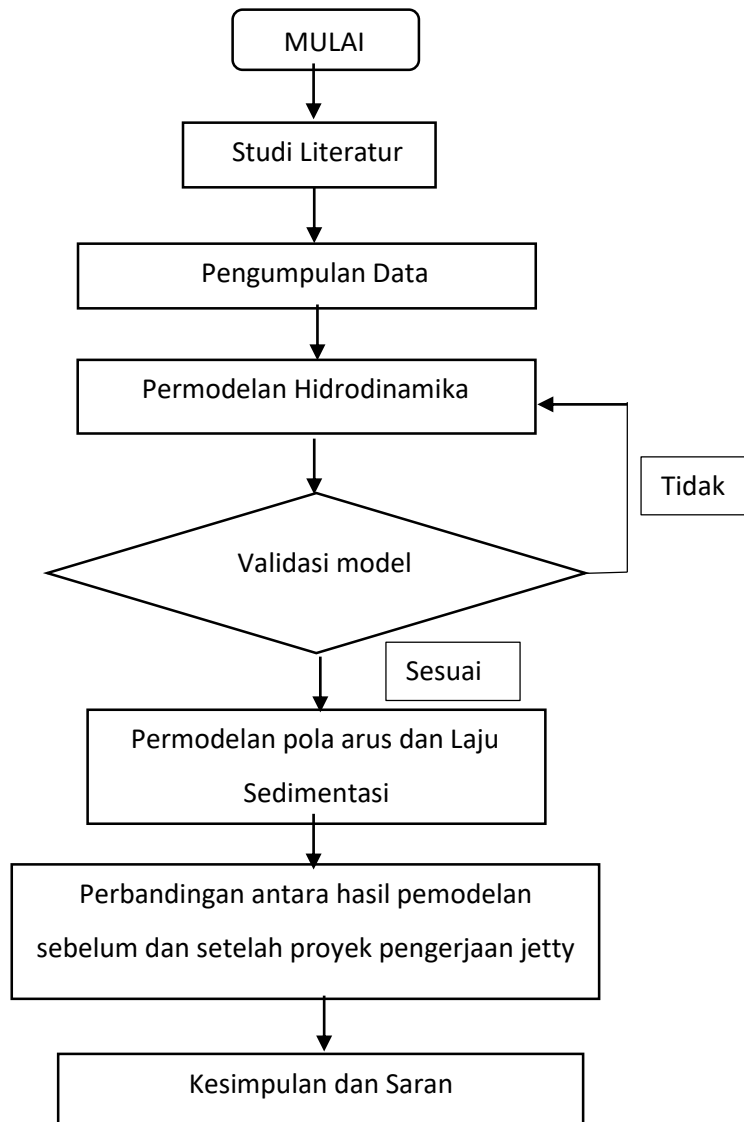
Presentase MAPE	Tingkat Akurasi
< 10 %	Akurasi Permodelan Tinggi
10 % - 20 %	Akurasi Permodelan Baik
21% - 50%	Akurasi Permodelan Biasa
>50 %	Permodelan Tidak AKurat

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

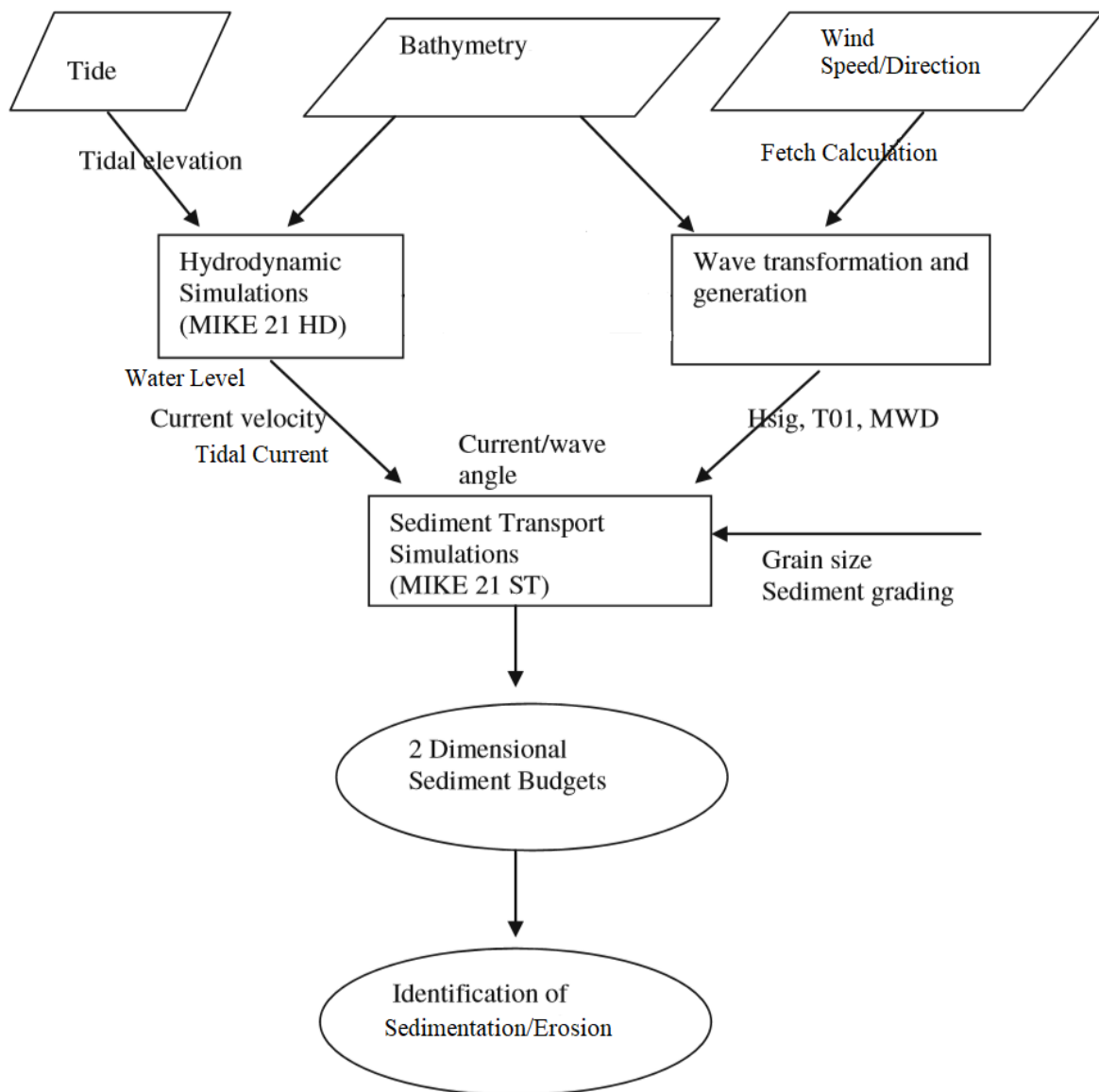
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Metodologi penelitian yang digunakan untuk pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian



Gambar 3. 2 Diagram alir pemodelan

3.2 Prosedur Penelitian

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

1. Studi Literatur

Pengumpulan dan Studi litelatur sangat diperlukan dalam menunjang pengerjaan Tugas Akhir ini. Dengan adanya studi litelatur dapat memperdalam pemahaman mengenai permasalahan yang dikerjakan. Acuan dan dasar teori dari studi litelatur juga akan memperkuat dasaran dalam memecahkan permasalahan yang ada. Studi litelatur sendiri

dapat berasal dari buku, makalah ataupun penelitian-penelitian Tugas Akhir yang pernah dilakukan sebelumnya.

2. Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang diperlukan untuk penulisan Tugas Akhir ini. Data yang dipakai adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari penelitian pihak lain. Data sekunder tersebut diantaranya Peta Batimetri, data Pasang surut, data Gelombang, data Sedimen

3. Pemodelan Hidrodinamika dengan menggunakan Software Mike21

Setelah data sekunder terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah memodelkan data batimetri ke dalam software Mike21. Data input berupa pasang surut, digitasi batimetri, data angin.

4. Validasi Model

Sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya, validasi model batimetri sangat penting dilakukan. Validasi batimetri dapat dilakukan dengan cara mencocokkan hasil meshing dengan keadaan sebenarnya. Selain itu, validasi pasang surut juga dilakukan

5. Permodelan pola arus dan Laju Sedimentasi

Pemodelan *sand transport* dilakukan dengan input data sedimen, gelombang yang sebelumnya didapat dari perhitungan data angin. Setelah pemodelan awal sudah valid, maka dilakukanlah pemodelan lebih terperinci pada pola arus, laju sedimentasi, dan morfologi pantai. Setelah pemodelan selesai maka akan mengetahui hasil dari perubahan pola arus, laju sedimentasi.

6. Perbandingan antara hasil pemodelan sebelum dan setelah proyek pengerjaan jetty dilakukan

Setelah melakukan pemodelan terhadap kondisi sebelum dan setelah proyek, maka dilakukanlah perbandingan antara pemodelan sebelum dan setelah pengerjaan jetty dilakukan. Sehingga dapat diketahui perbedaan pola arus dan sedimentasi yang terjadi.

7. Kesimpulan dan Saran

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Studi

Lokasi yang menjadi objek studi ini yakni kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Secara geografis kabupaten Banyuasin terletak antara 104°00' Bujur Timur sampai 105° 35' Lintang Selatan. Luas wilayah Banyuasin yakni 11.832,99 km². Wilayah kabupaten Banyuasin didominasi oleh daratan, berbatasan dengan daerah kabupaten Musi Banyuasin dan selat Bangka di sebelah utara. Kabupaten Muara Enim, kabupaten Ogan Komering Ilir dan kota Palembang di sebelah selatan. Kabupaten Komering Ulu dan selat Bangka di sebelah timur.

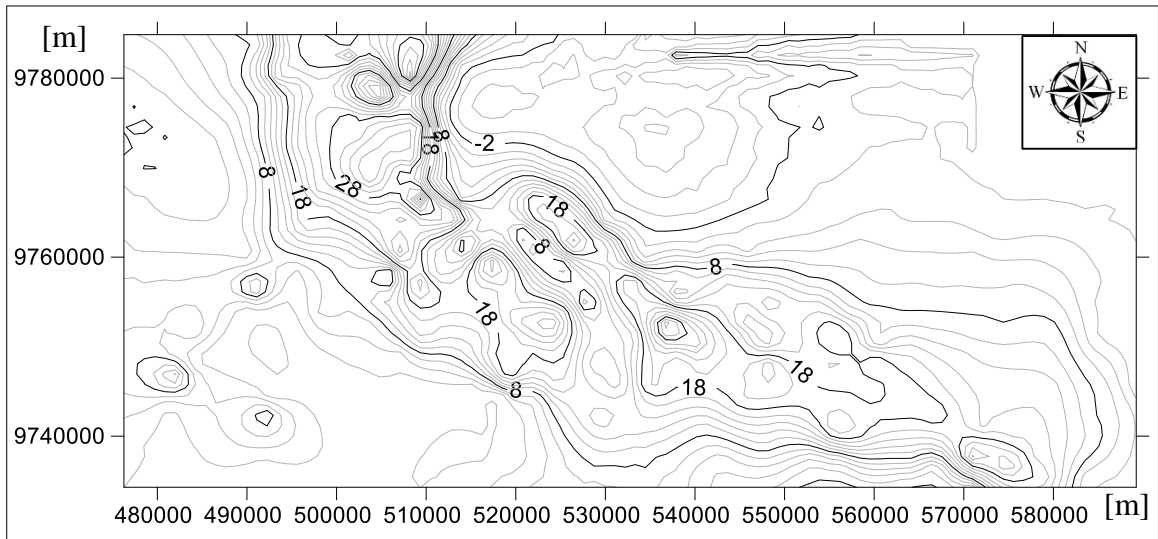
Rencana pembangunan jetty pada fasilitas open crude access milik PT Pertamina RU Plaju yang akan dilakukan oleh pihak swasta dan pihak Pertamina berada di tanjung Katimabongko yang langsung berbatasan dengan selat Bangka. Adapun layout yang akan menjadi studi ini adalah bangunan jetty terdiri dari pier yang menjorok dari daratan menuju lepas pantai sepanjang 1.5 km. Rencana pembangunan jetty pada fasilitas open crude access milik PT Pertamina RU Plaju yang akan dilakukan oleh pihak swasta dan pihak Pertamina berada di tanjung Katimabongko yang langsung berbatasan dengan selat Bangka. Adapun layout yang akan menjadi studi ini adalah bangunan jetty terdiri dari pier yang menjorok dari daratan menuju lepas pantai sepanjang 1.5 km.

4.2 Analisis Data

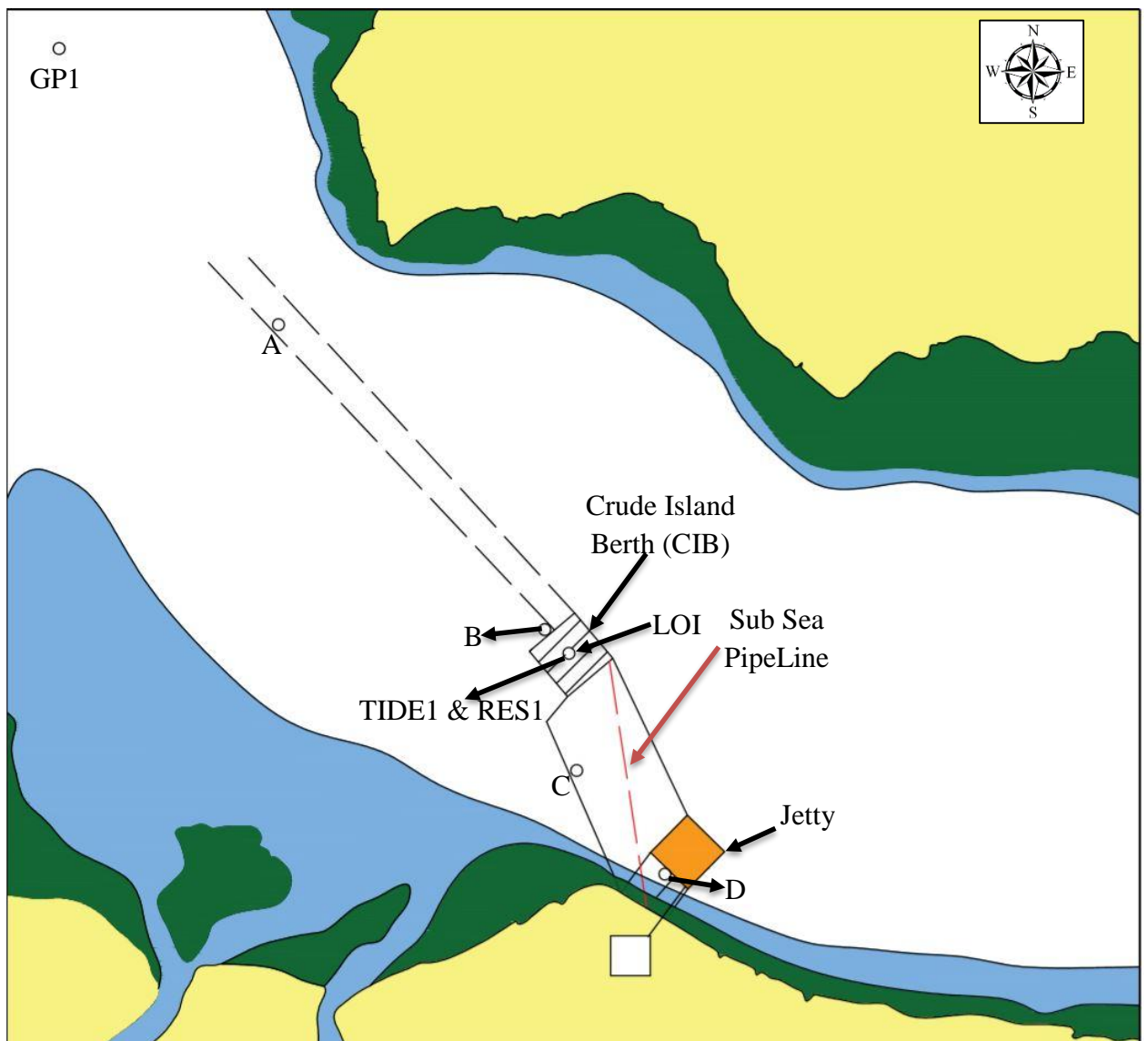
Data yang digunakan dalam tugas akhir ini didapat dari berbagai sumber. Berikut data-data yang digunakan:

4.3 Data Peta Batimetri dan Hasil Survei *Metocean*

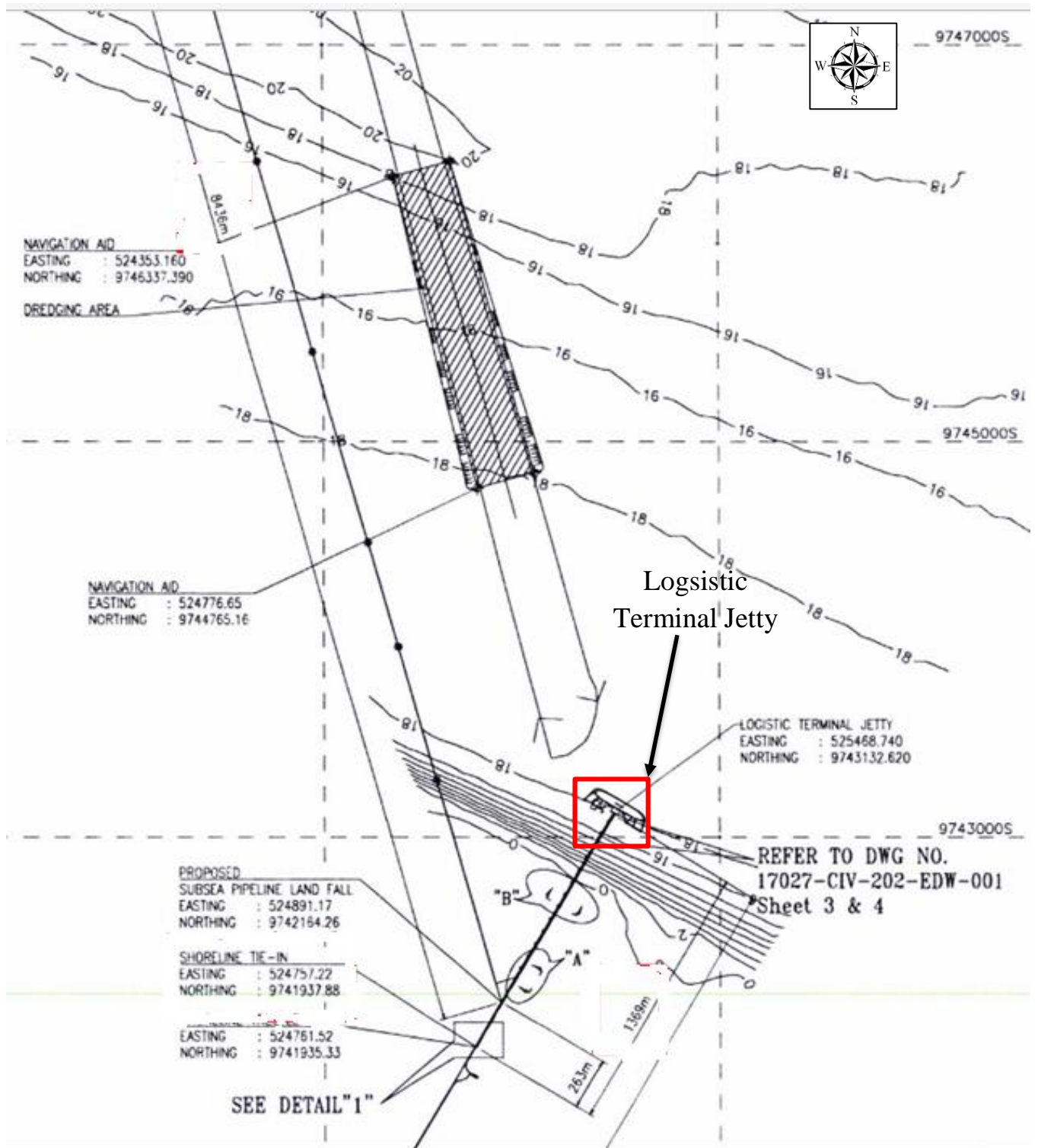
Data batimetri merupakan data sekunder yang didapat dari survey guna menunjukkan topografi dari suatu perairan. Peta ini memberikan informasi kedalaman dari suatu titik pada perairan dengan menunjukkan kontur dari kedalaman. Data batimetri ini nantinya menjadi masukan untuk kontur batimetri pada daerah pemodelan. Dari peta diketahui, bahwa kedalaman perairan selat Bangka yang terletak tepat di utara tanjung Katimabongko memiliki variasi kedalaman dari 0 – 40 meter.



Gambar 4.1 Peta Batimetri Tanjung Katimabongko



Gambar 4.2 Peta Lokasi Pengambilan Data Tanjung Katimabongko, Plaju



Gambar 4.3 Peta lokasi penelitian (diperbesar)

Tabel 4.1 Lokasi Pengambilan Data Lapangan Tanjung Katimabongko

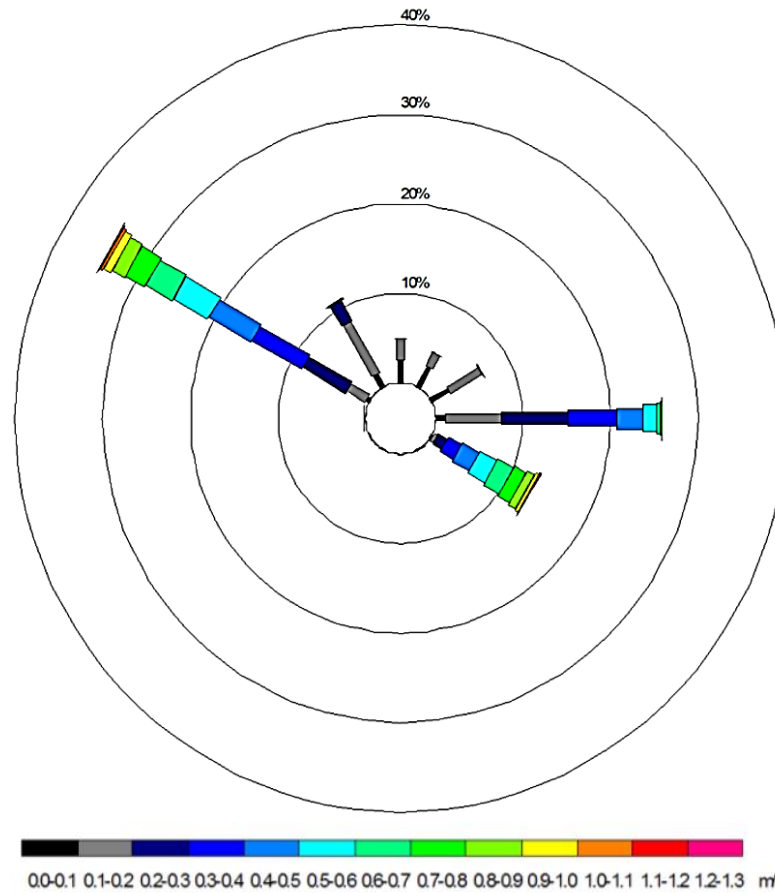
<i>Location</i>	<i>Parameter</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Water Depth</i>
Katimabongko LOI		2° 14' 16.708" S	105° 12' 08.729" E	25.3
GP 1	<i>Wind and Waves</i>	2° 00' 00.000" S	105° 00' 00.000" E	
Tide 1	<i>Tidal current and levels</i>	2° 14' 16.800" S	105° 12' 08.640" E	
RES 1	<i>Residual Current and Enviromental</i>	2° 14' 21.840" S	105° 12' 08.640" E	
A	Seabed Sample	2° 8' 54.21" S	105° 6' 50.89" E	40
B	Seabed Sample	2° 14' 11.11" S	105° 11' 46.39" E	30
C	Seabed Sample	2° 16' 59.06" S	105° 12' 59.73" E	18
D	Seabed Sample	2° 19' 11.42" S	105° 14' 46.49" E	15

Perairan disekitar Tanjung Katimabongko termasuk dalam perairan tertutup dikarenakan di seberangnya terdapat pulau Bangka. Kedalaman disekitar lokasi pelitian berkisar dari 0 – 20 meter, warna biru pada gambar 4.2 menyatakan kedalaman kurang dari 10 meter, warna putih menandakan kedalaman bervariasi mulai dari 11-35 meter. Lokasi rencana pembangunan jetty seperti ditunjuk dengan kotak merah pada gambar 4.3. Pantai Tanjung Katimabongko terletak di selat bangka yang merupakan perairan dengan arus dan gelombang tergolong tenang. Penulis berasumsi transpor sedimen yang terjadi disekitar wilayah studi karena adanya proses arus dan gelombang. Arus yang terjadi di wilayah studi termasuk *longshore current* karena lokasi pantai Tanjung Katimabongko yang menghadap arah timur laut, sehingga gelombang yang pecah dengan membentuk sudut α besar terhadap garis pantai. Penulis mengkalkulasikan gelombang yang timbul berasal dari perhitungan data angin dominan dari arah tenggara menuju barat laut.

4.3.1 Data Arus

Data arus yang diambil dari selat Bangka didapat dari dokumen pengukuran *Metocean* yang diambil untuk memenuhi kebutuhan proyek *open crude access* milik PT Pertamina RU III yang pengambilan data dilakukan oleh pihak ketiga yakni PT Bintang Subsea dengan lokasi pengambilan seperti pada gambar. Data ini nantinya digunakan untuk masukan dalam pemodelan dan validasi hasil pemodelan. Dari data yang didapat dijelaskan ada sebaran

kecepatan arus yang hampir merata dengan kecepatan arus tertinggi sebesar 1.3 m/s dengan arah arus paling dominan dari arah barat laut menuju ke tenggara.



Gambar 4.4 Diagram Mawar Arus Batimetri Tanjung Katimabongko

4.3.2 Data Pasang Surut

Data pasang surut, serta konstanta harmonik pasang surut diambil dari BMT *ARGOSS Global Tide Model*. Informasi data pasang surut global didapat berdasar dari integrasi hampir dari 5000 stasiun pengambilan data pasang surut dan pengukuran dari 15 tahun radar satelit altimetry. Konstanta harmonik pasang surut hasil dari model pasang surut sebagai berikut:

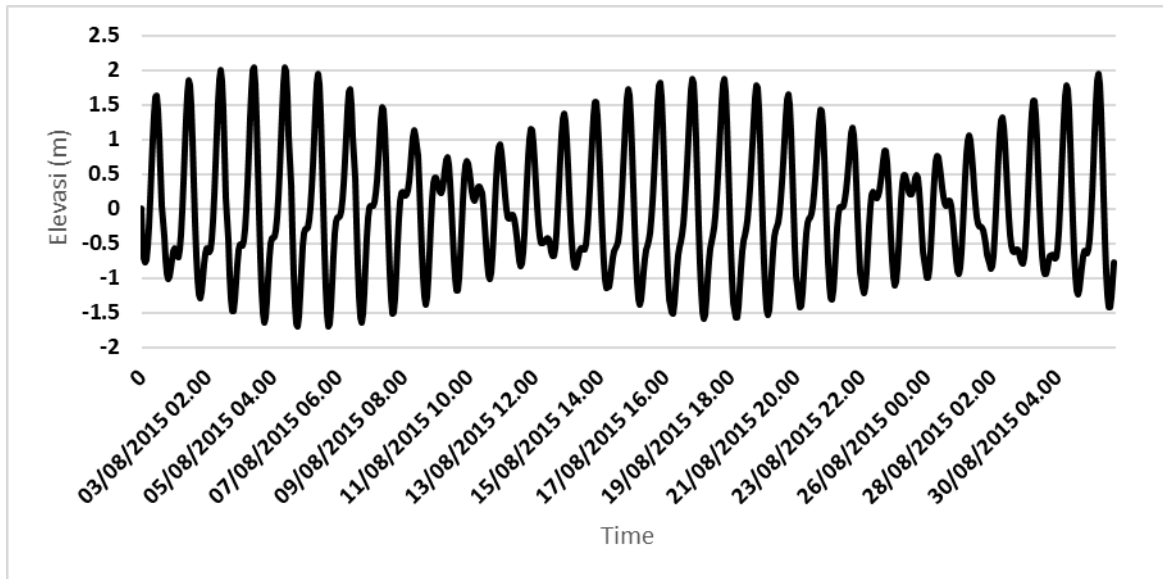
Tabel 4.2 konstanta harmonik pasang surut hasil pengamatan

<i>Constituents</i>	<i>Symbol</i>	<i>H = Amplitudo (M)</i>	<i>θ_0</i>
<i>Average water level</i>	Z0	29.923	0
<i>Main lunar constituent</i>	M2	0.492	319.5
<i>Main solar constituent</i>	S2	0.11	64.4
<i>Lunar constituent, due to earth moon distance</i>	N2	0.095	285.3
<i>Soli-lunar constituent, due to change of declination</i>	K2	0.076	96.5
<i>Soli-lunar constituent</i>	K1	0.931	55.5
<i>Main lunar constituent</i>	O1	0.529	208.2
<i>Main solar constituent</i>	P1	0.237	315.2
<i>Main lunar constituent</i>	M4	0.017	270.2
<i>Soli-lunar constituent</i>	MS4	0.020	43.0

Data pasang surut pada penelitian ini diperoleh dari PT Bintang Subsea sebagai Surveyor, data diambil selama 30 hari dengan interval waktu pengukuran 1 jam. Dokumen menyebutkan hasil dari analisis data lapangan, maka diperoleh data sebagai berikut:

- *Highest astronomical tide (HAT)* 2.46 m.
- *Mean high water spring (high, MHWS)* 2.03 m
- *Mean high water spring (mixed, MHWS)* 1.73 m.
- *Mean high high-water (MHHW)* 1.40 m.
- *Mean low high-water (MLHW)* 0.97 m.
- *Mean high water neap (MHWN)* 0.56 m.
- *Mean sea level (MSL)* 0 m.
- *Mean low water neap (MLWN)* -0.51 m.
- *Mean high low-water (MHLW)* -0.94 m.
- *Mean low low-water (MLLW)* -1.31 m.
- *Mean low water spring (mixed, MLWS)* -1.66 m.
- *Mean low water spring (low, MLWS)* -1.92 m.
- *Lowest astronomical tide (LAT)* -2.33 m.

Dalam pengerjaan untuk masukan pasang surut pemodelan, penulis menggunakan MIKE21 toolbox tide analysis of heights untuk menghasilkan grafik pasang surut dengan memasukkan semua konstanta pasang surut.



Gambar 4.5 Grafik pasang surut generate miketoolbox

4.3.3 Domain Model Global

Data sedimen ini merupakan data yang nantinya digunakan untuk masukan pada analisa sedimentasi pada daerah pemodelan dengan menggunakan Mike 21 *module sand transport*. Pengambilan data sedimen dasar didapat dari laporan pangamatan lapangan milik PT Bintang Subsea. Data parameter sedimen yang lain ditentukan berdasarkan data penelitian yang bersumber dari *geotechdata*.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Material Sedimen

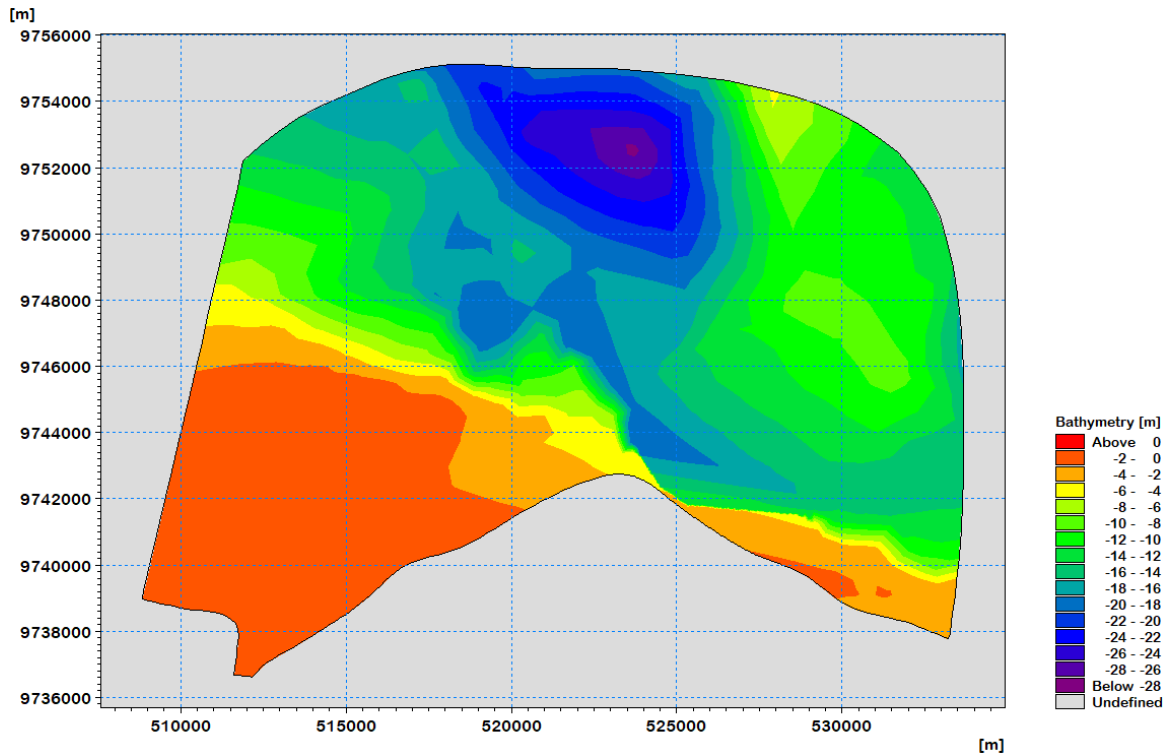
<i>Parameter</i>	A	B	C	D
<i>Sand</i>	72%	44.6%	59.9%	66.9%
<i>Silt</i>	24.6%	47.5%	34.3%	29%
<i>Clay</i>	3.4%	7.9%	5.8%	4.1%

Secara umum material sedimen didominasi jenis pasir dan sedikit debu dengan tanah liat. Titik pengambilan sampel yang digunakan oleh penulis yakni titik D, sehingga ukuran sedimen yang nanti dimasukkan guna pemodelan berupa nilai tengah dari jenis material sedimen jenis pasir sebesar 1.0315 mm. Hal ini dilakukan karena dalam laporan milik PT Bintang Subsea tidak terdapat kelengkapan data property tanah.

4.4 Pemodelan *software* Mike 21

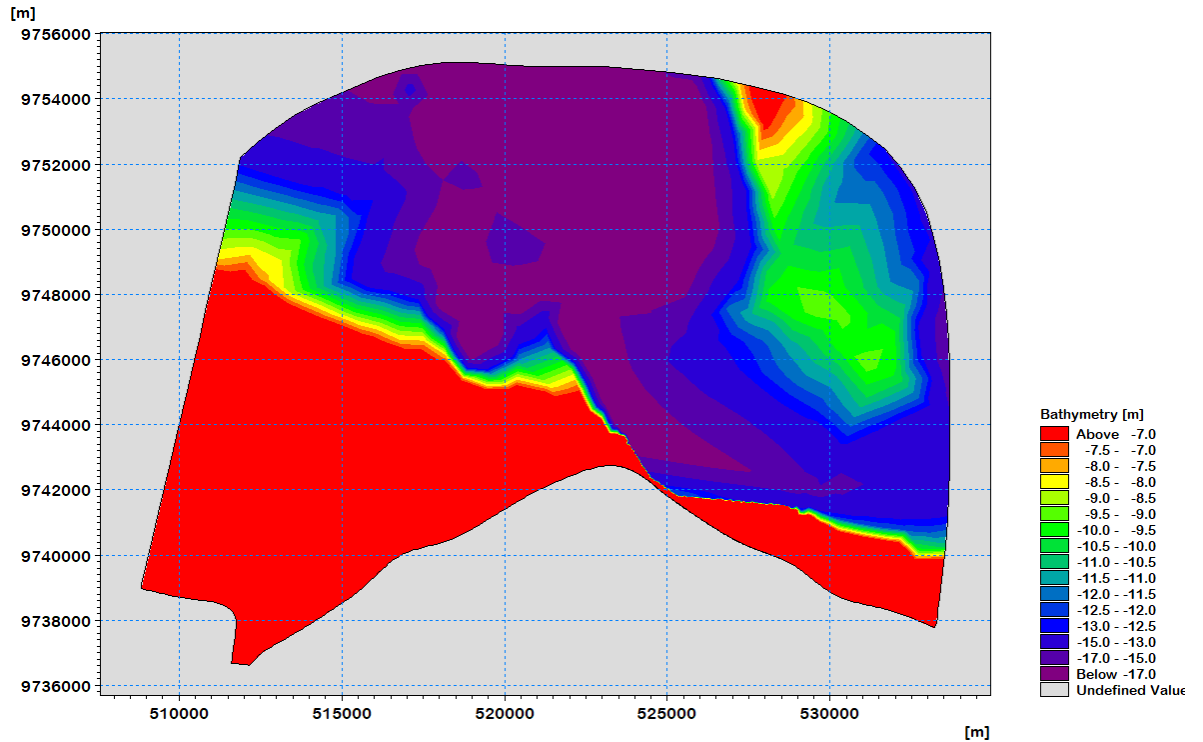
4.4.1 Meshing

Setelah data – data yang diperlukan telah terkumpul, maka dapat dilakukan pemodelan. Hal pertama yang dilakukan ialah mendigitasi peta batimetri. Proses digitasi menggunakan *software* Surfer. Apabila proses digitasi telah usai, maka proses pemodelan numerik sudah dapat dimulai.



Gambar 4.6 Meshing Daerah Penelitian Tanjung Katimabongko

Pemodelan pola arus, perubahan morfologi, serta laju sedimentasi yang terjadi pada lokasi penelitian, penulis menggunakan perangkat lunak Mike. Sebelum melakukan input data, terlebih dahulu dilakukan pembuatan data kedalaman dengan format YXZ ataupun txt yang berisikan data garis pantai dan data kedalaman., menggunakan fitur *mesh generator* yang ada pada Mike 21. Tahapan pertama sebelum menuju proses pemodelan numerik ialah *meshing*. Tahapan ini berfungsi untuk menginformasikan daerah yang akan dimodelkan dengan perhitungan *finite element method*.



Gambar 4.7 Kontur Kedalaman Daerah Penelitian

Setelah proses meshing dilakukan, tahapan selanjutnya yang perlu dilihat yakni hasil *mesh quality*. Hasil meshing yang terbentuk ialah gambar kontur daerah pemodelan yang sudah dilakukan perbaikan dari *mesh quality* seperti pada gambar.

4.4.2 Kondisi Batas Lingkungan

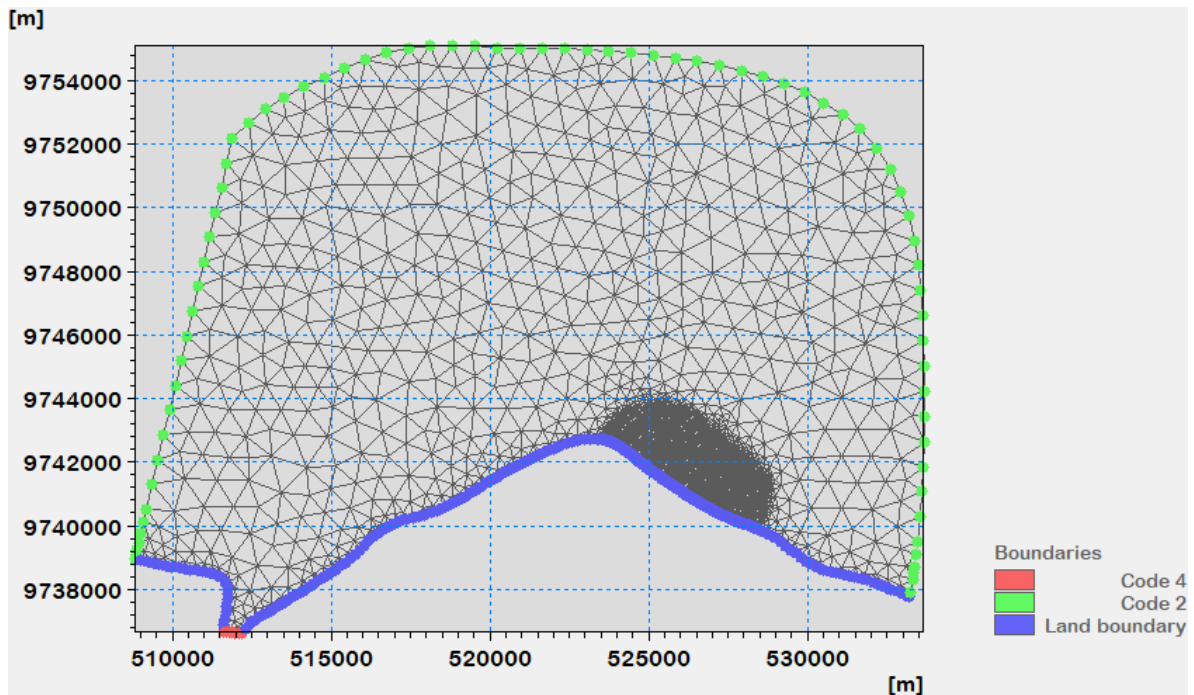
Setelah data – data yang diperlukan telah terkumpul, maka dapat dilakukan pemodelan. Hal pertama yang dilakukan ialah mendigitasi peta batimetri. Proses digitasi menggunakan software Surfer. Apabila proses digitasi telah usai, maka proses pemodelan numerik sudah dapat dimulai.

Kondisi batas lingkungan yang digunakan dalam pemodelan Mike 21 ini terbagi menjadi dua macam, yakni batas lingkungan untuk pemodelan hidrodinamika (HD module) dan pemodelan transport sedimen tipe pasir (ST module).

Kondisi batas lingkungan (boundary condition) untuk pemodelan HD module ada pada tabel dan gambar.

Tabel 4.4 Kondisi batas HD *module*

Kondisi Batas	Keterangan	Input
4	<i>Specified Discharge</i>	Data Debit Sungai
2	<i>Specified Level</i>	Data Pasang Surut
<i>Land Boundary</i>	<i>Land (Zero Normal Velocity)</i>	



Gambar 4.8 Gambaran Kondisi Batas Pemodelan HD *Module*

Kondisi batas lingkungan (*boundary condition*) untuk pemodelan transport sedimen *ST module* ada pada tabel

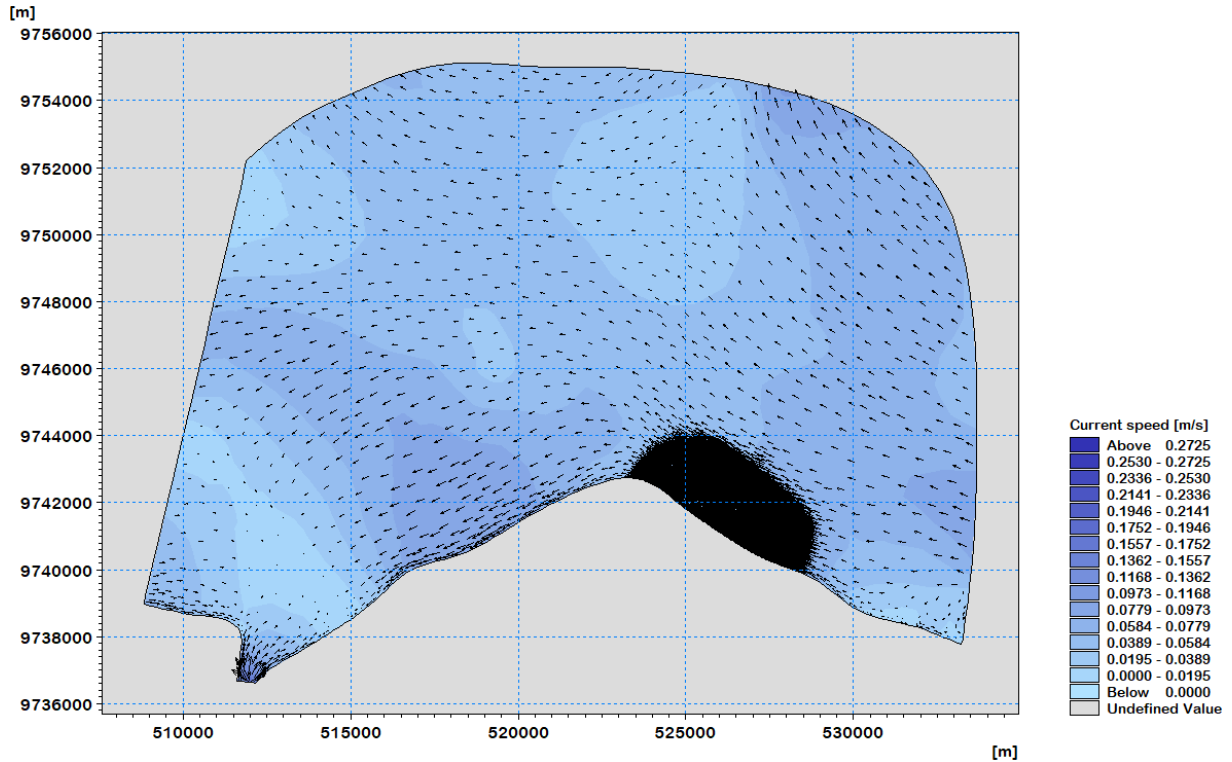
Tabel 4.5 kondisi batas *ST module*

Kondisi batas	Keterangan
4	Zero sediment flux gradient
2	Zero sediment flux gradient

4.4.3 Simulasi Hidrodinamika (HD *Module*)

Setelah semua data didapatkan, proses selanjutnya ialah pembuatan model dari daerah sesungguhnya. Simulasi ialah proses yang dilakukan oleh model dalam menirukan kejadian

yang telah, sedang, dan akan terjadi. Simulasi ini menjalankan model dengan kondisi awal dan batas yang berbeda untuk berbagai situasi. Hasil simulasi pola aliran dalam bentuk vector ada pada gambar.

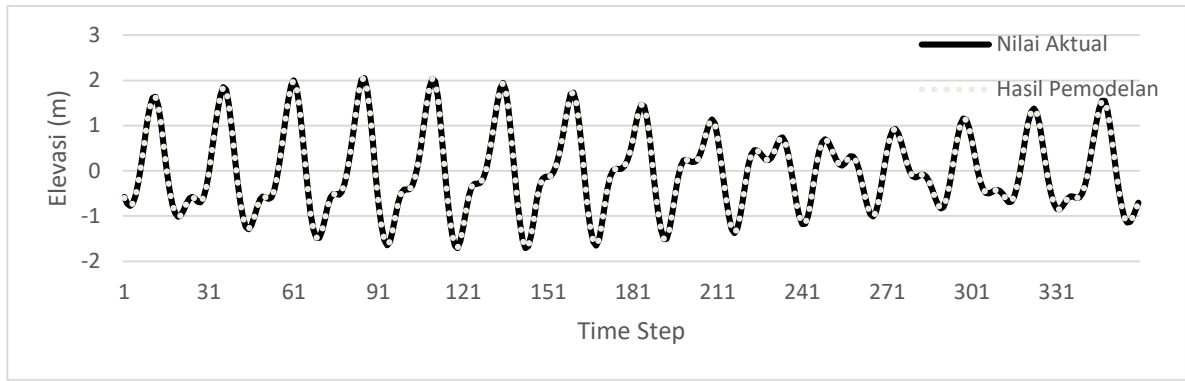


Gambar 4.9 Hasil Simulasi Pola Arus dalam Bentuk Vektor

4.4.4 Validasi Hasil Simulasi

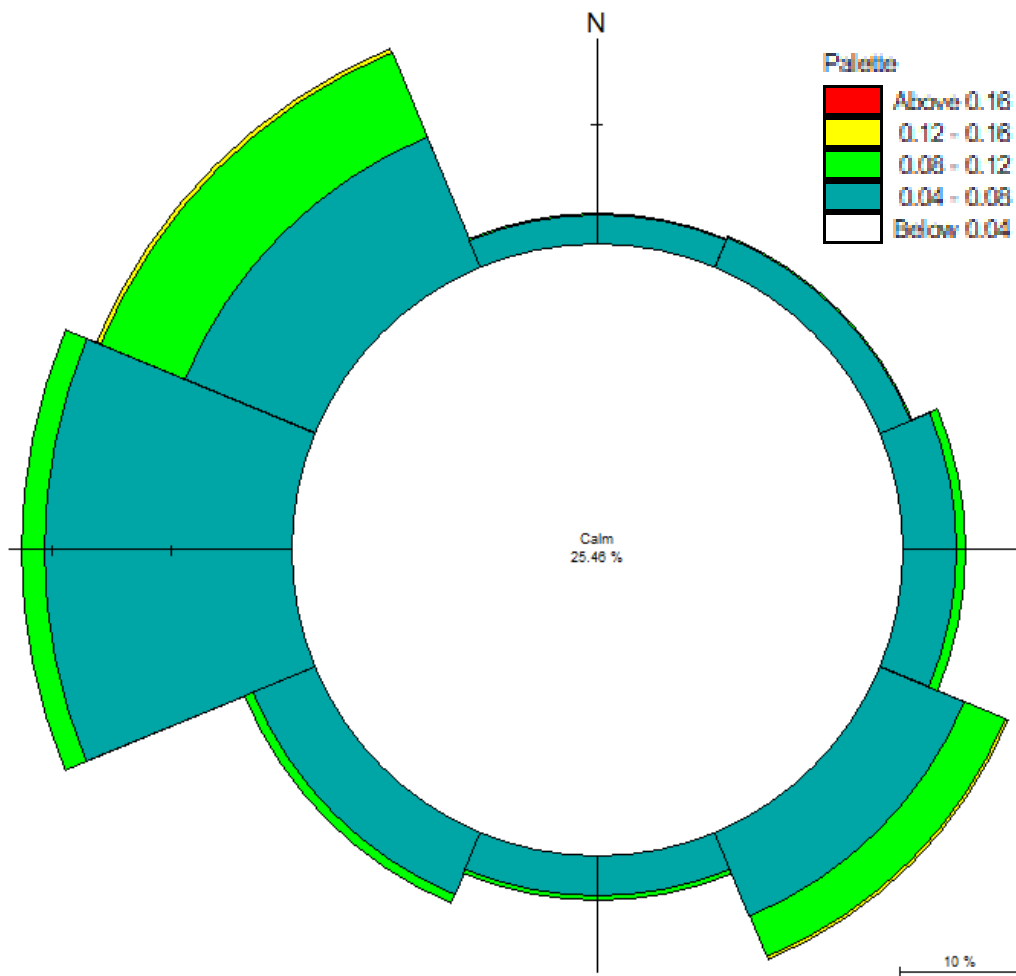
Setelah dilakukan simulasi dari wilayah penelitian, maka langkah berikutnya adalah menguji hasil dari pemodelan tersebut. Pengujian dalam pemodelan ini dapat dilakukan dengan validasi, yakni perbandingan hasil simulasi dengan data lapangan. Proses validasi sendiri merupakan usaha untuk meminimalisasi penyimpangan hasil simulasi terhadap data lapangan.

Perhitungan yang digunakan untuk validasi berupa besar selisih dari hasil simulasi dengan besaran yang benar terjadi. Validasi yang dilakukan termasuk didalamnya validasi terhadap pasang surut, dan arus. Metode validasi yang digunakan untuk pasang surut yakni metode MAPE (Mean Absolute Percentage Error) yang dicetuskan oleh Lawrence (2009). Hasil dari validasi pasang surut didapat nilai MAPE sebesar 0.86 %.



Gambar 4.10 Perbandingan Pasang Surut Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

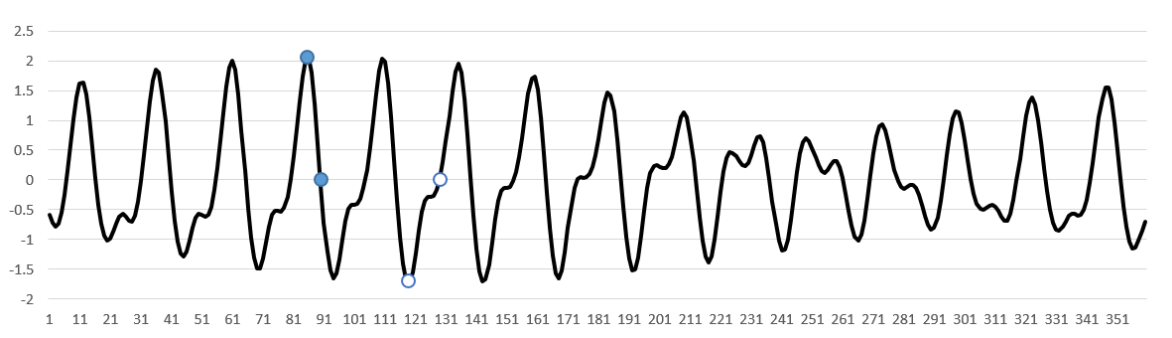
Validasi berikutnya yakni terhadap arus, dalam melakukan validasi ini digunakan pencocokan arah arus. Hal ini dikarenakan kurang lengkapnya data pengamatan dilapangan. Validasi arus yang didapat dari pengamatan lapangan oleh PT Bintang Subsea.



Gambar 4.11 Diagram Mawar Arus Hasil Pemodelan

4.4.5 Pola Arus

Setelah dilakukan proses simulasi dari lokasi penelitian, maka didapatkan pola arus yang terjadi selama time step. Pengamatan pola arus pada keadaan tertentu, seperti pada saat terjadi pasang tertinggi time step 86, dan saat pasang tertinggi menuju kondisi surut time step 90 yang keduanya ditandai dengan titik hitam. Kondisi surut terendah time step 119, dan kondisi surut terendah menuju pasang time step 129 yang keduanya ditandai dengan titik putih.

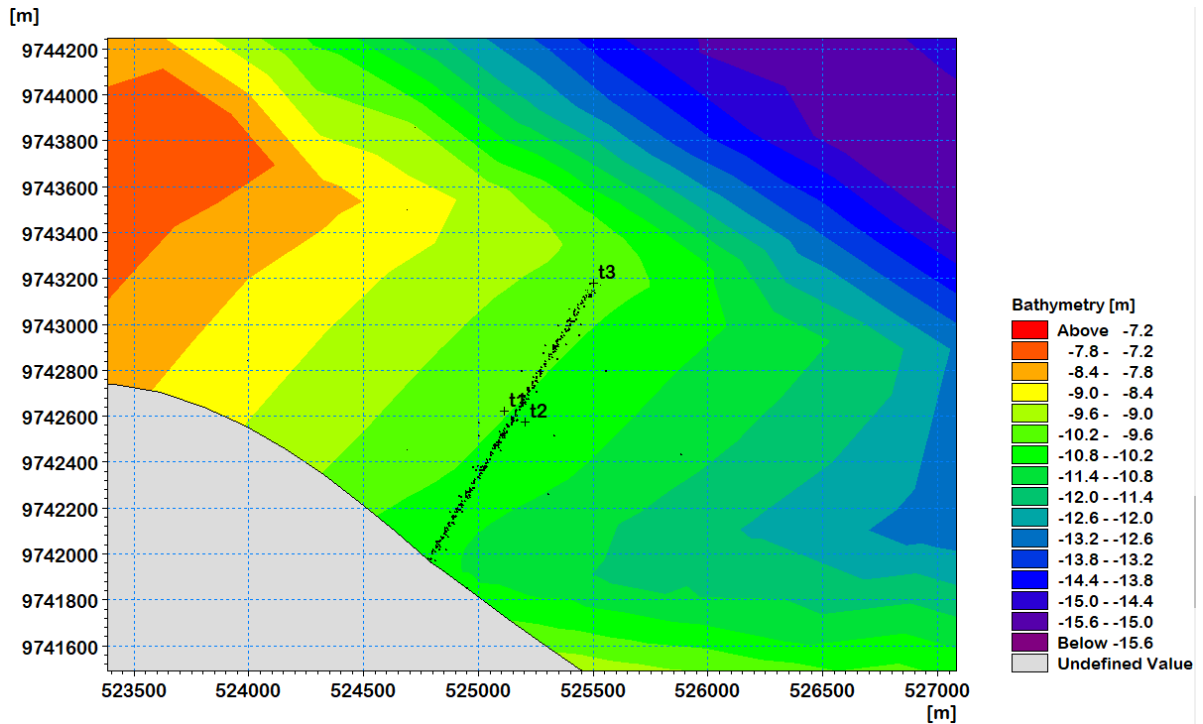


Gambar 4.12 *Time Step* Pengamatan Hasil dari Simulasi Hidrodinamika

Tahapan selanjutnya setelah *time step* ditentukan, yakni penentuan titik-titik lokasi pengamatan kecepatan arus yang akan dijadikan perbandingan dengan pengamatan setelah dilakukan pemodelan rencana pembangunan jetty untuk *open crude acces*.

Tabel 4.7 Koordinat Titik Tinjau Kecepatan Arus Tanjung Katimabongko

Titik pengamatan	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>
Titik 1	525110.50469	9742621.097202
Titik 2	525201.945551	9742572.687334
Titik 3	525499.651267	9743179.092875



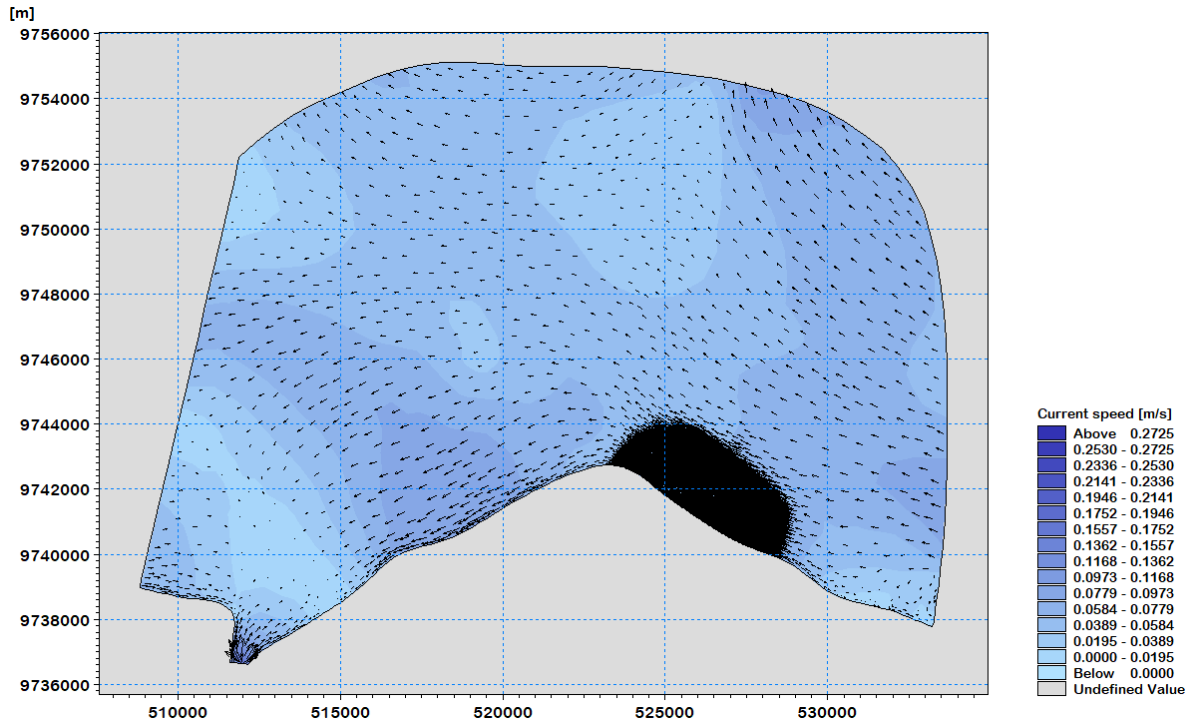
Gambar 4.13 Lokasi Titik Pengamatan Kecepatan Arus Kondisi Eksisting

Hasil pemodelan menunjukkan kecepatan arus yang berada pada titik pengamatan secara keseluruhan mengalami penurunan kecepatan saat kondisi pasang tertinggi menuju ke kondisi surut. Saat kondisi surut terendah menuju ke kondisi pasang kecepatan arus cenderung mengalami kenaikan.

Tabel 4.8 Kecepatan arus pada setiap titik tinjau

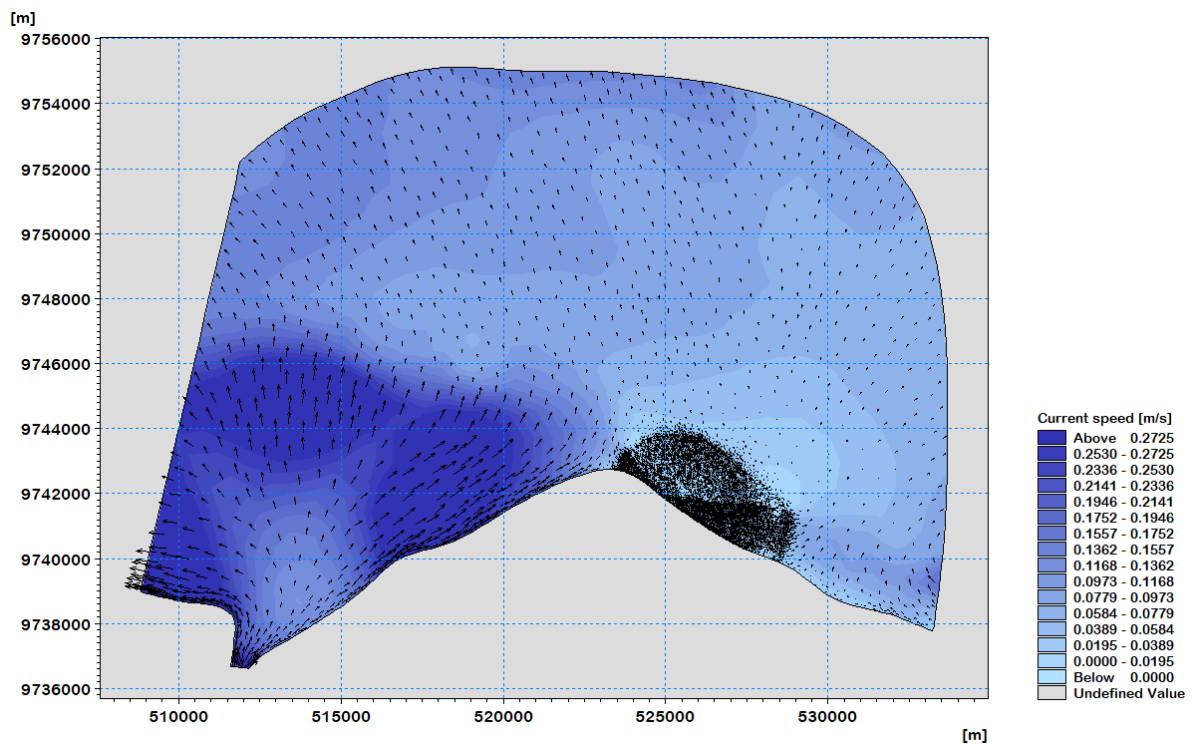
<i>Time step</i>	Titik tinjau kecepatan arus		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3
86	0.0387842	0.0384949	0.0473751
90	0.0162764	0.0159839	0.0220512
119	0.0349652	0.034319	0.0472908
129	0.0444213	0.0436712	0.054605

Hasil pemodelan pola arus pada gambar merupakan pola arus yang terjadi saat pasang tertinggi pada *time step* 86. Saat pasang tertinggi pergerakan pola arus berasal dari muara menuju ke daerah laut terbuka, serta dari arah timur menyebar ke arah barat dengan kecepatan berkisar 0.0389 – 0.0584 m/s.



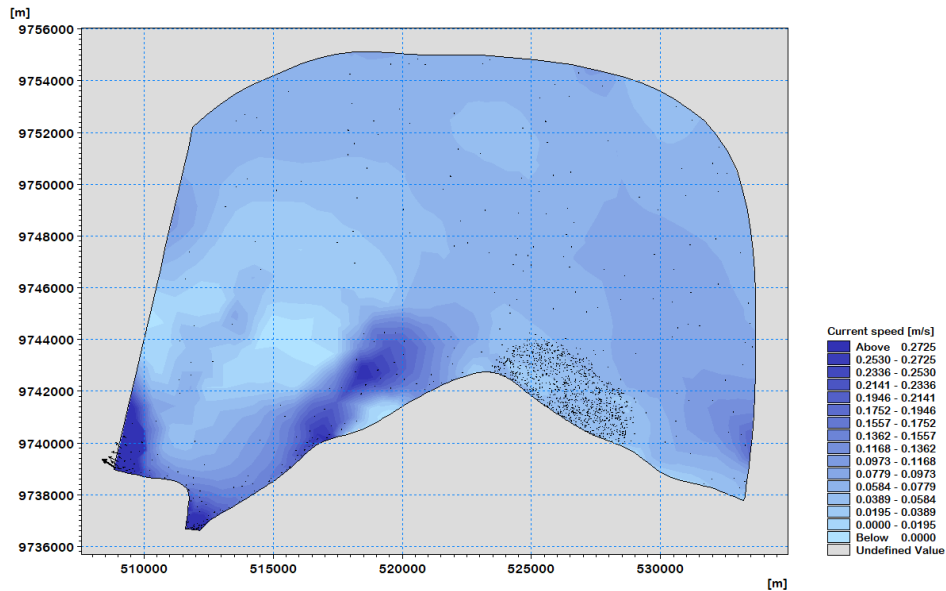
Gambar 4.14 Pola Arus *Time Step* 86 saat Pasang Tertinggi

Hasil pemodelan pola arus saat pasang tertinggi menuju surut pada *time step* 90. Saat pasang tertinggi menuju surut pergerakan pola arus berasal dari muara menuju ke daerah laut terbuka dengan kecepatan berkisar 0.0167 – 0.022 m/s.



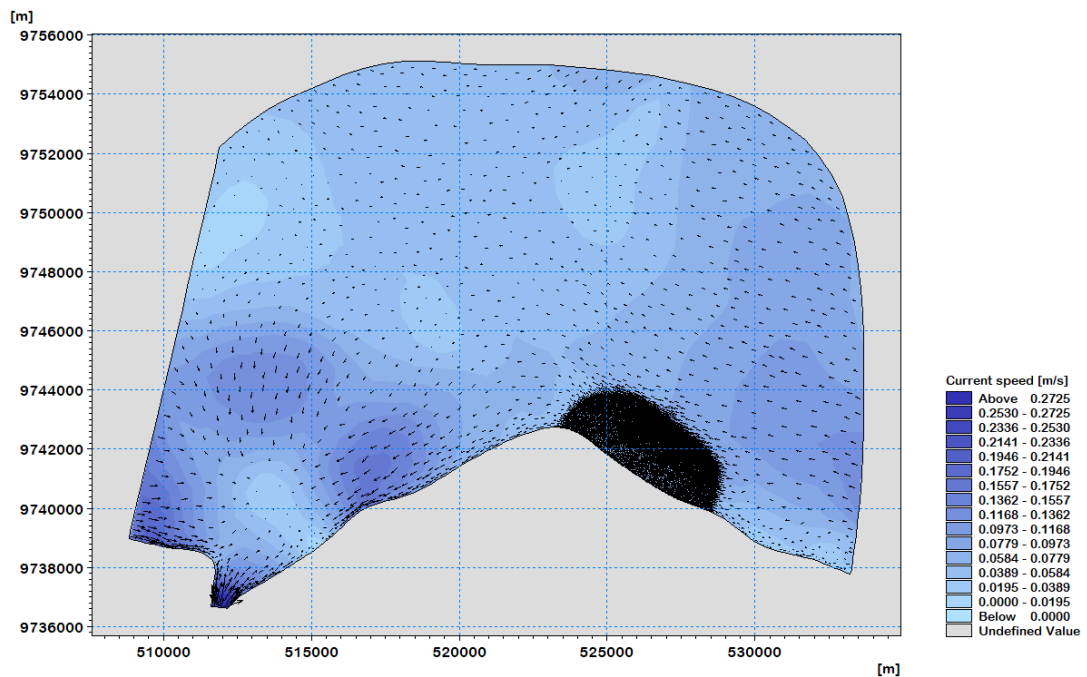
Gambar 4.15 Pola Arus *Time Step* 90 saat Pasang Menuju Surut

Hasil pemodelan pola arus saat surut terendah pada *time step* 119. Saat surut terendah pergerakan pola arus berasal dari muara menuju ke daerah laut terbuka dengan kecepatan berkisar 0.0349 – 0.047 m/s atau bahkan melambat saat menuju laut terbuka.



Gambar 4.16 Pola Arus *Time Step* 119 saat Surut Terendah

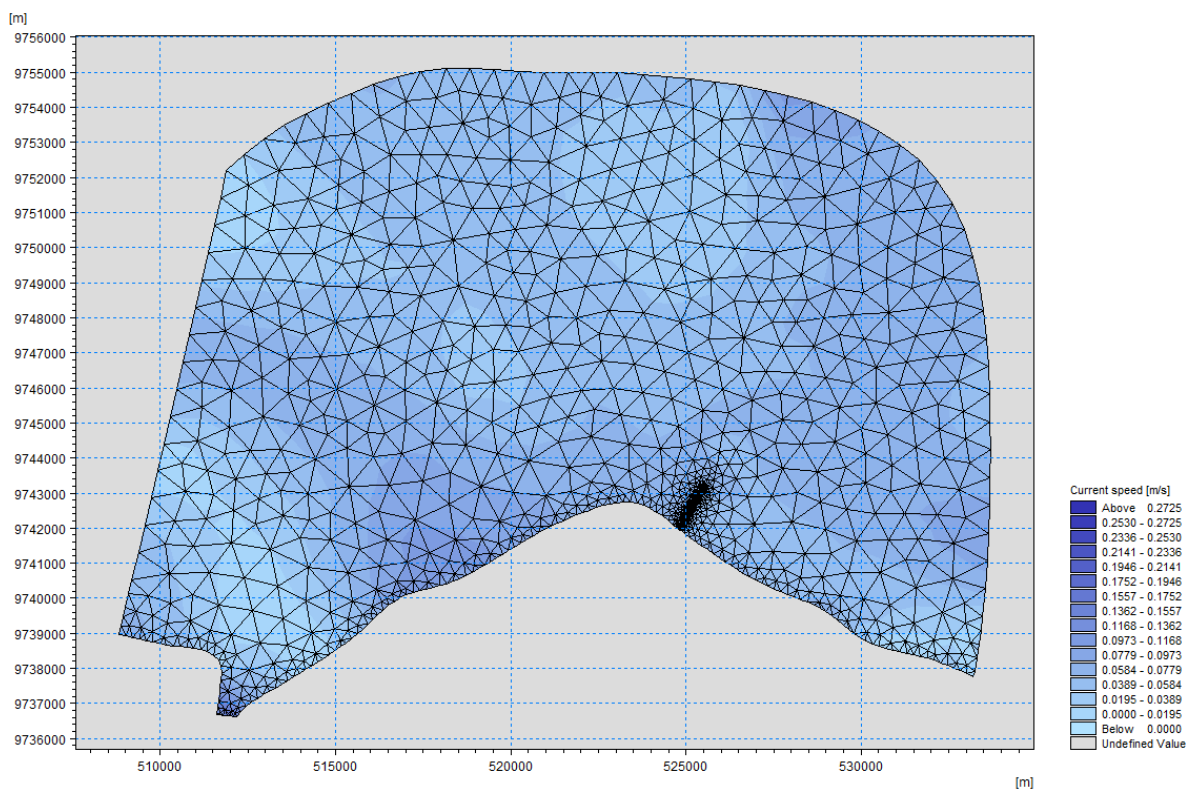
Hasil pemodelan pola arus saat surut terendah menuju pasang pada *time step* 129. Saat surut terendah menuju pasang pergerakan pola arus berasal dari laut terbuka menuju ke muara dengan kecepatan berkisar 0.044 – 0.054 m/s.



Gambar 4.17 Pola Arus *Time Step* 129 saat Surut Terendah

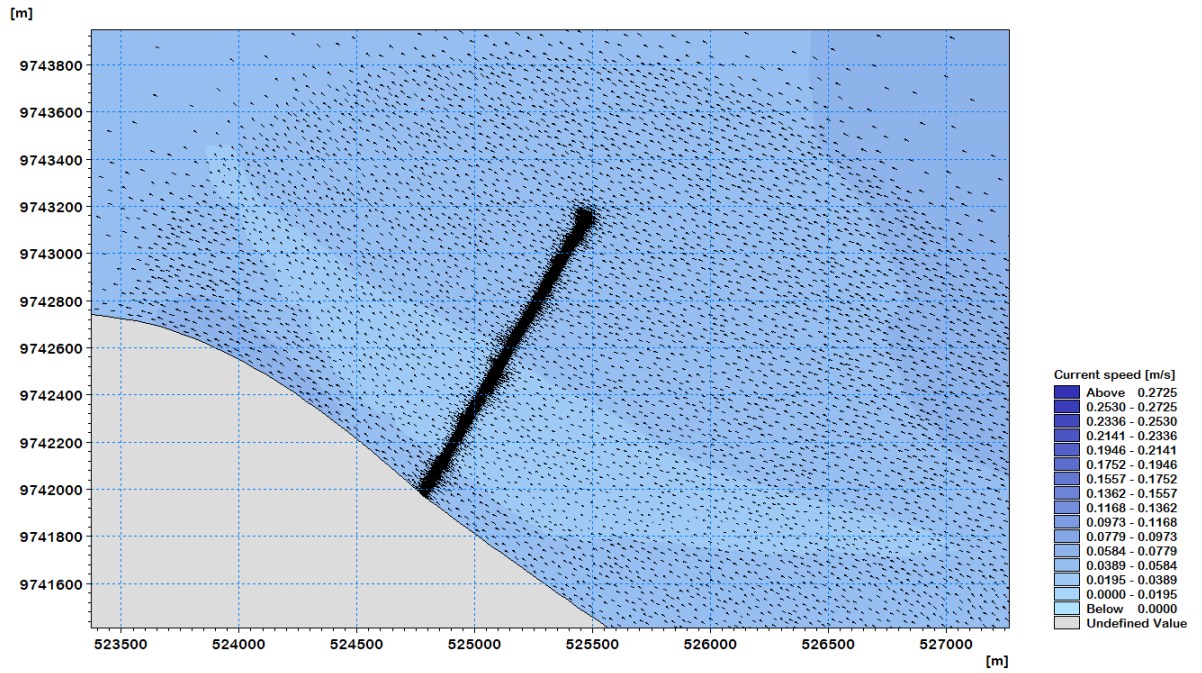
4.5 Pemodelan Rencana Pembangunan Jetty

Setelah dilakukan validasi hasil pemodelan pada kondisi eksisting Tanjung Katimabongko, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan untuk rencana pembangunan jetty. Pada pemodelan ini, besaran nilai pada opsi input yang digunakan pada rencana pembangunan jetty sama dengan opsi input yang digunakan pada pemodelan eksisting dan telah dilakukan validasi. Hasil meshing rencana pembangunan jetty yang dilakukan seperti pada gambar.

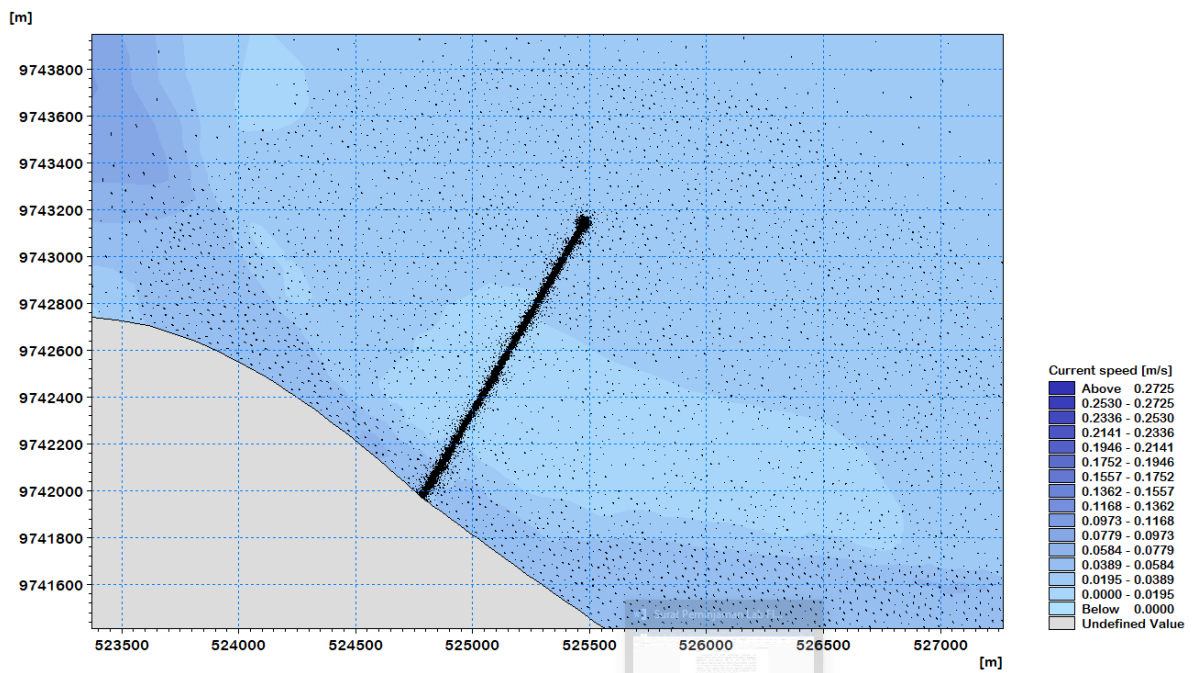


Gambar 4.18 Meshing Rencana Pembangunan Jetty di Tanjung Katimabongko

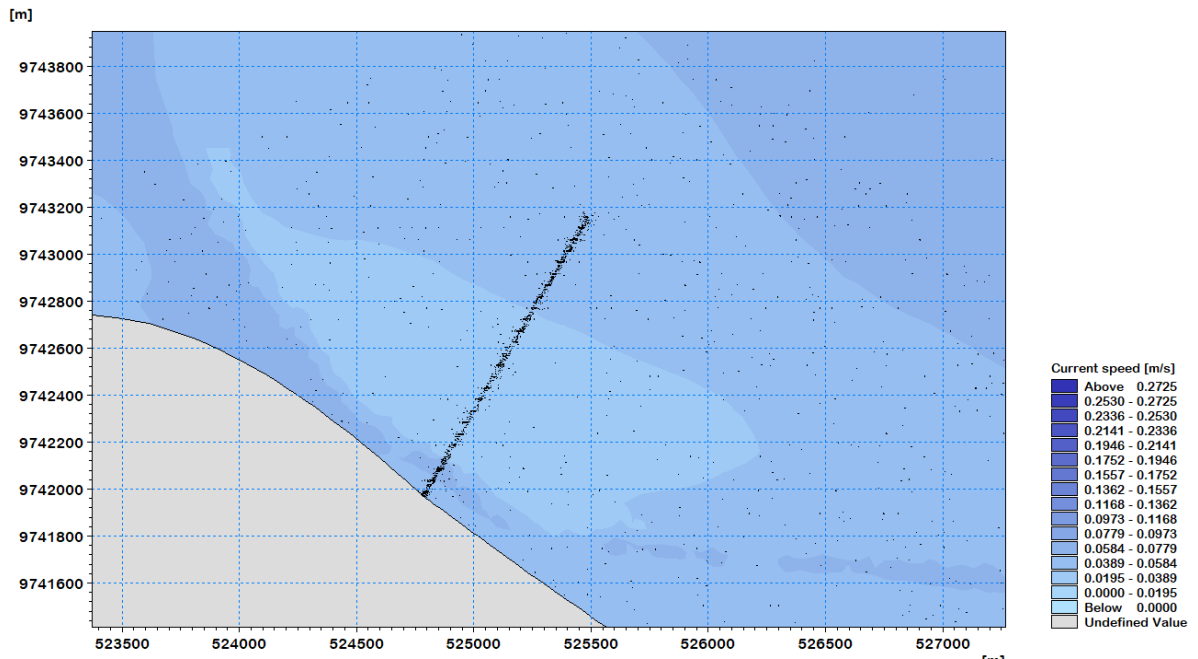
Hasil pemodelan pola arus pada rencana pembangunan jetty ada pada gambar, dari gambar dapat diamati bahwa arus di Tanjung Katimabongko bergerak keluar masuk area muara dan laut terbuka mengikuti pergerakan arus di perairan tersebut. Gambar 4.19 dan 4.20 adalah pergerakan arus pada saat kondisi pasang tertinggi dan pasang menuju surut. Sedangkan gambar 4.21 dan 4.22 merupakan pergerakan arus pada saat surut terendah dan surut menuju pasang. Tampak dari besar kecepatan tidak banyak berubah dikarenakan rencana pembangunan jetty yang letaknya cukup jauh dari muara sungai Musi.



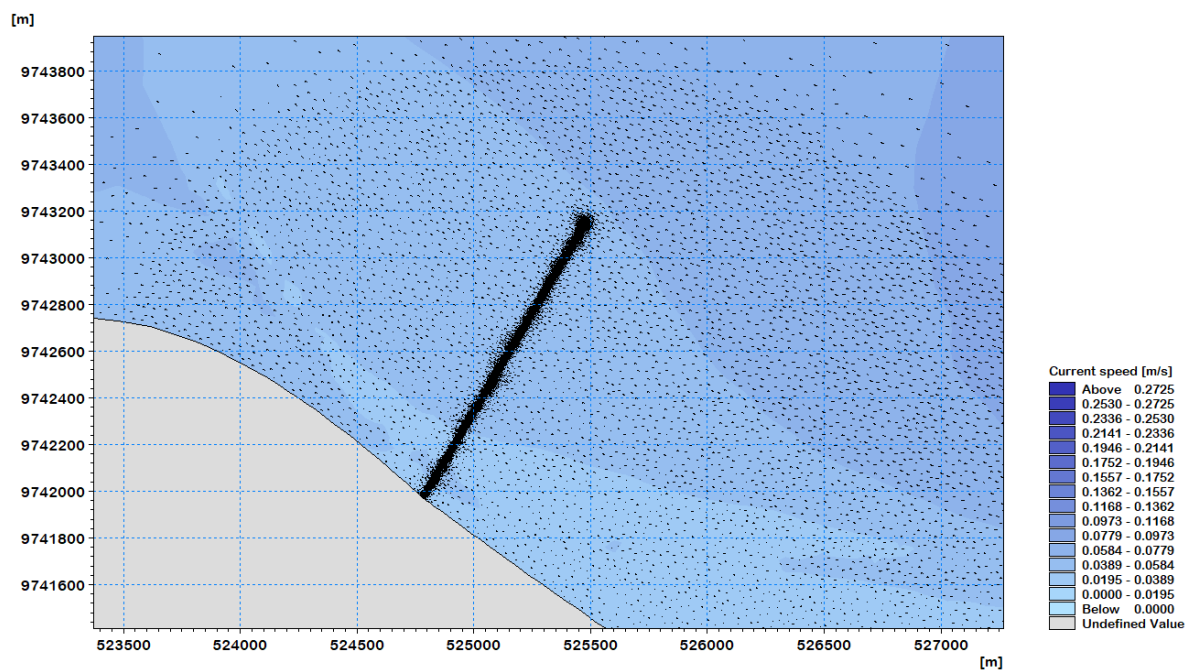
Gambar 4.19 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Pasang



Gambar 4.20 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Pasang



Gambar 4.21 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Surut

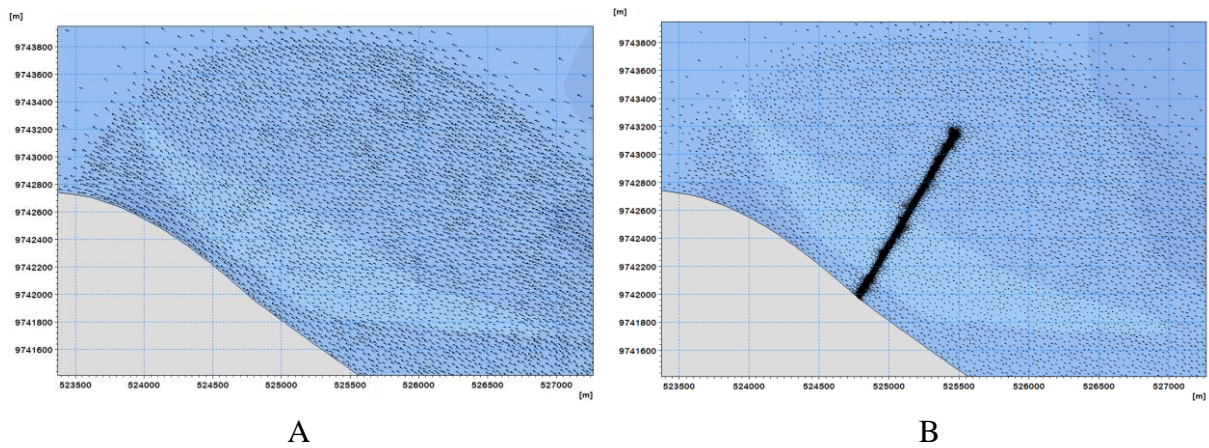


Gambar 4.22 Pola Arus Setelah Pembangunan Jetty saat Kondisi Surut menuju Pasang

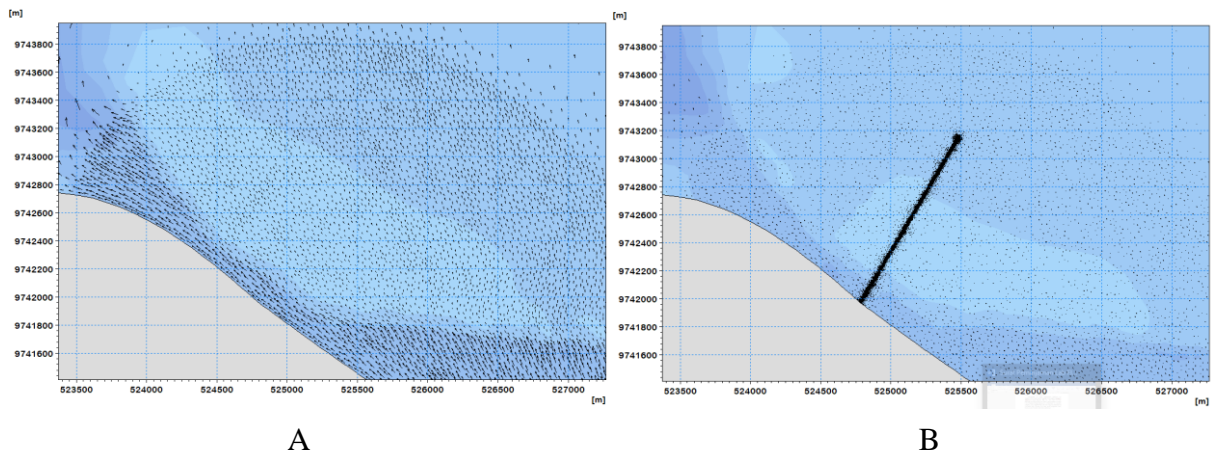
4.5.1 Pola Arus

Analisis perubahan pola arus dapat dilakukan dengan melihat hasil polar arus pada pemodelan dan membandingkan antara kondisi eksisting dengan kondisi rencana jetty. Gambar 4.23 sampai dengan 4.26 merupakan perbandingan pola arus yang terjadi pada

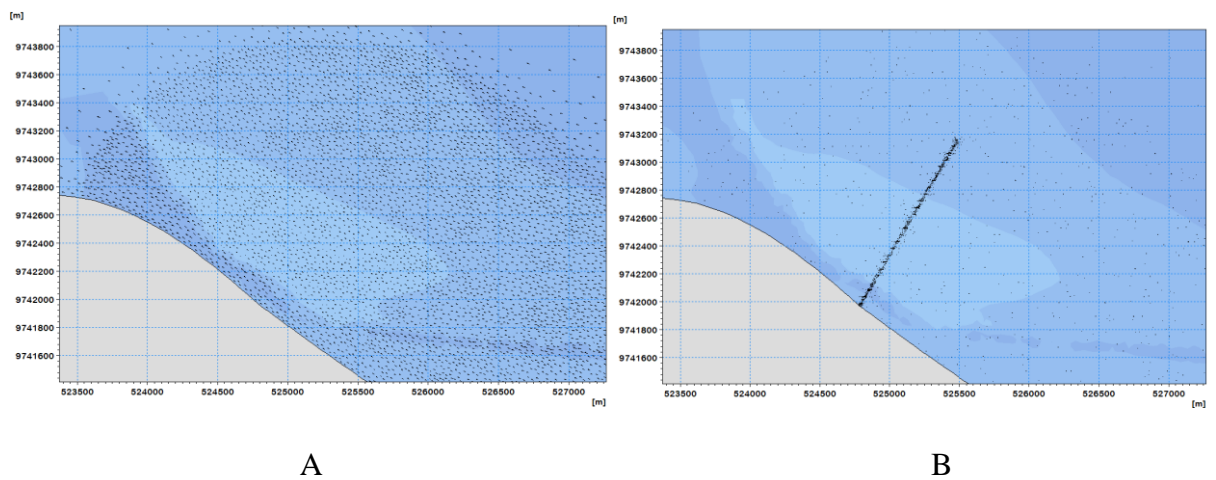
Tanjung Katimabongko sebelum dan sesudah dilihat pada kondisi saat pasang tertinggi, menuju surut, surut terendah, dan menuju pasang.



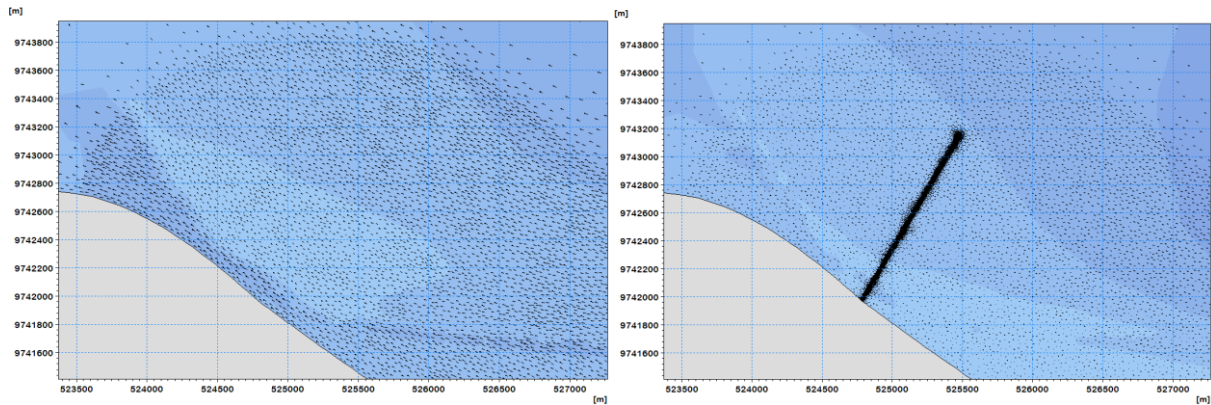
Gambar 4.23 Pola Arus sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Kondisi Pasang Tertinggi



Gambar 4.24 Pola Arus Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Kondisi Pasang Menuju Surut



Gambar 4.25 Pola Arus Kondisi Sebelum(A) dan Sesudah(B) Saat Kondisi Surut Terendah



A

B

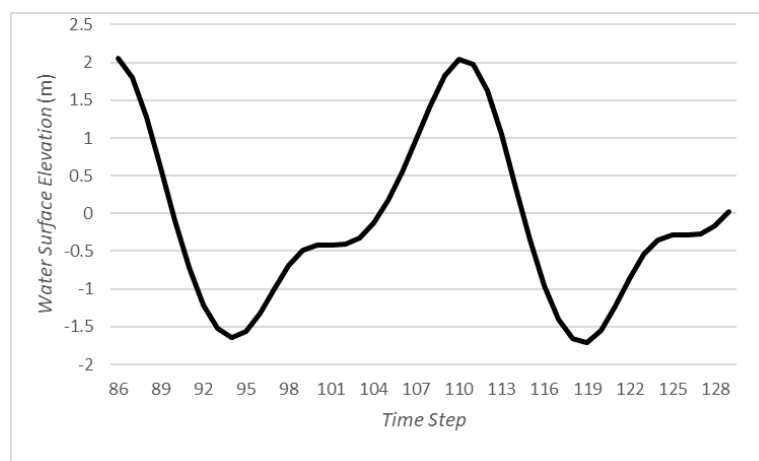
Gambar 4.26 Pola Arus Sebelum(A) dan Sesudah(B) Saat Kondisi Surut Menuju Pasang

Analisis lain dari perubahan pola arus yakni dengan mengambil sampel untuk mendapatkan data kecepatan arus pada titik-titik tertentu yang ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 koordinat titik tinjau dalam UTM

Titik Pengamatan	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>
Titik 1	525110.504690	9742621.097202
Titik 2	525201.945551	9742572.687334
Titik 3	525499.651267	9743179.092875

Asumsi dalam analisis perubahan pola arus dan kecepatan untuk tiap titik dan model ini yakni dikarenakan ketiadaan data pengamatan, sehingga perhitungan pola arus dan besar kecepatan arus berdasarkan hasil perhitungan pada pemodelan Mike 21. Pengamatan titik-titik untuk analisis dan validasi model guna perubahan pola arus dilakukan pada siklus pasang surut semi-diurnal harian pada tanggal 4 sampai 6 Agustus 2015 seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 4.27 Kondisi Pasang Surut untuk melihat Titik yang ditinjau

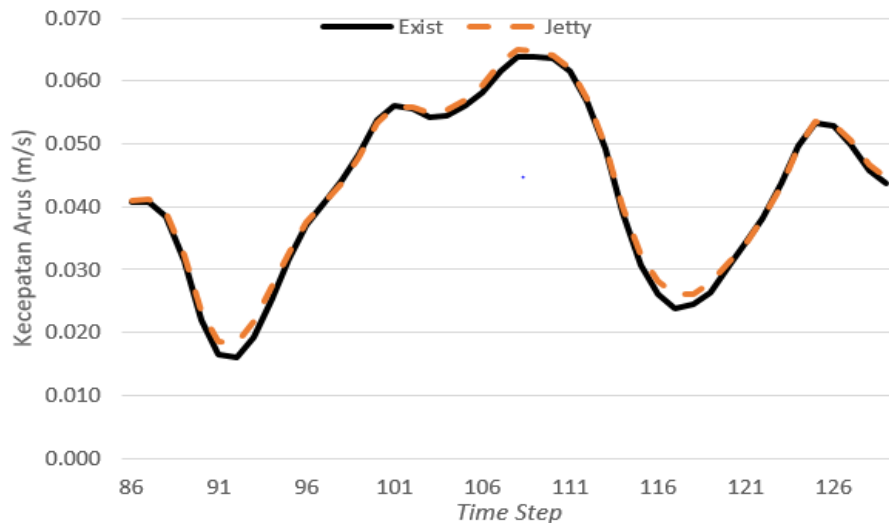
Hasil pemodelan untuk hidrodinamika telah dilakukan dan telah ditentukan titik-titik pengamatan, hasil yang didapat dari titik-titik tinjauan dapat dilihat pada tabel dan ditunjukkan pula grafik perbedaan antara kecepatan arus pada kondisi sebelum dan sesudah pada gambar 4.29 sampai dengan gambar 4.31 dengan titik tinjau satu sampai dengan tiga secara berurutan.

Hasil dari perhitungan selisih antara kecepatan arus sebelum dan sesudah pada titik tinjau satu adalah sebesar 0.02715 %. Sedangkan Hasil dari perhitungan selisih antara kecepatan arus sebelum dan sesudah pada titik tinjau dua adalah sebesar 0.0306 %. Hasil dari perhitungan selisih antara kecepatan arus sebelum dan sesudah pada titik tinjau tiga adalah sebesar 0.056084 %.

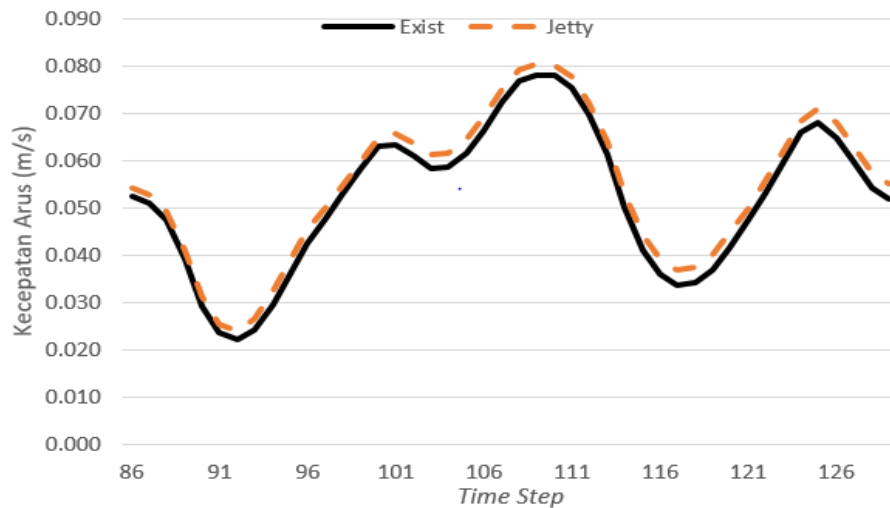
Tabel 4.10 Perbandingan Kecepatan Arus Model Sebelum dan Sesudah

Waktu	Time Step	1		2		3	
		Exist	After	Exist	After	Exist	After
8/4/2015 14:00	86	0.041	0.040	0.041	0.041	0.052	0.054
8/4/2015 15:00	87	0.041	0.041	0.041	0.041	0.051	0.053
8/4/2015 16:00	88	0.039	0.039	0.038	0.039	0.047	0.049
8/4/2015 17:00	89	0.032	0.032	0.031	0.032	0.039	0.041
8/4/2015 18:00	90	0.022	0.023	0.022	0.023	0.029	0.031
8/4/2015 19:00	91	0.017	0.018	0.017	0.019	0.023	0.025
8/4/2015 20:00	92	0.016	0.018	0.016	0.018	0.022	0.024
8/4/2015 21:00	93	0.020	0.022	0.019	0.022	0.024	0.027
8/4/2015 22:00	94	0.026	0.028	0.025	0.028	0.029	0.032
8/4/2015 23:00	95	0.032	0.033	0.032	0.033	0.036	0.039
8/5/2015 0:00	96	0.038	0.038	0.037	0.038	0.042	0.045
8/5/2015 1:00	97	0.041	0.041	0.041	0.041	0.048	0.050
8/5/2015 2:00	98	0.045	0.044	0.044	0.044	0.053	0.055
8/5/2015 3:00	99	0.049	0.047	0.048	0.048	0.058	0.060
8/5/2015 4:00	100	0.054	0.053	0.054	0.053	0.063	0.065
8/5/2015 5:00	101	0.056	0.055	0.056	0.056	0.063	0.066
8/5/2015 6:00	102	0.055	0.055	0.056	0.056	0.061	0.064
8/5/2015 7:00	103	0.054	0.054	0.054	0.055	0.058	0.061
8/5/2015 8:00	104	0.055	0.055	0.055	0.055	0.059	0.061
8/5/2015 9:00	105	0.057	0.057	0.056	0.057	0.062	0.064
8/5/2015 10:00	106	0.059	0.059	0.058	0.059	0.066	0.069
8/5/2015 11:00	107	0.063	0.062	0.062	0.063	0.072	0.075
8/5/2015 12:00	108	0.065	0.065	0.064	0.065	0.077	0.079
8/5/2015 13:00	109	0.064	0.064	0.064	0.065	0.078	0.080
8/5/2015 14:00	110	0.064	0.064	0.064	0.064	0.078	0.080
8/5/2015 15:00	111	0.062	0.062	0.062	0.062	0.075	0.078

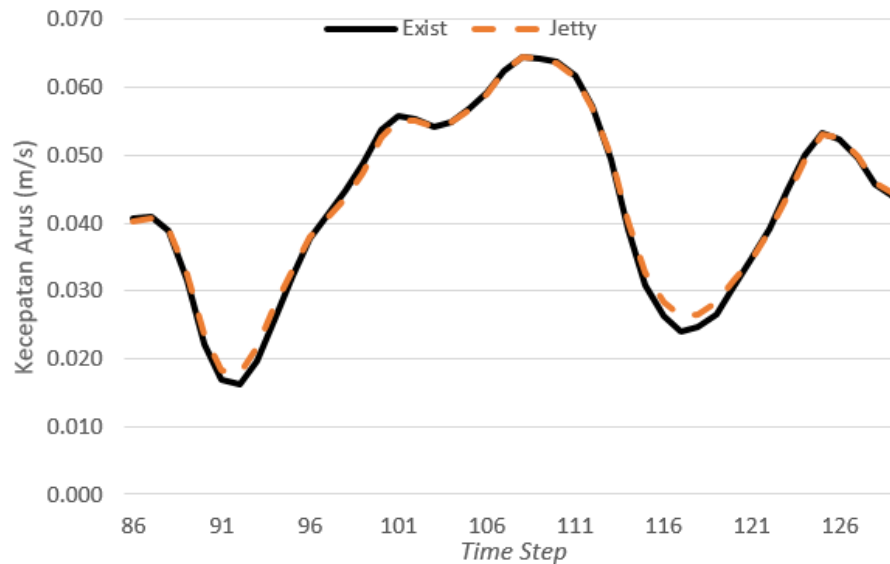
Waktu	Time Step	1		2		3	
		Exist	After	Exist	After	Exist	After
8/5/2015 16:00	112	0.057	0.057	0.057	0.057	0.070	0.072
8/5/2015 17:00	113	0.049	0.050	0.049	0.050	0.061	0.064
8/5/2015 18:00	114	0.039	0.040	0.039	0.040	0.050	0.053
8/5/2015 19:00	115	0.031	0.033	0.031	0.032	0.041	0.044
8/5/2015 20:00	116	0.026	0.028	0.026	0.028	0.036	0.039
8/5/2015 21:00	117	0.024	0.026	0.024	0.026	0.034	0.037
8/5/2015 22:00	118	0.025	0.027	0.024	0.026	0.034	0.037
8/5/2015 23:00	119	0.027	0.028	0.026	0.028	0.037	0.040
8/6/2015 0:00	120	0.031	0.032	0.030	0.031	0.042	0.045
8/6/2015 1:00	121	0.035	0.035	0.034	0.034	0.047	0.050
8/6/2015 2:00	122	0.039	0.039	0.038	0.038	0.053	0.056
8/6/2015 3:00	123	0.045	0.044	0.044	0.043	0.060	0.062
8/6/2015 4:00	124	0.050	0.049	0.050	0.049	0.066	0.068
8/6/2015 5:00	125	0.053	0.053	0.053	0.053	0.068	0.071
8/6/2015 6:00	126	0.052	0.053	0.053	0.053	0.065	0.068
8/6/2015 7:00	127	0.050	0.050	0.050	0.050	0.060	0.063
8/6/2015 8:00	128	0.046	0.046	0.046	0.047	0.054	0.057
8/6/2015 9:00	129	0.044	0.044	0.044	0.045	0.052	0.055



Gambar 4.28 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 1



Gambar 4.29 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 2



Gambar 4.30 Grafik Kecepatan Arus Sebelum dan Sesudah Titik 3

Tabel serta grafik perbedaan antara kondisi sebelum dan sesudah dapat kita amati bahwa rencana pembangunan jetty yang terhubung dengan daratan hanya memberikan dampak perubahan pola arus yang berada di wilayah sekitar jetty. Kesimpulan dari rencana pembangunan jetty tersebut tidak terlalu signifikan mengubah kondisi hidrodinamika pada perairan Tangjung Katimabongko.

4.6 Pemodelan Transport Sedimen

Perubahan pada proses hidrodinamika pada suatu lingkungan berpengaruh terhadap dinamika kecepatan arus pada kondisi sebelum dan sesudah, tentu berpengaruh terhadap

perpindahan material dasar laut. Perpindahan material atau yang disebut transpor sedimen dapat diamati dari perubahan yang terjadi pada volumen sedimen dari kondisi sebelum dan sesudah dengan adanya rencana pembangunan jetty pada Tanjung Katimabongko. Besar volume sedimentasi dan sebaran sedimentasi dipengaruhi oleh besarnya dinamika kecepatan arus serta pola arus yang terjadi. Seusai pemodelan hidrodinamika, maka tahapan selanjutnya dapat menggunakan pemodelan transpor sedimen.

Data material sedimen dalam pemodelan transpor sedimen yakni dengan spesifikasi untuk d_{50} sebesar 1.03 mm, porositas sebesar 0.4, densitas relatif air sebesar 2.65. kekasaran dasar laut disesuaikan dengan kalibrasi yang ada pada pemodelan hidrodinamika.

Hal penting untuk pemodelan transpor sedimen yakni pendefinisian dari tabel sedimen. Untuk mempercepat pemodelan, table sedimen disusun berdasarkan kondisi perairan, data sedimen, dan gelombang apabila diperlukan. Selama pemodelan, tingkat transpor rata-rata dapat ditemukan dengan interpolasi linier yang ada dalam tabel sedimen berdasarkan masukan yang didefinisikan sebelumnya (DHI 2008c).

Tabel transpor sedimen disusun berdasarkan analisis karakter site-specific lokasi atas kombinasi batimetri, arus, gelombang, dan kondisi sedimen. Dikarenakan kurangnya data pengukuran lapangan, estimasi tabel sedimen berdasar pada empirical atau deterministic teori (Jiang et al, 2012).

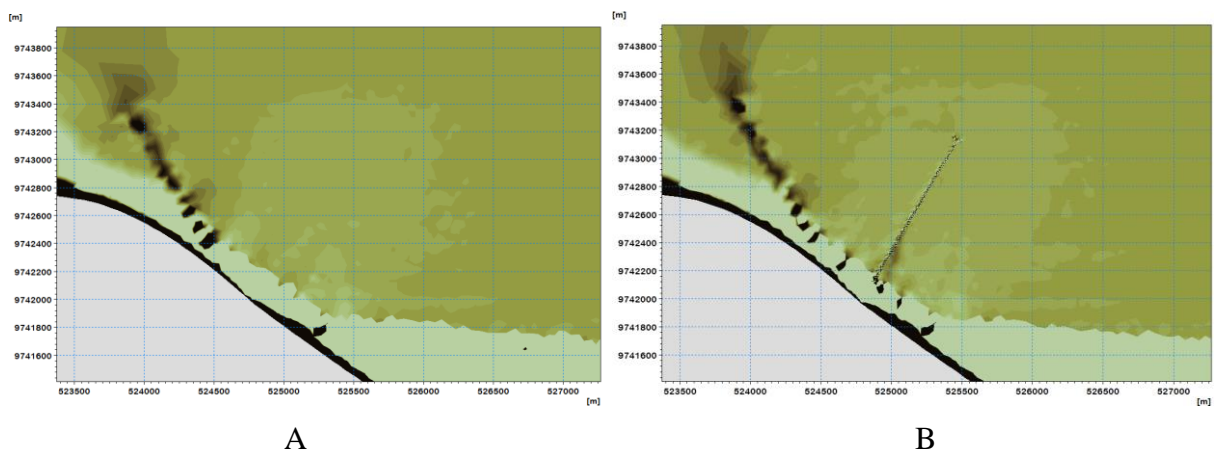
Tabel 4.11 Tabel Transpor Sedimen untuk *ST Module*

Parameter	First Value	Spacing	No of Points
Current Speed	0.01	0.1	16
Wave Height	0.1	0.2	22
Wave Period	1	1	15
Wave Height/Water Depth	0.1	0.1	20
Angle (Current/Waves)	135	30	12
Grain Size	1.03	1.330	3
Sediment Grading	1.1	0.15	3

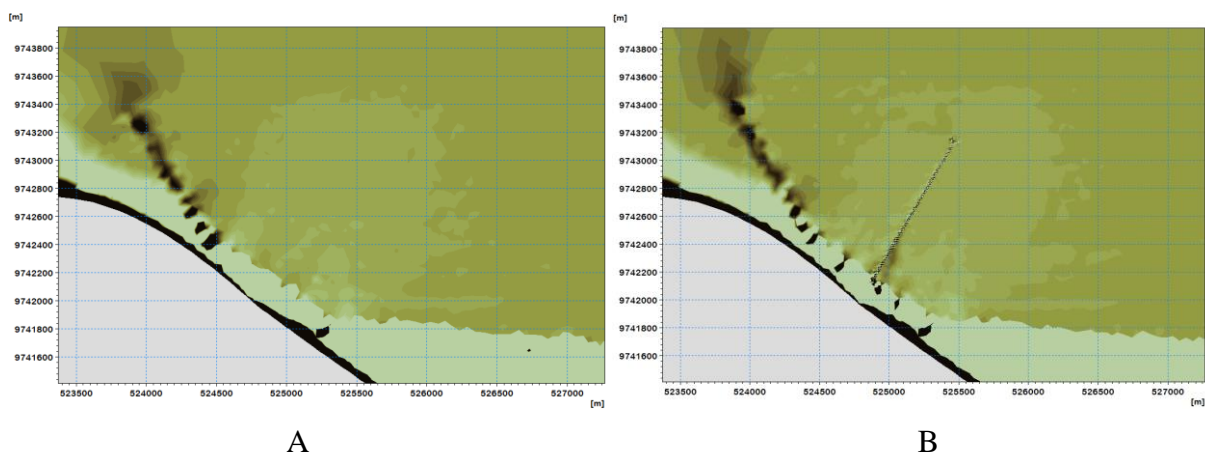
4.6.1 Analisis Pola Penyebaran Sedimen

Setelah simulasi hidrodinamika perairan Tanjung Katimabongko, maka selanjutnya adalah melakukan simulasi transpor sedimen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pola sebaran sedimen yang terjadi dari pengaruh pola arus pada simulasi hidrodinamika. Gambar 4.20 sampai gambar 4.23 merupakan hasil dari simulasi transpor sedimen berupa pola sebaran sedimen yang terjadi pada saat kondisi pasang tertinggi, menuju surut, surut terendah dan menuju pasang. Hasil simulasi terlihat sebaran sedimen dipengaruhi oleh pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut.

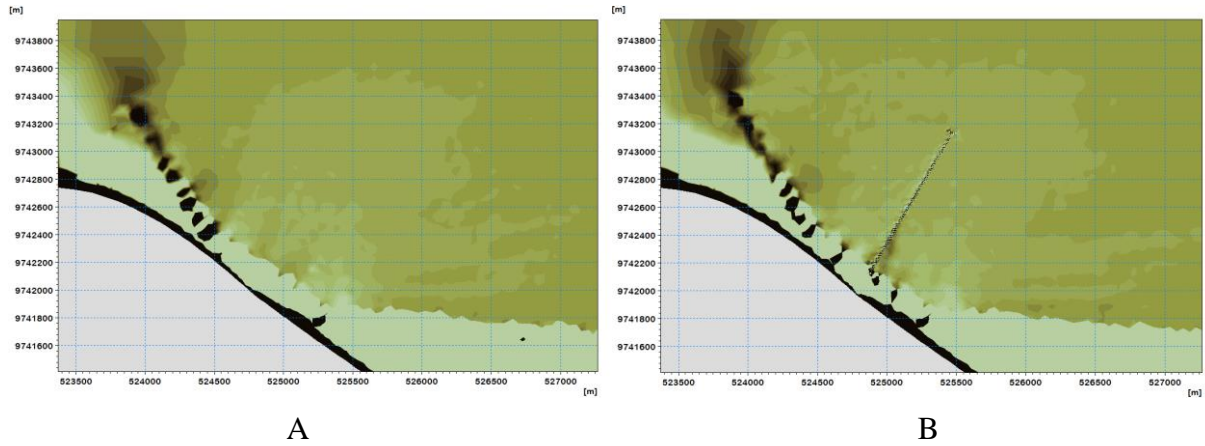
Tahapan selanjutnya yakni analisis perubahan pola sedimen pada saat sebelum dan sesudah dilakukannya rencana pembangunan jetty pada Tanjung Katimabongko. Sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh yang terjadi akibat adanya pembangunan jetty dari parameter perubahan perubahan pola sedimen pada perairan Tanjung Katimabongko.



Gambar 4.31 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Pasang Tertinggi



Gambar 4.32 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Pasang menuju Surut



Gambar 4.33 Pola Sebaran Sedimen Sebelum (A) dan Sesudah (B) saat Surut Terendah

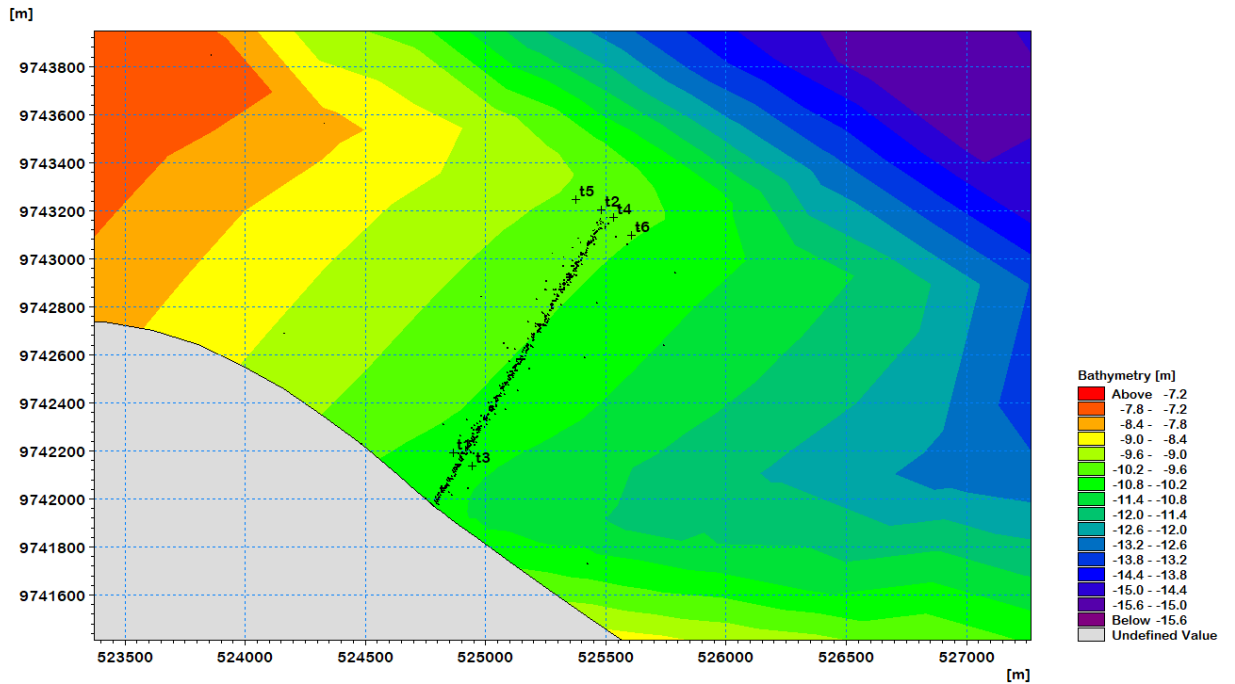
Secara keseluruhan pola sebaran sedimen dari gambar diatas tidak berbeda jauh untuk beberapa kondisi yang ditentukan sebelumnya. Namun secara jumlah sedimen tetap berubah, pada perencanaan pembangunan jetty tentu laju sedimen berubah, terutama pola sebaran sedimen yang ada disekitar jetty.

4.7 Analisis Perubahan Morfologi Dasar Perairan

Adanya proses transport sedimen dalam suatu perairan, maka terjadi pula perubahan morfologi pada wilayah tersebut. Tabel berikut adalah letak garis untuk melakukan analisa perubahan morfologi dasar perairan. Nilai perubahan permukaan dasar tiap *time step* yang ditinjau pada ketiga garis pengamatan dalam kondisi eksisting dan rencana pembangunan jetty.

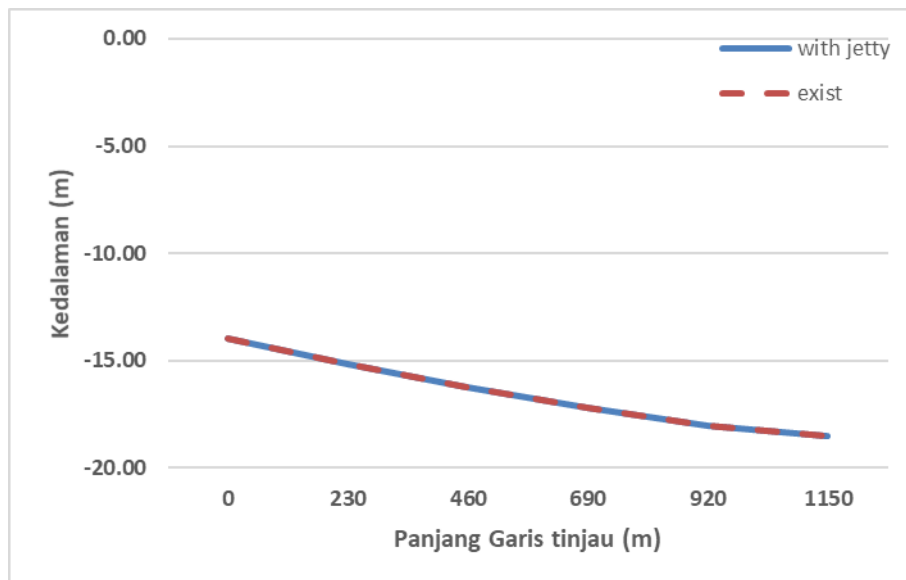
Tabel 4.12 Letak Garis Ukur Morfologi Bed Level dalam Satuan UTM

Line	Start		End	
1	(t1)524931.6750076	(t1)9742301.407487	(t2)525531.8343496	(t2)9743284.695254
2	(t3)525006.7515997	(t3)9742248.441601	(t4)525576.6729203	(t4)9743250.617941
3	(t5)525375.8505286	(t5)9743248.294574	(t6)525607.8517295	(t6)9743099.35576

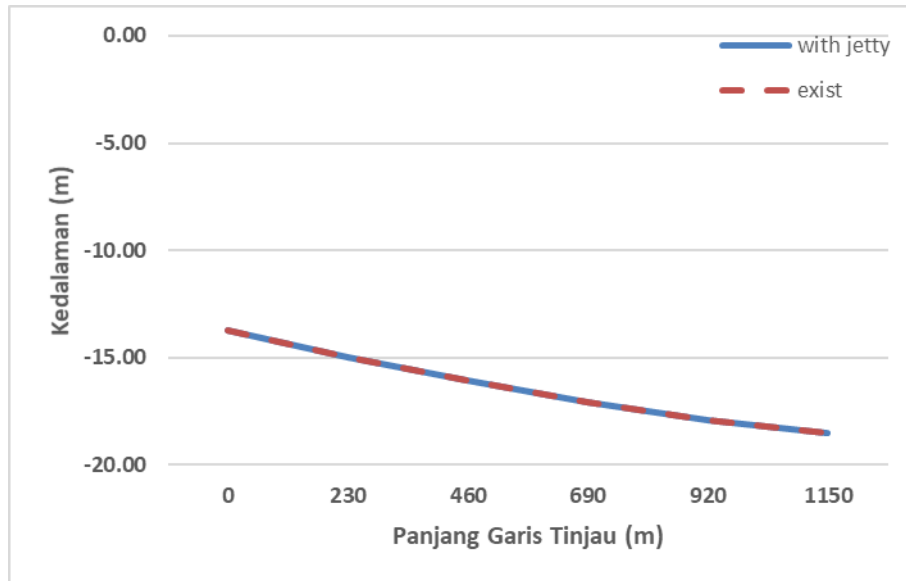


Gambar 4.34 Posisi Titik Awal dan Akhir Dari Garis Pengamatan Morfologi Dasar

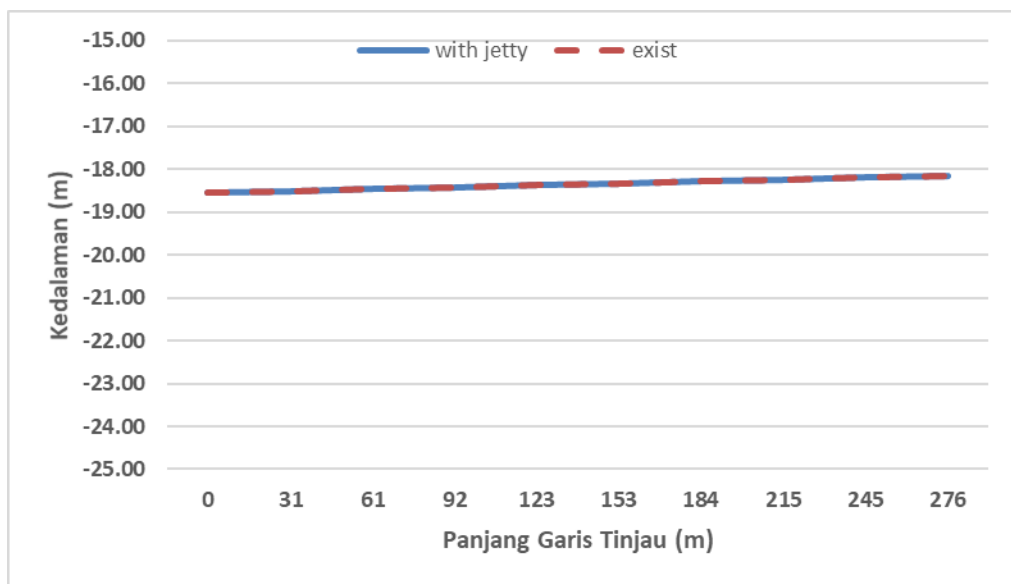
Apabila data dari garis satu sampai dengan tiga disajikan dalam bentuk grafik, maka akan terlihat perbedaan permukaan dasar (bed level) yang memperlihatkan terjadi perubahan transpor sedimen dari sebelum dan setelah ada pembangunan jetty.



Gambar 4.35 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 1



Gambar 4.36 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 2



Gambar 4.37 Perubahan Morfologi Dasar pada Garis Tinjau 3

Bisa dilihat dari gambar grafik, bahwa perubahan morfologi dasar perairan / bed level tidak mengalami perubahan secara signifikan. Kedalaman perairan setelah adanya pembangunan jetty mengalami perubahan cenderung ke arah atas, ini berarti dasar perairan menjadi lebih dangkal akibat sedimentasi (Fahmi, 2015). Perubahan dasar laut yang terjadi rata-rata sebesar -0,000945 m pada garis tinjau satu, 0,000205 m pada garis tinjau dua dan pada garis tinjau tiga sebesar 0,00167 m.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola arus yang terjadi di daerah sekitar tanjung katimabongko sebelum dan setelah adanya rencana pembangunan jetty tidak mengalami perubahan. Pola arus berubah disekitar rencana pembangunan jetty. Grafik kecepatan arus menunjukkan perbedaan kondisi eksisting dan rencana pembangunan jetty. Pada saat kondisi menuju pasang tertinggi dan menuju surut, arus bergerak dari arah timur menuju barat, dari laut terbuka menuju muara. Sedangkan pada saat kondisi surut terendah dan menuju pasang arus bergerak ke arah yang berlawanan, dari muara menuju ke laut terbuka.
2. Sebaran sedimen di Perairan tanjung katimabongko tidak mengalami perubahan. Pola sebaran sedimen cenderung terjadi berubah pada area rencana pembangunan jetty.
3. Perubahan morfologi dasar perairan relative rendah. Hal tersebut didukung oleh perubahan morfologi pada garis tinjau yang ditentukan. Pada garis tinjau satu terjadi erosi ditandai dengan perubahan sebesar $-0,000945$ m, sedimentasi dengan perubahan 0.000205 m pada garis tinjau dua dan pada garis tinjau tiga sebesar 0.00167 m.

5.2 Saran

Saran untuk pengerjaan Tugas Akhir berikutnya adalah:

1. Parameter-parameter validasi ditambahkan agar semakin menambah keakuratan hasil simulasi.
2. Melakukan variasi pada nilai input sehingga dapat meningkatkan keakurasian dari pemodelan. Penggunaan *module Spectral Wave* perlu dilakukan agar gelombang dapat didefinisikan sesuai dengan keadaan alam.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott MB (1979) Computational hydraulics: elements of the theory of free surface flows. Pitman Publishing, London, p 326
- Abbott MB, Damsgaard A, Rodenhuis GS (1973) System 21 Jupiter. A design system for two-dimensional nearly-horizontal flows. *J Hydraul Res* 1:1–28
- Afzal, M. S. 2013. **3D Numerical Modelling of Sediment Transport under Current and Waves**. Thesis. Department of Civil and Transport Engineering. Faculty of Engineering Science and Technology-NTNU. Norway.
- Bijker, E.W. 1972. **Lecture Notes for topics in Coastal Engineering**. Delft University of Technologi. Delft.
- CERC. 1984. **Shore Protection Manual, US Army Coastal Engineering Research Center**. Washington.
- Dain, R. 2005. **Permodelan Pola Arus dan Sedimentasi di Lokasi Rencana Offshore Terminal Transit Utama (TTU) Pertamina Desa Remen, Kec. Jenu, Kab. Tuban**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Deigaard R (1993) A note on the three-dimensional shear stress distribution in the surf zone. *Coast Eng* 20:47–59
- DHI (2008a) MIKE 21 Flow model FM hydrodynamic module. Release 2008. User guide and reference manual. DHI Water & Environment, p.96
- DHI (2008b) MIKE 21 spectral waves module. Release 2008. User guide and reference manual. DHI Water & Environment, p.115
- DHI (2008c) MIKE 21 sediment transport module. Release 2008. User guide and reference manual. DHI Water & Environment.
- Elfrink B, Brøker I, Deigaard R, Asp Hansen E, Justesen P (1996) Modelling of 3D sediment transport in the surfzone. In: *Proceedings of the 25th Intl. Conference on Coastal Eng.* ASCE, Orlando, pp 3805–3817

- Fahmi, M. B. 2015. Analisa Laju Sedimentasi Akibat Rencana Reklamasi di Teluk Segendis Bontang. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Fredsoe, J. dan Rolf.. 1992. **Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 3** : “Mechanics of Coastal Sediment Transport”. Word Scientific. Institut of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering technical University of Denmark
- Hidayah,Iqbal. 2017. **Dampak Pengembangan Reklamasi Terhadap Laju Sedimentasi dan Pola Arus di Kawasan Pantai Timur Surabaya (PAMURBAYA)**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Jiang A W, Ranasinghe R, Cowell P (2013) contemporary hydrodynamics and morphological change of a microtidal estuary: a numerical modelling study ocean dynamics 63:21-41
- Kurniawan Yusak, 2016. **Analisa Laju Sedimentasi di Arena Terminal LNG BP. Tangguh**. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan-ITS.
- Lawrence, KD., & Picceti .2006. *Geometric Brownian Motion and Structural Breaks in Oil Prices : A Quantitative Analysis*. Energy Economics28(4) : 506522
- Liu,Zhou.2001.**Sediment Transport**. Instituttet for Vand, Jord og Miljøteknik
- Pettjohn, F.J. 1975. **Sedimentary Rocks**. Harper and Brother. New York
- Pond, S. and George. L. P. 1983. **Introductory Dynamical Oceanography 2nd Edition**. New York : Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Ronggodigdo, S. 2011. **Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan**. Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik.Sumatera Utara.
- Rijn, L. C. 1993. **Principles of Fluid Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean**. Netherland: Aqua Publication.
- Triatmodjo, B. 2009. **Perencanaan Pelabuhan**. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wahyuni, N. 2014. **Analisa Laju Volume Sedimentasi Di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
Data Lapangan

1. Data Lapangan

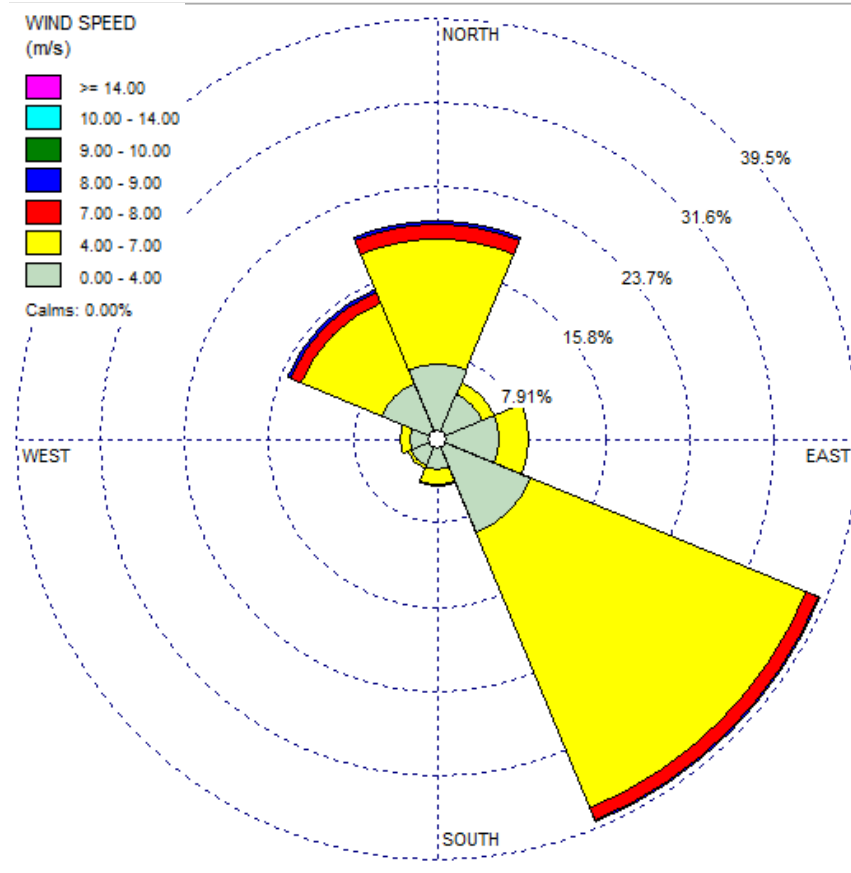
a. ECMWF generate WRPLOT View



Dates: 1/1/2015 - 00:00 ... 12/31/2015 - 23:00

	Directions / Wind Classes (m/s)	0.00 - 4.00	4.00 - 7.00	7.00 - 8.00	8.00 - 9.00	9.00 - 10.00	10.00 - 14.00	>= 14.00	Total
1	337.5 - 22.5	627	1021	121	30	0	0	0	1799
2	22.5 - 67.5	406	109	0	0	0	0	0	515
3	67.5 - 112.5	511	243	0	0	0	0	0	754
4	112.5 - 157.5	829	2452	102	12	0	0	0	3395
5	157.5 - 202.5	261	121	3	0	0	0	0	385
6	202.5 - 247.5	245	19	0	0	0	0	0	264
7	247.5 - 292.5	233	82	0	0	0	0	0	315
8	292.5 - 337.5	500	715	97	19	1	0	0	1332
	Sub-Total	3612	4762	323	61	1	0	0	8759
	Calms								0
	Missing/Incomplete								1
	Total								8760

Station # 1 Dates: 1/1/2015 - 00:00 ... 12/31/2015 - 23:00



b. PT Bintang Subsea *Metocean Survey Result*



PT PERTAMINA PERSERO
 GEOPHYSICAL & TOPOGRAPHIC SURVEY AND
 NAVIGATION DESIGN FEASIBILITY STUDY OF CRUDE
 TERMINAL AND MARINE FACILITY UP TO 320,000 DWT
 OPEN ACCESS RU III FINAL SURVEY REPORT



9. METOCEAN SURVEY RESULTS

9.1 Locations of Interest

Katimabongko locations of interest (LOIs) and corresponding data grid points are detailed below.

Location	Parameter	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)	Water Depth (below CD) (m)
Katimabongko LOI		2° 14' 16.708" S	105° 12' 08.729" E	25.3
GP1	Wind and Waves	2° 00' 00.000" S	105° 00' 00.000" E	
TIDE1	Tidal Currents and Levels	2° 14' 16.800" S	105° 12' 08.640" E	
RES1	Residual Currents and Environmental	2° 14' 21.840" S	105° 12' 08.640" E	



Figure 19: Katimabongko Metocean Locations of Interest

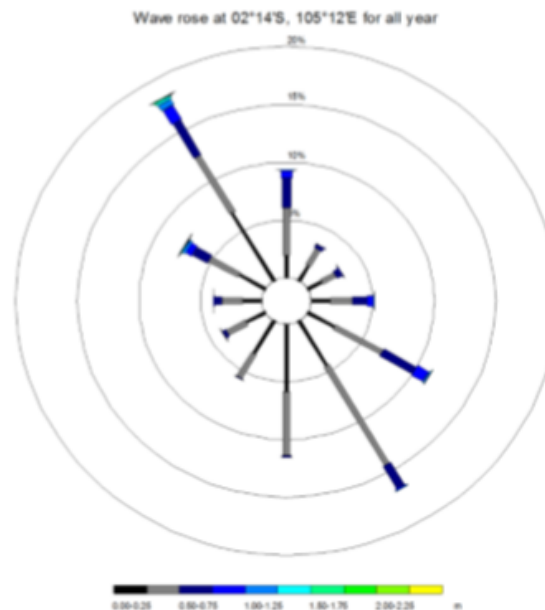
Harmonic constituents of Katimabongko are shown below.

Constituents	Symbol	go phase	H=Amplitude (m)
Average water level	Z0		29.923
Main lunar constituent	M2	319.5°	0.492
Main solar constituent	S2	64.4°	0.110
Lunar constituent, due to Earth-Moon distance	N2	285.3°	0.095
Soli-lunar constituent, due to the change of declination	K2	96.5°	0.076
Soli-lunar constituent	K1	55.5°	0.931
Main lunar constituent	O1	208.2°	0.529
Main solar constituent	P1	315.2°	0.237
Main lunar constituent	M4	270.2°	0.017
Soli-lunar constituent	MS4	43.0°	0.020

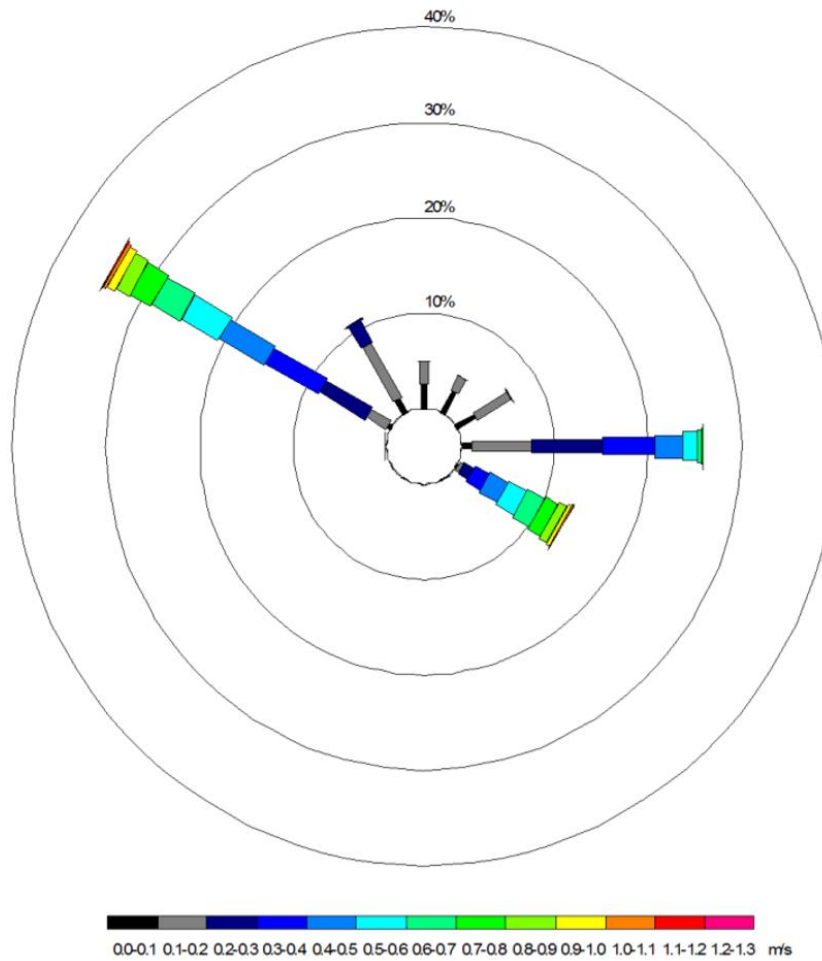
Parameter	Katimabongko
Profile Interval	600 sec
Number of Cell	14
Cell Size	2
Blanking Distance	0.4 m
Wave:	
Number of Sample	512
Sampling Rate	1 Hz
Interval	900 sec
Estimated Water Depth	28 m

Wave direction is expressed as '**FROM**' which waves are approaching and in nautical degrees, i.e. degrees relative to true north (° T), positive clockwise.

Wave rose showing significant wave height and direction is shown below.



Current Rose



9.7 Seabed Samples

Seabed samples were taken at four (4) locations.

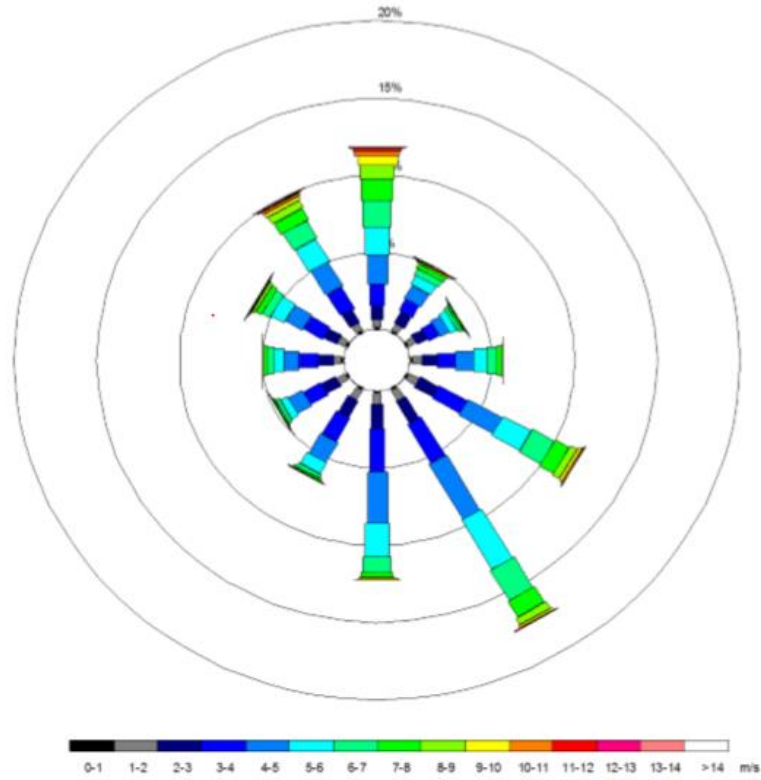
Name	Deployed location		Water Depth (m)
	UTM Geographic (Lat ; Long)	UTM Grid (Northing ; Easting)	
A	2°08'54,21" S ; 105°06'50,89" E	9762536,58 mN ; 512691,63 mE	40
B	2°14'11,11" S ; 105°11'46,39" E	9752805,74 mN ; 521817,84 mE	30
C	2°16'59,06" S ; 105°12'59,73" E	9747648,77 mN ; 524082,28 mE	18
D	2°19'11,42" S ; 105°14'46,49" E	9743584,31mN ; 527378,93 mE	15

Seabed and water samples were submitted to a laboratory.

Sediment material analysis Result

Parameter	Percentage	A	B	C	D
Sand	%	72.0	44.6	59.9	66.9
Silt	%	24.6	47.5	34.3	29.0
Clay	%	3.4	7.9	5.8	4.1

Wind rose at 02°14'S, 105°12'E for all year



© BMT ARGOSS 2015

Figure 23: Wind rose over a 1 year period

LAMPIRAN 2
Perhitungan Gelombang

Perhitungan Arah Dominan Gelombang

Perhitungan Tinggi & Periode Gelombang																	
Arah Hembusan 112.5-157.5 (135) SE																	
No.	U _L (knot)	U _L (m/s)	R _t	R _L	U _w (m/s)	U _A (m/s)	H ₀ (m)	T ₀ (s)	n	n x H ₀ ² (m)	n x T ₀ ² (s)	F _{eff} (m)	H _{rms} (m)	Trms(s)	H _s (1/3) (m)	T _s (1/3) (s)	t (s)
1	4	2.058	1.0	1.71	3.519	3.337	0.337	3.161	829	94.020	2620.112	38979.50	0.317	3.691	0.451	5.241	2470.724
2	7	3.601		1.57	5.654	5.979	0.603	3.839	2452	892.899	9412.866						2034.174
3	11	5.659		1.37	7.753	8.816	0.890	4.369	114	90.259	498.108						1787.190
4	17	8.746		1.160	10.145	12.273	1.239	4.879	0	0.000	0.000						1600.610
5	21	10.803		0.910	9.831	11.807	1.192	4.816	0	0.000	0.000						1621.363
6	25	12.861		0.710	9.131	10.782	1.088	4.673	0	0.000	0.000						1671.190
									Σ	3395	1077.178	12531.087					

no	α	cos α	Xi (jarak sebenarnya (km))	Xi Cos α (km)	no	α	cos α	Xi (jarak sebenarnya (km))	Xi Cos α (km)
1	42	0.743	15.363	11.417	10	12	0.978	41.071	40.173
2	36	0.809	15.538	12.570	11	18	0.951	50.240	47.781
3	30	0.866	17.435	15.099	12	24	0.914	88.345	80.707
4	24	0.914	19.363	17.689	13	30	0.866	71.067	61.546
5	18	0.951	21.640	20.581	14	36	0.809	70.217	56.806
6	12	0.978	23.932	23.409	15	42	0.743	66.900	49.717
7	6	0.995	26.424	26.280			Σ cos α	Σ Xi cos α	526.649
8	0	1.000	29.431	29.431			F _{eff}	km	38979.504
9	6	0.995	33.626	33.442					

LAMPIRAN 3
Validasi Pasang Surut

Validasi Pasang Surut [1]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/1/2015 0:00	-0.57913	-0.597884	-0.03239	8/2/2015 23:00	-0.800359	-0.798434	0.002405
8/1/2015 1:00	-0.72311	-0.702854	0.028011	8/3/2015 0:00	-0.634579	-0.634396	0.000288
8/1/2015 2:00	-0.77699	-0.766985	0.012872	8/3/2015 1:00	-0.567274	-0.568174	0.001587
8/1/2015 3:00	-0.72852	-0.726068	0.003368	8/3/2015 2:00	-0.584481	-0.585441	0.001642
8/1/2015 4:00	-0.55091	-0.548558	0.004273	8/3/2015 3:00	-0.619015	-0.619167	0.000246
8/1/2015 5:00	-0.24653	-0.243514	0.012238	8/3/2015 4:00	-0.589641	-0.588446	0.002027
8/1/2015 6:00	0.149348	0.152245	0.019398	8/3/2015 5:00	-0.442994	-0.440544	0.005531
8/1/2015 7:00	0.58936	0.591426	0.003505	8/3/2015 6:00	-0.17037	-0.167343	0.017767
8/1/2015 8:00	1.0216	1.02248	0.000861	8/3/2015 7:00	0.204613	0.207615	0.014672
8/1/2015 9:00	1.38485	1.38515	0.000217	8/3/2015 8:00	0.647608	0.650058	0.003783
8/1/2015 10:00	1.61078	1.61012	0.00041	8/3/2015 9:00	1.11859	1.12021	0.001448
8/1/2015 11:00	1.63671	1.63566	0.000642	8/3/2015 10:00	1.55932	1.56034	0.000654
8/1/2015 12:00	1.4387	1.43657	0.001481	8/3/2015 11:00	1.88606	1.88589	9.01E-05
8/1/2015 13:00	1.04818	1.04472	0.003301	8/3/2015 12:00	2.00314	2.00254	0.0003
8/1/2015 14:00	0.546188	0.542568	0.006628	8/3/2015 13:00	1.84883	1.84748	0.00073
8/1/2015 15:00	0.033208	0.0306082	0.078277	8/3/2015 14:00	1.43107	1.42759	0.002432
8/1/2015 16:00	-0.4091	-0.410072	0.002383	8/3/2015 15:00	0.828621	0.823974	0.005608
8/1/2015 17:00	-0.73714	-0.736396	0.001008	8/3/2015 16:00	0.161387	0.157335	0.025107
8/1/2015 18:00	-0.93892	-0.936975	0.002076	8/3/2015 17:00	-0.458887	-0.46111	0.004844
8/1/2015 19:00	-1.0181	-1.01562	0.002436	8/3/2015 18:00	-0.959723	-0.959651	7.5E-05
8/1/2015 20:00	-0.98659	-0.984337	0.002283	8/3/2015 19:00	-1.30601	-1.30369	0.001776
8/1/2015 21:00	-0.87276	-0.870727	0.002331	8/3/2015 20:00	-1.48132	-1.4771	0.002849
8/1/2015 22:00	-0.72665	-0.725391	0.001728	8/3/2015 21:00	-1.47915	-1.47436	0.003238
8/1/2015 23:00	-0.61158	-0.611508	0.000114	8/3/2015 22:00	-1.31835	-1.31344	0.003724
8/2/2015 0:00	-0.57405	-0.574841	0.001385	8/3/2015 23:00	-1.05618	-1.0522	0.003768
8/2/2015 1:00	-0.61401	-0.615135	0.001834	8/4/2015 0:00	-0.783596	-0.782062	0.001958
8/2/2015 2:00	-0.67946	-0.680079	0.000914	8/4/2015 1:00	-0.588777	-0.589128	0.000596
8/2/2015 3:00	-0.69351	-0.692913	0.000858	8/4/2015 2:00	-0.510049	-0.511241	0.002337
8/2/2015 4:00	-0.59446	-0.592396	0.003465	8/4/2015 3:00	-0.515473	-0.516354	0.001709
8/2/2015 5:00	-0.36149	-0.358482	0.008324	8/4/2015 4:00	-0.52573	-0.525598	0.000251
8/2/2015 6:00	-0.01297	-0.0098666	0.23906	8/4/2015 5:00	-0.462081	-0.460706	0.002976
8/2/2015 7:00	0.412865	0.415579	0.006574	8/4/2015 6:00	-0.283343	-0.280975	0.008357
8/2/2015 8:00	0.87292	0.874674	0.002009	8/4/2015 7:00	0.00975382	0.012569	0.288623
8/2/2015 9:00	1.3145	1.31558	0.000822	8/4/2015 8:00	0.394399	0.397136	0.00694
8/2/2015 10:00	1.66796	1.66815	0.000114	8/4/2015 9:00	0.842093	0.844273	0.002589

Validasi Pasang Surut [1]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/2/2015 11:00	1.8499	1.84934	0.000303	8/4/2015 10:00	1.31236	1.31406	0.001295
8/2/2015 12:00	1.79332	1.79231	0.000563	8/4/2015 11:00	1.73677	1.73761	0.000484
8/2/2015 13:00	1.48596	1.48321	0.001851	8/4/2015 12:00	2.01607	2.01573	0.000169
8/2/2015 14:00	0.981472	0.977301	0.00425	8/4/2015 13:00	2.05071	2.05009	0.000302
8/2/2015 15:00	0.383038	0.379049	0.010414	8/4/2015 14:00	1.79429	1.79225	0.001137
8/2/2015 16:00	-0.19879	-0.201357	0.012913	8/4/2015 15:00	1.27967	1.27534	0.003384
8/2/2015 17:00	-0.68453	-0.685103	0.000837	8/4/2015 16:00	0.6078	0.602869	0.008113
8/2/2015 18:00	-1.03525	-1.03378	0.00142	8/4/2015 17:00	-0.0937011	-0.0975602	0.041185
8/2/2015 19:00	-1.23769	-1.23473	0.002392	8/4/2015 18:00	-0.719832	-0.721588	0.002439
8/2/2015 20:00	-1.28964	-1.28602	0.002807	8/4/2015 19:00	-1.20724	-1.2064	0.000696
8/2/2015 21:00	-1.2028	-1.19902	0.003143	8/4/2015 20:00	-1.52238	-1.51887	0.002306
8/2/2015 22:00	-1.01624	-1.01292	0.003267	8/4/2015 21:00	-1.64369	-1.63896	0.002878

Validasi Pasang Surut [2]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/4/2015 22:00	-1.56796	-1.56249	0.003489	8/6/2015 21:00	-1.5263	-1.52348	0.001848
8/4/2015 23:00	-1.32675	-1.32136	0.004063	8/6/2015 22:00	-1.70531	-1.70043	0.002862
8/5/2015 0:00	-0.99891	-0.99493	0.003979	8/6/2015 23:00	-1.66528	-1.65885	0.003861
8/5/2015 1:00	-0.69101	-0.68971	0.001884	8/7/2015 0:00	-1.42285	-1.41618	0.004688
8/5/2015 2:00	-0.48911	-0.48987	0.001558	8/7/2015 1:00	-1.0491	-1.04349	0.005347
8/5/2015 3:00	-0.41365	-0.41504	0.003358	8/7/2015 2:00	-0.65451	-0.65193	0.003934
8/5/2015 4:00	-0.41407	-0.41493	0.002072	8/7/2015 3:00	-0.34719	-0.34722	8.35E-05
8/5/2015 5:00	-0.40593	-0.40551	0.00104	8/7/2015 4:00	-0.17928	-0.18068	0.007843
8/5/2015 6:00	-0.31931	-0.31771	0.005014	8/7/2015 5:00	-0.13025	-0.13153	0.009789
8/5/2015 7:00	-0.12577	-0.12345	0.018439	8/7/2015 6:00	-0.13104	-0.13145	0.003182
8/5/2015 8:00	0.169182	0.171929	0.016237	8/7/2015 7:00	-0.11008	-0.10958	0.00456
8/5/2015 9:00	0.548173	0.550787	0.004769	8/7/2015 8:00	-0.02448	-0.0233	0.048347
8/5/2015 10:00	0.987442	0.989616	0.002202	8/7/2015 9:00	0.139771	0.141368	0.011426
8/5/2015 11:00	1.44169	1.44345	0.001221	8/7/2015 10:00	0.384414	0.386324	0.004969
8/5/2015 12:00	1.82913	1.82965	0.000284	8/7/2015 11:00	0.705906	0.707932	0.00287
8/5/2015 13:00	2.03963	2.03907	0.000275	8/7/2015 12:00	1.08036	1.08225	0.001749
8/5/2015 14:00	1.9807	1.97983	0.000439	8/7/2015 13:00	1.4441	1.44532	0.000845
8/5/2015 15:00	1.62935	1.62664	0.001663	8/7/2015 14:00	1.69655	1.69627	0.000165
8/5/2015 16:00	1.04389	1.03917	0.004522	8/7/2015 15:00	1.73519	1.73398	0.000697

Validasi Pasang Surut [2]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/5/2015 17:00	0.339881	0.335049	0.014217	8/7/2015 16:00	1.50923	1.50698	0.001491
8/5/2015 18:00	-0.35816	-0.36154	0.00944	8/7/2015 17:00	1.0457	1.04165	0.003873
8/5/2015 19:00	-0.95761	-0.95855	0.000982	8/7/2015 18:00	0.433329	0.42875	0.010567
8/5/2015 20:00	-1.40307	-1.40133	0.00124	8/7/2015 19:00	-0.2156	-0.21925	0.016939
8/5/2015 21:00	-1.66029	-1.65629	0.002409	8/7/2015 20:00	-0.80548	-0.80727	0.002219
8/5/2015 22:00	-1.70726	-1.70169	0.003263	8/7/2015 21:00	-1.27061	-1.26981	0.00063
8/5/2015 23:00	-1.54746	-1.54124	0.004019	8/7/2015 22:00	-1.56444	-1.56096	0.002224
8/6/2015 0:00	-1.23157	-1.22598	0.004539	8/7/2015 23:00	-1.65181	-1.64657	0.003172
8/6/2015 1:00	-0.85839	-0.85483	0.004151	8/8/2015 0:00	-1.5222	-1.5159	0.004139
8/6/2015 2:00	-0.53982	-0.5392	0.001147	8/8/2015 1:00	-1.2099	-1.20347	0.005314
8/6/2015 3:00	-0.34915	-0.35043	0.003675	8/8/2015 2:00	-0.80085	-0.79621	0.005799
8/6/2015 4:00	-0.28549	-0.28693	0.005012	8/8/2015 3:00	-0.4091	-0.40724	0.004539
8/6/2015 5:00	-0.28451	-0.28522	0.002481	8/8/2015 4:00	-0.12708	-0.12739	0.002424
8/6/2015 6:00	-0.26481	-0.26437	0.001669	8/8/2015 5:00	0.014577	0.013269	0.089776
8/6/2015 7:00	-0.16983	-0.16846	0.008079	8/8/2015 6:00	0.048804	0.047683	0.022976
8/6/2015 8:00	0.018986	0.0209	0.10079	8/8/2015 7:00	0.040398	0.040126	0.006748
8/6/2015 9:00	0.297425	0.299679	0.007578	8/8/2015 8:00	0.047573	0.047977	0.008482
8/6/2015 10:00	0.655325	0.657545	0.003388	8/8/2015 9:00	0.103447	0.10428	0.008052
8/6/2015 11:00	1.07078	1.07277	0.001858	8/8/2015 10:00	0.22366	0.224775	0.004985
8/6/2015 12:00	1.48996	1.49143	0.000987	8/8/2015 11:00	0.418144	0.419661	0.003628
8/6/2015 13:00	1.81875	1.81882	3.85E-05	8/8/2015 12:00	0.687576	0.689393	0.002643
8/6/2015 14:00	1.94546	1.94461	0.000437	8/8/2015 13:00	1.00335	1.00506	0.001704
8/6/2015 15:00	1.79515	1.79363	0.000847	8/8/2015 14:00	1.29449	1.29545	0.000742
8/6/2015 16:00	1.37115	1.36754	0.002633	8/8/2015 15:00	1.46285	1.46236	0.000335
8/6/2015 17:00	0.751537	0.746672	0.006473	8/8/2015 16:00	1.42431	1.42247	0.001292
8/6/2015 18:00	0.055943	0.05158	0.07798	8/8/2015 17:00	1.15243	1.14923	0.002777
8/6/2015 19:00	-0.60307	-0.60564	0.004262	8/8/2015 18:00	0.689628	0.685518	0.00596
8/6/2015 20:00	-1.14683	-1.14698	0.000131	8/8/2015 19:00	0.124491	0.120464	0.032348

Validasi Pasang Surut [3]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/8/2015 20:00	-0.44653	-0.449478	0.006613	8/10/2015 19:00	0.373625	0.370944	0.007176
8/8/2015 21:00	-0.94562	-0.946669	0.001114	8/10/2015 20:00	0.0236309	0.0209035	0.115417
8/8/2015 22:00	-1.31567	-1.31451	0.000882	8/10/2015 21:00	-0.363616	-0.365971	0.006477
8/8/2015 23:00	-1.51214	-1.50878	0.002222	8/10/2015 22:00	-0.728077	-0.729412	0.001834
8/9/2015 0:00	-1.50432	-1.49931	0.00333	8/10/2015 23:00	-1.01511	-1.01483	0.000276
8/9/2015 1:00	-1.2934	-1.28762	0.004469	8/11/2015 0:00	-1.17617	-1.17403	0.001819
8/9/2015 2:00	-0.93026	-0.924757	0.005916	8/11/2015 1:00	-1.17292	-1.16935	0.003044
8/9/2015 3:00	-0.50917	-0.505951	0.006312	8/11/2015 2:00	-0.994981	-0.990416	0.004588
8/9/2015 4:00	-0.13735	-0.136427	0.006706	8/11/2015 3:00	-0.670548	-0.66615	0.006559
8/9/2015 5:00	0.113352	0.112486	0.00764	8/11/2015 4:00	-0.267503	-0.264062	0.012863
8/9/2015 6:00	0.229171	0.22776	0.006157	8/11/2015 5:00	0.128645	0.13021	0.012165
8/9/2015 7:00	0.246324	0.245365	0.003893	8/11/2015 6:00	0.442664	0.442589	0.000169
8/9/2015 8:00	0.219738	0.219211	0.002398	8/11/2015 7:00	0.633238	0.632256	0.001551
8/9/2015 9:00	0.194441	0.194298	0.000735	8/11/2015 8:00	0.696069	0.694969	0.00158
8/9/2015 10:00	0.20009	0.200356	0.001329	8/11/2015 9:00	0.653543	0.6518	0.002667
8/9/2015 11:00	0.259151	0.259813	0.002554	8/11/2015 10:00	0.537383	0.535735	0.003067
8/9/2015 12:00	0.3897	0.390834	0.00291	8/11/2015 11:00	0.386131	0.385016	0.002888
8/9/2015 13:00	0.593154	0.594668	0.002552	8/11/2015 12:00	0.241869	0.241399	0.001943
8/9/2015 14:00	0.835738	0.83714	0.001678	8/11/2015 13:00	0.144799	0.145053	0.001754
8/9/2015 15:00	1.04506	1.04572	0.000632	8/11/2015 14:00	0.121095	0.121959	0.007135
8/9/2015 16:00	1.1344	1.13363	0.000679	8/11/2015 15:00	0.168824	0.169863	0.006154
8/9/2015 17:00	1.04199	1.03961	0.002284	8/11/2015 16:00	0.253592	0.254305	0.002812
8/9/2015 18:00	0.760494	0.757159	0.004385	8/11/2015 17:00	0.320831	0.320939	0.000337
8/9/2015 19:00	0.337931	0.334388	0.010484	8/11/2015 18:00	0.319182	0.318541	0.002008
8/9/2015 20:00	-0.14827	-0.151371	0.020921	8/11/2015 19:00	0.220685	0.219371	0.005954
8/9/2015 21:00	-0.62072	-0.622755	0.003283	8/11/2015 20:00	0.0282315	0.0264704	0.062381
8/9/2015 22:00	-1.01592	-1.01628	0.000354	8/11/2015 21:00	-0.230164	-0.232108	0.008446
8/9/2015 23:00	-1.28243	-1.28051	0.001497	8/11/2015 22:00	-0.512299	-0.513926	0.003176
8/10/2015 0:00	-1.37741	-1.37363	0.002744	8/11/2015 23:00	-0.769377	-0.770037	0.000858
8/10/2015 1:00	-1.27865	-1.27361	0.003942	8/12/2015 0:00	-0.950418	-0.949679	0.000778
8/10/2015 2:00	-1.00188	-0.996292	0.005578	8/12/2015 1:00	-1.00973	-1.00755	0.002159
8/10/2015 3:00	-0.60886	-0.604521	0.007128	8/12/2015 2:00	-0.918099	-0.914837	0.003553
8/10/2015 4:00	-0.19509	-0.192584	0.01284	8/12/2015 3:00	-0.676967	-0.673245	0.005498
8/10/2015 5:00	0.14861	0.149023	0.002779	8/12/2015 4:00	-0.323635	-0.320123	0.010852
8/10/2015 6:00	0.368171	0.36728	0.00242	8/12/2015 5:00	0.0774806	0.0797799	0.029676

Validasi Pasang Surut [3]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/10/2015 7:00	0.459123	0.458026	0.002389	8/12/2015 6:00	0.452493	0.453334	0.001859
8/10/2015 8:00	0.45302	0.451975	0.002307	8/12/2015 7:00	0.739602	0.739142	0.000622
8/10/2015 9:00	0.391833	0.390893	0.002399	8/12/2015 8:00	0.900619	0.899837	0.000868
8/10/2015 10:00	0.313081	0.312627	0.00145	8/12/2015 9:00	0.926348	0.924511	0.001983
8/10/2015 11:00	0.250208	0.250358	0.0006	8/12/2015 10:00	0.827625	0.825512	0.002553
8/10/2015 12:00	0.234934	0.235651	0.003052	8/12/2015 11:00	0.636284	0.634313	0.003098
8/10/2015 13:00	0.291055	0.292222	0.00401	8/12/2015 12:00	0.398449	0.396884	0.003928
8/10/2015 14:00	0.418372	0.419762	0.003322	8/12/2015 13:00	0.166495	0.165599	0.005382
8/10/2015 15:00	0.580337	0.58156	0.002107	8/12/2015 14:00	-0.0135695	-0.013638	0.005048
8/10/2015 16:00	0.710564	0.711122	0.000785	8/12/2015 15:00	-0.115771	-0.115185	0.005062
8/10/2015 17:00	0.739617	0.739009	0.000822	8/12/2015 16:00	-0.142126	-0.141298	0.005826
8/10/2015 18:00	0.626336	0.624315	0.003227	8/12/2015 17:00	-0.119619	-0.11898	0.005342

Validasi Pasang Surut [4]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/12/2015 18:00	-0.08805	-0.08784	0.002458	8/14/2015 17:00	-0.72024	-0.71942	0.001129
8/12/2015 19:00	-0.08523	-0.08556	0.003859	8/14/2015 18:00	-0.83511	-0.83355	0.001863
8/12/2015 20:00	-0.1365	-0.13726	0.005597	8/14/2015 19:00	-0.85154	-0.84972	0.002143
8/12/2015 21:00	-0.24925	-0.25029	0.004169	8/14/2015 20:00	-0.79144	-0.78974	0.002149
8/12/2015 22:00	-0.41162	-0.41286	0.00301	8/14/2015 21:00	-0.69361	-0.69246	0.001652
8/12/2015 23:00	-0.59365	-0.59472	0.001799	8/14/2015 22:00	-0.6052	-0.60486	0.000563
8/13/2015 0:00	-0.75109	-0.75143	0.000462	8/14/2015 23:00	-0.56188	-0.56227	0.000687
8/13/2015 1:00	-0.83359	-0.8328	0.000954	8/15/2015 0:00	-0.56845	-0.56902	0.001003
8/13/2015 2:00	-0.80046	-0.79851	0.002427	8/15/2015 1:00	-0.59407	-0.59429	0.000374
8/13/2015 3:00	-0.63395	-0.6311	0.004491	8/15/2015 2:00	-0.58826	-0.58774	0.000882
8/13/2015 4:00	-0.34634	-0.34316	0.009199	8/15/2015 3:00	-0.50615	-0.50476	0.002744
8/13/2015 5:00	0.022639	0.025447	0.124072	8/15/2015 4:00	-0.32677	-0.32472	0.006295
8/13/2015 6:00	0.415905	0.417751	0.004439	8/15/2015 5:00	-0.05516	-0.05276	0.043536
8/13/2015 7:00	0.771414	0.771922	0.000659	8/15/2015 6:00	0.287021	0.28936	0.008149
8/13/2015 8:00	1.032	1.03184	0.000155	8/15/2015 7:00	0.668665	0.670353	0.002524
8/13/2015 9:00	1.15709	1.15587	0.001054	8/15/2015 8:00	1.04661	1.0476	0.000946
8/13/2015 10:00	1.127	1.12505	0.00173	8/15/2015 9:00	1.36245	1.3628	0.000257
8/13/2015 11:00	0.95159	0.949203	0.002508	8/15/2015 10:00	1.54878	1.54815	0.000407
8/13/2015 12:00	0.669667	0.667104	0.003827	8/15/2015 11:00	1.54907	1.54778	0.000833

Validasi Pasang Surut [4]							
Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)	Waktu	Pengamatan	Permodelan	(At - Ft)
	(m) [At]	(m) [Ft]	/At		(m) [At]	(m) [Ft]	/At
8/13/2015 13:00	0.339384	0.337198	0.006441	8/15/2015 12:00	1.34643	1.344	0.001805
8/13/2015 14:00	0.02233	0.020953	0.061688	8/15/2015 13:00	0.973162	0.969714	0.003543
8/13/2015 15:00	-0.23364	-0.23404	0.001725	8/15/2015 14:00	0.499796	0.496382	0.006831
8/13/2015 16:00	-0.4041	-0.40363	0.001148	8/15/2015 15:00	0.008082	0.005446	0.326185
8/13/2015 17:00	-0.48791	-0.48696	0.001955	8/15/2015 16:00	-0.43597	-0.43742	0.00334
8/13/2015 18:00	-0.50139	-0.50042	0.001931	8/15/2015 17:00	-0.79059	-0.79067	0.000101
8/13/2015 19:00	-0.47196	-0.47125	0.001492	8/15/2015 18:00	-1.0315	-1.03018	0.00128
8/13/2015 20:00	-0.43284	-0.43254	0.000684	8/15/2015 19:00	-1.14467	-1.14226	0.002105
8/13/2015 21:00	-0.41672	-0.41697	0.0006	8/15/2015 20:00	-1.13052	-1.12769	0.002503
8/13/2015 22:00	-0.44605	-0.44676	0.001605	8/15/2015 21:00	-1.01513	-1.01248	0.002611
8/13/2015 23:00	-0.52154	-0.52244	0.001716	8/15/2015 22:00	-0.85143	-0.84955	0.002207
8/14/2015 0:00	-0.61672	-0.61744	0.001154	8/15/2015 23:00	-0.7015	-0.70092	0.000825
8/14/2015 1:00	-0.68596	-0.68596	8.75E-06	8/16/2015 0:00	-0.6069	-0.60722	0.000531
8/14/2015 2:00	-0.68023	-0.67922	0.001494				
8/14/2015 3:00	-0.56709	-0.56517	0.00338				
8/14/2015 4:00	-0.34082	-0.33835	0.007256				
8/14/2015 5:00	-0.02094	-0.01831	0.125361				
8/14/2015 6:00	0.355736	0.357952	0.006229				
8/14/2015 7:00	0.741101	0.742325	0.001652				
8/14/2015 8:00	1.0782	1.07865	0.000417				
8/14/2015 9:00	1.30831	1.30782	0.000375	Rumus MAPE			
8/14/2015 10:00	1.38145	1.3801	0.000977	$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{At - Ft}{At} \right $			
8/14/2015 11:00	1.27456	1.27272	0.001444				
8/14/2015 12:00	1.00489	1.00231	0.002567				
8/14/2015 13:00	0.625178	0.622274	0.004645	Σ(At-Ft)		3.104866	
8/14/2015 14:00	0.206678	0.20426	0.011699	MAPE Error Percentage		0.86%	
8/14/2015 15:00	-0.18402	-0.18542	0.007581				
8/14/2015 16:00	-0.50089	-0.50109	0.000399				

LAMPIRAN 4

Perbandingan Morfologi Dasar Perairan

garis tinjau [1]		
	kedalaman	
panjang	eksisting (a)	jetty(b)
0	-13.97962	-13.9759
230	-15.15746	-15.1568
460	-16.22151	-16.22
690	-17.1915	-17.1902
920	-18.02756	-18.026
1150	-18.51227	-18.5153
average	-16.514987	-16.514
(a)-(b) =	-0.000945	(erosi)

garis tinjau [2]		
	kedalaman	
panjang	eksisting (a)	jetty(b)
0	-13.97962	-13.97587
230	-15.15746	-15.15684
460	-16.22151	-16.22004
690	-17.1915	-17.19021
920	-18.02756	-18.02604
1150	-18.51227	-18.51525
average	-16.36277	-16.362975
(a)-(b) =	0.000205	(sedimentasi)

garis tinjau [3]		
	kedalaman	
panjang	eksisting (a)	jetty(b)
0	-18.55074	-18.54743
31	-18.506	-18.5027
61	-18.46188	-18.46126
92	-18.41755	-18.4158
123	-18.37263	-18.37082
153	-18.32747	-18.32532
184	-18.28155	-18.28051
215	-18.23576	-18.23433
245	-18.18927	-18.18826
276	-18.14306	-18.14276
average	-18.348591	-18.346919
(a)-(b) =	0.001672	(sedimentasi)

LAMPIRAN 5

Lisensi Software

a. DHI Mike21

Rudy



**KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
BADAN RISET DAN SUMBER DAYA MANUSIA
KELAUTAN DAN PERIKANAN**

KOMPLEKS BINA SAMUDERA JALAN PASIR PUTIH I ANCOL TIMUR LANTAI IV JAKARTA 14430
TELEPON : (021) 64700755 EXT. 3120 FAKSIMILE : (021) 64711654
LAMAM : www.kkp.go.id SURAT ELEKTRONIK : pusriskel@kkp.go.id

Jakarta, 12 November 2019

Nomor : 2045/BRSDM.2/TU.210/XI/2019
Hal : Permohonan Ijin Penggunaan *Software MIKE 21/3 HD* Untuk Tugas Akhir dan Tesis

Yth. Kepala Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Di Surabaya

Bedasarkan surat Kepala Departemen Teknik Kelautan Nomor : 87127/IT2.VI.6.3/PP.05.02/2019 tanggal 22 Oktober 2019 perihal Permohonan Ijin penggunaan *Software* untuk Tugas Akhir, bersama ini dapat disampaikan bahwa pada prinsipnya kami menyetujui pelaksanaan pengolahan data terbatas dengan menggunakan *Software MIKE 21/3* Hidrodinamic (HD) milik Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Agency for Marine and Fisheries Research and Development, Jln. Pasir Putih 1 Jakarta Utara Indonesia untuk keperluan Tugas Akhir (Mahasiswa S1) dan Tesis (Mahasiswa S2) atas nama sebagai berikut :

No	Nama	NRP	Judul Tugas Akhir
1.	Muhammad Arrozikul R.S.	04311540000070	Analisa Dampak Pembangunan Jetty Terhadap Laju Sedimentasi dan Pola Arus di Kawasan Open Crude Access PT. Pertamina RU III Plaju.
2.	Rendatiyarso Laksono	04311640000018	Analisa Pola Arus Dan Laju Sedimentasi Di Dermaga C Pt. Petrokimia Gresik Dengan Menggunakan <i>Software Mike 21</i>
3.	Muhammad Ilham Maulana	04311640000039	Studi Laju Sedimentasi PLTU Pulang Pisau Akibat Modifikasi Jetty Dalam Upaya Peningkatan Kapasitas Produksi.

- b. **GoldenSoftware Surfer** (trial 3 days)
- c. **Autocad** (student version)
- d. **Microsoft** (Lisensi Mahasiswa ITS)

BIODATA PENULIS



Muhammad Arrozikul lahir di Sidoarjo, 26 Agustus 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dan dibesarkan di kota Sidoarjo dan Surabaya, Jawa Timur. Penulis menempuh jenjang pendidikan dasar di SD Muhammadiyah 1 Sidoarjo, dilanjutkan jenjang sekolah menengah pertama di pondok pesantren Luqman Al-Hakim, Hidayatullah, Surabaya. Jenjang sekolah menengah atas penulis menempuh di SMAN 15 Surabaya. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Di Departemen Teknik Kelautan ITS penulis menyelesaikan pendidikan strata satu dengan mengambil Bidang Keahlian Rekayasa Pantai.

Di tahun pertama perkuliahan, penulis sempat mengikuti Unit Kegiatan Kemahasiswaan Olahraga Maritime Challenge ITS. Penulis aktif mengikuti berbagai pelatihan dan seminar, terutama yang berhubungan dengan lingkup bidang teknologi kelautan. Penulis juga aktif di organisasi kerohanian, dan kepanitiaan di Unit Kegiatan Kemahasiswaan. Penulis pernah menjadi Kepala Departemen Mentoring di Lembaga Dakwah Jurusan teknik Kelautan.