

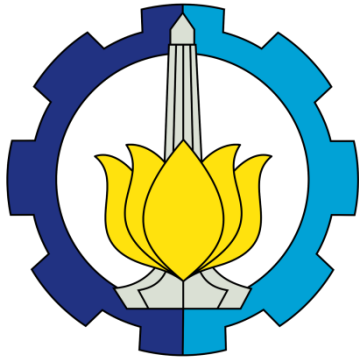
TUGAS AKHIR - MO141326

**PERENCANAAN LAYOUT FASILITAS DERMAGA *REFINERY*
PT. XYZ BERDASARKAN ANALISIS KONDISI HIDRO-
OSEANOGRAFI DI WILAYAH SITUBONDO, JAWA TIMUR**

**FARIS HABIBURRAHMAN
NRP. 4312 100 104**

**Dosen Pembimbing :
Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL TASK - MO141326

**THE PLANNING OF PT.XYZ REFINERY BERTH FACILITIES
LAYOUT BASED ON ANALYSIS OF HYDRO-
OCEANOGRAPHIC CONDITIONS IN SITUBONDO, EAST
JAVA**

FARIS HABIBURRAHMAN
NRP. 4312 100 104

Supervisor :
Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

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

**PERENCANAAN LAYOUT FASILITAS DERMAGA REFINERY PT. XYZ
BERDASARKAN ANALISIS KONDISI HIDRO-OSEANOGRAFI DI
WILAYAH SITUBONDO**

TUGAS AKHIR

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

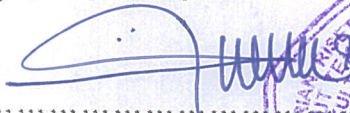

Oleh:

Faris Habiburrahman

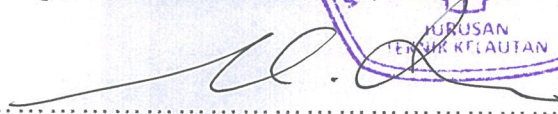
NRP. 4312 100 104

Disetujui oleh:

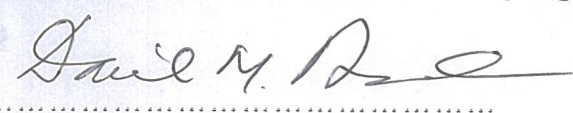
1. Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 1)


.....


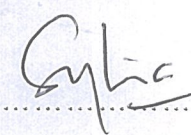
2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. (Pembimbing 2)


.....


3. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA. (Penguji 1)


.....

4. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Penguji 2)


.....

5. Agro Wisudawan S.T., M.T. (Penguji 3)


.....

Surabaya, Januari 2017

**PERENCANAAN LAYOUT FASILITAS DERMAGA *REFINERY* PT. XYZ
BERDASARKAN ANALISIS KONDISI HIDRO-OSEANOGRAFI DI
WILAYAH SITUBONDO**

Nama Mahasiswa : Faris Habiburrahman
NRP : 4312 100 104
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

Abstrak – PT. XYZ berencana membangun sebuah dermaga penerimaan *crude oil* pada *refinery* yang terletak di Tanjung Pecinan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Pada tugas akhir ini dibahas perencanaan layout fasilitas dermaga dengan mempertimbangkan analisis kondisi hidro-oseanografi. Tahap pertama adalah memodelkan kondisi hidro-oseanografi dengan software Surface Modelling System (SMS), dimana untuk pemodelan gelombang menggunakan modul pengerjaan CMS-Wave, sedangkan arus dan laju sedimentasi dengan CMS-Flow. Hasil dari pemodelan gelombang menunjukkan tinggi gelombang yang tidak terlalu besar yang artinya memenuhi kriteria tinggi gelombang agar kapal dapat melakukan proses bongkar muat. Untuk pemodelan arus, kecepatan arus menunjukkan angka yang cukup kecil dan tidak mempengaruhi pergerakan kapal saat *berthing* secara signifikan. Dari pemodelan laju sedimen terlihat bahwa arah sedimentasi mengarah ke kiri (barat). Setelah analisa kondisi eksisting, dilakukan penentuan zona pembangunan dermaga yang paling optimum dengan metode kriteria majemuk *weighted utility*, zona 4 yang berlokasi di ujung kanan lokasi *refinery* mendapatkan *score* tertinggi. Dengan data kapal 320.00 DWT maka didapatkan panjang *trestle* sebesar 306, 4 m dan ketinggian 30 m. Untuk layout perairan dimensi dari alur masuk adalah 6072.7 m; 510.2 m; 26.5 m (L; W; D) dan kolam dermaga adalah 421.7 m; 75 m (L; W), sedangkan untuk diameter kolam putar adalah 674.7 m.

Kata Kunci: *Refinery, Layout Dermaga, Hidro-Oseanografi, Surface Modelling System.*

**THE PLANNING OF PT.XYZ REFINERY BERTH FACILITIES LAYOUT
BASED ON ANALYSIS OF HYDRO-OCEANOGRAPHIC CONDITIONS
IN SITUBONDO, EAST JAVA**

Name : Faris Habiburrahman
NRP : 4312 100 104
Department : Ocean Engineering
Supervisor : Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

Abstract – PT. XYZ plans to build a crude oil receiving terminal at the refinery which located in Tanjung Pecinan, Situbondo, East Java. This final project discussed about the planning of berth Facilities layout by considering the analysis of Hydro-Oceanographic conditions. First step is to model the Hydro-Oceanographic conditions with Surface Modelling System (SMS) software, which for wave modelling uses CMS-Wave module, while sea current and rate of sedimentation modelling use CMS-Flow module. The results of wave modeling shows that the wave height is not too large and meets the criteria for ship can do loading and unloading process. In current modeling, the current velocity also shows a fairly small numbers and does not affect the movement of ship while berthing significantly. From Sedimentation modelling looks that the direction of sedimentation leading to the left (West). After analysing the existing condition, the next step is to determine the most optimum zone for terminal development using weighted utility methods. Zone 4 which located at the right end of refinery gets the highest score. With considering ship displacement around 320.00 DWT, then obtained the long of trestle is 306, 4 m and height 30 m. Dimensions of the approach channel are 510.2 m; 6072.7 m; 26.5 m (L; W; D) and basin are 421.7 m; 75 m (L; W), while for the diameter of turning basin is 674.7 m.

Key Words: Refinery, Berth Facilities Layout, Hidro-Oceanografi, Surface Modelling System.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam juga penulis panjatkan kepada junjungan seluruh umat manusia Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas akhir ini berjudul “Perencanaan Layout Fasilitas Dermaga *Reifnery* PT. XYZ Berdasarkan Analisis Kondisis Hidro-Oseanografi di Wilayah Situbondo, Jawa Timur”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas akhir ini membahas tentang perencanaan layout dermaga pada *refinery* berdasarkan analisis hidro-oseanografi.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saya sangat mengharapkan kritik dan saran dari pihak lain. Akhir kata penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang *coastal engineering* serta bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, November 2016

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Fabekyus Kasmansyah dan Rina Rahayu selaku kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan. Tugas akhir ini saya persembahkan khusus untuk kedua orang tua saya.
2. Kedua saudara saya Arif Cita Perdana dan Fauzi Abdul Aziz yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
3. Bapak Suntoyo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu saya dan Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing dua saya dalam tugas akhir, yang membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D selaku dosen wali saya selama kuliah di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS ini. Terima kasih atas bimbingan dan arahan bapak.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya selama menjalani perkuliahan.
6. Rekan-rekan Varuna L-30 Teknik Kelautan 2012 yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain hingga tugas akhir ini selesai.
7. Teman-teman sejawat Paparazie dan Barudaks, yang telah menjadi keluarga dan tempat penulis untuk berkembang selama 4,5 tahun.

Serta semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan, motivasi, dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-nya kepada kita semua. Aamiin ya Rabbal Aalaamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Pengertian dan Tipe-Tipe Dermaga	6
2.2.2 Kapal Tanker.....	8
2.2.3 Peramalan Gelombang	9
2.2.3.1 Fetch	9
2.2.3.2 Wave Design.....	10
2.2.3.3 Periode Ulang	13
2.2.3.4 Refraksi.....	13
2.2.3.5 Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)	14
2.2.3.6 Difraksi	14
2.2.4 Pasang Surut.....	15
2.2.4.1 Definisi dan Parameter Pasut.....	15

2.2.4.2	Metode Kuadrat Terkecil.....	16
2.2.5	CMS-Wave SMS 11.1	17
2.2.6	CMS-Flow SMS 10.1.....	17
2.2.7	Layout Perairan.....	18
2.2.7.1	Alur Masuk	18
2.2.7.2	Kolam Putar.....	21
2.2.7.3	Kolam Dermaga.....	21
2.2.8	Layout Daratan.....	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Skema Diagram Alir.....	25
3.2	Penjelasan Diagram Alir	27
3.2.1	Studi Literatur	27
3.2.2	Pengumpulan Data	27
3.2.3	Analisa Data Lingkungan.....	28
3.2.4	Penentuan Zona Lokasi Dermaga	28
3.2.5	Perencanaan Layout Dermaga	28
3.2.6	Laporan	28
3.3	Pengumpulan Data	29
3.3.1	Data Batimetri.....	29
3.3.2	Data Pasang Surut	29
3.3.3	Data Arus	29
3.3.4	Data Angin	30
3.3.5	Data <i>Grain Sze Distribution</i>	30
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Pengolahan Data dan Analisa Kondisi Eksisting	31
4.1.1	Pengolahan Data Pasang Surut	31
4.1.2	Peramalan Gelombang.....	32
4.1.2.1	Wind Rose	33
4.1.2.2	Fetch	35
4.1.2.3	Wave Design.....	35
4.1.2.4	Periode Ulang	36
4.1.2.5	Refraksi dan Wave Shoaling	36

4.1.3	Pemodelan Gelombang dengan Software SMS (Surface Modeling System)	37
4.1.3.1	Pemodelan	37
4.1.3.2	Validasi Pemodelan Glombang	39
4.1.4	Pemodelan Arus dengan Software SMS (Surface Modeling System)	40
4.1.4.1	Pemodelan Arus.....	40
4.1.4.2	Validasi Pemodelan Arus	42
4.1.5	Pemodelan Sedimentasi dengan <i>Software SMS (Surface Modeling System)</i>	44
4.2	Pemilihan Zona Perencanaan Dermaga.....	45
4.2.1	Zona Lokasi Perencanaan Dermaga.....	46
4.2.2	Kontur Bathymetri	47
4.2.3	Tinggi Gelombang	48
4.2.4	Kecepatan Arus	49
4.2.5	Laju Sedimentas.....	49
4.2.6	Perhitungan Score Akhir.....	49
4.3	Perencanaan Layout	50
4.3.1	Layout Daratan.....	51
4.3.1.1	Trestle	51
4.3.1.2	Bresting Dolphin.....	52
4.3.2	Layout Perairan	53
4.4	Analisis Akhir	53
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Statistik Produksi dan Konsumsi Minyak Mentah Indonesia.....	1
Gambar 1.2 Statistik Jumlah Cadangan Terbukti Minyak Mentah Indonesia.....	2
Gambar 2.1 Dermaga Tipe Jetty.....	7
Gambar 2.2 Jetty untuk Kapal Tanker.....	8
Gambar 2.3 Kapal Tanker.	9
Gambar 2.4 Koefisien Koreksi Terhadap Pencatatan Kecepatan di Darat.....	11
Gambar 2.5 Koefisien Koreksi Kecepatan Terhadap Perbedaan Temperatur.....	11
Gambar 2.6 Refraksi Gelombang pada Kontur Lurus dan Sejajar.....	14
Gambar 2.7 Difraksi Gelombang di Belakang Rintangan.....	15
Gambar 2.8 a. Persamaan Metode <i>Least Square</i> , b. Keterangan Besaran.....	17
Gambar 2.9 Sirkulasi dan Hubungan antara CMS-Wave dan CMS-Flow.....	18
Gambar 2.10 Lebar Alur Masuk untuk Satu Jalur dan Dua Jalur	20
Gambar 2.11 Tata Letak Dolphin.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir (Lanjutan).....	26
Gambar 3.3 Diagram Alir (Lanjutan).....	27
Gambar 3.4 Peta Batimetri Daerah Tanjung, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur	29
Gambar 4.1 <i>Wind Rose</i> Kabupaten Siubondo Tahun 2013.....	33
Gambar 4.2 <i>Wind Rose</i> Kabupaten Siubondo Tahun 2014.....	34
Gambar 4.3 <i>Wind Rose</i> Kabupaten Siubondo Tahun 2015	34
Gambar 4.4 Garis <i>Fetch</i> dari Arah Timur (90°).....	35
Gambar 4.5 Hasil <i>Meshing</i> Kedalaman Perairan.	38
Gambar 4.6 Hasil Pemodelan Gelombang dengan Software SMS	38
Gambar 4.7 Grafik Validasi Tinggi Gelombang	39
Gambar 4.8 Grafik Validasi Arah Gelombang.....	40
Gambar 4.9 Pemodelan Arus Menuju Pasang pada hari ke 10 pukul 05.15.	41
Gambar 4.10 Pemodelan Arus Menuju Surut Hari ke-11 pukul 10.15	42
Gambar 4.11 Grafik Validasi Kecepatan Arus.....	43
Gambar 4.12 Grafik Validasi Arah Arus.....	43
Gambar 4.13 Arah Laju Sedimentas	45

Gambar 4.14 Zona Lokasi Perencanaan Pembangunan Dermaga yang akan Dibandingkan.....	47
Gambar 4.15 Titik-Titik Observasi Gelombang.....	48
Gambar 4.16 Jarak Antara Mooring Dolphin.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Panjang Alur.....	19
Tabel 2.2 Kedalaman Perairan.	19
Tabel 2.3 Jarak Antara Dasar Perairan dengan Bagian Bawah Kapal.	21
Tabel 4.1 Sembilan Bilangan <i>Constituents</i>	32
Tabel 4.2. Parameter Pasang Surut.....	32
Tabel 4.3 Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan.....	36
Tabel 4.4 Perhitungan Periode Ulang Selama 50 Tahun	36
Tabel 4.5 Tinggi Gelombang (m) Hasil Perhitungan Refraksi	36
Tabel 4.6 Perhitungan Error Validasi Untuk Tinggi dan arah Gelombang.....	40
Tabel 4.7 Perhitungan Error Validasi untuk Kecepatan dan Arah Arus	44
Tabel 4.8 Koordinat Zona Lokasi	47
Tabel. 4.9 Perhitungan Pembobotan dan Scoring Pada Setiap Parameter	50
Tabel. 4.10 Hasil Penjumlahan Score	50
Tabel 4.11 Dimensi <i>Trestle</i>	52
Tabel 4.12 Jarak Antara <i>Mooring Dolphin</i>	53
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Layout Perairan	53

DAFTAR SIMBOL

BOPD	= <i>Barrel Oil per Day</i>
DWT	= <i>Deadweight Tonnage</i> (ton)
Feff	= <i>Fetch</i> efektif (m)
Xi	= Panjang garis fetch (m)
U	= Kecepatan angin terkoreksi (knot)
Us	= Kecepatan angin diukur oleh kapal (knot)
R _T	= Koreksi akibat perbedaan temperatur antara udara dan air
R _L	= Koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat
U _A	= Faktor tegangan angin
H _o	= Tinggi gelombang (m)
T _o	= Periode Gelombang (m)
H _{rms}	= Tinggi gelombang <i>root mean square</i> (m)
H _s	= Tinggi gelombang Signifikan (m)
H _{sr}	= Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr (m)
T _s	= Periode signifikan (m)
T _r	= Periode ulang (tahun)
LWS	= <i>Low Water Spring</i> (m)
HWS	= <i>High Water Spring</i> (m)
MSL	= <i>Mean Sea Level</i> (m)
HHWL	= <i>Higher High Water Level</i> (m)
LLWL	= <i>Lower Low Water Level</i> (m)
CDL	= <i>Chart Datum Level</i> (m)
LOA	= <i>Length Over All</i> (m)

DAFTAR ISTILAH

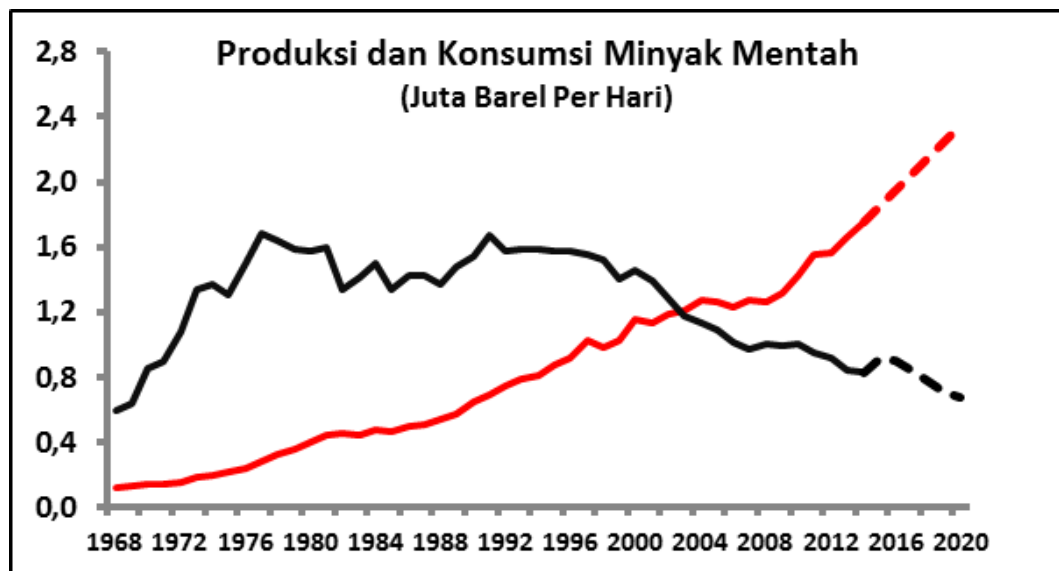
<i>Basin</i>	= Kolam dermaga, tempat kapal saat melakukan bongkar muat pada dermaga.
<i>Turning Basin</i>	= Kolam putar, area kapal melakukan manuver, sebelum masuk ke kolam dermaga
Alur Masuk	= Jalur masuk kapal menuju kolam dermaga
Spektra Energi	= Karakter gelombang yang terjadi pada suatu wilayah.
<i>Deidweight</i>	= Berat maksimum muatan pada kapal.
<i>Trestle</i>	= Struktur yang menjadi penghubung daratan dan <i>breasting dolphin</i> .
<i>Breasting Dolphin</i>	= Suatu sistem untuk yang digunakan untuk mengikat dan menyerap energi dari tubrukkan kapal saat berlabuh.
<i>Draft</i>	= Tinggi sarat air pada kapal.
<i>Jetty</i>	= Jenis dermaga yang menjorok ke laut.
<i>Wharf</i>	= Jenis dermaga yang permukaannya sejajar dengan pantai.
<i>Least square</i>	= Salah satu metode perhitungan untuk mencari bilangan <i>constituents</i> dalam perhitungan pasang surut
<i>Constituents</i>	= Suatu bilangan pada perhitungan pasang surut, yang menunjukkan faktor astronomis terhadap pasang surut pada suatu tempat.
<i>Wind rose</i>	= Penyajian distribusi kecepatan dan arah angin dengan <i>rose diagram</i> .
<i>Fetch</i>	= Garis pembangkitan gelombang.
<i>Bathymetri</i>	= Garis kontur kedalaman perairan.
<i>Refinery</i>	= Kilang minyak.
<i>Berthing</i>	= Proses kapal saat akan dan sedang berlabuh.
Validasi	= Proses kalibrasi <i>software</i>

BAB I

PENDAHULUAN

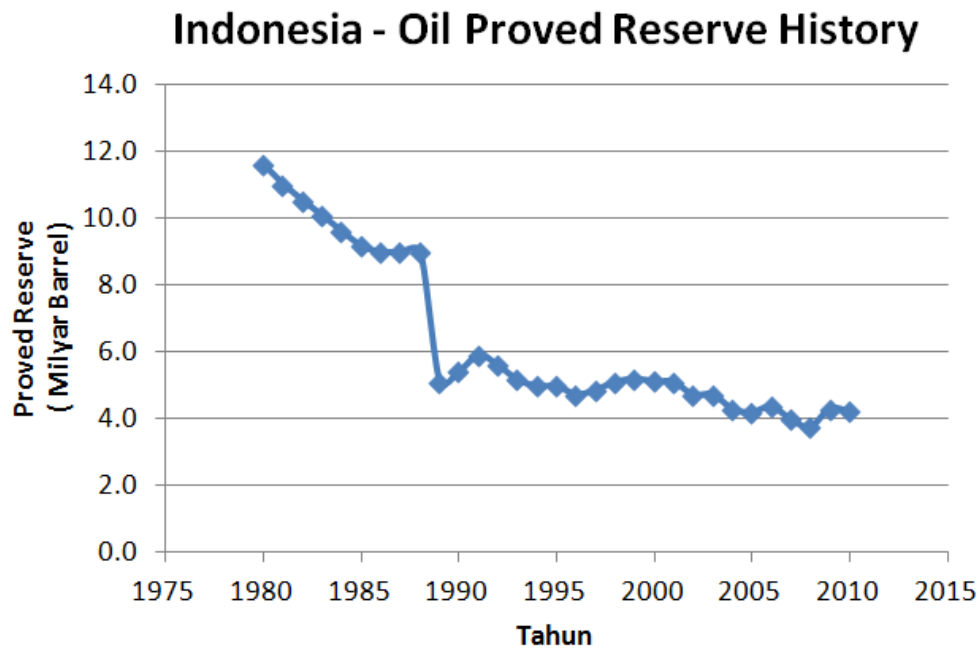
1.1 Latar Belakang Masalah

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu jenis dari bahan bakar yang paling banyak dikonsumsi pada saat ini, khususnya di Indonesia. Bahkan menurut Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM), kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia diproyeksikan meningkat dengan rata-rata 3,18% per tahun selama kurun waktu tahun 2006 – 2030. Kondisi ini tidak sebanding dengan produksi minyak mentah domestik yang justru menurun tiap tahunnya (Gambar 1.1). Terlebih lagi semakin menipisnya cadangan minyak mentah terbukti (Gambar 1.2) membuat pemerintah maupun masyarakat Indonesia harus memutar otak untuk menghadapi permasalahan ini, jika tidak ingin mengalami krisis energi kedepannya.



Gambar 1.1 Statistik Produksi dan Konsumsi Minyak Mentah Indonesia

(Sumber: BP Statistical Review 2013)



Gambar 1.2 Statistik Penurunan Jumlah Cadangan Terbukti Minyak Mentah Indonesia

(Sumber: <https://agushoe.wordpress.com>)

Untuk menjawab permasalahan tersebut, PT. XYX sebagai perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang hilir minyak dan gas berkonsosium dengan dua negara lain yaitu Iran dan Cina berencana untuk membuat refinery berkapasitas 150.000 BOPD (Barrel Oil per Day) yang keseluruhan minyak mentahnya di-impor dari sumur-sumur iran sehingga tidak mempengaruhi cadangan minyak Indonesia. Hasil produksinya adalah beberapa turunan dari minyak mentah diantaranya seperti gasoline, kerosene, diesel, dan lain-lain. Rencananya refinery ini akan ditempatkan di daerah pantai yang berlokasi sekitar 9 KM di utara Kota Situbondo, Jawa Timur. Proyek ini tentunya diharapkan dapat meningkatkan jumlah produksi turunan minyak mentah di Indonesia, sehingga dapat mengurangi beban pemerintah Indonesia akan tingginya permintaan masyarakat.

Selain tahap pemrosesan minyak mentah, tahapan lainnya yang juga penting dalam suatu sistem refinery adalah tahap loading/unloading untuk mengirim dan juga menerima minyak mentah maupun hasil dari produksi. Oleh karena itu

perusahaan merencanakan pembuatan dermaga khusus dengan kapasitas 320.000 DWT sebagai terminal penerimaan minyak yang dikirim langsung dari Iran. Selain terminal penerimaan, akan dibuat juga dermaga untuk kebutuhan *unloading* berkapasitas 50.000 DWT, sebab bagian besar dari hasil produksi refinery PT.JES ini rencananya akan didistribusikan kepada konsumen melalui moda transportasi laut. Pada penelitian ini perencanaan hanya difokuskan pada terminal penerimaan.

Perencanaan dermaga tidak hanya mencakup perencanaan fasilitas laut serta perencanaan struktur dermaga saja. Perencanaan dermaga juga harus mencakup pengaruh struktur tersebut terhadap kondisi lingkungan sekitarnya seperti pola arus dan efek sedimentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana analisa kondisi lingkungan yang berhubungan dengan perencanaan dermaga?
2. Zona lokasi mana yang paling optimum untuk dibangun fasilitas dermaga?
3. Bagaimana *layout* dan dimensi dermaga yang paling sesuai berdasarkan kondisi yang ada?

1.3 Tujuan

Permasalahan yang dikaji pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana analisa kondisi lingkungan yang berhubungan dengan perencanaan dermaga?
2. Zona lokasi mana yang paling optimum untuk dibangun fasilitas dermaga?
3. Bagaimana *layout* dan dimensi dermaga yang paling sesuai berdasarkan kondisi yang ada?

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Dapat menganalisa kondisi lingkungan di sekitar wilayah perencanaan pembangunan dermaga.
2. Dapat mengetahui zona lokasi yang paling optimum untuk dibangunnya fasilitas dermaga.
3. Dapat merencanakan *layout* dan dimensi dermaga.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Data lingkungan yang dipakai adalah data sekunder tahun 2015 dari hasil pengamatan dan pemodelan yang didapat dari beberapa sumber.
2. Data arus merupakan data hasil pemodelan yang di rangkum menjadi rata-rata perhari
3. Seluruh garis pantain pada layout diasumsikan telah tidak mempunyai permasalahan dan dapat dibangun dermaga
4. Penelitian tidak memepertimbangkan anggaran dana pembangunan secara detil, hanya berdasarkan referensi umum yang telah ada sebelumnya.
5. Penelitian tidak mempertimbangkan perubahan kontur pantai setelah dibangunnya dermaga, hanya sebatas melihat arah laju sedimentasi dan perubahan morfologi pada rentang waktu satu bulan.
6. Pengamatan pada lokasi perencanaan tidak dilakukan secara menyeluruh, akibat kurangnya waktu penelitian dan akses menuju titik tinjauan yang sulit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perencanaan *layout* dan desain umum dermaga merupakan salah satu kegiatan penting dalam membangun suatu dermaga. Karena tanpa adanya perencanaan yang baik maka pembangunan suatu struktur bisa jadi tidak efisien pada biaya pembangunannya. Perencanaan *layout* itu sendiri meliputi dua hal yaitu perencanaan *layout* daratan, dan perencanaan *layout* perairan, sedangkan untuk perencanaan desain umum meliputi elevasi struktur, pemilihan jenis struktur, dan penentuan *breasting dolphin*. Perencanaan *layout* dan desain umum pada penelitian ini juga meliputi analisa kondisi lingkungan seperti perubahan pola arus, dan gelombang setelah struktur dermaga di bangun beserta solusi umum dari permasalahan yang timbul.

Perencanaan dermaga pada tugas akhir ini adalah termasuk pada Terminal untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) karena kebutuhan dermaga hanya digunakan sebagai fasilitas penunjang refinery milik PT. XYZ, berbeda dengan dermaga-dermaga yang difungsikan untuk kepentingan publik. Dalam Peraturan Pemerintah No. 61 tahun 2009 tentang kepelabuhan menyebutkan bahwa, TUKS merupakan terminal yang terletak di dalam Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan Pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya. Pada perencanaannya, dermaga minyak harus diletakkan agak jauh dari kepentingan umum demi faktor keamanan.

Pada penelitian “Perencanaan Dermaga Kapal Tanker 100.000 DWT pada Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) UP III PT. Pertamina di Pulau Sambu, Batam” oleh: Yulia Islamia, membahas perencanaan struktur dermaga secara detail mulai dari perencanaan *layout*, perencanaan struktur detail, perencanaan metode konstruksi, hingga pembiayaan pembangunan.

Pada tugas akhir ini perencanaan yang dibuat hanya sampai dengan perencanaan *layout* dan desain umum, akan tetapi yang membedakan dari penelitian sebelumnya adalah penentuan *layout* dibuat berdasarkan analisis kondisi hidro-oseanografi yang dimodelkan dengan software SMS (*Surface Modeling System*).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian dan Tipe-Tipe Dermaga

Dermaga adalah pelabuhan di mana kapal-kapal bersandar untuk melakukan kegiatan muat dan menurunkan barang atau penumpang. Dermaga terbuat dari beton atau kayu. Dermaga ini menjamin kelancaran, keamanan dan keselamatan bongkar muat barang dan menaikturunkan penumpang. Dimensi dermaga berdasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan tambat pada dermaga tersebut, sehingga kapal dapat sandar dan bongkar muat dengan aman, cepat dan lancar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan dermaga di antaranya adalah:

1. Besarnya ukuran atau kapasitas kapal (gross tonnage) merupakan salah satu parameter penting untuk menentukan kebutuhan dermaga.
2. Jumlah kunjungan kapal merupakan faktor yang penting pula, hal ini dikaitkan dengan tingkat pelayanan kapal di dermaga.

Dalam garis besarnya, beberapa bentuk dasar tipe dermaga dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Dermaga memanjang (*Wharf*) merupakan dermaga yang bagian permukaannya adalah sejajar dengan garis pantai. Kapal-kapal yang akan bersandar berderet memanjang. Tambatan ini dibangun bila garis kedalaman kolam pelabuhan hampir sejajar dengan garis pantai.

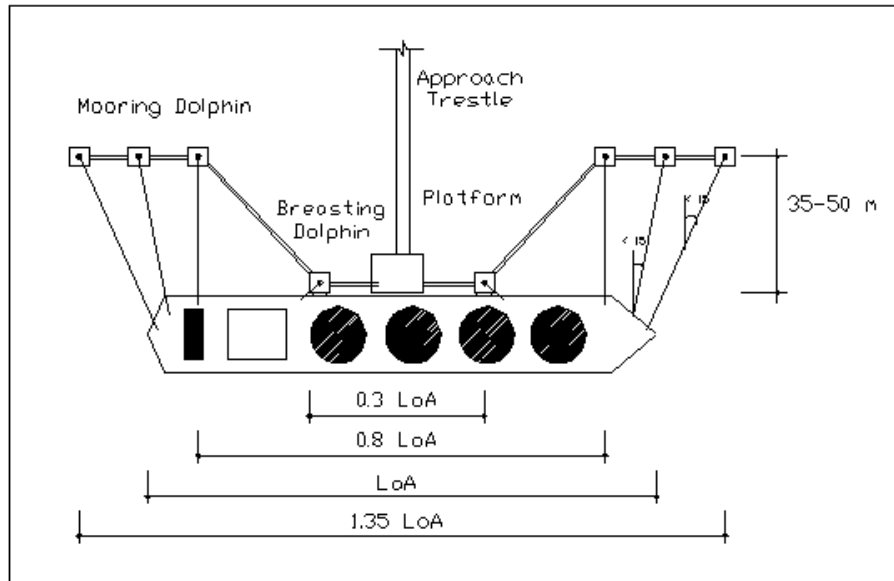
2. Dermaga yang menyerupai jari (*Jetty*) merupakan dermaga yang di bangun mengikuti bentuk daratan yang menjorok kelaut, demikian pula kedalaman kolamnya (Gambar 3.1).



Gambar 2.1 Dermaga Tipe Jetty

3. Dermaga *pier* adalah dermaga yang di bangun bila garis kedalaman jauh dari pantai dan perencanaan pembangunan tidak menginginkan adanya pengaruh kolam pelabuhan. Antara dermaga dan pantai dihubungkan dengan jembatan pemghubung (*trestile*) yang digunakan untuk pergerakan barang.

Untuk menahan benturan kapal yang merapat dipasang dolphin penahan benturan (*breasting dolphin*) di depan jetty. Sedangkan untuk mengikat kapal digunakan *dolphin* penambat (*mooring dolphin*) seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 2.2 Jetty untuk Kapal Tanker

2.2.2 Kapal Tanker

Kapal tanker digunakan untuk mengangkut minyak, yang umumnya mempunyai ukuran yang sangat besar. Karena barang cair yang berada di dalam ruangan kapal dapat bergerak secara horizontal (memanjang dan melintang), sehingga dapat membahayakan stabilitas kapal, maka ruangan kapal dibagi menjadi beberapa kompartemen (bagian ruangan) yang berupa tanki-tanki. Dengan pembagian ini maka tekanan zat cair dapat dipecah sehingga tidak membahayakan stabilitas kapal. Tetapi dengan demikian diperlukan lebih banyak pompa dan pipa-pipa untuk menyalurkan minyak masuk dan keluar kapal.



Gambar 2.3 Kapal Tanker

2.2.3 Peramalan Gelombang

2.2.3.1 Fetch

Dalam tinjauan pembangkitan gelombang dilaut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Didaerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut:

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i}$$

dimana :

$$F_{\text{eff}} = \text{fetch efektif}$$

$$X_i = \text{panjang garis fetch}$$

α_i = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan penambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin dominan.

2.2.3.2 *Wave Design*

Untuk peramalan gelombang, digunakan data dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data yang dimaksud dapat diperoleh dari lokasi pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat didekat lokasi peramalan yang kemudian dikonversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam satuan knot. 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/detik, dengan catatan tiap jam. Dengan pencatatan angin berjam-jam tersebut akan dapat diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin, dan dapat pula dihitung kecepatan angin rata-rata harian.

Jumlah data angin biasanya disajikan dalam bentuk tabel dan merupakan hasil pengamatan beberapa tahun. Untuk itu data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel ringkasan (diagram). Data angin dapat diperoleh dari pencatatan di permukaan laut dengan menggunakan kapal yang sedang berlayar atau pengukuran di darat yang biasanya di bandara (lapangan terbang). Pengukuran data angin dipermukaan laut adalah yang paling sesuai untuk peramalan gelombang. Data angin dari pengukuran dengan kapal perlu dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$U = 2,16 U_s^{7/9}$$

dimana :

U = kecepatan angin terkoreksi (knot)

U_s = kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

Untuk pengukuran angin yang dilakukan didaratandiperlukan transformasi dari data angin diatas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut. Kecepatan angin yang akan dipergunakan untuk peramalan gelombang adalah (Yuwono, 1992):

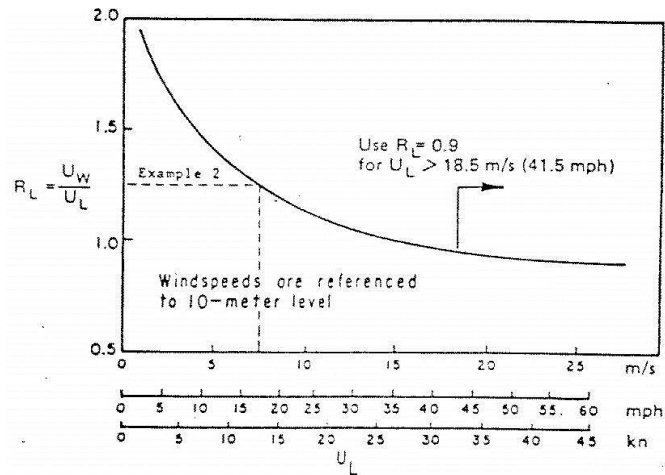
$$U = R_T \cdot R_L (U_{10})_L$$

dimana :

R_T = Koreksi akibat perbedaan temperatur antara udara dan air

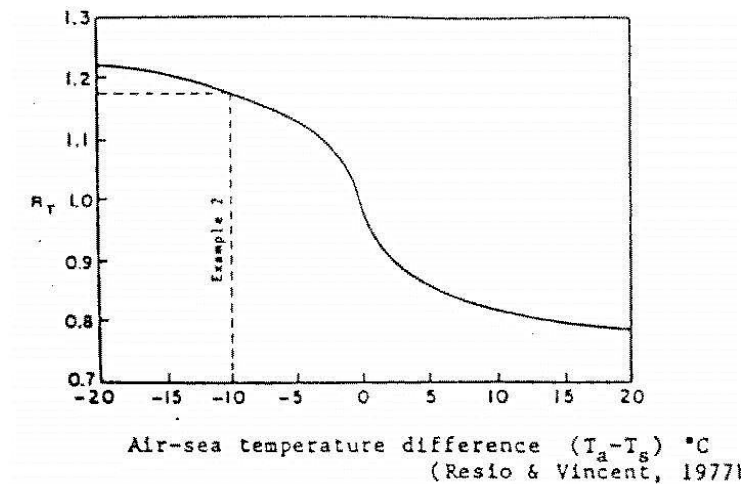
R_L = Koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat

$(U_{10})_L$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah (land).



Gambar 2.4 Koefisien Koreksi Terhadap Pencatatan Kecepatan di Darat

(sumber : Shore Protection Manual, 1984)



Gambar 2.5 Koefisien Koreksi Kecepatan Terhadap Perbedaan Temperature

(sumber : Shore Protection Manual, 1984)

Untuk menggunakan grafik yang ada pada buku Shore Protection Manual (1984), kecepatan angin tersebut masih harus dirubah ke faktor tegangan angin U_A (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$U_A = 0,71 U^{1,23}$$

dimana :

U = kecepatan angin dalam m/det.

U_A = faktor tegangan angin (*wind stress factor*)

Peramalan tinggi gelombang signifikan H_s dan periode gelombang signifikan T_s , dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$H_o = 5.112 \times 10^{-4} \times U_A \times F_{eff}^{0.5}$$

$$T_o = 6.238 \times 10^{-2} \times [U_A \times F_{eff}]^{0.5}$$

$$T = 3.2115 \times [F_{eff}^2 / U_a]^{1/3}$$

dimana :

H_o = tinggi gelombang

T_o = periode gelombang

T = durasi gelombang

F_{eff} = panjang rerata efektif

U_A = faktor tegangan angin

Sehingga dapat dihitung nilai H_s dan T_s menggunakan rumus berikut :

$$H_{rms} = \sum n \times H_o$$

$$H_s = 1.416 \times H_{rms}$$

$$T_Z = \sum n \times T_o$$

dimana :

H_{rms} = H *root mean square*

H_s = H signifikan

T_s = T signifikan

n = prosentase kejadian angin

H_o = tinggi gelombang

T_o = periode gelombang

2.2.3.3 *Periode Ulang*

Tinggi gelombang signifikan untuk berbagai periode ulang dihitung dari fungsi distribusi probabilitas dengan rumus berikut ini :

$$H_{sr} = \hat{A}y_r + B$$

dimana y_r diberikan oleh bentuk berikut :

$$Y_r = \{\ln(LT_r)\}^{1/k}$$

dimana :

H_{sr} = Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang T_r

T_r = Periode ulang (tahun)

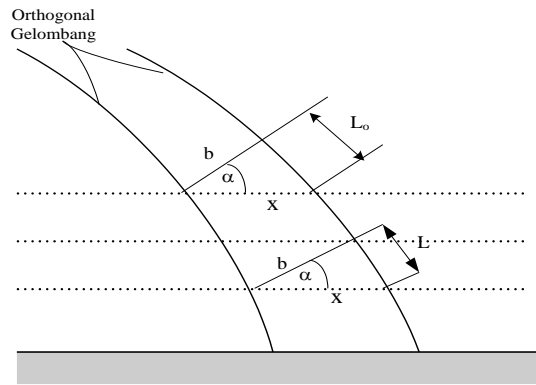
K = panjang data (tahun)

L = rerata jumlah kejadian per tahun = N_T/K

2.2.3.4 *Refraksi*

Variasi cepat rambat gelombang terjadi di sepanjang garis puncak gelombang yang bergerak dengan membentuk suatu sudut terhadap garis kedalaman laut, karena bagian dari gelombang di laut dalam bergerak lebih cepat daripada bagian di laut yang lebih dangkal. Variasi tersebut menyebabkan puncak gelombang membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dasar laut.

Refraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) akan dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai.



Gambar 2.6 Refraksi Gelombang pada Kontur Lurus dan Sejajar

(sumber : Teknik Pantai, 1999)

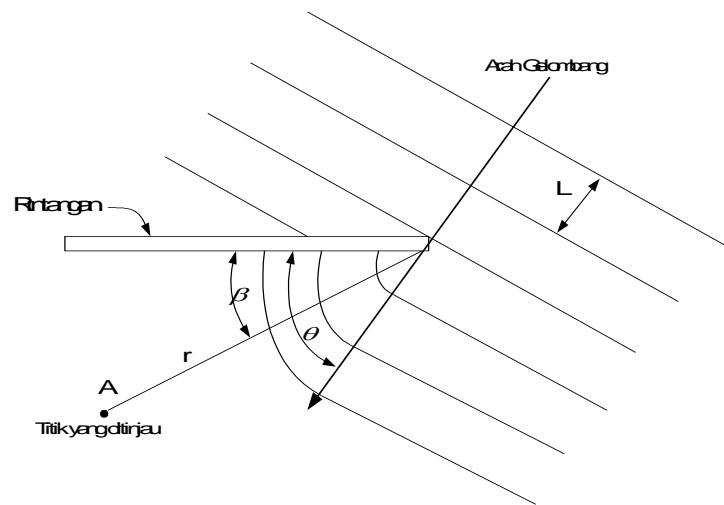
2.2.3.5 *Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)*

Jika suatu gelombang menuju perairan dangkal, maka terjadi perubahan karakteristik gelombang yang meliputi perubahan tinggi, panjang dan kecepatan gelombang. Dengan menganggap bahwa kemiringan perairan dapat diabaikan. Proses pendangkalan gelombang (*shoaling*) adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman. Kecepatan gerak gelombang juga berkurang seiring dengan pengurangan kedalaman dasar laut, sehingga menyebabkan puncak gelombang yang ada di air dangkal bergerak lebih lambat dibandingkan puncak gelombang yang berada di perairan yang lebih dalam.

2.2.3.6 *Difraksi*

Difraksi terjadi ketika terdapat perbedaan energi gelombang yang tajam di sepanjang puncak gelombang. Pada awalnya kondisi di daerah yang terlindung penghalang cukup tenang (tidak terdapat gelombang), saat gelombang melintasi penghalang. Perairan yang jauh dari penghalang akan memiliki energi lebih banyak (energi gelombang awal) dibandingkan perairan di belakang penghalang yang semula tenang (tidak ada energi karena tidak ada gelombang), terjadilah

proses pemindahan energi di panjang puncak gelombang tersebut ke arah daerah yang terlindung bangunan pantai.



Gambar 2.7 Difraksi Gelombang di Belakang Rintangan

(sumber : Teknik Pantai, 1999)

2.2.4 Pasang Surut

2.2.4.1 Definisi dan Parameter Pasut

Pasang Surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air sungai maupun laut secara periodik yang disebabkan oleh adanya pengaruh gaya gravitasi bumi, bulan, dan matahari. Pasang surut menyebabkan bertambah atau berkurangnya tinggi permukaan air.

Data ini berfungsi sebagai salah satu faktor dalam menentukan elevasi dermaga dan layout perairan. Data pasang surut menghasilkan ketinggian permukaan air yang diamati secara berkala, adapun jenis-jenis ketinggian permukaan air antara lain :

1. LWS (Low water Spring) merupakan hasil perhitungan level muka air rata-rata terendah (surut), sering disebut juga MLWS (Mean Low Water Surface).
2. MSL (Mean Sea Level) adalah elevasi rata-rata muka air pada kedudukan pertengahan antara muka air terendah dan tertinggi.

3. HWS (High Water Spring) adalah elevasi rata-rata muka air tertinggi(pasang), disebut juga MHWS (mean high water surface).

2.2.4.2 Metode Kuadrat Terkecil

Kondisi pasang surut umumnya dianalisis dengan menggunakan metode analisis harmonik, metode ini memiliki hipotesis bahwa pasang surut merupakan penjumlahan dari beberapa komponen gelombang yang memiliki amplitudo dan frekuensi tertentu. Analisis tersebut bertujuan untuk mendapatkan amplitudo dan fase komponen-komponen pasang surut. Terdapat dua metode yang umum digunakan untuk menganalisis data pengamatan pasang surut, yaitu metode *admiralty* dan metode *least square*.

Metode *least square* merupakan metode perhitungan pasang surut dengan mengabaikan faktor meteorologis. Persamaan yang digunakan dalam metode ini ditunjukkan dalam gambar 3.6 dengan keterangan besaran pada gambar 3.7

a.

$$ht_i = S_0 + \sum_1^n H_n \cos[\omega_n t_i + g_n]$$

$$ht_i = S_0 + \sum_1^n H_n [\cos(\omega_n t_i) \cos(g_n) - \sin(\omega_n t_i) \sin(g_n)]$$

$$ht_i = S_0 + \sum_1^n A_n \cos(\omega_n t_i) - \sum_1^n B_n \sin(\omega_n t_i)$$

$$H_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}$$

$$g_n = \arctg\left(\frac{B_n}{A_n}\right)$$

b.

Dimana:

$A_n = H_n \cos(g_n)$ dalam satuan meter

$B_n = H_n \sin(g_n)$ dalam satuan meter

ht_i = elevasi muka air jam ke $-i$ dalam satuan meter

H_n = amplitudo komponen ke $-n$ dalam satuan meter

ω_n = Kecepatan Sudut ($2\pi/T_n$) dalam satuan derajat / jam

T_n = periode komponen ke $-n$ dalam satuan jam

g_n = fase komponen ke $-n$ dalam satuan derajat

S_0 = Nilai Duduk Tengah dalam satuan meter

Gambar 2.8 a. Persamaan Metode *Least Square*, b. Keterangan Besaran

(Sumber: <http://dedykur.blogspot.co.id/2016/07/analisis-harmonik-pasut-dengan-metode.html>)

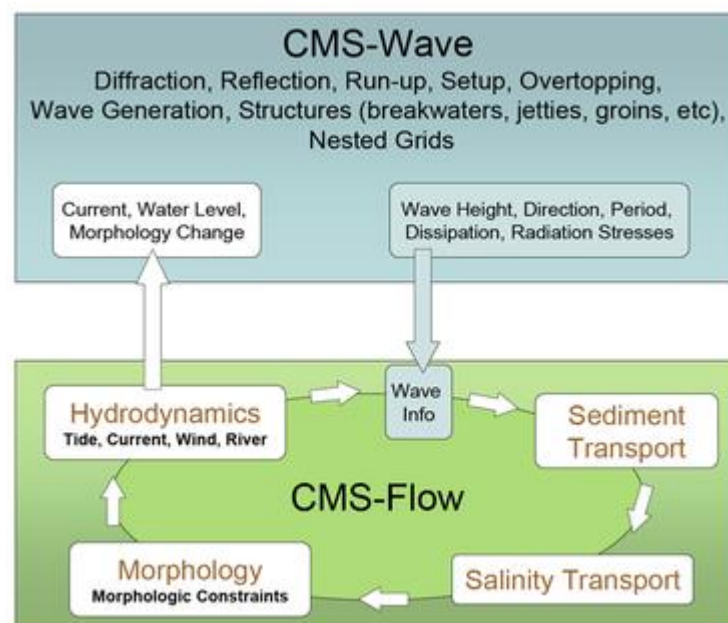
2.2.5 CMS-Wave SMS 11.1

CMS-Wave adalah salah satu komponen dari CMS (*Coastal Modeling System*). yang dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers Coastal and Hydraulics Laboratory. Hasil dari CMS-Wave adalah gelombang dua dimensi model transformasi spektral, dan metode yang digunakan untuk memecahkan persamaan keonservasi gelombangnya adalah metode beda hingga. CMS-Wave mengabaikan perubahan fase gelombang untuk menghitung gelombang dan proses dekat pantai lainnya berdasarkan informasi input dari gelombang. Selain teori refraksi dan *wave shoaling*, CMS-Wave juga mempertimbangkan difraksi dan refleksi, sehingga sangat cocok untuk memodelkan gelombang menuju pantai. Karena pada CMS-Flow model yang dioperasikan hanya dalam half-plane, maka penyebaran gelombang primer hanya dari *seaward boundary* menuju ke pantai. Jika opsi refleksi diaktifkan, model akan melakukan *merching* ke belakan sesaat setelah *merchhing* ke arah depan selesai.

2.2.6 CMS-Flow SMS 10.1

Model sirkulasi hidrodinamik CMS-Flow adalah komponen dari *Coastal Modeling System* (CMS) yang dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers Coastal and Hydraulics Laboratory. CMS-Flow adalah pemodelan dari sirkulasi

hidrodinamik dua dimensi, yang menggunakan metode beda hingga dengan pendekatan persamaan kontinuitas dan momentum yang terintegrasi. *Boundary condition* di definisikan oleh *grid-grid* berbentuk persegi dengan ukuran panjang dan lebar yang konstan atau bervariasi. Persamaan momentum diselesaikan pada tahap awal, diikuti oleh solusi dari persamaan kontinuitas, di mana kecepatan hasil perhitungan persamaan momentum dimasukkan dalam perhitungan. Model yang di simulasi oleh CMS-Flow diantaranya arus, elevasi permukaan laut, transpor sedimen, dan morfologi dasar. CMS-Flow di rancang khusus untuk memodelkan arus di alur navigasi pelabuhan, dan pertukaran sedimen antara inlet dan pantai.



Gambar 2.9 Sirkulasi dan Hubungan antara CMS-Wave dan CMS-Flow

(Sumber: *Surface Modeling System*)

2.2.7 Layout Perairan

2.2.7.1 Alur Masuk

Perhitungan Alur masuk dimulai mulut alur sampai kapal mulai berputar, dimana parameter-parameter yang diperlukan untuk penentuan alur masuk ini adalah kedalaman alur masuk, lebar dan panjang alur masuk. Perumusan untuk

kebutuhan panjang alur masuk dapat dilihat dalam keputusan menteri perhubungan KM 54 tahun 2002 seperti dibawah ini :

$$A = W \times L$$

$$W = 9B + 30 \text{ meter}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas area alur}$$

$$W = \text{Lebar alur}$$

$$L = \text{Panjang Alur Pemandu \& Penundaan didalam DLKR}$$

$$B = \text{Lebar Kapal Maksimum}$$

Dimana panjang alur masuk dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.1. berikut :

Tabel 2.1 Panjang Alur

Lokasi	Ukuran	Keterangan
Panjang alur (stopping distance)	7 * LOA	± 10.000 DWT, 16 knots
	18 * LOA	± 200.000 DWT, 16 knots
	1 * LOA	± 10.000 DWT, 5 knots
	3 * LOA	± 200.000 DWT, 5 knots
	5 * LOA	Kapal ballast/kosong

(Sumber : Diktat Kuliah Pelabuhan, Widiastuti, 2000)

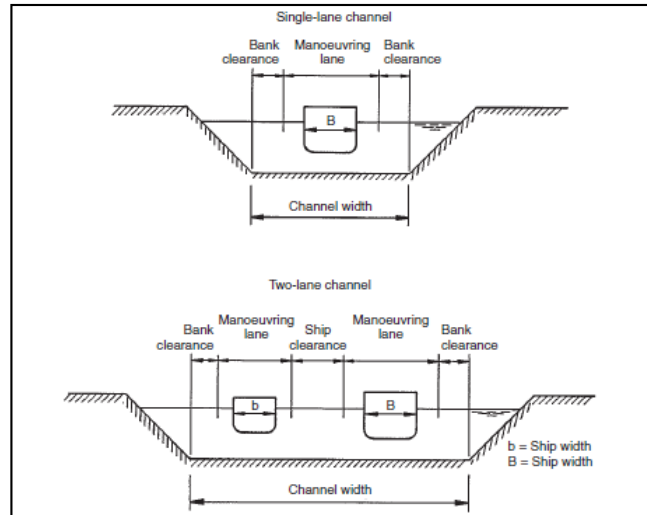
Sedangkan untuk kedalaman pada pintu alur masuk akan sama dengan kedalaman sepanjang alur masuk hingga turnin basin. Dimana besarnya dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.2 berikut :

Tabel 2.2 Kedalaman Perairan

Perairan Penentuan draft kapal	Keterangan
1,15 draft kapal	Perairan tenang
1,2 draft kapal	Perairan terbuka bergelombang

(Sumber : Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan, 1991)

Selain dari penggunaan metode diatas, penentuan alur masuk dapat juga ditentukan dengan ukuran dan kemampuan bermanuver kapal dalam alur masuk yang dapat ditentukan berdasarkan Gambar 3.8 berikut :



Gambar 2.10 Lebar Alur Masuk untuk Satu Jalur dan Dua Jalur

Lebar alur dibagi menjadi tiga zona yaitu :

1. Manoeuvring Lane yang besarnya berkisar dari 1.6 sampai 2 kali lebar kapal terbesar yang digunakan didalam alur masuk.
2. Bank Clearance berfungsi untuk menghindari terjadinya penyimpangan kapal dari garis tengah jalur yang besarnya antara 1 sampai 2 kali lebar kapal terbesar yang digunakan didalam alur masuk.
3. Ship Clearance berfungsi untuk menghindari terjadinya kontak antar kapal pada alur masuk dengan dua jalur yang besarnya minimum 30 meter.

Dengan lebar total alur masuk untuk satu jalur adalah 3,6 – 6 kali dari lebar kapal sedangkan untuk dua jalur adalah 6,2 – 9 kali dari lebar kapal.

Sedangkan jarak antara dasar perairan dengan bagian bawah kapal (underkeel clearance) yang diperbolehkan agar kapal dapat melewati alur masuk sampai dengan turning basin bergantung kepada keadaan alur masuk yang dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.3 berikut :

Tabel 2.3 Jarak Antara Dasar Perairan dengan Bagian Bawah Kapal

Keadaan	Jarak yang Diperbolehkan	Keterangan
Laut lepas	30 % dari draft kapal	Kapal dengan kecepatan tinggi dan gelombang yang kuat
Alur terbuka	25 % dari draft kapal	Gelombang yang kuat
Alur terlindungi	15 % dari draft kapal	Perairan tenang

(Sumber : Port Designer's Handbook, Thoresen, 2014)

Untuk mengurangi kesulitan dalam pelayaran, sedapat mungkin trase alur pelayaran merupakan garis lurus. Apabila hal tersebut tidak mungkin, maka sumbu alur dibuat dengan beberapa bagian lurus yang dihubungkan dengan busur lingkaran.

2.2.7.2 Kolam Putar

Kolam putar berada di ujung alur masuk atau dapat diletakkan di sepanjang alur bila alurnya panjang. Kapal diharapkan dapat bermanuver dengan kecepatan rendah (mendekati nol) atau dipandu. Areal yang disediakan dibatasi dengan bentuk lingkaran berdiameter Db . Sedangkan kedalaman perairan dapat disamakan dengan alur masuk.

$$Db = 2 \times LOA \text{ (kapal bermanuver dengan dipandu)}$$

$$Db = 4 \times LOA \text{ (kapal bermanuver tanpa bantuan pandu)}$$

2.2.7.3 Kolam Dermaga

Kolam dermaga berada di depan dermaga dan luasan ini perlu ditentukan bila kedalaman perairan perlu dilakukan pengerukan. Secara keseluruhan ukuran kolam dermaga dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Panjang} = 1.25 \times LOA \text{ (bila dengan dibantu kapal pandu)}$$

$$= 1.50 \times LOA \text{ (bila tanpa dibantu kapal pandu)}$$

Lebar = $4B + 50$ m, 1 dermaga berhadapan
= $2B + 50$ m, > 1 dermaga berhadapan
= $1.25 B$, dermaga bebas

Untuk kedalaman dari kolam dermaga untuk mempermudah perhitungan dapat ditentukan sama dengan kedalaman alur masuk.

2.2.8 Layout Daratan

Layout daratan terdiri dari perencanaan dimensi loading platform, kebutuhan trestle, dan perencanaan tata letak dolphin.

- Loading Platform

Loading Platform merupakan pelat tempat terjadinya kegiatan bongkar muat. Yang di atasnya terdapat peralatan untuk membantu proses bongkar muat. Dimensi dari loading platform bergantung kepada peralatan yang ada di atasnya, pada umumnya dimensi loading platform sekitar 20×35 m².

- Mooring Dolphin

Mooring Dolphin adalah bagian struktur dermaga untuk menahan gaya tarikan kapal / mengikat kapal. Mooring Dolphin harus ditempatkan berjarak $35 - 50$ m di belakang Berthing face agar sudut vertikal tidak melebihi 30° . Jarak antar Mooring Dolphin ditentukan dengan menggunakan rumus:

Outer = 1.35 LOA Kapal terbesar

Inner = 0.80 LOA Kapal terbesar

Penempatan Mooring Dolphin harus diatur sedemikian rupa sehingga sudut horisontal yang dibutuhkan oleh tali tidak melebihi ketentuan yang berlaku.

- Breasting Dolphin

Breasting Dolphin adalah bagian struktur dermaga untuk menyerap energi kinetik kapal yang bersandar, memegang kapal, mengikat surface line kapal. Breasting Dolphin harus bersifat fleksibel karena harus mampu menyerap energi

kinetik kapal. Jarak antar Breasting Dolphin dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

Outer = 0.25 - 0.40 LOA Kapal terbesar

Inner = 0.25 - 0.40 LOA Kapal terkecil

- Elevasi Dermaga

Elevasi dermaga ditentukan oleh wave set up pada saat permukaan air dalam keadaan HHWL (Higher Water Level). Elevasi juga dipengaruhi penambahan tinggi muka air akibat global warming yang terjadi pada kurun waktu 50 tahun kedepan.

Elevasi dermaga = HHWL + (2 X wave set-up) + faktor global warming

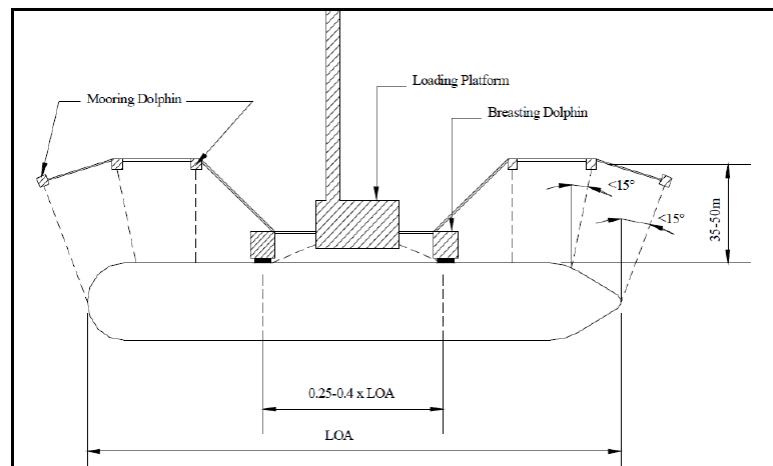
- Kebutuhan Trestle

Panjang trestle ditentukan oleh panjang yang dibutuhkan untuk menghubungkan dermaga sampai ke darat. Sedangkan lebar trestle ditentukan berdasarkan lalu lintas apa saja yang lewat di atasnya dan fasilitas yang ada di atasnya.

- Ketentuan Perencanaan

1. Mooring layout harus simetri
2. Sudut horisontal mooring line pada bow dan stern tidak lebih dari 15°
3. Sudut horisontal Breast mooring line tidak lebih dari 15°
4. Sudut horisontal spring tidak lebih dari 10°
5. Sudut vertikal Spring mooring line tidak lebih dari 25°
6. Sudut vertikal mooring line tidak lebih dari 25°
7. Mooring line untuk gaya lateral tidak dikumpulkan pada bow dan stern saja

8. Unloading platform ditempatkan agak kebelakang agar tidak terkena tumbukan kapal
9. Jumlah Mooring Dolphin ditentukan dari jumlah bollard yang dibutuhkan
10. Jarak Breasting Dolphin tergantung dari selisih panjang antara kapal terbesar dan terkecil, apabila masih dalam range yang ditentukan boleh dipakai dua Breasting Dolphin saja.



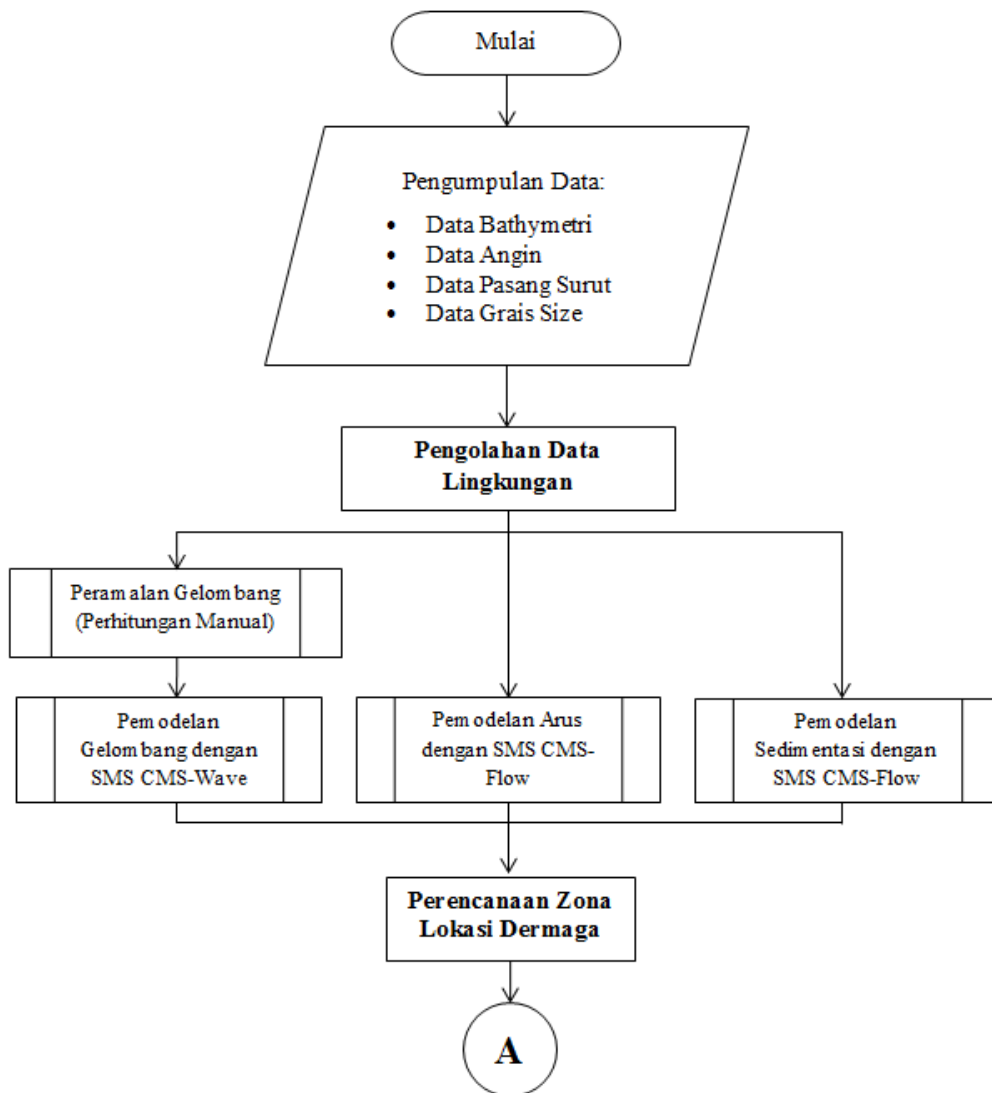
Gambar 2.11 Tata Letak Dolphin

BAB III

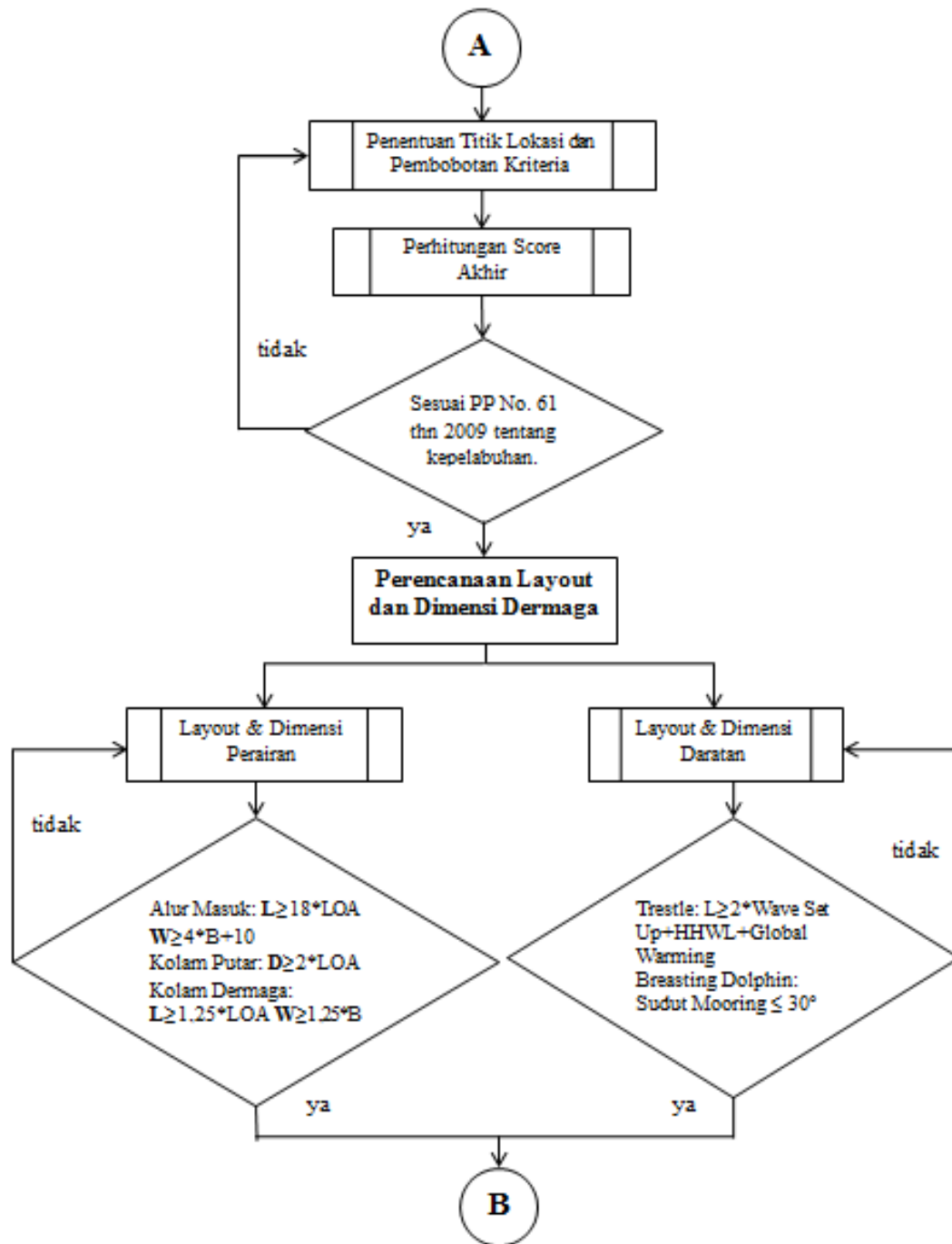
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Diagram Alir

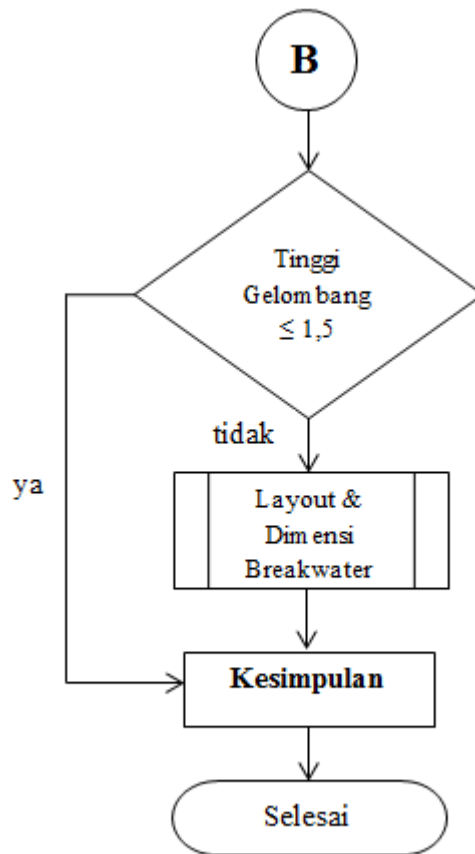
Untuk mempermudah proses pelaksanaan penelitian dalam Tugas Akhir ini, maka disusunlah alur penelitian sebagai berikut



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir (Lanjutan)



Gambar 3.3 Diagram Alir (Lanjutan)

3.2 Penjelasan Diagram Alir

3.2.1 Studi Literatur

Langkah pertama dalam prosedur pengerjaan tugas akhir ini adalah studi literatur, dimana pada tahap ini berisi tentang kegiatan mencari, mengkaji, dan mengumpulkan materi serta informasi yang relevan dan terpercaya yang dapat menjadi acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

3.2.2 Pengumpulan Data

Langkah selanjutnya adalah kegiatan pengumpulan data yang diperlukan. Data yang dibutuhkan diantaranya data batimetri, angin, pasang surut, tanah, layout dan masterplan *refinery*. Data yang dikumpulkan diperoleh dari berbagai sumber seperti BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika), DISHIDROS (Dinas Hidro-Oseanografi) TNI AL, NOAA (*National Oceanic and Atmospheric*

Administration), dan BARKOSURTANAL (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional).

3.2.3 Analisa Data Lingkungan

Analisa data lingkungan yang dimaksud adalah pengolahan data lingkungan yang telah diperoleh sebelumnya untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan *layout* dan desain umum dermaga, seperti *fetch*, tinggi dan periode gelombang, refraksi, gelombang pecah, difraksi, refleksi, pasang surut, pola arus, sedimentasi.

3.2.4 Penentuan Zona Lokasi Dermaga

Maksud dari tahapan ini adalah menentukan zona lokasi yang paling optimum untuk dibuat suatu fasilitas dermaga untuk kebutuhan *refinery*. Metode penentuannya adalah dengan membobotkan kriteria-kriteria yang berhubungan dengan faktor teknis dari pembangunan struktur dermaga, setelah itu dipilih lokasi yang paling optimum berdasarkan *score* yang paling besar.

3.2.5 Perencanaan Layout Dermaga

Perencanaan layout dermaga meliputi penentuan layout dan dimensi daerah perairan, maupun daratan. Penentuan layout dan dimensi perairan meliputi area pejangkaran, alur masuk, kolam putar, kolam dermaga, kedalaman perairan, dan elevasi dermaga. Sedangkan penentuan layout dan dimensi daratan meliputi perencanaan *loading platform*, *mooring dolphin*, *breasting dolphin*, dan *trestle*. Perencanaan dimensi adalah perencanaan panjang, kedalaman, dan lebar beserta jenis umum dari bentuk dermaga.

Untuk Penentuan layout dan dimensi breakwater dilakukan jika kriteria tinggi gelombang di sekitar pembangunan dermaga masih cukup tinggi. Perencanaan meliputi jenis, panjang, lebar, kedalaman beserta bentuk dari breakwater.

3.2.6 Laporan

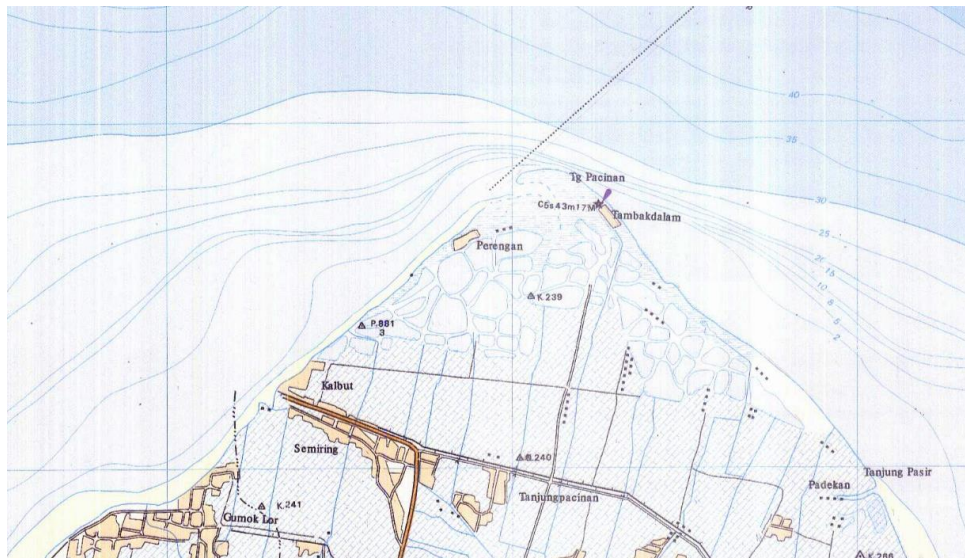
Pada bagian akhir hasil analisa yang diperoleh kemudian disimpulkan sehingga dapat dijadikan sebagai sumber dan bahan referensi pada studi kasus lainnya.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Data Batimetri

Data batimetri dalam penelitian ini berfungsi untuk mengetahui kedalaman dasar laut yang diukur dari posisi 0.00 m CLD (*Chart Level Datum*). Hasil dari pemetaan bathimetri merupakan garis-garis kontur. Dari peta batimetri ini kita dapat melihat kondisi elevasi dasar laut sekitar wilayah pembangunan dermaga yang nantinya berfungsi sebagai dasar dari perencanaan desain dermaga.

Untuk kebutuhan penelitian, data batimetri yang diambil adalah pada wilayah Tanjung Pacinan, Situbondo Utara dengan skala 1:50.000. Data diperoleh dari Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL).



Gambar 3.4 Peta Batimetri Daerah Tanjung, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

3.3.2 Data Pasang Surut

Data pasang surut yang diamati berada di lokasi sekitar perencanaan pembangunan dermaga pada bulan September 2015 selama 360 jam. Pengamatan dilakukan oleh DISHIDROS TNI AL. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

3.3.3 Data Arus

Data arus didapatkan dari BMKG Surabaya. Data yang di peroleh berupa kecepatan dan arah arus selama satu tahun, yaitu tahun 2015. Fungsi dari data ini

selanjutnya digunakan untuk mem-validasi pemodelan yang telah dilakukan pada *software* SMS.

3.3.4 Data Angin

Data angin diperoleh dari BMKG Surabaya. Data berupa arah dan kecepatan angin dalam kurun waktu satu tahun, yaitu pada tahun 2015. Fungsi dari data ini selanjutnya akan digunakan untuk input dari pemodelan gelombang dan arus pada *software* SMS.

3.3.5 Data Grain Size Distribution

Grain Size Distribution adalah grafik dari distribusi kriteria tanah yang menunjukkan jenis tanah, dan diameter tanah. Data didapatkan dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Sample diambil langsung dari lokasi perencanaan *refinery* yaitu di Tanjung Pecinan, Kabupaten Situbondo.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data dan Analisa Kondisi Eksisting

Pada tahap awal dilakukan pengolahan data dari kondisi eksisting pada wilayah perencanaan pembangunan *refinery*. Hasil dari pengolahan dan analisa selanjutnya akan digunakan untuk penentuan zona dermaga dan perencanaan *layout*.

4.1.1 Pengolahan Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode kuadrat terendah untuk mendapatkan sembilan bilangan *constituents*, bilangan ini nantinya digunakan untuk menghitung parameter-parameter pasang surut. Data parameter ini selanjutnya akan digunakan untuk menentukan elevasi struktur dermaga, penentuan datum pada peta *bathymetri*, dan kegunaan lain-nya.

Adapun perhitungan metode kuadrat terkecil dibantu dengan *software Microsoft Excel*, dengan mencari sembilan bilangan *constituents* pada tahap awal, berikut hasil perhitungannya:

Tabel 4.1 Sembilan Bilangan *Constituents*

No	Constituents	Symbol	Description	Period (hour)	ω (rad/hour)	A	B	g° phase	H=Amplitude (m)
0.	Average water level	Z_0		-	-				1.4994
1.	Main lunar constituent	M_2	semi diurnal	12.4206	0.50587	-0.3889	0.3484	138.1388°	0.5221
2.	Main solar constituent	S_2		12.0000	0.52360	0.1588	0.1225	37.6571°	0.2005
3.	Lunar constituent, due to Earth-Moon distance	N_2		12.6582	0.49637	-0.0191	-0.0920	258.2695°	0.0939
4.	Soli-lunar constituent, due to the change of declination	K_2		11.9673	0.52503	-0.0360	-0.0047	187.3692°	0.0363
5.	Soli-lunar constituent	K_1	diurnal	23.9346	0.26251	-0.1054	-0.2205	244.4496°	0.2444
6.	Main lunar constituent	O_1		25.8194	0.24335	0.0945	-0.0476	333.2792°	0.1058
7.	Main solar constituent	P_1		24.0658	0.26108	0.0202	-0.0810	284.0179°	0.0835
8.	Main lunar constituent	M_4	quarterly	6.2103	1.01174	-0.0104	0.0026	166.2444°	0.0107
9.	Soli-lunar constituent	MS_4		6.1033	1.02947	0.0050	-0.0101	296.2027°	0.0113

Pengerjaan dilanjutkan dengan pembuatan grafik serta perhitungan parameter pasang surut. Berikut hasil dari perhitungan setelah memasukkan kesembilan bilangan *constituents*:

Tabel 4.2. Parameter Pasang Surut

Symbol	Calculation	Elev.	HHWL	MHWL	MSL	MLWL	CDL	LLWL	LAT		
HHWL	$Z_0+(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1)+F$	2.6921	≈	2.7	0.0	0.3	1.2	2.1	2.3	2.4	2.5
MHWL	$Z_0+(M_2+K_1+O_1)$	2.3718	≈	2.4	-0.3	0.0	0.9	1.8	2.0	2.1	2.2
MSL	Z_0	1.4994	≈	1.5	-1.2	-0.9	0.0	0.9	1.1	1.2	1.3
MLWL	$Z_0-(M_2+K_1+O_1)$	0.6271	≈	0.6	-2.1	-1.8	-0.9	0.0	0.2	0.3	0.4
CDL	$Z_0-(M_2+S_2+K_1+O_1)$	0.4266	≈	0.4	-2.3	-2.0	-1.1	-0.2	0.0	0.1	0.2
LLWL	$Z_0-(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1)+P$	0.3067	≈	0.3	-2.4	-2.1	-1.2	-0.3	-0.1	0.0	0.1
LAT	Z_0 -(all constituents)	0.1908	≈	0.2	-2.5	-2.2	-1.3	-0.4	-0.2	-0.1	0.0

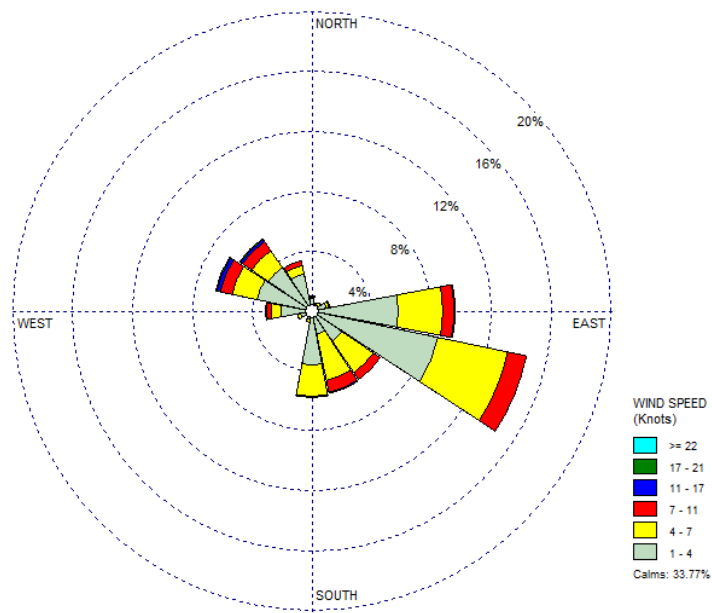
4.1.2 Peramalan Gelombang

Hasil dari perhitungan peramalan gelombang secara manual akan digunakan untuk proses validasi pemodelan yang dibuat dengan *software* CMS-Wave SMS 11.1. Adapun proses pengerjaan perhitungan mengacu pada SPM (*Shore Protection Manual*).

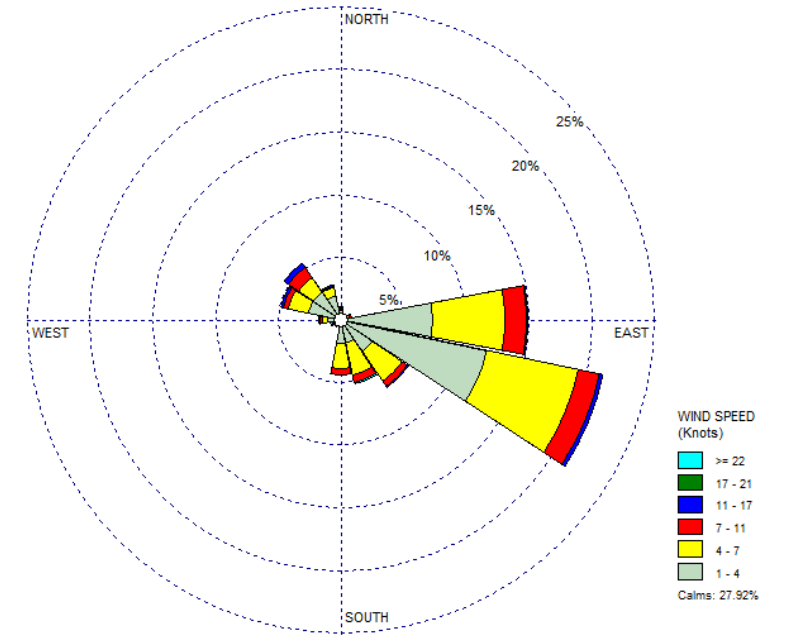
4.1.2.1 *Wind Rose*

Data Angin yang telah didapatkan selanjutnya diolah di *software* WRPLOT. Parameter yang menjadi inputan pada *software* ini adalah waktu per-3 jam, hari, bulan, tahun, arah angin, dan kecepatan dalam knots. Hasil pengolahan data dengan WRPLOT adalah berupa grafik arah dan kecepatan angin, tabel jumlah kecepatan terhadap arah angin, dan frekuensi distribusi.

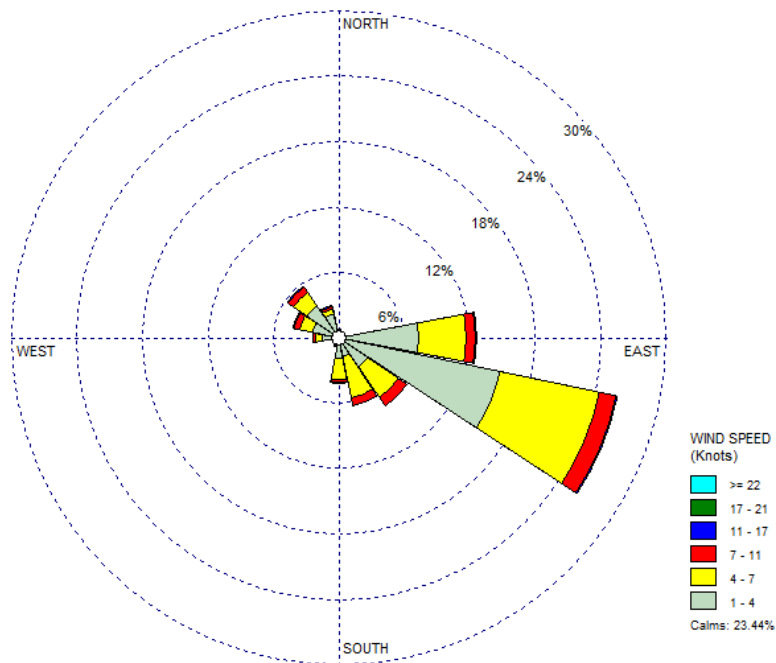
Data yang diolah adalah data angin di wilayah Situbondo selama tiga tahun (2013,2014,2015).



Gambar 4.1 *Wind Rose* Kabupaten Siubondo Tahun 2013



Gambar 4.2 *Wind Rose* Kabupaten Siubondo Tahun 2014

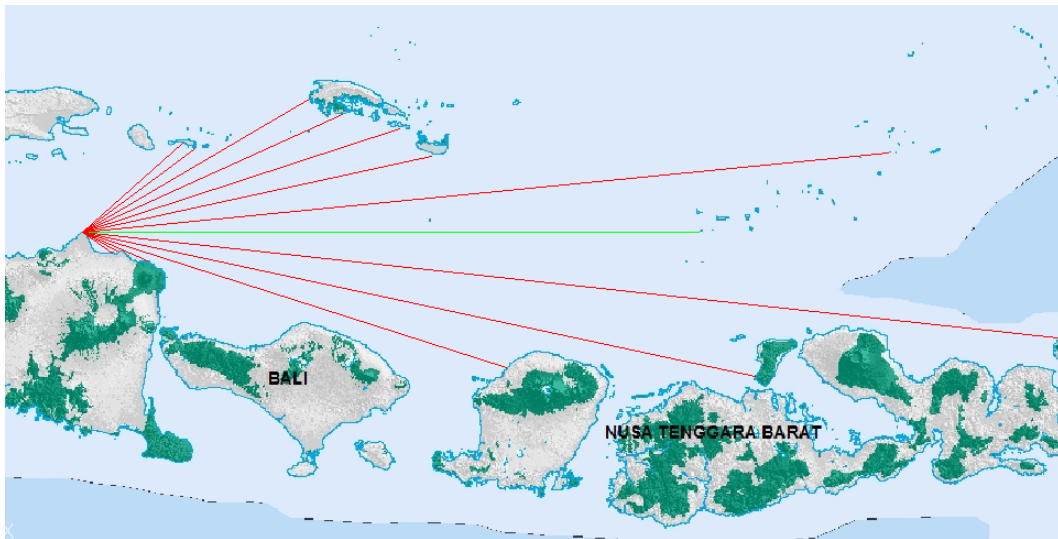


Gambar 4.3 *Wind Rose* Kabupaten Siubondo Tahun 2015

Dari grafik *wind rose* terdapat dua arah angin dominan, yaitu 90° dan 105°. Tetapi karena arah angin 150° datang dari arah daratan, maka arah angin dominan yang digunakan pada perhitungan *wave design* adalah 90°.

4.1.2.2 *Fetch*

Setelah didapatkan arah angin dominan yaitu arah 90° (Timur) dari pengolahan menggunakan WRPLOT, langkah selanjutnya adalah membuat fetch pada arah angin dominan tersebut. Garis Fetch tidak hanya ditarik dari arah 90° saja melainkan juga dengan 7 arah masing masing dari sisi atas dan bawah arah 90° dengan interval 6° (atas: $84,78,72, \text{dst}$; bawah: $96,102,108, \text{dst}$). Garis ditarik dari titik observasi ke setiap arah hingga mengenai daratan terdekat. Setelah melalui perhitungan didapatkan fetch efektif sepanjang 186,3 Km.



Gambar 4.4 Garis *Fetch* dari Arah Timur (90°)

4.1.2.3 *Wave Design*

Pembuatan wave design memerlukan parameter-parameter yang telah didapatkan sebelumnya yaitu fetch efektif, kecepatan angin, dan jumlah kejadiannya pada arah angin dominan. Langkah pertama adalah menghitung tegangan permukaan dengan menggunakan kecepatan angin daratan yang telah dikonversi terlebih dahulu menjadi kecepatan angin di lautan. Selanjutnya adalah mencari tinggi dan periode di laut dalam serta angka signifikannya. Berikut hasil dari perhitungan *wave design*

Tabel 4.3 Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan

	2013 (90)	2014 (90)	2015 (90)
Havg	1.14	1.14	1.14
Tavg	5.68	5.68	5.68
Hs	0.96	1.06	0.97
Ts	6.73	6.96	6.76

4.1.2.4 Periode Ulang

Tinggi gelombang signifikan yang telah didapatkan pada setiap tahunnya diolah dengan metode *weidbull* untuk menemukan tinggi gelombang rencana dengan periode ulang 50 tahun.

Tabel 4.4 Perhitungan Periode Ulang Selama 50 Tahun

T_r (tahun)	y_r (tahun)	H_{sr} (m)	σ_{nr}	σ_r	H_{sr} - 1.28 x σ_r (m)	H_{sr} + 1.28 x σ_r (m)
5	1.609	1.033	4.149	0.214	0.759	1.307
10	2.303	1.074	6.309	0.326	0.657	1.491
15	2.708	1.097	7.577	0.391	0.597	1.598
20	2.996	1.114	8.477	0.438	0.554	1.675
50	3.912	1.168	11.347	0.586	0.418	1.918

Dari sana terlihat bahwa tinggi gelombang rencana pada periode ulang selama 50 tahun adalah 1,168 m. Data inilah yang selanjutnya akan dijadikan tinggi gelombang rencana pada perhitungan refraksi.

4.1.2.5 Refraksi dan Wave Shoaling

Perhitungan refraksi dan *wave shoaling* digunakan untuk mengetahui tinggi gelombang pada titik tertentu yang selanjutnya akan digunakan untuk validasi hasil pemodelan menggunakan *software*. Pengerjaan dilakukan dengan bantuan *software* Autocad untuk memodelkan pembelokan arah datangnya gelombang. Berikut adalah hasil dari perhitungan refraksi.

Tabel 4.5 Tinggi Gelombang (m) Hasil Perhitungan Refraksi

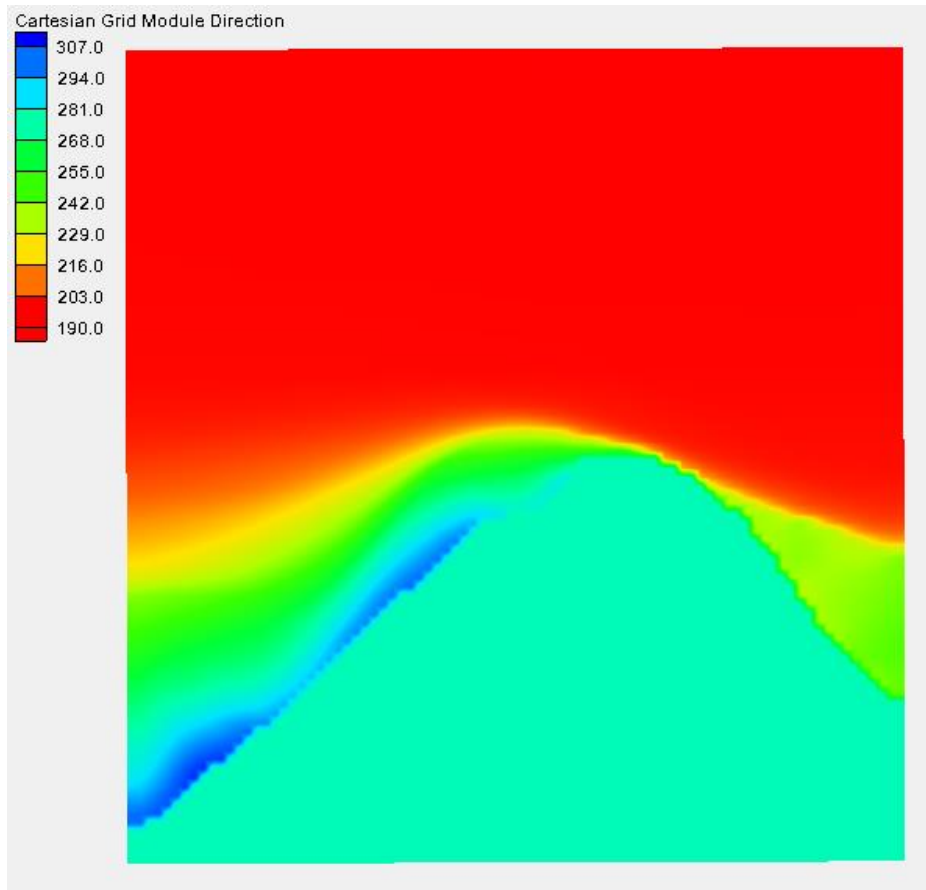
Pias / Kedalaman (m)	35	30	25	20	15	10	5
Pias 1	1.14	1.07	0.88	0.53	0.40	0.24	0.19
Pias 2	1.14	1.09	0.83	0.83	0.70		0.56
Pias 2	1.11	0.92	0.80	0.69	0.57		0.49

4.1.3 Pemodelan Gelombang dengan Software SMS (Surface Modeling System)

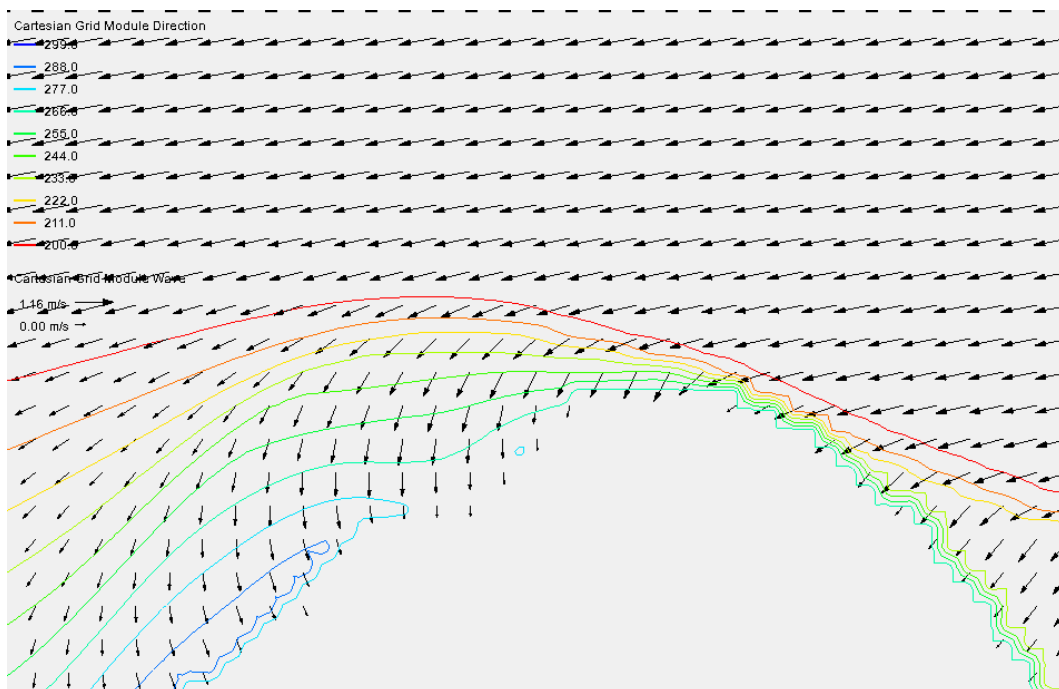
4.1.3.1 Pemodelan

Pemodelan gelombang pada software SMS menggunakan modul CMS-Wave. Data digitasi sebelumnya dibuat terlebih dahulu dengan *software* autocad untuk mendefinisikan elevasi dari permukaan laut. Setelah itu mempersiapkan pembagian *grid* dimana nantinya *grid* ini akan digunakan untuk memasukkan parameter-parameter untuk *running*. Inputan yang dimasukkan dalam pemodelan adalah arah dan kecepatan angin, karakteristik air laut, dan gelombang pada laut dalam. Gelombang pada laut dalam yang digunakan ada pemodelan ini adalah hasil perhitungan peramalan gelombang secara manual, data berupa tinggi gelombang signifikan pada periode ulang 50 tahun, dan juga periode gelombang signifikan.

Setelah spektra energi telah di-set dan kriteria angin dan karakteristik laut telah di masukkan, baru model bisa dilakukan *running*. Hasil dari pemodelan gelombang ini berupa arah, ketinggian, dan periode gelombang.



Gambar 4.5 Hasil *Meshing* Kedalaman Perairan

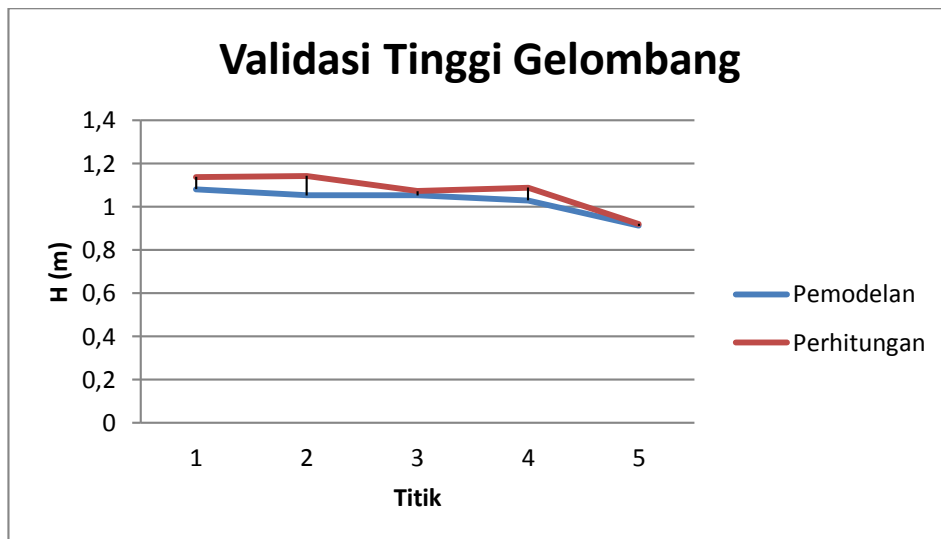


Gambar 4.6 Hasil Pemodelan Gelombang dengan Software SMS

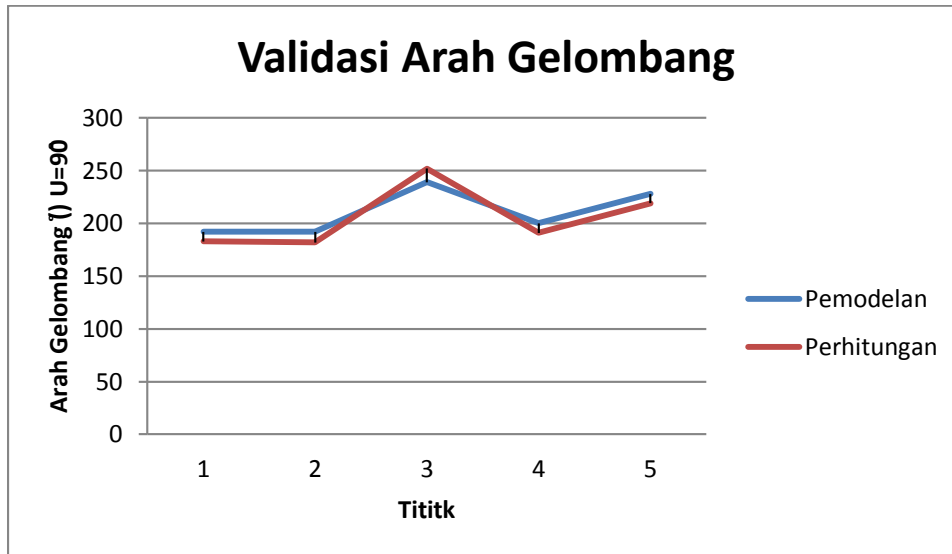
Disana terlihat bahwa gelombang datang dari arah timur dan berbelok konvergen menuju garis pantai, hal ini terjadi akibat garis pantai yang kita tinjau berbentuk tanjung. Terjadi perubahan pada ketinggian gelombang akibat pembelokan dan pendangkalan kontur dasar lautan.

4.1.3.2 Validasi Pemodelan Glombang

Validasi dilakukan untuk melihat apakah pemodelan dapat dilakukan selanjutnya atau dikatakan telah mendekati kondisi sebenarnya. Data tinggi dan arah gelombang hasil pemodelan dibandingkan dengan data yang didapatkan dari perhitungan manual. Adapun validasi untuk pemodelan gelombang dilakukan di lima titik berbeda. Berikut hasil dari perhitungan validasi:



Gambar 4.7 Grafik Validasi Tinggi Gelombang



Gambar 4.8 Grafik Validasi Arah Gelombang

Tabel 4.6 Perhitungan *Error* Validasi Untuk Tinggi dan arah Gelombang

Tinggi Gelombang (m)			Arah Gelombang (°) U=90°		
Titik	Pemodelan	Perhitungan	Titik	Pemodelan	Perhitungan
1	1.081	1.138	1	192	183
2	1.053	1.143	2	192	182
3	1.053	1.073	3	239	252
4	1.029	1.089	4	200	191
5	0.912	0.92	5	228	219
Jumlah	5.128	5.363	Jumlah	1051	1027
Error	4%		Error	2%	

Nilai *error* pada perhitungan validasi cukup kecil yaitu 4% untuk tinggi gelombang dan 2% untuk arah gelombang, maka dianggap pemodelan telah benar, dan dapat digunakan selanjutnya untuk pemodelan dengan skenario yang lain.

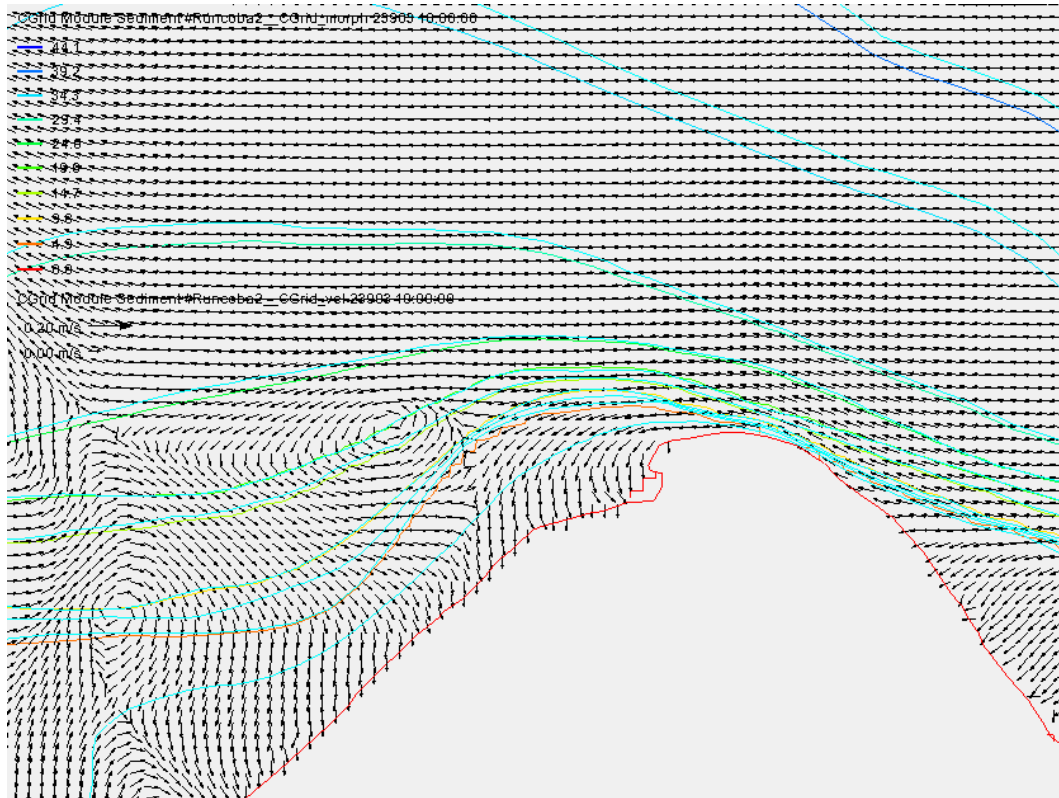
4.1.4 Pemodelan Arus dengan Software SMS (Surface Modeling System)

4.1.4.1 Pemodelan Arus

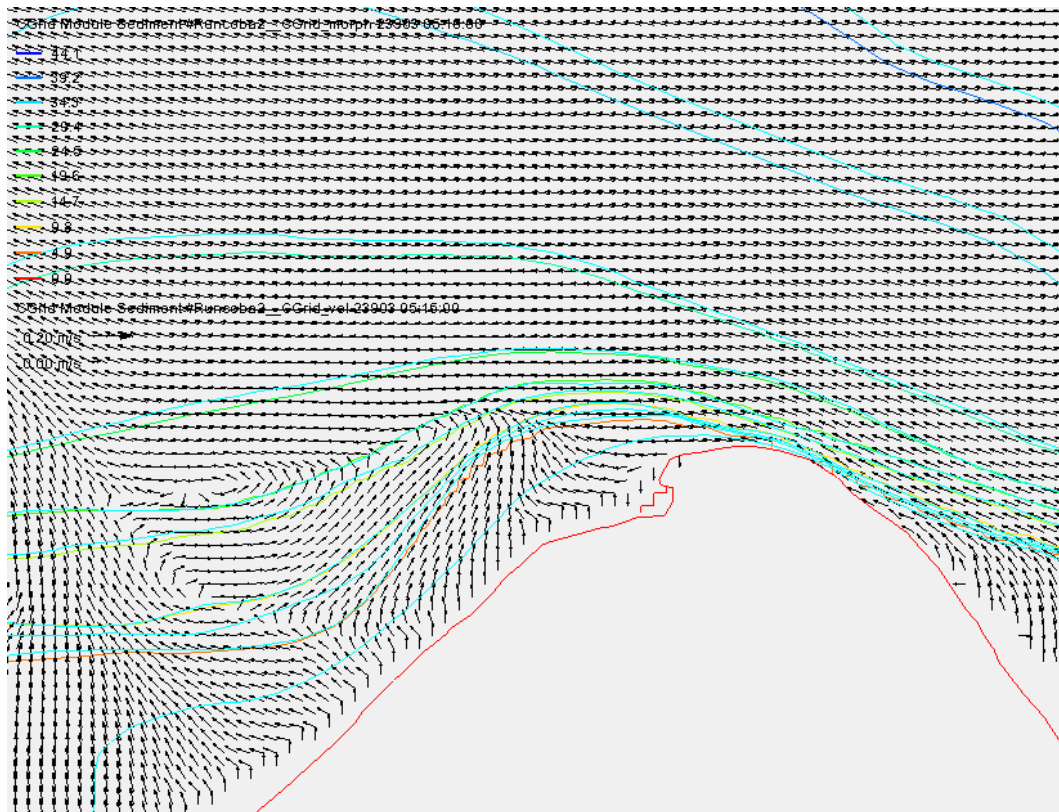
Pemodelan arus pada *software* SMS menggunakan modul CMS-Flow. Arus yang dimodelkan merupakan arus yang dibangkitkan akibat terjadinya pasang surut. Data digitasi sebelumnya dibuat terlebih dahulu dengan *software* autocad untuk mendefinisikan elevasi dari permukaan laut. Parameter yang menjadi inputan dalam pemodelan ini adalah bilangan *constituens* pasang surut, kriteria air

laut, dan data angin. Pemodelan dilakukan selama 15 hari, merujuk kepada lama waktu satu kali siklus pasang surut.

Hasil dari pemodelan ini berupa arah arus dan kecepatan arus dalam m/s. Berikut hasil pemodelan arus yang dilakukan dengan *software* SMS.



Gambar 4.9 Pemodelan Arus Menuju Pasang pada hari ke 10 pukul 05.15.



Gambar 4.10 Pemodelan Arus Menuju Surut Hari ke-11 pukul 10.15

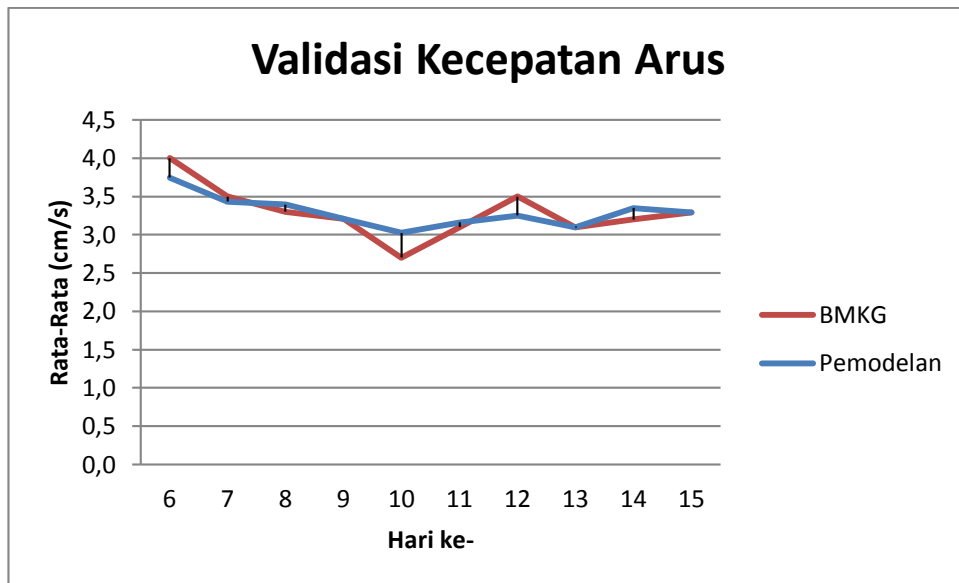
Dari sana terlihat bahwa arah arus dominan pada sisi sebelah kanan menuju ke barat sampai barat laut (270° - 315°), sedangkan pada sisi sebelah kiri cenderung tidak menentu arahnya. Untuk kecepatan arus besaran tersebar dengan range kecepatan 0.00 m/s - 0.20 m/s.

4.1.4.2 *Validasi Pemodelan Arus*

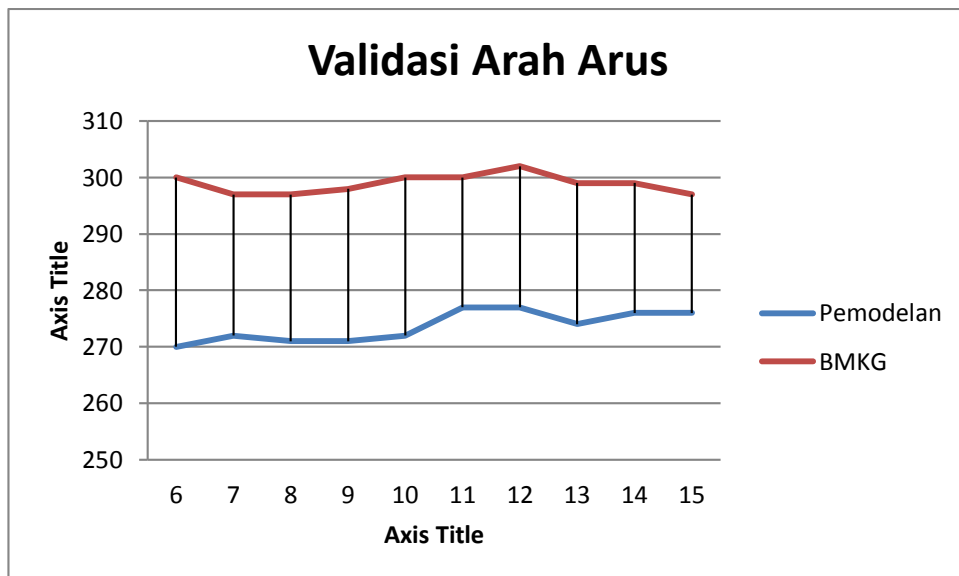
Sama seperti validasi pada gelombang, validasi arus berfungsi untuk melihat apakah hasil dari pemodelan benar dan layak untuk digunakan lebih lanjut. Data pemodelan dibandingkan dengan data arus yang didapat dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika).

Untuk validasi pemodelan arus, data yang digunakan ada dua macam, yaitu kecepatan arus dan arah arus. Berbeda dari validasi gelombang yang meninjau data dari beberapa titik, validasi arus menggunakan data hanya dari satu titik saja. Tetapi pada validasi arus, data yang digunakan adalah data selama 10

hari pemodelan yaitu dari hari ke 6 hingga 15. Berikut disajikan grafik dari perbandingan dari ke-dua data dan perhitungan persen *error*-nya.



Gambar 4.11 Grafik Validasi Kecepatan Arus



Gambar 4.12 Grafik Validasi Arah Arus

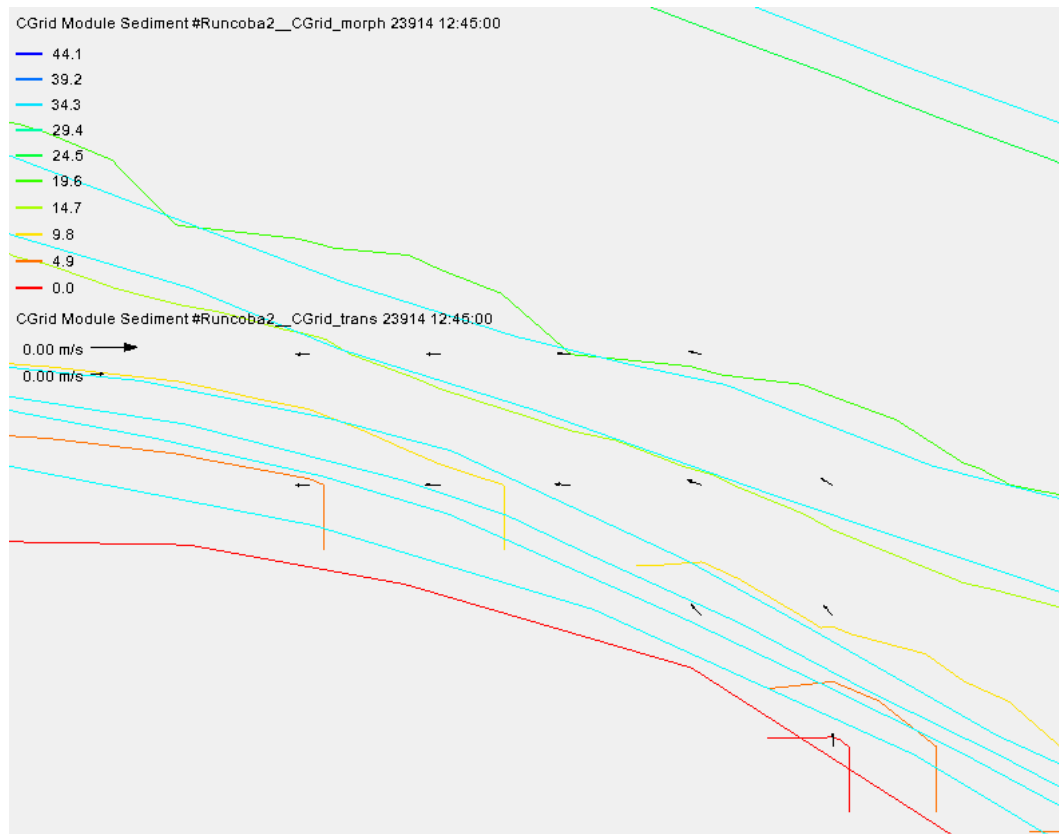
Tabel 4.7 Perhitungan Error Validasi untuk Kecepatan dan Arah Arus

Rata-Rata Kecepatan Arus (m/s)			Rata-Rata Arah Arus ($^{\circ}$), $U=0^{\circ}$		
Hari ke-	Pemodelan	BMKG	Hari ke-	Pemodelan	BMKG
6	3.7	4.0	6	270	300
7	3.4	3.5	7	272	297
8	3.4	3.3	8	271	297
9	3.2	3.2	9	271	298
10	3.0	2.7	10	272	300
11	3.2	3.1	11	277	300
12	3.3	3.5	12	277	302
13	3.1	3.1	13	274	299
14	3.3	3.2	14	276	299
15	3.3	3.3	15	276	297
Jumlah	33.0	32.9	Jumlah	2736	2989
Error	0.20%		Error	8%	

4.1.5 Pemodelan Sedimentasi dengan *Software SMS (Surface Modeling System)*

Pada dasarnya pemodelan untuk sedimentasi hampir sama, karena keduanya memakai modul pengerjaan CMS-Flow. Tetapi yang membedakan adalah dari *input*-annya, untuk pemodelan sedimentasi ditambahkan *input* gelombang hasil dari pemodelan gelombang dengan CMS-Wave, selain itu diperlukan juga untuk mendefinisikan karakter dari kondisi *hard bottom* dan diameter dari elemen sedimennya (D50). Data distribusi diameter elemen sedimen didapat dari penelitian pada sample yang diambil langsung dari tempat perencanaan *refinery*, Tg, Pecinan, Situbondo di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Hasil dari pemodelan sedimentasi berupa kecepatan elemen sedimentasi, perubahan morfologi, dan arah laju sedimentasi. Berikut hasil dari pemodelan sedimentasi



Gambar 4.13 Arah Laju Sedimentas

Dari gambar terlihat bahwa laju sedimentasi bergerak dari sisi sebelah kanan ke sisi sebelah kiri. Pergerakan laju sedimentasi juga hanya terjadi pada bagian sebelah kanan menuju ke atas lokasi perencanaan pembangunan *refinery*. Jumlah sedimen yang terendap selama 30 hari pemodelan pada sisi sebelah kanan atas adalah 4571 m³.

4.2 Pemilihan Zona Perencanaan Dermaga

Untuk menentukan zona dari lokasi pembangunan dermaga yang paling optimum, beberapa kriteria dari perencanaan dermaga harus dipertimbangkan satu per-satu secara kualitatif maupun kuantitatif. Hal ini diharapkan agar pembangunan dermaga menggunakan biaya yang seminim mungkin. Metode optimasi yang digunakan untuk membandingkan setiap zona lokasi adalah metode kriteria majemuk *wieghted utiliy* yang didapatkan dari buku Optimasi, Teknik Pengambilan Keputusan oleh Daniel M. Rosyid tahun 2009. Penentuan bobot

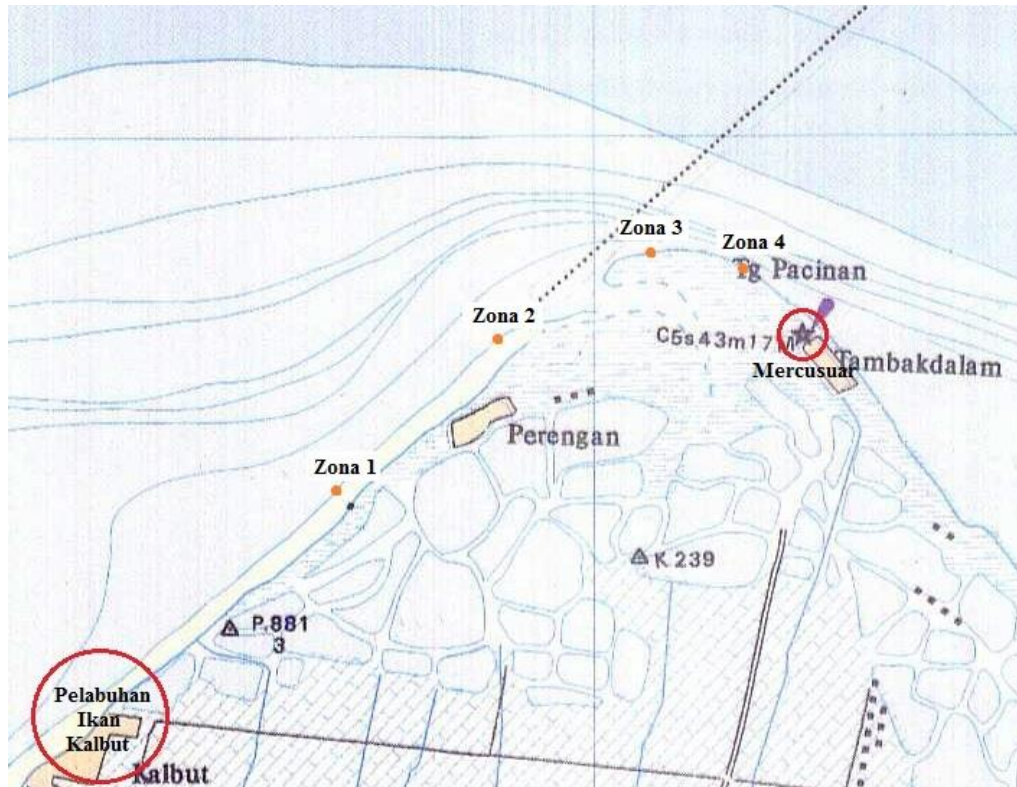
dipilih berdasarkan skala prioritas atas faktor mana yang paling berpengaruh terhadap ke-ekonomis-an pembangunan suatu dermaga

4.2.1 Zona Lokasi Perencanaan Dermaga

Lokasi zona dermaga ditentukan atas dasar layout umum dari refinery, dan kondisi-kondisi khusus lainnya, seperti keberadaan palabuhan lain dan juga mercusuar di sekitar wilayah *refinery*, tentu hal tersebut akan mengganggu aktivitas pada dermaga. Hal ini juga mengacu pada Peraturan Pemerintah no. 61 tahun 2009 tentang kepelabuhan, bahwa Terminal Umum Kepentingan Sendiri (TUKS) dengan pelabihan minyak harus diletakkan agak jauh dari kepentingan umum demi faktor keamanan.

Terlihat bahwa di sebelah ujung kanan pada lokasi pembangunan refinery terdapat sebuah mercusuar, oleh karena itu diusahakan pembangunan dermaga tidak di sekitar sana, sebab dikhawatirkan akan mengganggu kegiatan di pelabuhan *refinery* ataupun mercusuar itu sendiri. Di sebelah ujung kiri bawah, bersebelahan dengan lokasi rencana dibangunnya *refinery*, terdapat sebuah pelabuhan kapal ikan, untuk itu pembangunan dermaga harus mempunyai jarak yang cukup untuk menghindarkan terganggunya proses *berthing* dari kedua pelabuhan.

Atas dasar beberapa pertimbangan yang telah diuraikan, maka terbentuklah empat zona lokasi pembangunan dermaga yang paling memungkinkan.



Gambar 4.14 Zona Lokasi Perencanaan Pembangunan Dermaga yang akan Dibandingkan

Tabel 4.8 Koordinat Zona Lokasi

Koordinat Zona Observasi (m)				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Titik 4
x	171626.5	172313.4	172691.8	173138.1
y	9157404.4	9158014.8	9158226.6	9158282.2

4.2.2 Kontur Bathymetri

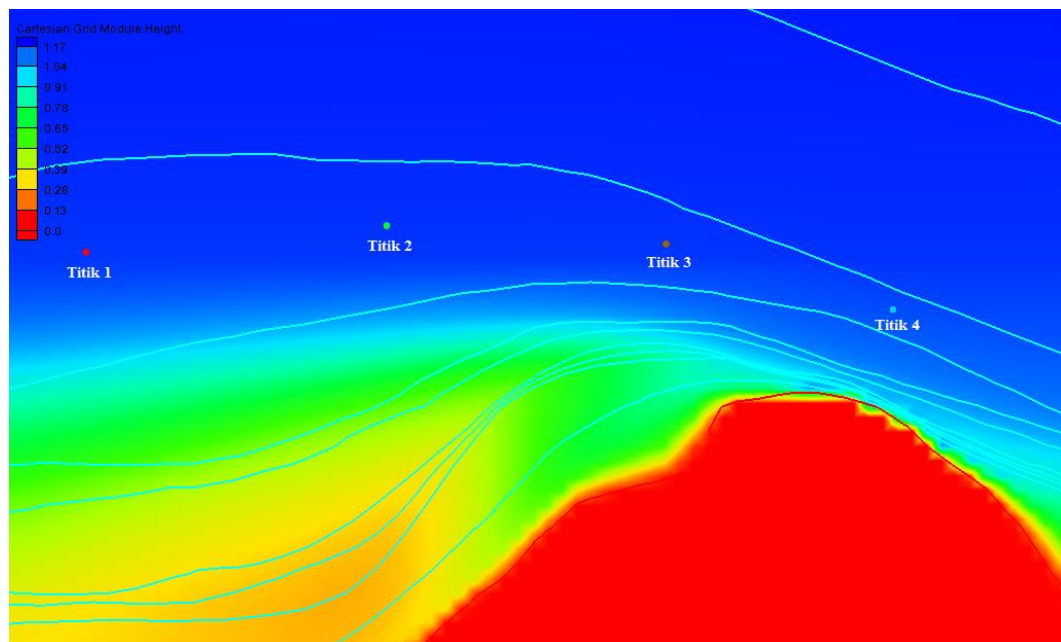
Bathymetri akan berpengaruh pada panjang *jetty* dan juga kebutuhan pengerukan untuk mencapai kedalaman minimum kolam dermaga, yang artinya berhubungan juga dengan faktor ekonomis pada konstruksi. Pada kasus ini *bathymetri* menjadi begitu penting karena perbedaan kedalaman lautan yang cukup signifikan pada setiap zona perencanaan dibuatnya dermaga. Karena syarat minimal kedalaman perairan untuk kapal dengan kapasitas 320.000 DWT adalah 26,5 m maka dihitung jarak tegak lurus garis pantai terhadap bathymetri pada kedalaman 30 m (Kontur terdekat dan dianggap kedalaman aman), sebagai nilai yang akan dibandingkan. Karena jarak bathymetri ini sangat berpengaruh pada

faktor ke-ekonomis-an dari konstruksi dermaga, maka bobot yang diberikan sebesar 40%.

4.2.3 Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang akan mempengaruhi kapal saat melakukan proses bongkar muat, semakin tinggi ketinggian gelombang akan semakin menyulitkan proses bongkar muat. Karena kapal yang direncanakan akan berlabuh tergolong kapal sangat besar (kapasitas 320.000 DWT), maka batas maksimum ketinggian gelombang agar kapal dapat melakukan proses bongkar muat cukup besar yaitu diatas 1,5 m.

Titik yang akan di observasi berada pada kedalaman 27 m, hal ini disebabkan pada titik itulah nantinya direncanakan pembangunan kolam dermaga. Hasil dari pemodelan di empat titik observasi berturut-turut dari 1 hingga 4 adalah 1,11 m, 1,12 m, 1,11 m dan 1,08 m. Karena tinggi gelombang pada ke-empat titik obesevasi tergolong kecil dan tidak sebanding dengan besarnya kapal, maka gelombang tidak terlalu mempengaruhi proses bongkar muat dengan signifikan, oleh sebab itu bobot yang diberikan untuk ketinggian gelombang adalah 20%.



Gambar 4.15 Titik Observasi Gelombang

4.2.4 Kecepatan Arus

Kecepatan arus akan berpengaruh pada proses navigasi kapal menuju ke kolam dermaga. Semakin kecil akan semakin baik, sebab kecepatan arus yang kecil tidak akan terlalu memengaruhi gerakan kapal pada saat navigasi menuju ke kolam dermaga. titik observasi sama dengan gelombang yaitu pada kedalaman 27 m, hasilnya berurut dari titik 1 hingga 4 adalah 0,026 m/s, 0,030 m/s, 0,034 m/s, 0,028 m/s. Karena kecepatan di ke-empat titik tergolong kecil, maka bobot yang diberikan untuk kecepatan arus adalah 15%.

4.2.5 Laju Sedimentas

Laju sedimentasi akan berpengaruh pada konsentrasi sedimen yang akan berkumpul dan lama-lama akan mempengaruhi keseluruhan kontur pantai. Maka dari itu diusahakan pembangunan dermaga untuk menghindari dari wilayah yang mengalami proses erosi-sedimentasi, ataupun jika pembangunan dermaga berada pada pada wilayah tersebut, maka perlunya penanganan lebih lanjut untuk menghindari permasalahan yang timbul akibat perubahan dari kontur pantai kedepannya, dan artinya lebih banyak biaya lagi yang dikeluarkan. Seperti yang telah dibahas sebelumnya dari pemodelan laju sedimentasi dengan modul CMS-Flow pada SMS, terlihat bahwa proses erosi-sedimentasi terjadi dominan di sisi sebelah kanan layout perencanaan *refinery*. Untuk itu diberikannya score 1 untuk sisi sebelah kiri yang hampir sama sekali tidak terjadi laju sedimentasi, dan score 0 untuk sisi sebelah kanan. Karena faktor laju sedimentasi dianggap akan memengaruhi faktor ekonomis cukup signifikan maka score yang diberikan sebesar 25 %

4.2.6 Perhitungan Score Akhir

Perhitungan diawali dengan membandingkan besaran pada setiap zona, setelah itu dilanjutkan dengan mengalikannya dengan bobot masing-masing parameter. Setelah semua parameter dijumlah, zona yang mendapatkan *score* paling besar akan dijadikan zona pembangunan dermaga.

Tabel. 4.9 Perhitungan Pembobotan dan Scoring Pada Setiap Parameter

Bathymetri (m)				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Titik 4
Nominal	2165.5	1491.5	987.3	417.3
Score	0.19	0.28	0.42	1.00
Score*40%	0.08	0.11	0.17	0.40
Kecepatan Arus (m/s)				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Titik 4
Nominal	0.026	0.030	0.034	0.028
Score	1.00	0.85	0.76	0.92
Score*15%	0.15	0.13	0.11	0.14
Transpor Sedimen (m³/hari)				
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Titik 4
Nominal	1	1	0	0
Score	1	1	0	0
Score*25%	0.25	0.25	0	0
Gelombang (m)				
	Zona 1	Zona 2	Titik 3	Titik 4
Nominal	1.11	1.12	1.11	1.08
Score	0.97	0.96	0.97	1
Score*20%	0.195	0.193	0.195	0.200

Tabel. 4.10 Hasil Penjumlahan Score

Total			
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Titik 4
0.672	0.683	0.477	0.737

Dari tabel terlihat bahwa zona 4 memiliki score paling besar, maka di zona-4-lah lokasi pembangunan dermaga yang paling optimum.

4.3 Perencanaan Layout

Perencanaan layout dilakukan dalam dua tahap, yaitu perencanaan untuk layout daratan dan layout perairan. Data kapal yang digunakan adalah kapal berkapasitas 320.000 DWT dengan spesifikasi Sebagai berikut.

4.3.1 Layout Daratan

Layout daratan terdiri dari *Trestle*, dan *Breasting Dolphin*. Untuk menentukan layout dan elevasi, maka dilakukan analisa dari masing-masing komponen.

4.3.1.1 *Trestle*

Arah dari muka dermaga harus menyesuaikan arah datangnya arus, biasanya dibuat saling tegak lurus sebab untuk menghindari tabrakan kapal dengan struktur dermaga akibat arus pada saat proses bongkar muat, dan juga akan memudahkan kapal pada saat proses *berthing*. Karen pada zona perencanaan arus lebih dominan bergerak ke-arah barat laut (270° - 360°), maka muka dermaga diusahakan untuk menghadap ke arah timur laut (0° - 90°).

Panjang dari *trestle* mengikuti jarak garis pantai ke titik pada kedalaman dimana kapal akan berlabuh dan tidak mempengaruhi kapal pada saat di dalam kolam dermaga dengan kondisi lingkungan apapun bahkan pada saat surut terendah sekalipun. Setelah dilakukan perhitungan, kedalaman perairan yang cukup aman untuk proses bongkar muat adalah pada kedalaman 27 m (setelah diperhitungkannya *lowest astronomical tide*) pada peta *bathymetri*, maka panjang *trestle* yang akan dibangun untuk mencapai kedalaman tersebut adalah berkisar 306.3 m.

Ketinggian dari *trestle* diharapkan dapat mengakomodir ketika kondisi muka air paling tinggi, yaitu ketika *wave set-up* terjadi pada saat HHWL (*Higher High Water Level*). Tinggi bangunan *trestle* juga diharapkan dapat berlaku hingga 50 tahun kedepan, untuk itu pada perhitungan elevasi muka air rencana harus mempertimbangkan kenaikan elevasi akibat pemanasan global. Berdasarkan grafik perkiraan kenaikan muka air lau karena pemanasan global (Bambang Triatmodjo, 2014) didapatkan penambahan kanaikan muka air 50 tahun kedepan terhitung dari tahun 2015 adalah sekitar 15 cm. Perencanaan ketinggian dalam penelitian ini tidak memasukkan faktor penambahan ketinggian muka air akibat tsunami, hal ini dikeranekan probabilitas kejadian tsunami yang sangat kecil pada lokasi perencanaan pembangunan dermaga. Perhitungan dari *wave set-up* mengacu pada teori Longuet Higgins dan Stewart (1963, dalam CERC 1984).

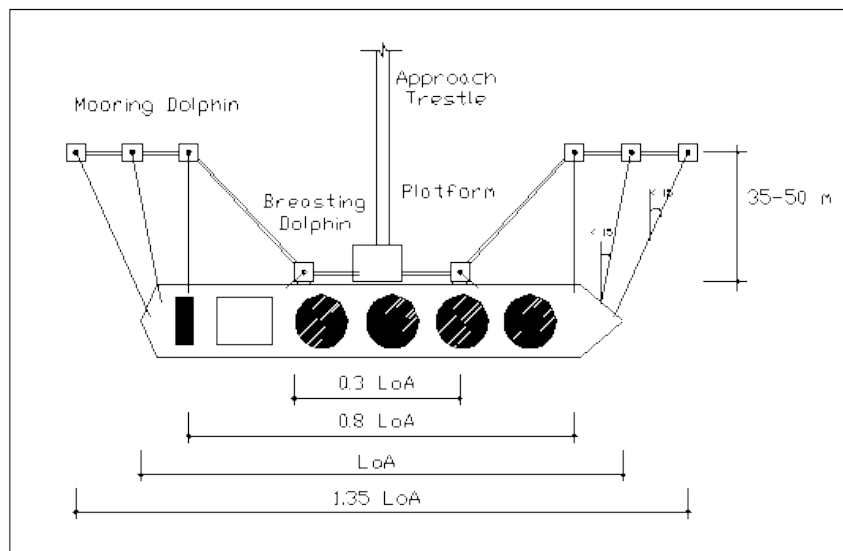
Setelah dilakukan penambahan dari beberapa faktor diatas, didapatkan elevasi muka air rencana sebesar 3.44.m. Jadi, ketinggian trestle pada kedalaman perairan 26,5 m (Kedalaman paling dalam yang dilalui oleh trestle) adalah 29.94 m atau dibulatkan menjadi 30 m

Tabel 4.11 Dimensi Trestle

Trestle	
Panjang	306.4 m
Tinggi	30 m

4.3.1.2 *Breasting Dolphin*

Perhitungan jarak antara mooring dolphin dilakukan dengan mempertimbangkan range kapal yang akan memasuki dermaga. Pada penelitian ini kapal yang akan direncanakan akan memasuki dermaga hanya satu jenis yaitu berukuran 320.000 DWT. Selanjutnya data LOA (*Length Over-All*) sebesar 337.7 m yang akan menjadi *input-an* pada perhitungan layout *breasting dolphin*. Diusahakan juga kemiringan dari mooring line tidak lebih dari 30° terhadap sumbu horizontal.



Gambar 4.16 Jarak Antara *Mooring Dolphin*

Tabel 4.12 Jarak Antara *Mooring Dolphin*

Jarak Mooring Dolphin		
0.3 LOA	101.2	50.6
0.8 LOA	269.9	134.9
LOA	337.4	168.7
1.35 LOA	455.4	227.7

4.3.2 Layout Perairan

Layout perairan terdiri dari *basin*, *truning basin*, dan alur masuk. Perhitungan layout perairan mengacu pada persamaan yang didapat dari buku Perencanaan Pelabuhan (Soejono Kramadibrata, 2002) dengan *input-an* data LOA, beam, dan draft dari kapal. Berikut adalah gambar layout perarairan hasil dari perhitungan.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Layout Perairan

ALUR MASUK	
L (m)	6072.7
W (m)	510.2
D (m)	26.5
A (m)	3098514.0
KOLAM PUTAR	
Db (m)	674.7
KOLAM DERMAGA	
L(Deramaga) (m)	421.7
W(Deramaga) (m)	75.0

4.4 Analisis Akhir

Karena tinggi gelombang yang kecil, dan jauh dari batas maksimum syarat agar kapal dapat melakukan bongkar muat, maka pembuatan breakwater menjadi tidak perlu, karena selain dapat menambah biaya yang dikeluarkan, waktu pembangunan pelabuhan pun akan menjadi semakin lebih lama dan kompleks.

Hal penting yang perlu juga diperhatikan adalah pengaruh pembangunan dermaga terhadap lingkungannya, agar tidak terjadi kerusakan yang fatal di kemudian hari. Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa zona pembangunan dermaga termasuk daerah yang mengalami proses erosi-sedimentasi, walaupun

pergerakannya hanya sedikit, tetapi dalam jangka panjang akan terjadi perubahan morfologi pantai secara menyeluruh. Jika dilihat dari arah laju sedimentasi, yaitu ke arah kiri, maka dapat diperkirakan bahwa sisi kanan dermaga akan mengalami sedimentasi sedangkan sisi lainnya akan mengalami erosi, akibat kurangnya *supply* sedimen karena terhalang oleh dermaga. Untuk itu perlu adanya penanganan lebih lanjut terhadap masalah ini, contohnya dengan melakukan *sand nourishment* pada sisi yang mengalami erosi, dan pengerukkan pada sisi yang mengalami sedimentasi agar garis pantai akan kembali stabil. Alternatif lainnya juga dapat dibangunnya suatu struktur bangunan pantai seperti *groin* yang dapat menangkap dan mendistribusikan sedimen di wilayah yang mengalami erosi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemodelan arus menunjukkan bahwa arus mempunyai kecepatan maksimum 0,02 m/s . dan arah arus dominan menuju barat hingga barat laut (270°-315). Sedangkan untuk hasil pemodelan gelombang menunjukkan bahwa tinggi gelombang cenderung pendek dengan ketinggian maksimum 1,61 m/s, sehingga tidak memerlukan *breakwater* untuk me-reduksi gelombang.
2. Zona 4 dipilih menjadi lokasi pembangunan dermaga, karena memperoleh score tertinggi setelah dibandingkan dengan zona yang lain yaitu 0,737.
3. Dermaga yang dipilih adalah ber-tipe *jetty* dengan muka dermaga yang menghadap ke Timur laut. Panjang dan tinggi *trestle* berturut-turut adalah 306,4 m dan 30 m. Dimensi dari alur masuk adalah panjang 6072,7 m, lebar 510,2 m, dan kedalaman 26,5 m. Untuk panjang dan lebar kolam dermaga berturut-turut adalah 421,7 m dan 75 m. Sedangkan diameter kolam dermaga adalah 674,7 m.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat dijadikan saran yang sifatnya membangun penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dan menggunakan detail biaya konstruksi untuk perbandingan zona lokasi dan layout dermaga.
2. Membuat rencana penanganan masalah yang timbul akibat sedimentasi.
3. Menggunakan data primer sebagai bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

BP Statistical Review 2013, British Petroleum.

Islamia, Y 2013, *Perencanaan dermaga kapal tanker 100.000 DWT pada terminal untuk kepentingan sendiri (TUKS) UP III PT. Pertamina di Pulau Seribu, Batam*, Tugas Akhir S-1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Kurniawan, D, *Analisis harmonik pasang surut dengan metode least square*. 23 Juli 2016, <http://dedykur.blogspot.co.id/2016/07/analisis-harmonik-pasut-dengan-metode.html>.

Peraturan Pemerintah No. 61 tahun 2009 tentang kepelabuhan.

Rosyid, DM 2009, *Optimasi, teknik pengambilan keputusan secara kuantitatif*, Penerbit ITS Press, Surabaya.

Shore Protection Manual 1984, US Army Corps of Engineer, Washington, DC.

SMS User Manual (v11.1) 2013, Aquaveo.

Soedjono, K 2001, *Perencanaan pelabuhan*, Penerbit ITB, Jakarta.

The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI) 2002, *Technical standards and commentaries for port and harbour facilities in Japan*, Daikousha Printing Co.,Ltd, Japan.

Thoresen, CA 2003, *Port designer's handbook*, Thomas Telford, British.

Triatmodjo, B 1999, *Teknik pantai*, Penerbit Beta, Yogyakarta.

Triatmodjo, B 2008, *Perencanaan pelabuhan*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B 2011, *Perencanaan bangunan pantai*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.

Widyastuti, Iriani, D 2000, *Diktat kuliah pelabuhan*, Surabaya.

Yuwono, N 1992, *dasar – dasar perencanaan bangunan pantai, vol. 2*,
Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi, PAU – IT – UGM, Yogyakarta.

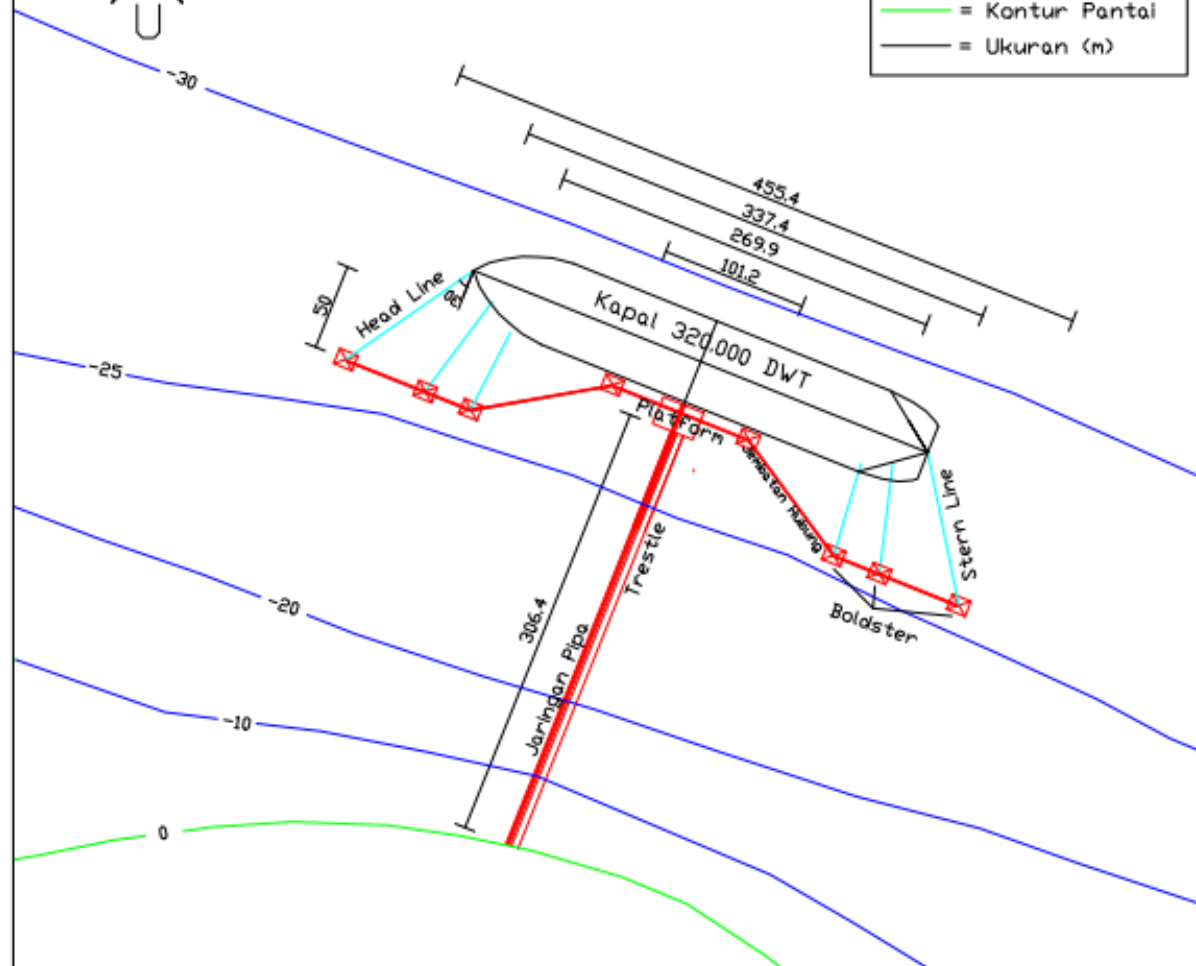
LAMPIRAN A

Hasil Perencanaan Layout Dermaga

LAYOUT DARATAN









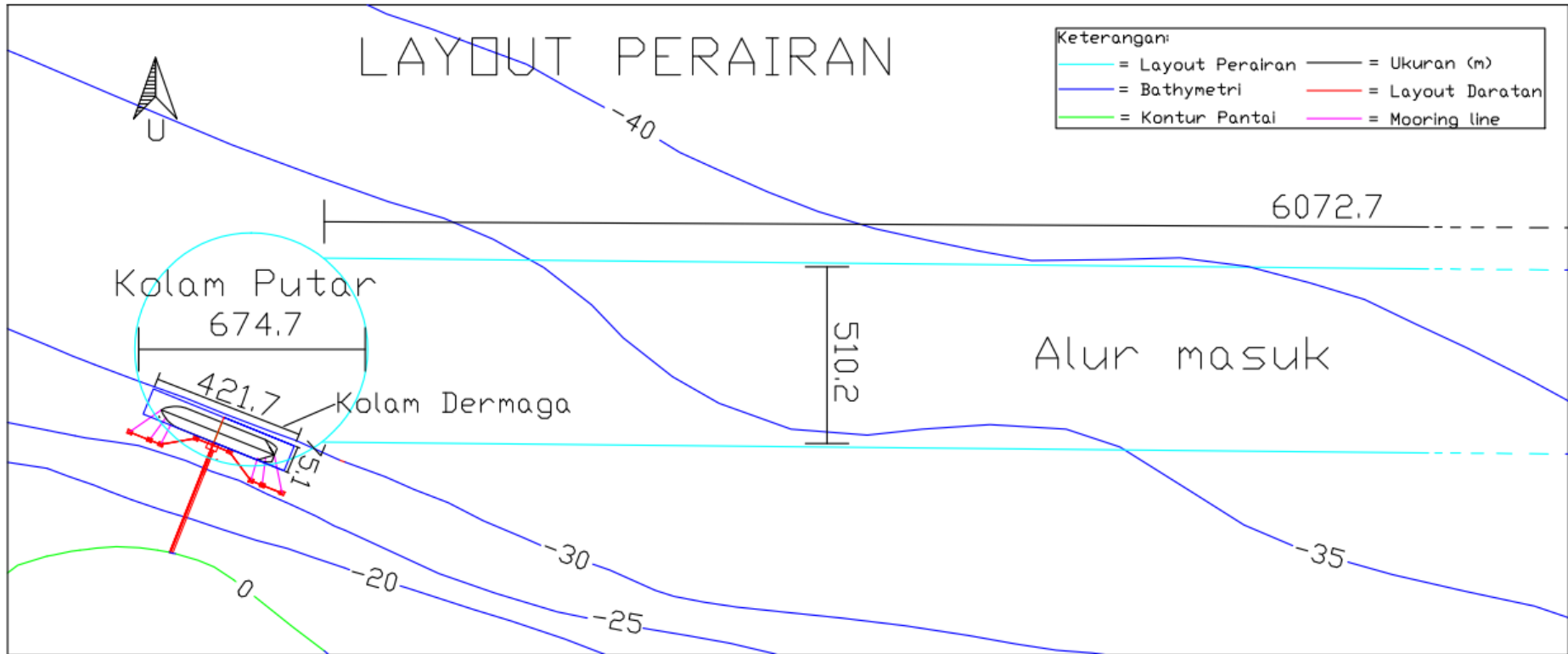
- Keterangan:
- = Layout Daratan
 - = Mooring Line
 - = Bathymetri
 - = Kontur Pantai
 - = Ukuran (m)



LAYOUT PERAIRAN

Keterangan:

	= Layout Perairan		= Ukuran (m)
	= Bathymetri		= Layout Daratan
	= Kontur Pantai		= Mooring line



LAMPIRAN B

Data Hidro-Oceanografi

Angin (Contoh)

Selengkapnya dapat di *request* ke e-mail: faris.habiburrahman@gmail.com

Kabupaten Situbondo Tahun 2013 Bulan Januari

Sumber: NOAA

Year	Month	Day	Hour	Directon	Speed (Knots)
2013	1	1	0	0	0
2013	1	1	1	270	2.6
2013	1	1	2	330	7.7
2013	1	1	3	360	14.4
2013	1	1	4	230	1.5
2013	1	1	5	330	2.1
2013	1	1	6	280	2.1
2013	1	1	7	0	0
2013	1	2	8	310	1.5
2013	1	2	9	300	7.7
2013	1	2	10	320	10.3
2013	1	2	11	330	1.5
2013	1	2	12	250	3.1
2013	1	2	13	290	1
2013	1	2	14	300	2.1
2013	1	2	15	300	2.1
2013	1	3	16	290	1.5
2013	1	3	17	0	0
2013	1	3	18	180	2.1
2013	1	3	19	290	1.5
2013	1	3	20	340	3.6
2013	1	3	21	330	1.5
2013	1	3	22	0	0
2013	1	3	23	300	2.6
2013	1	4	0	310	2.1
2013	1	4	3	300	4.6
2013	1	4	6	310	2.6
2013	1	4	9	320	9.8
2013	1	4	12	270	7.7
2013	1	4	15	300	6.7
2013	1	4	18	300	4.6
2013	1	4	21	290	2.6
2013	1	5	0	280	2.6
2013	1	5	3	270	2.1

2013	1	5	6	300	9.8
2013	1	5	9	320	3.1
2013	1	5	12	330	2.1
2013	1	5	15	310	2.1
2013	1	5	18	0	0
2013	1	5	21	340	1
2013	1	6	0	0	0
2013	1	6	3	300	8.7
2013	1	6	6	320	7.7
2013	1	6	9	310	4.6
2013	1	6	12	360	2.1
2013	1	6	15	0	0
2013	1	6	18	320	2.1
2013	1	6	21	250	1
2013	1	7	0	300	2.1
2013	1	7	3	270	6.2
2013	1	7	6	270	8.7
2013	1	7	9	330	10.8
2013	1	7	12	310	6.2
2013	1	7	15	300	2.1
2013	1	7	18	270	3.6
2013	1	7	21	310	3.6
2013	1	8	0	320	4.6
2013	1	8	3	260	9.8
2013	1	8	6	240	5.7
2013	1	8	9	320	3.6
2013	1	8	12	300	3.6
2013	1	8	15	290	4.6
2013	1	8	18	310	6.2
2013	1	8	21	290	4.6
2013	1	9	0	300	6.7
2013	1	9	3	300	15.9
2013	1	9	6	290	6.7
2013	1	9	9	300	8.2
2013	1	9	12	300	8.2
2013	1	9	15	300	10.3
2013	1	9	18	300	10.8
2013	1	9	21	300	6.2
2013	1	10	0	300	12.3
2013	1	10	3	300	12.9
2013	1	10	6	310	12.9
2013	1	10	9	300	12.9
2013	1	10	12	300	10.8

2013	1	10	15	310	8.7
2013	1	10	18	300	6.2
2013	1	10	21	300	6.2
2013	1	11	0	300	8.2
2013	1	11	3	300	12.9
2013	1	11	6	310	19.5
2013	1	11	9	300	17.5
2013	1	11	12	300	11.3
2013	1	11	15	300	6.7
2013	1	11	18	300	6.7
2013	1	11	21	280	2.6
2013	1	12	0	290	2.1
2013	1	12	3	300	11.8
2013	1	12	6	300	9.3
2013	1	12	9	310	10.3
2013	1	12	12	300	4.1
2013	1	12	15	290	1.5
2013	1	12	18	290	3.1
2013	1	12	21	280	3.1
2013	1	13	0	300	7.2
2013	1	13	3	280	6.2
2013	1	13	6	300	10.8
2013	1	13	9	300	6.7
2013	1	13	12	310	3.6
2013	1	13	15	310	5.1
2013	1	13	18	270	2.1
2013	1	13	21	270	3.1
2013	1	14	0	290	5.1
2013	1	14	3	310	5.1
2013	1	14	6	290	6.2
2013	1	14	9	320	6.2
2013	1	14	12	270	4.1
2013	1	14	15	290	6.2
2013	1	14	18	290	1.5
2013	1	14	21	0	0
2013	1	15	0	0	0
2013	1	15	3	300	6.2
2013	1	15	6	300	10.3
2013	1	15	9	310	7.7
2013	1	15	12	290	2.1
2013	1	15	15	290	1.5
2013	1	15	21	290	4.1
2013	1	16	0	280	4.6

2013	1	16	3	260	8.2
2013	1	16	6	320	10.3
2013	1	16	9	300	6.2
2013	1	16	12	340	1
2013	1	16	15	270	4.6
2013	1	16	18	280	1.5
2013	1	16	21	260	3.1
2013	1	17	0	300	2.1
2013	1	17	3	190	3.6
2013	1	17	6	160	1.5
2013	1	17	9	310	4.6
2013	1	17	12	350	1.5
2013	1	17	15	340	1
2013	1	17	18	0	0
2013	1	17	21	320	1.5
2013	1	18	0	300	3.6
2013	1	18	3	280	4.1
2013	1	18	6	330	4.6
2013	1	18	9	230	4.1
2013	1	18	12	320	2.6
2013	1	18	18	280	2.1
2013	1	18	21	300	2.1
2013	1	19	0	300	6.2
2013	1	19	3	280	6.2
2013	1	19	6	320	4.1
2013	1	19	9	330	6.2
2013	1	19	12	0	0
2013	1	19	15	180	6.7
2013	1	19	18	0	0
2013	1	19	21	0	0
2013	1	20	0	290	2.1
2013	1	20	3	320	9.3
2013	1	20	6	330	8.7
2013	1	20	9	320	5.1
2013	1	20	12	300	5.7
2013	1	20	15	310	1
2013	1	20	18	330	1
2013	1	20	21	280	1.5
2013	1	21	0	290	1.5
2013	1	21	3	320	5.7
2013	1	21	6	300	8.7
2013	1	21	9	310	4.6
2013	1	21	12	290	4.1

2013	1	21	15	270	3.6
2013	1	21	18	0	0
2013	1	21	21	310	2.1
2013	1	22	0	0	0
2013	1	22	3	310	7.2
2013	1	22	6	330	7.7
2013	1	22	9	310	6.2
2013	1	22	12	300	2.6
2013	1	22	15	290	3.6
2013	1	22	18	300	2.1
2013	1	22	21	0	0
2013	1	23	0	270	2.1
2013	1	23	3	300	6.2
2013	1	23	6	300	4.6
2013	1	23	9	330	3.6
2013	1	23	12	290	2.6
2013	1	23	15	330	3.6
2013	1	23	18	330	2.1
2013	1	23	21	0	0
2013	1	24	0	310	2.1
2013	1	24	3	300	8.7
2013	1	24	6	290	9.3
2013	1	24	9	270	4.1
2013	1	24	12	250	4.1
2013	1	24	15	0	0
2013	1	24	18	0	0
2013	1	24	21	320	3.6
2013	1	25	0	300	2.1
2013	1	25	3	170	2.6
2013	1	25	6	230	4.6
2013	1	25	9	0	0
2013	1	25	12	310	3.6
2013	1	25	18	0	0
2013	1	25	21	300	1
2013	1	26	0	0	0
2013	1	26	3	190	3.6
2013	1	26	6	0	0
2013	1	26	9	270	1
2013	1	26	12	0	0
2013	1	26	15	0	0
2013	1	26	18	360	2.1
2013	1	26	21	330	1
2013	1	27	0	300	3.1

2013	1	27	3	170	2.1
2013	1	27	6	90	6.2
2013	1	27	9	320	3.6
2013	1	27	12	320	2.1
2013	1	27	15	0	0
2013	1	27	21	0	0
2013	1	28	0	0	0
2013	1	28	3	250	2.6
2013	1	28	6	50	0.5
2013	1	28	9	290	2.1
2013	1	28	12	0	0
2013	1	28	15	300	1
2013	1	28	18	300	2.6
2013	1	28	21	0	0
2013	1	29	0	320	3.1
2013	1	29	3	270	3.1
2013	1	29	6	80	2.6
2013	1	29	9	330	1.5
2013	1	29	12	0	0
2013	1	29	15	0	0
2013	1	29	18	0	0
2013	1	29	21	0	0
2013	1	30	0	0	0
2013	1	30	3	0	0
2013	1	30	6	280	8.2
2013	1	30	9	200	2.6
2013	1	30	12	330	1
2013	1	30	15	0	0
2013	1	30	18	350	4.6
2013	1	30	21	270	1.5
2013	1	31	0	0	0
2013	1	31	3	150	2.1
2013	1	31	6	330	6.2
2013	1	31	9	350	1
2013	1	31	12	0	0
2013	1	31	15	0	0
2013	1	31	18	0	0
2013	1	31	21	0	0
2013	2	1	0	320	1

Pasang Surut

Lokasi: Situbondo; Waktu: Juli 2015; Satuan: Centimeter (cm)

Tgl/jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-4	-4	-2	0	3	5	7	7	6	3	0	-3	-6	-8	-8	-7	-5	-3	-1	1	1	1	-1	-3
2	-4	-5	-4	-2	1	4	7	8	8	6	3	-1	-5	-8	-10	-9	-8	-5	-2	1	2	2	1	-1
3	-3	-5	-5	-4	-1	2	5	8	9	8	5	1	-3	-7	-10	-11	-10	-7	-4	-1	2	3	2	1
4	-2	-4	-5	-5	-3	0	3	7	9	9	7	4	0	-5	-9	-11	-11	-9	-6	-2	1	3	3	3
5	0	-2	-4	-5	-5	-3	1	5	8	9	9	6	2	-2	-7	-10	-12	-11	-8	-5	-1	2	4	4
6	2	0	-3	-5	-6	-4	-2	2	5	8	9	8	5	1	-4	-8	-11	-11	-10	-7	-3	1	3	4
7	4	2	0	-3	-5	-5	-4	-1	2	5	7	8	6	3	-1	-5	-9	-11	-11	-9	-5	-2	2	4
8	5	4	2	-1	-3	-5	-5	-3	-1	2	5	6	6	4	2	-2	-6	-9	-10	-10	-7	-4	0	2
9	4	5	4	2	-1	-3	-4	-4	-3	-1	2	4	5	4	3	0	-3	-6	-8	-9	-8	-6	-3	0
10	3	5	5	4	2	0	-3	-4	-4	-3	-1	1	2	3	3	2	0	-3	-6	-8	-8	-7	-4	-2
11	1	3	5	5	4	3	0	-2	-4	-4	-4	-3	-1	0	1	2	1	-1	-3	-5	-6	-7	-6	-4
12	-1	1	4	5	6	5	3	0	-2	-4	-5	-5	-4	-3	-1	0	1	1	-1	-2	-4	-5	-6	-5
13	-3	-1	2	4	6	6	6	3	0	-2	-5	-6	-6	-6	-4	-2	-1	1	1	0	-2	-3	-5	-5
14	-4	-3	0	2	5	7	7	6	4	0	-3	-6	-7	-8	-7	-5	-3	-1	1	1	1	-1	-3	-4
15	-5	-4	-2	0	3	6	8	8	6	3	0	-4	-7	-9	-9	-8	-6	-3	0	1	2	1	-1	-3
16	-4	-4	-4	-2	1	4	7	8	8	6	2	-2	-6	-9	-10	-10	-8	-5	-2	1	2	2	1	-1
17	-3	-4	-4	-3	-1	2	5	8	8	8	5	1	-3	-7	-10	-11	-10	-8	-4	-1	2	3	3	1
18	-1	-3	-4	-4	-3	0	3	6	8	8	7	4	-1	-5	-9	-11	-11	-9	-6	-3	0	2	3	3
19	1	-1	-3	-4	-4	-2	1	4	7	8	7	5	2	-3	-7	-10	-11	-10	-8	-5	-1	1	3	3
20	2	0	-2	-4	-4	-3	-1	2	5	7	7	6	3	0	-4	-8	-10	-10	-9	-6	-3	0	2	3
21	3	2	0	-3	-4	-4	-2	0	3	5	6	6	4	1	-2	-6	-9	-10	-9	-7	-4	-1	1	3
22	3	3	1	-1	-3	-4	-3	-1	1	3	5	5	4	2	0	-4	-7	-9	-9	-8	-5	-2	0	2
23	3	3	2	0	-2	-3	-3	-3	-1	1	3	4	4	3	1	-2	-5	-7	-8	-8	-6	-3	-1	2
24	3	4	3	2	0	-2	-3	-3	-2	-1	1	2	2	2	1	-1	-3	-5	-7	-7	-6	-4	-2	1
25	3	4	4	3	2	0	-2	-3	-3	-2	-1	0	1	1	0	0	-2	-4	-5	-6	-6	-5	-3	0
26	2	3	4	4	3	2	0	-2	-3	-3	-3	-2	-1	-1	0	-1	-1	-2	-4	-5	-5	-5	-3	-1
27	1	2	4	5	5	4	2	0	-2	-3	-4	-4	-3	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-3	-4	-5	-3	-3
28	-1	1	3	5	5	5	4	2	0	-2	-4	-5	-5	-5	-4	-3	-2	-1	-1	-2	-3	-4	-4	-4
29	-2	-1	2	4	5	6	6	5	2	-1	-3	-5	-6	-7	-6	-5	-3	-1	0	0	-1	-2	-3	-4
30	-3	-2	0	2	4	6	7	7	5	2	-1	-5	-7	-8	-8	-7	-5	-2	-1	1	1	0	-2	-3

LAMPIRAN C

Perhitungan Manual

Peramalan Gelombang

Fetch

Angin Arah Timur (90 Derajat)					
a °	cos a	Jarak pada gambar	scala	X _i (km)	X _i cos a
42	0.74	2.4253	28.0000	67.91	50.47
36	0.81	2.5113	28.0000	70.32	56.89
30	0.87	4.7515	28.0000	133.04	115.22
24	0.91	5.1721	28.0000	144.82	132.30
18	0.95	6.0425	28.0000	169.19	160.91
12	0.98	6.4721	28.0000	181.22	177.26
6	0.99	14.6717	28.0000	410.81	408.56
0	1.00	11.1771	28.0000	312.96	312.96
6	0.99	17.7768	28.0000	497.75	495.02
12	0.98	12.4539	28.0000	348.71	341.09
18	0.95	8.0667	28.0000	225.87	214.81
24	0.91	1.2853	28.0000	35.99	32.88
30	0.87	0.7475	28.0000	20.93	18.13
36	0.81	0	28.0000	0.00	0.00
42	0.74	0	28.0000	0.00	0.00
Σ	13.51				2516.48
F _{eff} =	186.25543	km =		186255.43	m

Wave Design

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Barat Laut (2013)									
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	315		
	knots	m/s			m/s	m/s	F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	68447.12	0.24	3.00
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	68447.12	0.51	3.82
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	68447.12	0.77	4.39
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	68447.12	1.24	5.12
							Σ	2.76	16.33
n = 4									
No	n	n x H ₀ ² (m)	H ₀ 1/3(m)	= 1.42 x Hrms					
			Hrms	H ₀ 1/3(m)	n x T ₀ ² (s)				
1	102	6.08	0.47	0.66	917.114			H _{avg} =	0.69 m
2	39	10.03			568.284		T _{avg} =	4.08 s	
3	21	12.60			404.690		H _s =	0.66 m	
4	5	7.66			131.302				
	167	36.37			2021.39				
	Hrms	0.47		Trms	3.48				
				T ₀ 1/3 (s)	4.94				

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Barat Laut (2014)										
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	337.5			
	knots	m/s			m/s	m/s	F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)	
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	68447.12	0.24	3.00	
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	68447.12	0.51	3.82	
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	68447.12	0.77	4.39	
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	68447.12	1.24	5.12	
							Σ	2.76	16.33	
	n = 4									
	H_{0 1/3(m)} = 1.42 x Hrms									
No	n	n x H ₀ ² (m)	Hrms	H _{0 1/3(m)}	n x T ₀ ² (s)		H _{avg} =	0.69	m	
1	78	4.65	0.55	0.78	701.323		T _{avg} =	4.08	s	
2	42	10.80			611.998					
3	29	17.40			558.858			H _s =	0.78	m
4	10	15.33			262.605					
	159	48.18			2134.78					
	Hrms	0.55		Trms	3.66					
				T _{0 1/3} (s)	5.20					

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Barat Laut (2015)										
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	337.5			
	knots	m/s			m/s	m/s	F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)	
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	68447.12	0.24	3.00	
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	68447.12	0.51	3.82	
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	68447.12	0.77	4.39	
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	68447.12	1.24	5.12	
							Σ	2.76	16.33	
	n = 4									
	H_{0 1/3(m)} = 1.42 x Hrms									
No	n	n x H ₀ ² (m)	Hrms	H _{0 1/3(m)}	n x T ₀ ² (s)		H _{avg} =	0.69	m	
1	103	6.13	0.43	0.61	926.105		T _{avg} =	4.08	s	
2	43	11.06			626.569					
3	18	10.80			346.877			H _s =	0.61	m
4	2	3.07			52.521					
	166	31.06			1952.07					
	Hrms	0.43		Trms	3.43					
				T _{0 1/3} (s)	4.87					

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Timur (2013)									
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	315		
	knots	m/s					F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	186255.43	0.40	4.17
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	186255.43	0.84	5.31
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	186255.43	1.28	6.11
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	186255.43	2.04	7.13
							Σ	4.56	22.72
n = 4									
							H _{avg} =	1.14	m
No	n	n x H ₀ ² (m)	H _{0 1/3(m)} = 1.42 x Hr _{ms}			n x T ₀ ² (s)	H _s =	0.96	m
			Hr _{ms}	H _{0 1/3(m)}	T _{0 1/3 (s)}				
1	166	26.90	0.68	0.96	2889.806	5.68	0.96	m	
2	86	60.20			2426.255				
3	21	34.29			783.538				
4	1	4.17			50.844				
	274	125.57			6150.44				
	Hr _{ms}	0.68		Tr _{ms}	4.74				
				T _{0 1/3 (s)}	6.73				

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Timur (2014)									
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	315		
	knots	m/s					F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	186255.43	0.40	4.17
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	186255.43	0.84	5.31
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	186255.43	1.28	6.11
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	186255.43	2.04	7.13
							Σ	4.56	22.72
n = 4									
							H _{avg} =	1.14	m
No	n	n x H ₀ ² (m)	H _{0 1/3(m)} = 1.42 x Hr _{ms}			n x T ₀ ² (s)	H _s =	1.06	m
			Hr _{ms}	H _{0 1/3(m)}	T _{0 1/3 (s)}				
1	210	34.04	0.74	1.06	3655.779	5.68	1.06	m	
2	166	116.20			4683.237				
3	50	81.65			1865.567				
4	1	4.17			50.844				
	427	236.05			10255.43				
	Hr _{ms}	0.74		Tr _{ms}	4.90				
				T _{0 1/3 (s)}	6.96				

Perhitungan Periode dan Tinggi Gelombang Arah Timur (2015)																																																																								
No	U _L	U _L	R _t	R _L	U _w	U _A	337.5																																																																	
	knots	m/s			m/s	m/s	F _{eff} (m)	H ₀ (m)	T ₀ (s)																																																															
1	2.5	1.29	1.00	1.675	2.15	1.82	186255.43	0.40	4.17																																																															
2	5.5	2.83	1.00	1.38	3.90	3.79	186255.43	0.84	5.31																																																															
3	9	4.63	1.00	1.19	5.51	5.79	186255.43	1.28	6.11																																																															
4	14	7.20	1.00	1.12	8.07	9.26	186255.43	2.04	7.13																																																															
							Σ	4.56	22.72																																																															
n = 4																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">H_{0 1/3(m)} = 1.42 x Hrms</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>n</th> <th>n x H₀² (m)</th> <th>Hrms</th> <th>H_{0 1/3(m)}</th> <th>n x T₀² (s)</th> <th>H_{avg} =</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>213</td> <td>34.52</td> <td rowspan="5">0.68</td> <td rowspan="5">0.97</td> <td>3708.005</td> <td rowspan="5">H_s =</td> <td rowspan="5">0.97</td> <td rowspan="5">m</td> <td rowspan="5">T_{avg} =</td> <td rowspan="5">5.68</td> <td rowspan="5">s</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>125</td> <td>87.50</td> <td>3526.534</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> <td>40.82</td> <td>932.783</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>8.34</td> <td>101.688</td> </tr> <tr> <td></td> <td>365</td> <td>171.19</td> <td>8269.01</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Hrms</td> <td>0.68</td> <td>Trms</td> <td>4.76</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>T_{0 1/3} (s)</td> <td>6.76</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>										H _{0 1/3(m)} = 1.42 x Hrms					No	n	n x H ₀ ² (m)	Hrms	H _{0 1/3(m)}	n x T ₀ ² (s)	H _{avg} =				1	213	34.52	0.68	0.97	3708.005	H _s =	0.97	m	T _{avg} =	5.68	s	2	125	87.50	3526.534	3	25	40.82	932.783	4	2	8.34	101.688		365	171.19	8269.01			Hrms	0.68	Trms	4.76									T _{0 1/3} (s)	6.76				
H _{0 1/3(m)} = 1.42 x Hrms																																																																								
No	n	n x H ₀ ² (m)	Hrms	H _{0 1/3(m)}	n x T ₀ ² (s)	H _{avg} =																																																																		
1	213	34.52	0.68	0.97	3708.005	H _s =	0.97	m	T _{avg} =	5.68	s																																																													
2	125	87.50			3526.534																																																																			
3	25	40.82			932.783																																																																			
4	2	8.34			101.688																																																																			
	365	171.19			8269.01																																																																			
		Hrms	0.68	Trms	4.76																																																																			
				T _{0 1/3} (s)	6.76																																																																			

PERIODE ULANG (Metode Weibull ; k = 1,00)																																																	
Prediksi gelombang dengan periode ulang berdasarkan distribusi Weibull dalam CERC (1992)																																																	
Arah Angin Dari Timur (90)																																																	
m	H _m (m)	k	P	y _m	H _m x y _m	y _m ²	(H _m - H _r) ²	H [^] _{sm}	H _m - H [^] _{sm}																																								
1	1.06	1.00	0.8455	1.867	1.972	3.487	0.0035	1.048	0.008																																								
2	0.96	1.00	0.5539	0.807	0.776	0.652	0.0012	0.986	-0.024																																								
3	0.97	1.00	0.2624	0.304	0.296	0.093	0.0006	0.956	0.016																																								
	2.990		1.6618	2.979	3.044	4.232	0.0053	2.990	0.00																																								
Σ1		Σ2		Σ3	Σ4	Σ5	Σ6	Σ7	Σ8																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>N = 3</td> <td>K = 3</td> <td>a₂ = 11.4</td> <td>e = 0.9</td> </tr> <tr> <td>N_T = 3</td> <td>k = 1.00</td> <td>a₁ = 1.92</td> <td>c = 0.3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">A[^] = [(N x Σ4 - (Σ1 x Σ3)) / ((N x Σ5) - (Σ3²))]</td> <td colspan="2">H_r = H_m(Avg) = Σ1/N</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= 0.0588</td> <td colspan="2">= 0.997 m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">B[^] = H_m(Avg) - (A[^] x y_m(Avg))</td> <td colspan="2">y_m(Avg) = Σ3/N</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= 0.9381</td> <td colspan="2">= 0.993</td> </tr> <tr> <td colspan="2">a = a₁ x e^{a₂ x N^{-1.3} + k((-ln v)^{0.5})}</td> <td colspan="2">v = N / N_T</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= 29.5290</td> <td colspan="2">= 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">sH_s = [(1/N-1) x S(H_{sm} - H_r)²]^{1/2}</td> <td colspan="2">L = N_T / K</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= 0.0516</td> <td colspan="2">= 1</td> </tr> </table>										N = 3	K = 3	a ₂ = 11.4	e = 0.9	N _T = 3	k = 1.00	a ₁ = 1.92	c = 0.3	A [^] = [(N x Σ4 - (Σ1 x Σ3)) / ((N x Σ5) - (Σ3 ²))]		H _r = H _m (Avg) = Σ1/N		= 0.0588		= 0.997 m		B [^] = H _m (Avg) - (A [^] x y _m (Avg))		y _m (Avg) = Σ3/N		= 0.9381		= 0.993		a = a ₁ x e ^{a₂ x N^{-1.3} + k((-ln v)^{0.5})}		v = N / N _T		= 29.5290		= 1		sH _s = [(1/N-1) x S(H _{sm} - H _r) ²] ^{1/2}		L = N _T / K		= 0.0516		= 1	
N = 3	K = 3	a ₂ = 11.4	e = 0.9																																														
N _T = 3	k = 1.00	a ₁ = 1.92	c = 0.3																																														
A [^] = [(N x Σ4 - (Σ1 x Σ3)) / ((N x Σ5) - (Σ3 ²))]		H _r = H _m (Avg) = Σ1/N																																															
= 0.0588		= 0.997 m																																															
B [^] = H _m (Avg) - (A [^] x y _m (Avg))		y _m (Avg) = Σ3/N																																															
= 0.9381		= 0.993																																															
a = a ₁ x e ^{a₂ x N^{-1.3} + k((-ln v)^{0.5})}		v = N / N _T																																															
= 29.5290		= 1																																															
sH _s = [(1/N-1) x S(H _{sm} - H _r) ²] ^{1/2}		L = N _T / K																																															
= 0.0516		= 1																																															
T _r (tahun)	y _r (tahun)	H _{sr} (m)	σ _{nr}	σ _r	H _{sr} - 1.28 x σ _r (m)	H _{sr} + 1.28 x σ _r (m)																																											
5	1.609	1.033	4.149	0.214	0.759	1.307	Didapat tinggi gelombang untuk 5 tahun = 1.033 m																																										
10	2.303	1.074	6.309	0.326	0.657	1.491	Didapat tinggi gelombang untuk 10 tahun = 1.074 m																																										
15	2.708	1.097	7.577	0.391	0.597	1.598	Didapat tinggi gelombang untuk 15 tahun = 1.097 m																																										
20	2.996	1.114	8.477	0.438	0.554	1.675	Didapat tinggi gelombang untuk 20 tahun = 1.114 m																																										
50	3.912	1.168	11.347	0.586	0.418	1.918	Didapat tinggi gelombang untuk 50 tahun = 1.168 m																																										

Refraksi

Arah dari Timur ; 90 derajat

pias 1

α o	Ho (m)	T (s)	Lo (m)	Co (m/s)	d (m)	d/Lo	d/L	L (m)	C (m/s)	sin α	α	cos α o	cos α	Kr	Ks	H'o (m)
66	1.168	6.959	75.55	10.856	35	0.463	0.46567	75.161	10.800	0.9089	65	0.407	0.417	0.987	0.986	1.138
68	1.138	6.941	75.16	10.828	30	0.399	0.40401	74.256	10.698	0.9160	66	0.375	0.401	0.966	0.976	1.073
76	1.073	6.899	74.26	10.763	25	0.337	0.34585	72.286	10.477	0.9446	71	0.242	0.328	0.858	0.960	0.884
82	0.884	6.807	72.29	10.619	20	0.277	0.29157	68.594	10.077	0.9397	70	0.139	0.342	0.638	0.941	0.531
69	0.531	6.631	68.59	10.344	15	0.219	0.24121	62.186	9.378	0.8464	58	0.358	0.533	0.820	0.923	0.402
76	0.402	6.314	62.19	9.849	10	0.161	0.19247	51.956	8.229	0.8107	54	0.242	0.586	0.643	0.913	0.236
51	0.236	5.771	51.96	9.003	5	0.096	0.13749	36.366	6.301	0.5440	33	0.629	0.839	0.866	0.936	0.191

pias 2

α o	Ho (m)	T (s)	Lo (m)	Co (m/s)	d (m)	d/Lo	d/L	L (m)	C (m/s)	sin α	α	cos α o	cos α	Kr	Ks	H'o (m)
61	1.168	6.959	75.55	10.856	35	0.463	0.46567	75.161	10.800	0.8701	60	0.485	0.493	0.992	0.986	1.143
64	1.143	6.941	75.16	10.828	30	0.399	0.40401	74.256	10.698	0.8880	63	0.438	0.460	0.976	0.976	1.089
62	1.089	6.899	74.26	10.763	25	0.337	0.34585	72.286	10.477	0.8595	59	0.469	0.511	0.958	0.960	1.002
69	1.002	6.807	72.29	10.619	20	0.277	0.29157	68.594	10.077	0.8859	62	0.358	0.464	0.879	0.941	0.828
58	0.828	6.631	68.59	10.344	15	0.219	0.24121	62.186	9.378	0.7688	50	0.530	0.639	0.910	0.923	0.696
52	0.696	6.314	62.19	9.849	5	0.080	0.12321	40.581	6.427	0.5142	31	0.616	0.858	0.847	0.955	0.563

pias 3

α o	Ho (m)	T (s)	Lo (m)	Co (m/s)	d (m)	d/Lo	d/L	L (m)	C (m/s)	sin α	α	cos α o	cos α	Kr	Ks	H'o (m)
75	1.168	6.959	75.55	10.856	35	0.463	0.46567	75.161	10.800	0.9610	74	0.259	0.277	0.967	0.986	1.114
81	1.114	6.941	75.16	10.828	30	0.399	0.40401	74.256	10.698	0.9758	77	0.156	0.219	0.846	0.976	0.920
72	0.920	6.899	74.26	10.763	25	0.337	0.34585	72.286	10.477	0.9258	68	0.309	0.378	0.904	0.960	0.798
63	0.798	6.807	72.29	10.619	20	0.277	0.29157	68.594	10.077	0.8455	58	0.454	0.534	0.922	0.941	0.693
60	0.693	6.631	68.59	10.344	15	0.219	0.24121	62.186	9.378	0.7851	52	0.500	0.619	0.899	0.923	0.574
45	0.574	6.314	62.19	9.849	5	0.080	0.12321	40.581	6.427	0.4614	27	0.707	0.887	0.893	0.955	0.490

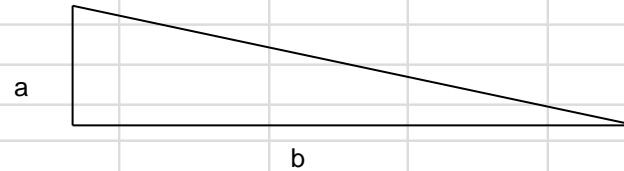
Gelombang Pecah

Data Refraksi pias 1

Arah	a_0	H_0	T	L_0	C_0	d (m)	$\cos a_0$	$\cos a$	H_0' (m)
90	66.000	1.168	6.959	75.549	10.856	35.000	0.407	0.417	1.138

Dari peta Bathimetri Muara Kali Sampeyan Situbondo dapat ditentukan kemiringan (slope) m :

Arah	m	a	b
90	0.010	1.000	96.330



maka

Arah	$H_0' / (gT^2)$	m	H_b / H_0'	H_b	$H_b / (gT^2)$	a	b	db_{max}	db_{min}	C_b
90	0.00239	0.010	1.350	1.536	0.003	7.832	1.560	12.026	2.396	4.848

Data Refraksi pias 2

Arah	a_0	H_0	T	L_0	C_0	d (m)	$\cos a_0$	$\cos a$	H_0' (m)
90	61.000	1.168	6.959	75.549	10.856	35.000	0.485	0.493	1.143

Dari peta Bathimetri Kota Tegal dapat ditentukan kemiringan (slope) m :

Arah	m	a	b
90	0.012	1.000	83.065



maka

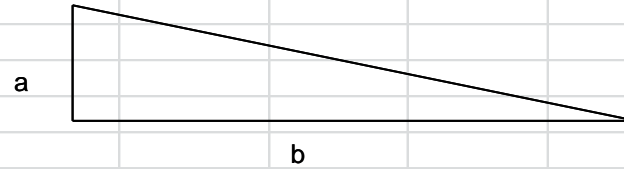
Arah	$H_0' / (gT^2)$	m	H_b / H_0'	H_b	$H_b / (gT^2)$	a	b	db_{max}	db_{min}	C_b
90	0.0024	0.012	1.202	1.373	0.003	8.945	1.560	12.285	2.142	4.584

Data Refraksi pias 3

Arah	a_0	H_0	T	L_0	C_0	d (m)	$\cos a_0$	$\cos a$	H_0' (m)
90	75.000	1.168	6.959	75.549	10.856	35.000	0.259	0.277	1.114

Dari peta Bathimetri kota tegal dapat ditentukan kemiringan (slope) m :

Arah	m	a	b
90	0.011	1.000	87.721



maka

Arah	$H_0' / (gT^2)$	m	Hb/H_0'	Hb	$Hb / (gT^2)$	a	b	db_{max}	db_{min}	C_b
90	0.00235	0.011	1.183	1.318	0.003	8.520	1.560	11.230	2.056	4.491

WAVE SET UP dan WAVE SET DOWN

Wave set up dan Wave set down di pantai dapat dihitung menggunakan teori Longuet_Higgins dan Stewart (1963, dalam CERC 1984)

Besar Wave set up di daerah gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut ini :

$$S_b = \frac{0,536 \cdot H_b^{2/3}}{g^{1/2} T}$$

$$S_w = DS - S_b$$

$$DS = 0,15 d_b$$

$$d_b = 1,28 H_b$$

$$S_w = 0,19 [1 - 2,82 \sqrt{H_b / gT^2}] H_b$$

Dimana :

- Sw** = Wave Set up di daerah gelombang pecah
- Sb** = Wave Set down di daerah gelombang pecah
- T** = Periode gelombang
- Hb** = Tinggi gelombang pecah
- db** = Kedalaman gelombang pecah
- g** = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Elevasi muka air laut rencana (E.renc) = HHWL + Sw

Arah	Hb (m)	T (s)	db	Sb (m)	Sw (m)	HHWL (m)	Global Warming	E.rencana
315	1.409	6.959	11.847	-0.031	0.227	2.69	0.30	3.44

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Faris Habiburrahman lahir di Bandung pada tanggal 31 Mei 1994, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan Formal Penulis dimulai dengan jenjang pendidikan Dasar di SD Darul Hikam, Bandung. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Bandung pada tahun 2006-2009 dan SMA Negeri 5 Bandung pada tahun 2009-2012. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis mengikuti program Seleksi Mandiri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan diterima untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan tinggi strata 1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Kelautan. Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan *extra-campuss* diantaranya kepanitiaan OCEANO (Ocean Engineering Exhibiton and Competition), dewan pengurus OURC (Ocean Underwater Robotic Club), dan kepanitiaan beberapa acara Ikatan Alumni ITS. Penulis juga berkesempatan melakukan kerja praktek di tiga perusahaan berbeda selama masa kuliah diantaranya PT. Java Energy Semesta Jakarta, PT. SIEMENS Oil and Gas Batam, dan PT. Witteveen Bos Jakarta. Pada semester akhir penulis mengambil topik tugas akhir di bidang Coastal Engineering dengan judul “Perencanaan Layout Fasilitas Dermaga *Refinery* berdasarkan Analisis Kondisi Hidro-Oseanografi di Wilayah Situbondo, Jawa Timur.

Kontak Penulis:

Email : farishabiburrahman31@gmail.com