



TUGAS AKHIR – RC09-1501

**PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN
PANTAI UNTUK MENGATASI ABRASI DI PANTAI
PULAU DERAWAN**

BRAMA LESMONO
NRP 3113 105 022

Dosen Pembimbing :
Dr. techn. Umboro Lasminto, ST.,MSc
Ir. Bambang Sarwono, MSc

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT – RC09-1501

**DESIGN OF PROTECTIVE BEACH STRUCTURE
FOR OVERCOMING THE ABRATION IN DERWAN
ISLAND BEACH**

BRAMA LESMONO
NRP 3113 105 022

Supervisor :
Dr. techn. Umboro Lasminto, ST.,MSc
Ir. Bambang Sarwono, MSc

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN
PANTAI UNTUK MENGATASI ABRASI DI PANTAI
PULAU DERAWAN**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

BRAMA LESMONO
NRP. 3113 105 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Tech. Umboro Lasminto, ST, MSc
2. Ir. Bambang Sarwono, MSc



**SURABAYA
JULI, 2015**

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI UNTUK MENGATASI ABRASI DI PANTAI PULAU DERAWAN

Nama Mahasiswa : Brama Lesmono

NRP : 3113105022

Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS

Dosen Pembimbing : Dr. techn. Umboro Lasminto ST.,MSc

Ir. Bambang Sarwono.,MSc

Abstrak

Pulau Derawan adalah salah satu pulau terbaik di Indonesia yang banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal maupun mancanegara. Sehubungan dengan banyaknya wisatawan yang datang dari dalam negeri maupun luar negeri, fasilitas komunikasi, penginapan, dan resort pun mulai dibangun. Resort dan penginapan yang ada di Pulau Derawan banyak tersebar di pinggir pantai yang menjadikan kestabilan dinamis pantai mulai terganggu akibatnya proses abrasi mulai terjadi. Salah satu dari masalah yang ada di daerah pantai adalah abrasi pantai. Abrasi pantai dapat menimbulkan kerugian sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman, resort dan fasilitas-fasilitas yang ada di pantai Pulau Derawan.

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan perencanaan bangunan pengaman pantai dengan bantuan software SMS8.0. SMS8.0 ini digunakan untuk menentukan pola arus dan pola angkutan sedimen. Perhitungan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah perhitungan tinggi gelombang dan periode gelombang. Periode gelombang dihitung menggunakan metode fisher tippet tipe I dan weibull.

Dari hasil analisis software SMS8.0 pola arus dominan yang terjadi adalah dari arah barat menuju timur dan angkutan sedimen yang terjadi adalah angkutan sedimen sepanjang pantai dari arah barat menuju timur. Dari hasil analisis gelombang

didapatkan letak dari gelombang pecah untuk panjang bangunan pengaman pantai. Dari hasil analisa-analisa tersebut maka dapat disimpulkan bangunan yang sesuai adalah groin dengan panjang groin 1 adalah 70 m, groin 2 adalah 55 m, groin 3 adalah 60 m dan groin 4 adalah 25 m. Lebar pada kepala groin adalah 3,3 m dan lebar pada lengan groin adalah 3,2 m. Material yang dipakai yaitu batu yang disusun. Berat satu batu untuk lapisan I untuk kepala yaitu 2,286 ton dan lengan 2,090, lapisan II untuk kepala 0,229 ton dan lengan 0,209 ton, lapisan inti untuk kepala 0,011 ton dan lengan 0,01 ton. Tebal lapisan untuk kepala dan lengan yaitu lapisan I 2,5 m, lapisan II 1,5 m, lapisan II 1 m dan lapisan geotekstile 0,5 m.

Kata kunci : abrasi, groin, SMS8.0, Pulau Derawan

DESIGN OF PROTECTIVE BEACH STRUCTURE FOR OVERCOMING THE ABRATION IN DERAWAN ISLAND BEACH

Student Name	: Brama Lesmono
NRP	: 3113105022
Major	: Civil Engineering FTSP-ITS
Supervisor	: Dr. tech. Umboro Lasminto ST.,MSc Ir.Bambang Sarwono ST.,Msc

Abstract

Derawan Island is one of the most attractive island in Indonesia that is always visited by local and foreign tourists. Due to many tourists coming to Derawan Island, the facilities of communication, hotels and resort have started to build. Many of resorts and hotels in Derawan Island had scattered along the beach that made the dynamic stabilitation of that beach started damage, so the abration process occurs. One of problem in beach area is abration. Abration can make highly impact to habitation, resorts and facilities in Derawan Island beaches.

For solving this problem, the protective beach structure was designed with using SMS8.0. SMS8.0 was used to establish pattern of current and sediment transport. The calculations that were used in this design were calculation of wave height and wave period. Wave period was calculated using fisher type I and weibull method.

From the analysis of modeling using SMS8.0, the dominant system of current and sediment transport occurred from west to east and from west to east. From wave analysis, the location of break wave for length of protective beach structure could be found. From the analysis, it could be concluded that protective beach structure which appropriated was groin with first length groin = 70 m, second groin = 55 m, third groin = 60 m and the fourth groin = 25m. Width of groin head is 3,3 m and width of groin arm is 3,2 m. Material which used is structured

stone. Weight of one stone at the first layer for head is 228 ton and for arm is 2,09 ton. The second Layer for head is 0,229 ton and for arm is 0,209 ton. The core layer for head is 0.011 ton and for arm is 0.01 ton. The thick layer for head and arm are 2,5m for first layer , second layer is 1,5 m, core layer is 1 m and geotextile layer is 0,5 m.

Key word : *abration, groin, SMS8.0, Derawan Island*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Untuk Mengatasi Abrasi di Pantai Pulau Derawan. Maka dari itu ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Dr. techn. Umboro Lasminto, ST., MSc dan Ir. Bambang Sarwono., MSc selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Dr. techn. Pujo Aji, ST.,MT selaku dosen wali.
3. Budi Suswanto ST., MT., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
4. Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil ITS dalam proses pembelajaran serta bantuannya dalam hal administrasi akademik.
5. Kedua orangtua saya Bapak Ebi Sugiarto M dan Ibu Heni Suherni serta kakak-kaka saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Teman-teman mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil FTSP Lintas Jalur ITS yang bersedia memberi masukan dan dukungan.

Penulis sangat menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, namun penulis berharap tugas akhir ini dapat menjadikan pembelajaran yang sangat berharga khususnya untuk penulis, peneliti dan pembaca.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan pembelajaran sebagai sumber referensi yang bermanfaat. Sehingga pada pelaksanaan perencanaan mengenai struktur yang terkait dapat lebih sempurna.

Surabaya, Juni 2015

Brama Lesmono

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar	v
Abstrak	vii
Abstrac	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	xvii
Daftar Lampiran	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasang Surut	7
2.2 Pembangkit Gelombang	9
2.2.1 Angin	9
2.2.2 Fecth	14
2.2.3 Peramalan Gelombang di Laut Dalam	16
2.3 Deformasi Gelombang	18
2.3.1 Refraksi	18
2.3.2 Difraksi	20
2.3.3 Gelombang Pecah	21
2.4 Arus	22
2.5 Angkutan Sedimen	25
2.5.1 Angkutan Sedimen Menuju-meninggalkan Pantai	26
2.5.2 Angkutan Sedimen Sepanjang Pantai	30
2.6 Perubahan Garis Pantai	31
2.7 Software SMS8.0	31
2.8 Bangunan Pantai.....	32
2.8.1 Ravetment	33

2.8.2 Tembok Laut	33
2.8.3 Dinding Penahan Tanah	33
2.8.4 Jetty	33
2.8.5 Pemecah Gelombang	34
2.8.6 Groin	34

BAB III METODOLOGI

3.1 Studi Literatur	42
3.2 Pengumpulan Data	42
3.3 Analisa Data	42
3.4 Analisa Hidrodinamika Menggunakan Software SMS8.0 ...	42
3.5 Analisa Gelombang	42
3.6 Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai	43
3.7 Simulasi Bangunan Pengaman Pantai	43

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Gambaran Umum Lokasi	45
4.2 Data Bathimetri	47
4.3 Data Pasang Surut	48
4.4 Data Angin	49
4.5 Analisa Gelombang	52
4.5.1 Fecth	52
4.5.2 Tinggi Gelombang pada Laut Dalam	56
4.5.3 Periode Ulang Gelombang	62
4.5.4 Gelombang Pecah	66
4.5.5 Pola Arus dan Angkutan Sedimen Kondisi Eksisting .	67

BAB V PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

5.1 Penyebab Terjadinya Abrasi	75
5.2 Pemilihan Bangunan Pengaman Pantai	76
5.3 Perhitungan Dimensi dan Layout Groin	79
5.3.1 Dimensi Groin	79
5.3.2 Layout Groin	83

5.4 Perbandingan Pola Arus Sebelum dan Setelah Adanya Bangunan	85
---	----

BAB VI KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pencatatan angina tiap jam	11
Tabel 2.2 Data persentasi kejadian angin di kemayoran tahun 1974-1985	12
Tabel 2.3 Koefisien stabilitas K_D untuk berbagai jenis butir	36
Tabel 2.4 Koefisien Lapis	37
Tabel 4.1 Komponen harmonik pengamatan pasang surut	48
Tabel 4.2 Parameter fluktuasi pasang surut Pulau Derawan	
Tabel 4.3 Banyaknya kejadian angin pada harian maksimum ...	50
Tabel 4.4 Persentase kejadian angin	51
Tabel 4.5 Perhitungan panjang fetch	55
Tabel 4.6 Perbedaan tinggi gelombang dengan <i>duration limited</i> dan <i>fetch limited</i>	57
Tabel 4.7 Urutan kejadian gelombang pertahun yang terbesar ..	62
Tabel 4.8 Perhitungan periode ulang (metode FT-1)	63
Tabel 4.9 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode FT-1)	64
Tabel 4.10 Perhitungan periode ulang (metode Weibul)	65
Tabel 4.11 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode Weibul)	65
Tabel 4.12 Diameter sedimen	71
Tabel 5.1 Berat batu	81
Tabel 5.2 Lebar puncak groin	82
Tabel 5.3 Tebal lapis lindung	82
Tabel 5.4 Jumlah butir batu	83
Tabel 5.5 Dimensi berm	83
Tabel 5.6 Perbandingan kecepatan arus sebelum dan setelah adanya bangunan	89

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi pantai Pulau Derawan	1
Gambar 1.2 Lokasi perencanaan tugas akhir	2
Gambar 1.3 Tipikal morfologi pantai di Pulau Derawan	2
Gambar 2.1 Kurva pasang surut	9
Gambar 2.2 Distribusi vertical kecepatan angin	10
Gambar 2.3 Mawar angin	12
Gambar 2.4 Hubungan kecepatan angin di laut dan di darat.....	13
Gambar 2.5 Fecfh	15
Gambar 2.6 Grafik peramalan gelombang	16
Gambar 2.7 Refraksi gelombang	19
Gambar 2.8 Difraksi gelombang di belakang rintangan	20
Gambar 2.9 Grafik penentuan gelombang pecah	21
Gambar 2.10 Grafik penentuan gelombang pecah	22
Gambar 2.11 a,b,c Arus dekat pantai	23
Gambar 2.12 Contoh hasil output model arus	25
Gambar 2.13 Transpor sedimen rerata pada aliran osilasi.....	29
Gambar 2.14 Transpor sedimen sepanjang pantai	30
Gambar 3.1 Flowchart	41
Gambar 4.1 Peta lokasi pantai Pulau Derawan	45
Gambar 4.2 Lokasi perencanaan tugas akhir	46
Gambar 4.3 Tipikal morfologi pantai di Pulau Derawan	47
Gambar 4.4 Peta bathimetri Pulau Derawan	47
Gambar 4.5 Grafik pasang surut Pulau Derawan	48
Gambar 4.6 Windrose kejadian angin di pantai Pulau Derawan 2004-2013	51
Gambar 4.7 Fetch arah barat	52
Gambar 4.8 Fetch arah barat laut	53
Gambar 4.9 Fetch arah utara	53
Gambar 4.10 Fetch arah timur laut	54
Gambar 4.11 Fetch arah timur	54
Gambar 4.12 Grafik tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu(Metode Fisher Tippett Type I)	64

Gambar 4.13 Grafik tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (Metode Weibul)	66
Gambar 4.14 Metodologi pemodelan arus	68
Gambar 4.15 Pemodelan arah barat laut kondisi eksisting	69
Gambar 4.16 Pemodelan arah utara kondisi eksisting	70
Gambar 4.17 Pemodelan arah timur laut kondisi eksisting	70
Gambar 4.18 Hasil analisa sampel sedimen di timur	72
Gambar 4.19 Metodologi pemodelan sedimen	73
Gambar 4.20 Pemodelan sedimen arah barat laut	74
Gambar 5.1 Pemodelan arus arah barat laut kondisi eksisting ..	77
Gambar 5.2 Pemodelan sedimen arah barat laut	78
Gambar 5.3 Layout groin ser	84
Gambar 5.4 Detail groin	84
Gambar 5.5 Pemodelan arus arah barat laut kondisi eksisting ..	85
Gambar 5.6 Pemodelan arus arah utara kondisi eksisting	86
Gambar 5.7 Pemodelan arus arah timur laut kondisi eksisting ..	86
Gambar 5.8 Pemodelan arus arah barat laut setelah adanya bangunan	87
Gambar 5.9 Pemodelan arus arah utara setelah ada bangunan ..	88
Gambar 5.10 Pemodelan arus arah timur laut setelah adanya bangunan	88

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar mawar angin
Lampiran 2 Tabel perhitungan fetch
Lampiran 3 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan januari tahun 2004-2013
Lampiran 4 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan februari tahun 2004-2013
Lampiran 5 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan maret tahun 2004-2013
Lampiran 6 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan april tahun 2004-2013
Lampiran 7 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan mei tahun 2004-2013
Lampiran 8 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan juni tahun 2004-2013
Lampiran 9 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan juli tahun 2004-2013
Lampiran 10 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan agustus tahun 2004-2013
Lampiran 11 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan september tahun 2004-2013
Lampiran 12 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan oktober tahun 2004-2013
Lampiran 13 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan november tahun 2004-2013
Lampiran 14 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan desember tahun 2004-2013
Lampiran 15 Gambar perencanaan groin

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepulauan Derawan memiliki tiga kecamatan yaitu, Pulau Derawan, Maratua dan Biduk Biduk. Pulau Derawan termasuk di dalam wilayah administratif Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur, yang terletak antara $2^{\circ}17'BT$ - $2^{\circ}18'BT$ dan $118^{\circ}14'$ - $118^{\circ}15'LU$. Pulau Derawan memiliki pantai bertopografi relatif datar dengan kemiringan lereng 7° - 11° . Morfologi pantai secara umum berupa hamparan pasir putih dengan dune sebagai batas muka pantai dengan daratan (*inland*), pada batas muka pantai terhampar lapisan karang (*coral matras*) menjorok datar kearah laut berkisar 150 s/d 250 m. Morfologi pantai seperti ini dijumpai pada 2/3 bagian pantai pulau Derawan kecuali pada kawasan pemukiman nelayan/penduduk.

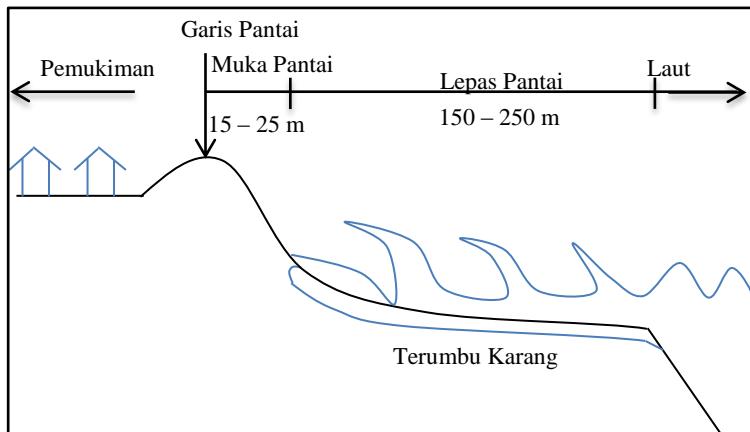


Gambar 1.1 Peta lokasi pantai Pulau Derawan

Sumber : google earth



Gambar 1.2 Lokasi perencanaan tugas akhir
Sumber : google earth



Gambar 1.3 Tipikal morfologi pantai di Pulau Derawan
Sumber : PT. Tegallega Jaya

Derawan adalah salah satu pulau terbaik di Indonesia yang banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal maupun mancanegara. Sehubungan dengan banyaknya wisatawan yang datang dari dalam negeri maupun luar negeri, fasilitas komunikasi, penginapan, dan resort pun mulai dibangun. Resort dan penginapan yang ada di Pulau Derawan banyak tersebar di pinggir pantai yang menjadikan kestabilan dinamis pantai mulai terganggu akibatnya proses abrasi mulai terjadi.

Salah satu dari masalah yang ada di daerah pantai adalah abrasi pantai. Abrasi pantai dapat menimbulkan kerugian sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman, resort dan fasilitas-fasilitas yang ada di pantai Pulau Derawan. Untuk menanggulangi abrasi pantai, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari penyebab terjadinya Abrasi. Dengan mengetahui penyebabnya maka selanjutnya dapat ditentukan cara penanggulangannya.

Abrasi pantai bisa terjadi secara alami oleh adanya gelombang. Pada kondisi gelombang normal pantai membentuk profilnya yang mampu menghancurkan energi gelombang. Jika pada suatu saat terjadi gelombang yang lebih besar, pantai tidak mampu meredam energi gelombang sehingga terjadi abrasi. Gelombang juga dapat menimbulkan arus yang besar sehingga menyebabkan terjadinya transpor sedimen pantai. Transpor sediment yang terjadi pada pantai Pulau Derawan adalah transpor sediment sepanjang pantai. Transpor sediment sepanjang pantai juga dapat menimbulkan terjadinya abrasi.

Abrasi yang terjadi di pulau derawan telah mencapai lokasi bangunan sehingga mengganggu kestabilan bangunan. Terdapat beberapa bangunan yang telah rusak akibat terjadinya abrasi. Abrasi juga mengakibatkan tertutupnya kawasan terumbu karang oleh pasir yang terbawa arus kemudian mengendap. Penutupan pasir pada karang menyebabkan banyak terumbu karang mati.

Dengan kondisi tersebut perlu dibangun bangunan pengaman pantai. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai seperti berikut ini:

1. Memperkuat/melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang,
2. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai,
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai,
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai dan sebagainya

Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk merencanakan bangunan pengaman pantai yang sesuai dan efektif dengan kodisi pantai di Pulau Derawan. Selain itu Pulau Derawan adalah kawasan wisata, maka bangunan pengaman pantai yang direncanakan harus mempertimbangkan bentuk fisik yang indah untuk menunjang kegiatan kepariwisataan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah kondisi pola arus di pantai Pulau Derawan
2. Bagaimanakah pola angkutan sedimen pada pantai Pulau Derawan
3. Apa yang menyebabkan terjadinya abrasi di pantai Pulau Derawan
4. Bagaimana bentuk dan ukuran bangunan pengaman pantai untuk menanggulangi abrasi di pantai Pulau Derawan
5. Bagaimanakah perbandingan pola arus sebelum dan setelah adanya bangunan

1.3 Tujuan Penelitian

1. Dapat mengetahui pola arus dan gelombang
2. Dapat mengetahui arah angkutan sedimen
3. Dapat mengetahui analisis penyebab terjadinya abrasi untuk dapat merencanakan bangunan pengaman pantai
4. Dapat merencanakan bentuk dan ukuran bangunan pengaman pantai yang sesuai dan efektif dengan kondisi serta di bangun untuk menunjang kegiatan kepariwisataan

5. Dapat mengetahui pola arus dan angkutan sedimen sebelum dan sesudah adanya bangunan

1.4 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan untuk perencanaan adalah data sekunder
2. Tidak merencanakan anggaran biaya bangunan pengaman pantai
3. Tidak merencanakan kestabilan bangunan pengaman pantai

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasang Surut

Pasang surut adalah perubahan ketinggian muka air laut karena gerak gravitasi bulan dan matahari dan benda langit lain pada perputaran bumi. Perubahan elevasi mukai air laut ini merupakan fenomena alam teratur yang tidak dapat dihindari keberadaannya. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan dermaga pelabuhan, perencanaan bangunan-bangunan pantai, pelayaran, terutama kapal-kapal besar yang membutuhkan kedalaman air yang besar. Sebagai contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang, dermaga, dsb. Ditentukan oleh elevasi muka air pasang, sementara kedalaman alur pelayaran/pelabuhan ditentukan oleh muka air surut.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*) dan dua jenis campuran.

1. Pasang surut harian tunggal

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.

2. Pasang surut harian ganda

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

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

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut tapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia timur.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnall*)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Gambar 2.1 Triyatmojo 1999 adalah contoh hasil pengamatan pasang surut selama 30 hari di muara Sungai Donan, Cilacap. Dari kurva pasang surut tersebut dapat ditentukan beberapa elevasi muka air, yaitu *MHWL*, *MLWL*, *MSL*, *HHWL* dan *LLWL*.

HHWL : *Highest high water level*, yaitu elevasi tertinggi muka air selama periode tertentu

MHWL : *Mean High water level*, yaitu rata-rata elevasi pasang (tinggi) muka air selama periode tertentu.

MSL : *Mean seal level*, yaitu rata-rata elevasi pasang (tinggi) muka air selama periode tertentu.

MLWL : *Mean low water levl*, yaitu rde terteata-rata elevasi surut (rendah) muka air pada periode tertentu.

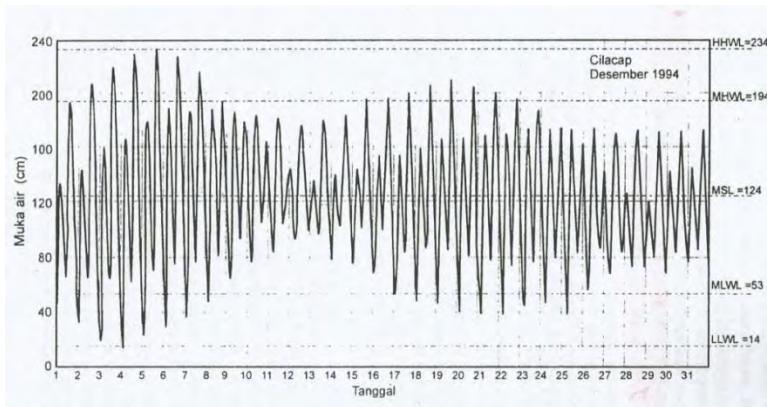
LLWL : *Lowest low water level*, yaitu elevasi muka air terendah selama periode tertentu.

Dimana :

$$MSL = \frac{\Sigma \text{ nilai maksimum} + \Sigma \text{ nilai minimum}}{n} \quad (2.1)$$

$$MHWL = \frac{\Sigma \text{ nilai maksimum}}{n} \quad (2.2)$$

$$MLWL = \frac{\Sigma \text{ nilai minimum}}{n} \quad (2.3)$$



Gambar 2.1 Kurva pasang surut

Sumber : Triatmojo 1999

Dari data pengamatan selama 15 hari atau 30 hari dapat diramalkan pasang surut untuk periode berikutnya dengan menggunakan metode admiralty atau metode kuadrat terkecil (*least square method*).

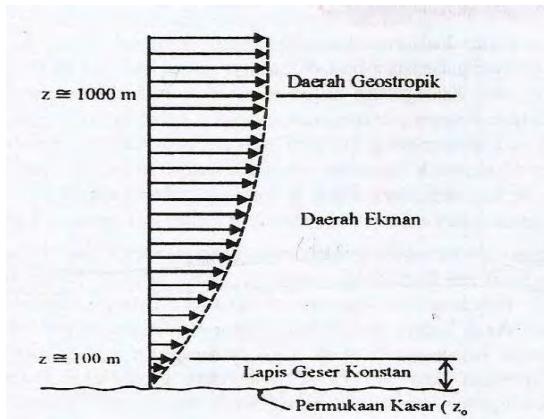
2.2 Pembangkit Gelombang

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin yang meliputi kecepatan angin U , lama hembus angin D , arah angin dan fetch F .

2.2.1 Angin

a. Distribusi kecepatan angin

Distribusi kecepatan angin di atas permukaan laut dapat dilihat dalam gambar 2.2 yang terbagi dalam tiga daerah sesuai dengan elevasi di atas permukaan. Di daerah geostropik yang berada di atas 1000 m kecepatan angin adalah konstan. Dibawah elevasi tersebut terdapat dua daerah yaitu daerah Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1000 m dan daerah dimana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 sampai 100m. Di kedua daerah tersebut kecepatan dan arah angin berubah sesuai dengan elevasi, karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperatur antara air dan udara.



Gambar 2.2 Distribusi vertical kecepatan angin
Sumber : Triatmojo 1999

Di daerah tegangan konstan, profil vertical dari kecepatan angin mempunyai bentuk berikut:

Dengan:

U : kecepatan geser

k : koefisien von karman ($=0,4$)

y : elevasi terhadap permukaan air

y_0 : tinggi kekasaran permukaan

L : panjang campur yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara (delta Tas)

Ψ : fungsi yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara.

Untuk memperkirakan pengaruh kecepatan angin terhadap pembangkitan gelombang dapat digunakan persamaan yang lebih sederhana berikut ini.

$$U(10) = U(y) \left(\frac{10}{y}\right)^{1/7} \quad (2.4)$$

b. Data angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Kecepatan angin diukur dengan anemometer dan biasanya dinyatakan dalam knot (1,852 km/jam atau 0.5 m/dt). Data angin dicatat tiap jam dan biasanya disajikan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 pencatatan angin tiap jam

Tgl	Pukul																								Angin Arah	Kecepatan putul	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	30,8	14,35	
2	10,8	10,8	3,2	10,3	14,0	10,3	16,3	13,0	16,2	14,0	15,6	16,6	17,8	20,5	18,9	16,2	23,0	18,9	16,2	10,8	4,3	12,4	C	1,6			
3	16,0	15,6	10,3	14,0	11,3	13,0	14,0	15,1	20,5	20,0	22,5	19,4	17,3	2,7	22,1	15,1	13,5	14,6	13,0	12,4	22,1	16,2	9,7	15,1		27,5	10,45
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	31,3	18,05	
5	17,8	15,6	16,7	15,6	16,2	13,0	18,3	19,4	C	23,7	20,0	23,7	10,3	18,3	18,3	C	19,4	C	17,8	13,0	13,5	19,4	15,1	9,2			
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	29,7	16,31	
7	10,0	10,6	10,2	10,1	10,3	14,6	4,3	13,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0			
8	10,8	10,8	11,9	13,0	15,1	9,2	7,6	11,3	18,9	17,3	16,7	10,3	20,5	16,7	17,3	20,5	21,6	15,6	15,1	10,3	13,5	16,7	18,3	17,3		26,4	22,20
9	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW		23,7	24,00
10	16,2	16,2	18,3	16,6	12,0	15,1	14,0	12,0	10,0	10,5	14,6	15,1	17,3	17,3	15,6	10,8	16,7	11,9	13,5	11,9	15,1	9,2	20,0	0,17,3	23,7		
11	17,3	23,7	21,6	16,2	16,6	5,4	11,9	9,7	C	16,2	17,8	15,1	13,5	17,3	16,3	17,3	14,0	5,4	17,3	C	C	C	C	9,2			
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
25	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	27,0	22,20	
26	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW		23,2	20,15
27	18,9	18,9	16,3	17,3	13,0	c	1,7	6,5	10,3	c	26,0	17,8	17,3	16,2	15,2	15,6	14,0	20,5	19,4	18,3	10,8	6,5	5,4	C	NW	20,0	18,05
28	14,6	5,4	10,8	4,9	5,9	c	5,4	5,4	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	21,0	15,05

Catatan : C = Calm
N = North
NW = North West

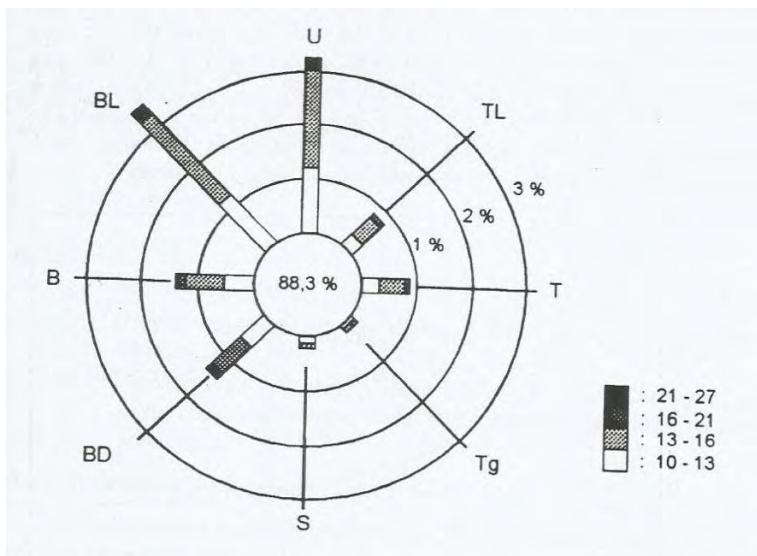
Sumber : Triatmojo 1999

Jumlah data angin seperti yang ditunjukkan dalam tabel tersebut untuk beberapa tahun pengamatan adalah sangat besar. Untuk itu data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel (ringkasan) atau diagram yang disebut dengan mawar angin. Penyajian tersebut dapat diberikan dalam bentuk bulanan, tahunan atau untuk beberapa tahun pencatatan. Dengan tabel atau mawar angin tersebut maka karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat. Tabel 2.2 adalah contoh penyajian data angin dalam bentuk tabel dari pencatatan angin dilapangan terbang kemayoran selama 11 tahun (1974-1985). Sedang gambar 2.3 adalah contoh mawar angin yang dibuat berdasarkan data dalam tabel 2.2. Tabel dan gambar tersebut menunjukkan persentasi kejadian angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan.

Tabel 2.2 data persentasi kejadian angin diKemayoran tahun 1974-1985

Kecepatan (knot)	Arah Angin							
	U	TL	T	Tg	S	BD	B	BL
0-10	88.30%							
10-13	1.23	0.27	0.32	0.06	0.08	0.6	0.56	1.35
13-16	1.84	0.4	0.48	0.08	0.13	0.7	0.7	2.03
16-21	0.17	0.07	0.08	0.01	0.01	0.12	0.12	0.2
21-27	0.01	-	-	-	-	0.03	0.03	-

Sumber : Triatmojo 1999



Gambar 2.3 Mawar angin
Sumber : Triatmojo 1999

c. Konversi kecepatan angin

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 di permukaan laut adalah yang paling sesuai untuk peramalan gelombang. Data angin dari pengukuran dengan kapal perlu dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut :

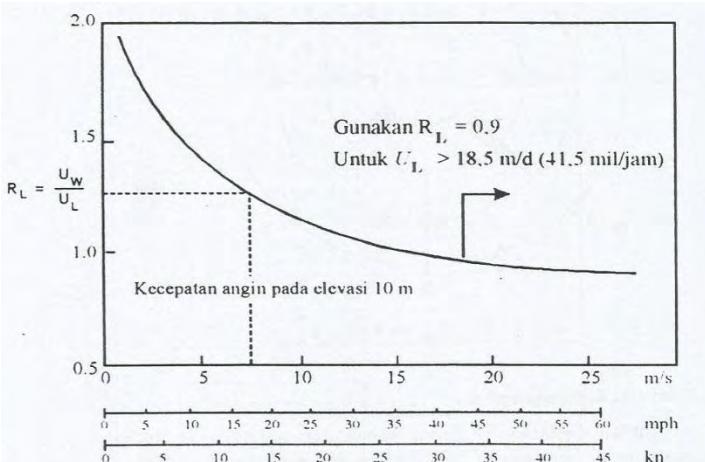
$$U = 2,16 U_s^{7/9} \quad (2.5)$$

Dengan:

U_s : kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

U : kecepatan angin terkoreksi (knot)

Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh $R_L = U_w / U_L$ seperti dalam gambar 2.4. Gambar tersebut merupakan hasil penelitian yang dilakukan di Great Lake, Amerika Serikat. Grafik tersebut dapat digunakan untuk daerah lain kecuali apabila karakteristik daerah sangat berlainan.



Gambar 2.4 Hubungan kecepatan angin di laut dan di darat

Sumber : Triatmojo 1999

Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variable U_A yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin seperti yang dijelaskan di atas, kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut:

$$U_A = 0,71U^{1,23} \quad (2.6)$$

Dimana U adalah kecepatan angin dalam m/d

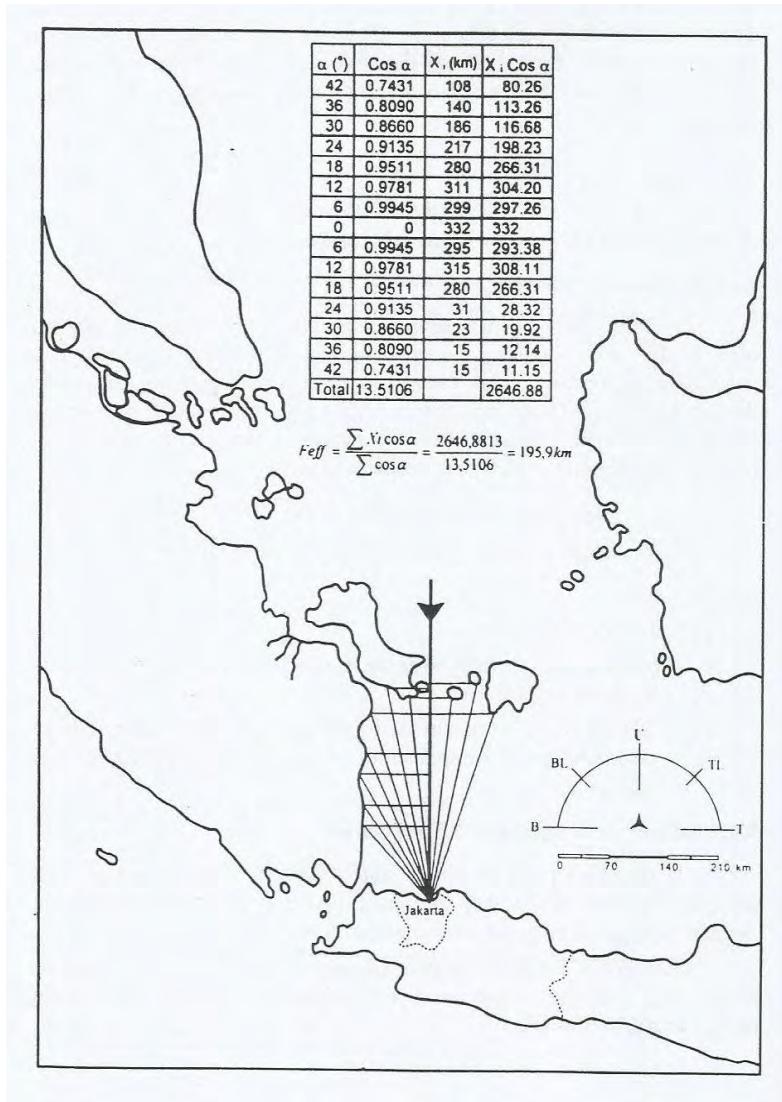
2.2.2 Fetch

Menurut Triatmojo 2011 di dalam tinjauan pembangkit gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Gambar 2.5 menunjukkan cara untuk mendapatkan fetch efektif. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut.

$$Feff = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (2.7)$$

Dengan:

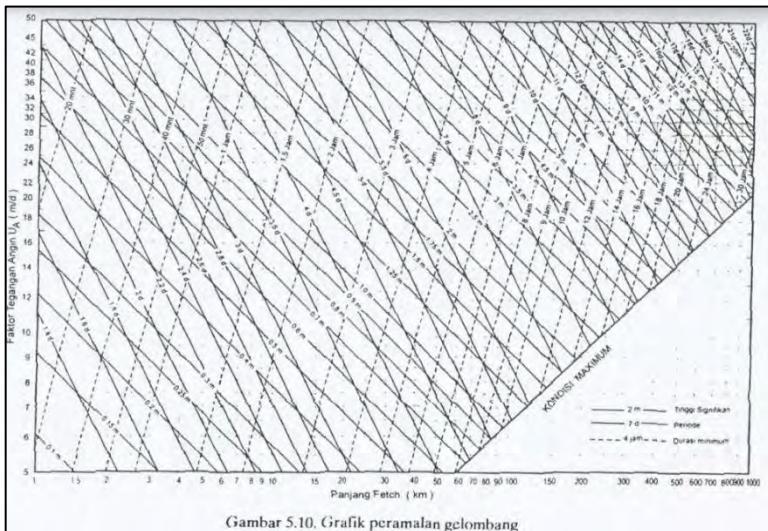
- $Feff$: fetch rerata efektif
- X_i : panjang segmen fetch yang diukur dari titik obsevasi gelombang ke ujung akhir fetch.
- A : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.



Gambar 2.5 Fecth
Sumber : Triatmojo 2011

2.2.3 Peramalan gelombang di laut dalam

Berdasarkan pada kecepatan angin, lama hembus angin dan fetch dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan grafik pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Grafik peramalan gelombang

Sumber : Triatmojo 2011

Dari grafik tersebut apabila panjang fetch (F), factor tegangan angin (U_A) dan durasi diketahui maka tinggi dan periode gelombang signifikan dapat dihitung.

Untuk memperkirakan gelombang dengan periode ulang dilakukan dengan analisa frekuensi. Data yang digunakan pada analisis frekuensi tersebut adalah data angin. Terdapat dua metode dalam mengerjakan analisis frekuensi yaitu distribusi Gumbel (Fisher-Tippett Type I) dan distribusi weibull (CERC,1992). Dalam metode ini prediksi dilakukan untuk memperkirakan tinggi gelombang signifikan dengan berbagai

periode ulang. Untuk menghitung kedua metode tersebut dengan menggunakan rumus berikut ini:

- a. Distribusi Fisher-Tippet Type I

$$P(H_s \leq \hat{H}_s) = e^{-e^{-(\frac{\hat{H}_s - B}{A})}} \quad (2.8)$$

- b. Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq \hat{H}_s) = 1 - e^{-(\frac{\hat{H}_s - B}{A})^k} \quad (2.9)$$

Dimana :

$P(H_s \leq \hat{H}_s)$: probabilitas bahwa \hat{H}_s tidak dilampaui

H : tinggi gelombang representatif

\hat{H} : tinggi gelombang dengan nilai tertentu

A : parameter skala

B : parameter lokasi

k : parameter bentuk

Data yang dimasukkan disusun dalam urutan dari besar ke kecil. Selanjutnya probabilitas ditetapkan untuk setiap tinggi gelombang sebagai sebagai berikut :

- a. Distribusi Fisher-Tippet Type I

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,44}{N_T+0,12} \quad (2.10)$$

- b. Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,2-\frac{0,27}{\sqrt{k}}}{N_T+0,12+\frac{0,23}{\sqrt{k}}} \quad (2.11)$$

Dimana:

$P(H_s \leq H_{sm})$:probabilitas dari tinggi gelombang representative ke m yang tidak dilampaui

H_{sm} : tinggi gelombang urutan ke m

m : nomor urut tinggi gelombang signifikan = 1,2, ..., N

N_T : jumlah kejadian gelombang selama pencatatan
(bisa lebih besar dari gelombang representatif)

Parameter A dan B di dalam persamaan 2.8 dan 2.9 dihitung dari metode kuadrat terkecil untuk setiap tipe distribusi

yang digunakan. Hitungan didasarkan pada analisis regresi linier dari hubungan berikut :

$$H_m = \hat{A} y_m + \hat{B}$$

dimana y_m diberikan oleh bentuk berikut:

untuk distribusi Fisher-Tippet tipe I:

$$y_m = -\ln\{-\ln F(H_s \leq H_{sm})\} \quad (2.11)$$

untuk distribusi Weibull :

$$y_m = [-\ln\{1 - F(H_s \leq H_{sm})\}]^{\frac{1}{k}} \quad (2.12)$$

Dimana \hat{A} dan \hat{B} adalah perkiraan dari parameter skala dan local yang diperoleh dari analisis regresi linier.

Untuk tinggi gelombang signifikan untuk berbagai periode ulang dihitung dari fungsi distribusi probabilitas dengan rumus berikut ini.

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

Dimana y_r diberikan oleh bentuk berikut :

untuk distribusi Fisher-Tippet tipe I :

$$y_r = -\ln\left\{-\ln\left(1 - \frac{1}{LT_r}\right)\right\} \quad (2.13)$$

untuk distribusi weibull :

$$y_r = \{\ln(LT_r)\}^{\frac{1}{k}} \quad (2.14)$$

dimana:

H_{sr} : tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang T_r

T_r : periode ulang (tahun)

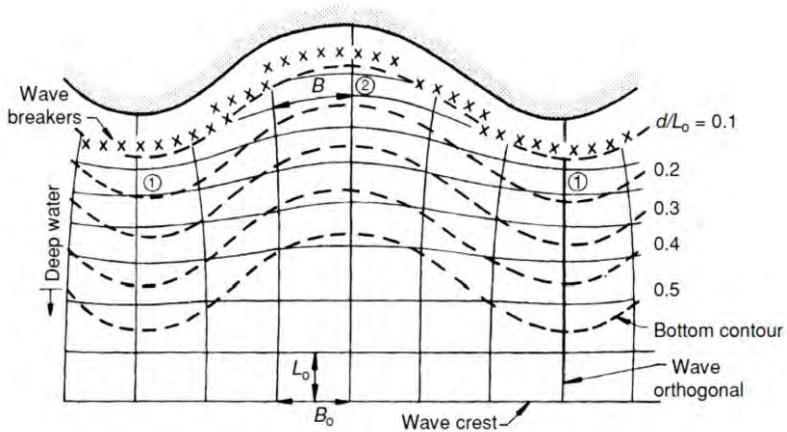
K : panjang data (tahun)

L : rerata jumlah kejadian per tahun $\left(\frac{N_T}{K}\right)$

2.3 Deformasi Gelombang

2.3.1 Refraksi

Seiring dengan perambatan gelombang menuju pantai, maka gelombang akan mengalami deformasi seperti refraksi dan difraksi. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa di pengaruhi dasar laut.



Gambar 2.7 Refraksi gelombang

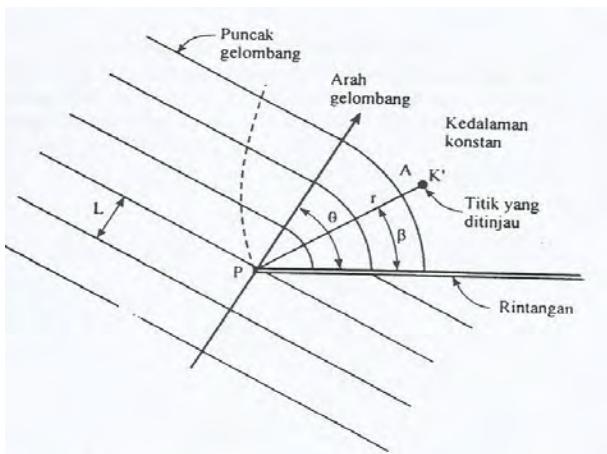
Sumber : Triatmojo 2011

Gambar diatas menunjukkan contoh refraksi gelombang di daerah pantai yang mempunyai garis kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak teratur. Suatu deretan gelombang yang dilaut dalam mempunyai panjang gelombang (L_0) dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai. Anggapan-anggapan yang digunakan dalam studi refraksi adalah sebagai berikut :

1. Energi gelombang antara dua orthogonal adalah konstan
2. Arah penjalanan gelombang tegak lurus pada puncak gelombang dalam arah orthogonal gelombang.
3. Cepat rambat gelombang yang mempunyai periode tertentu disuatu tempat hanya tergantung pada kedalaman di tempat tersebut.
4. Perubahan topografi dasar adalah berangsur-angsur.
5. Gelombang mempunyai puncak yang panjang, periode konstan, amplitudo kecil dan monokromatik.
6. Pengaruh arus, angin dan refleksi dari pantai dan perubahan topografi dasar laut di abaikan.

2.3.2 Difraksi

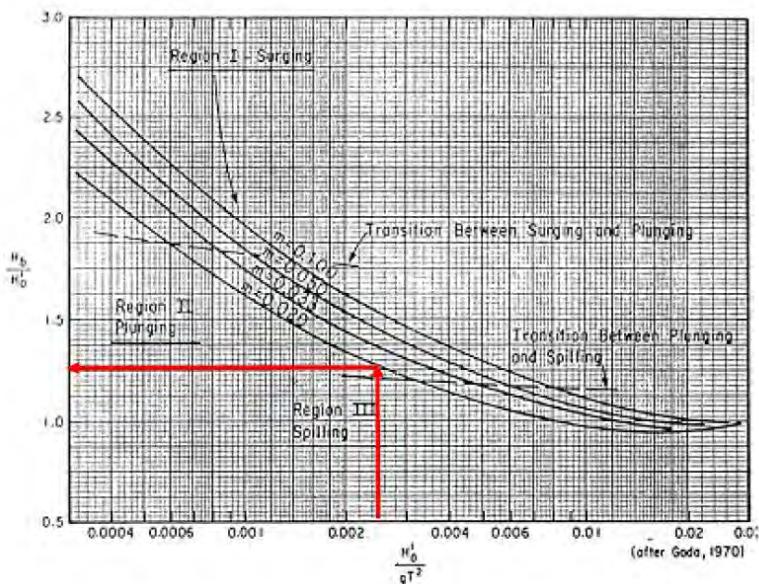
Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Dalam difraksi gelombang ini terjadi transfer energi dalam arah tegak lurus penjalaran gelombang menuju daerah terlindung. Seperti terlihat dalam gambar 2.8, apabila tidak terjadi difraksi gelombang, daerah di belakang rintangan akan tenang. Tetapi karena adanya proses difraksi maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. Transfer energi ke daerah terlindung menyebabkan terbentuknya gelombang di daerah tersebut, meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung. Tinggi gelombang berkurang di sepanjang puncak gelombang menuju daerah terlindung. Pengetahuan tentang difraksi gelombang ini penting di dalam perencanaan pelabuhan dan pemecah gelombang sebagai pelindung pantai.



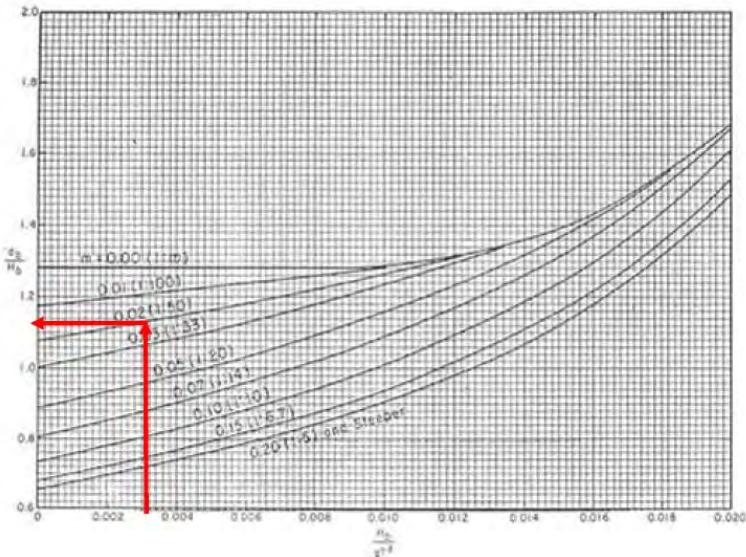
Gambar 2.8 Difraksi gelombang di belakang rintangan
Sumber : Triatmojo 2011

2.3.3 Gelombang Pecah

Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena perubahan kedalaman laut. Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan metode SPM melalui gambar 2.9 -2.10.



Gambar 2.9 Grafik penentuan gelombang pecah
Sumber : Triatmojo 1999

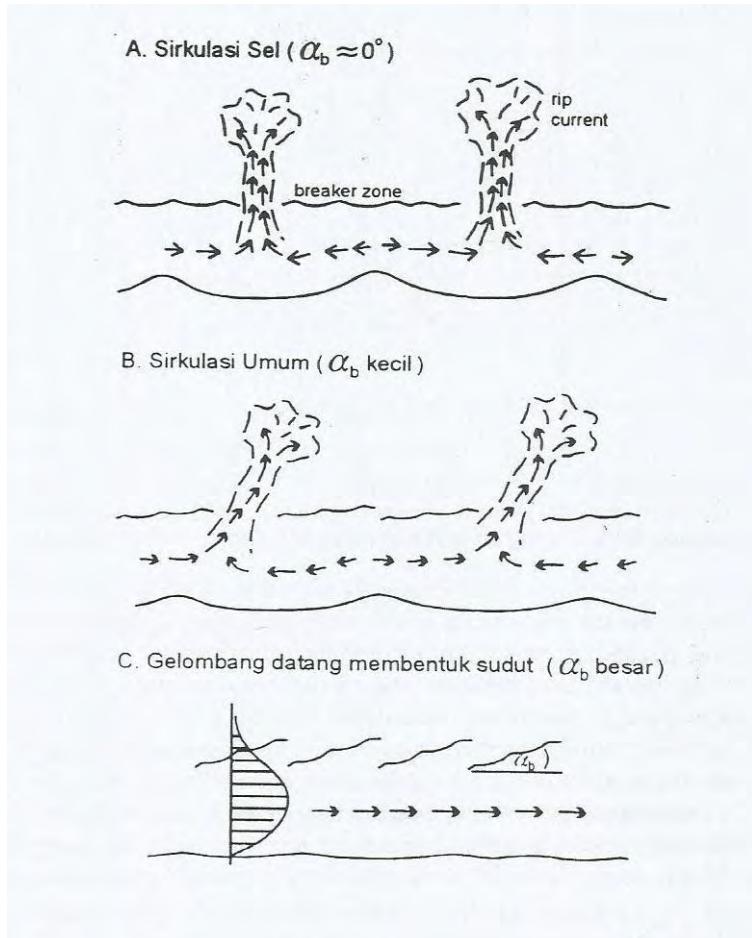


Gambar 2.10 Grafik penentuan gelombang pecah
Sumber : Triatmojo 1999

2.4 Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transport massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda, daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*) yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah kearah laut. Di *surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah kearah pantai.

Ada tiga macam arus yaitu sirkulasi sel, sirkulasi umum dan gelombang datang membentuk sudut yang dapat dilihat pada gambar 2.11 a,b,c. (Triatmojo, 1999)



Gambar 2.11 a,b,c Arus dekat pantai
Sumber : Triatmojo 1999

Arus sepanjang pantai (*longshore current*) dapat ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting didalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah. Arus sepanjang pantai yang ditimbulakan oleh gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai, seperti terlihat dalam gambar 2.11.c di bangkitkan oleh momentum yang dibawa oleh gelombang. Longuet-Higgins (Komar,1985) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut ini.

$$V = 1,17(gHb)^{v_2} \sin\alpha b \cos\alpha b \quad (2.15)$$

Dengan:

V : kecepatan arus sejajar pantai

G : percepatan gravitasi

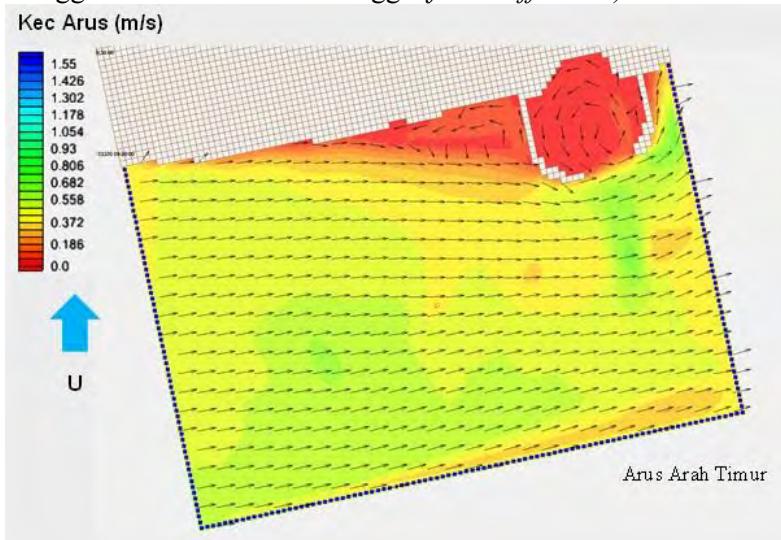
Hb : tinggi gelombang pecah

αb : sudut datang gelombang pecah

Distribusi kecepatan arus sepanjang pantai mempunyai bentuk seperti ditunjukkan dalam gambar 2.11.c. digaris pantai kecepatan adalah nol, kemudian bertambah dengan jarak garis pantai, mencapai maksimum di sekitar titik tengah *surf zone* dan berkurang dengan cepat di luar daerah gelombang pecah.

Arus sejajar pantai yang diberikan oleh rumus (2.15) dapat mengangkut sedimen yang telah digerakkan (dierosi) oleh gelombang dan terus terbawa sepanjang pantai. Sedimen yang terangkut tersebut dikenal dengan transport sedimen sepanjang pantai.

Dalam analisis ini akan dilakukan permodelan arus laut yang dibangkitkan dari data pasang surut yang terjadi. Model numerik sirkulasi arus yang digunakan menyelesaikan persamaan kontinuitas dan momentum 2 dimensi (gambar 2.12 menunjukkan contoh hasil perhitungan model arus), yang diselesaikan dengan menggunakan metode beda hingga (*finite difference*).



Gambar 2.12 Contoh hasil output model arus
Sumber : PT. Tegallega Jaya

2.5 Angkutan Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

2.5.1 Angkutan sedimen menuju -meninggalkan pantai

Menurut Triatmojo 1999 gerak air di dekat dasar menimbulkan tegangan geser pada sedimen dasar. Apabila nilai tegangan geser dasar τ_b lebih besar dari tegangan kritis erosi τ_{bc} , partikel sedimen mulai bergerak. Dianggap bahwa berat terendam partikel sedimen yang bergerak tiap satuan luas adalah sebanding dengan tegangan geser,

$$N \frac{\pi}{6} (\rho_s - \rho) g D^3 = k_1 \tau_b \quad (2.16)$$

Dimana:

N = jumlah partikel yang bergerak tiap satuan luas

ρ_s = rapat massa

D = diameter partikel

ρ = rapat massa air

g = percepatan gravitasi

k_1 = konstanta tak berdimensi

selanjutnya dianggap bahwa partikel sedimen ditranspor dengan kecepatan yang sebanding dengan kecepatan di dekat dasar ub . Traspor sedimen tiap satuan lebar, is , dalam arah ub diberikan oleh:

$$is = N \frac{\pi}{6} (\rho_s - \rho) g D^3 k_2 ub = k_1 k_2 \tau_b ub \quad (2.17)$$

dengan k_2 juga koefisien tak berdimensi.

Transpor sedimen yang diberikan oleh persamaan diatas dapat di nyatakan dalam bentuk volume, sebagai berikut:

$$qs = \frac{is}{(1-\varepsilon)(\rho_s - \rho)g} = k_3 \frac{\tau_b ub}{(\rho_s - \rho)g} \quad (2.18)$$

Dengan ε adalah porositas sedimen (untuk pasir pantai biasanya 0,4). Dengan memasukkan koefisien gesekan f ($\tau_b = \rho u^2$) dan kecepatan geser u ($u = \sqrt{\frac{f}{2}} ub$) maka persamaan menjadi

$$qs = \frac{k_3}{\sqrt{2f}} \frac{u^3}{sg} \quad (2.19)$$

Kecepatan endapan butir sedimen di air W diberikan oleh bentuk berikut :

$$W = \sqrt{\frac{4 sgD}{3 C_D}} \quad (2.20)$$

Dengan CD adalah koefisien hambatan. Dari persamaan qs dan W diperoleh :

$$\varphi = \frac{qs}{WD} = \frac{\sqrt{3}}{2} k_3 \left(\frac{C_D}{f}\right)^{0.5} \psi_m^{1.5} \quad (2.21)$$

Dengan $\varphi = \frac{qs}{WD}$ adalah laju transport sedimen tak berdimensi dan ψ adalah parameter Shields yang di definisikan sebagai :

$$\psi = \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho)gD} = \frac{u_b^2}{sgD} \quad (2.22)$$

Mengingat nilai CD/f dapat dianggap konstan, maka bentuk persamaan diatas dapat ditulis menjadi

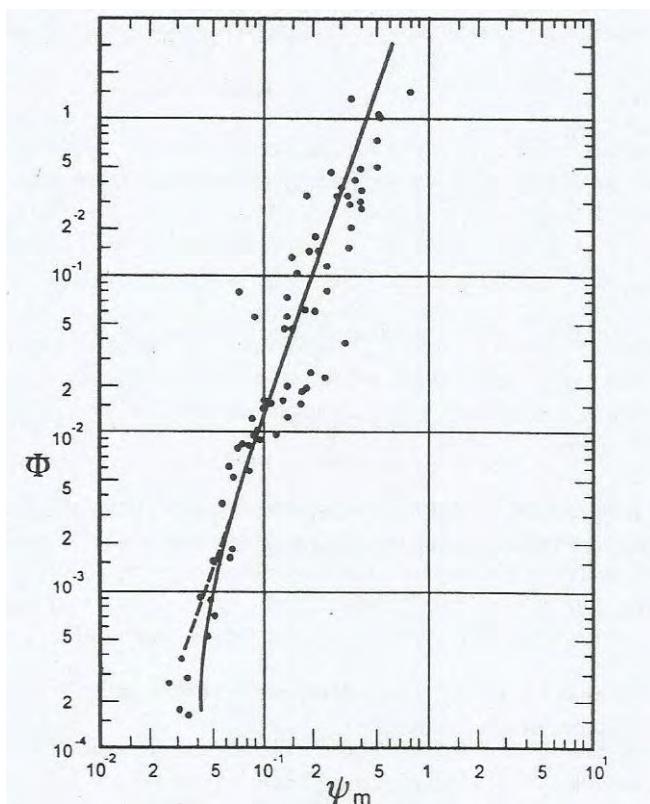
$$\varphi \approx k\psi^{1,5} \quad (2.23)$$

Dengan k adalah konstanta.

Dengan menggunakan laju transpor sedimen dalam aliran osilasi (aliran bolak balik seperti pada gelombang), Madsen dan Grant(1976, dalam Watanabe, 1983) memperoleh hubungan empiris antara φ dan ψ_m seperti diberikan pada gambar 2.13. dalam gamba tersebut φ adalah transpor sedimen rerata pada setengah periode gelombang ψ_m adalah parameter Shield. Parameter τ_b dan u_b yang digunakan untuk menghitung parameter Shields adalah amplitudo tegangan geser dasar dan kecepatan di dekat dasar. Dari gambar tersebut diperoleh suatu hubungan berikut:

$$\varphi = 12,5\psi_m^3 \quad (2.24)$$

Watanabe dkk (1980, dalam Watanabe, 1983) meneliti hubungan antara Φ dan ψ_m , dengan Φ adalah laju transpor netto ke arah pantai maupun kearah laut dalam satu periode gelombang hasil penelitian dapat dilihat pada rumus dan gambar di bawah ini.



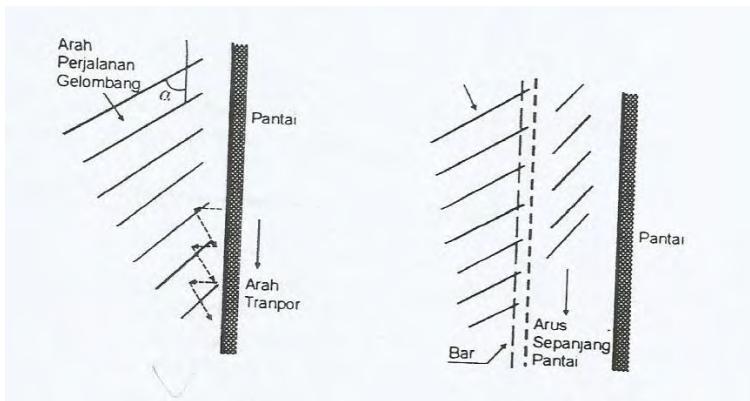
Gambar 2.13 Transpor sedimen rerata pada aliran osilasi
Sumber : Triatmojo 1999

$$\Phi = 7(\psi_m - \psi_{mc})\psi_m^{0,5} \quad (2.25)$$

Dengan ψ_{mc} adalah parameter Shield kritis untuk gerak aktif sedimen ($\psi_{mc}=0,11$)

2.5.2 Angkutan sedimen sepanjang pantai

Transpor sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen utama, yaitu transpor sedimen dalam bentuk mata gergaji di garis pantai dan transpor sepanjang pantai di *surf zone* (gambar 2.15). Pada waktu gelombang menuju pantai dengan membentuk sudut terhadap garis pantai maka gelombang tersebut akan naik ke pantai (*uprush*) yang juga membentuk sudut. Masa air yang naik tersebut kemudian turun lagi dalam arah tegak lurus pantai. Gerak air tersebut membentuk lintasan seperti mata gergaji, yang disertai dengan terangkutnya sedimen dalam arah sepanjang pantai. Komponen kedua adalah transpor sedimen yang ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Transpor sedimen ini terjadi di *surf zone*.



Gambar 2.14 Transpor sedimen sepanjang pantai

Sumber : Triatmojo 1999

Transpor sedimen sepanjang pantai banyak menyebabkan permasalahan seperti pendangkalan di pelabuhan, erosi pantai dan sebagainya. Oleh karena itu prediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sangat penting. Beberapa cara yang biasanya digunakan untuk memprediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sebagai berikut:

- a. Cara terbaik untuk meperkirakan trasnpor sedimen sejajar pantai pada suatu tempat adalah mengukur debit sedimen di lokasi yang ditinjau.
- b. Peta atau pengukuran yang menunjukkan perubahan elevasi dasar dalam suatu periode tertentu dapat memberikan petunjuk tentang angkutan sedimen. Cara ini baik digunakan apabila di daerah yang ditinjau terdapat bangunan yang bisa menangkap traspor sedimen sepanjang pantai, misalnya groin, pemecah gelombang suatu pelabuhan, dan sebagainya.
- c. Rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang di daerah yang ditinjau.

2.6 Perubahan Garis Pantai

Menurut Suntayo dkk. (1997) perletakan struktur pantai akan mempengaruhi perubahan bentuk garis pantai karena keberadaan struktur tersebut mengganggu ketabilan transpor sedimen sedimen secara alamiah. Pada bagian ini akan dibicarakan mengenai scour/gerusan di kaki struktur pantai dimana transpor sedimen terjadi pada arah tegak lurus garis pantai (*onshore – offshore transport/cross-shore transport*) dan perubahan bentuk garis pantai karena keberadaan struktur pantai.

2.7 Software SMS 8.0

Perangkat lunak yang akan digunakan dalam pemodelan ini adalah *Surface-Water Modeling System (SMS)* versi 8.0 (*Environmental Modeling Research Laboratory (ERML)*, 2002) yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers*. Program inti dari SMS ini adalah program pemodelan hidrodinamika yang dapat menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran untuk suatu masalah aliran. SMS sangat cocok untuk perhitungan numerik dengan mesh (grid) yang besar dan kompleks (sampai beberapa ribu elemen). Mesh elemen hingga serta kondisi batas yang diperlukan untuk perhitungan dapat dibuat secara interaktif dan disimpan dalam file-file yang spesifik. File-file tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan hidrodinamika. File-file solusi perhitungan memberikan informasi elevasi muka air,

kecepatan aliran, konsentrasi sedimen, atau data fungsional lain disetiap node dari mesh yang dapat dibaca untuk plot vektor, kontur berwarna, atau kurva yang berubah terhadap waktu sehingga terbentuk animasi dinamis.

Dalam program SMS terdapat beberapa modul program penting untuk membuat pemodelan. Terkait dengan perencanaan ini modul yang akan digunakan adalah:

1. STWAVE (*Steady-State Spectral Wave Model*) adalah program untuk memberikan mode gelombang dekat pantai akibat angin yang mudah diterapkan dan fleksibel.

2. RMA2 (*Resources Management Associates-2*) adalah program inti dari SMS. RMA2 adalah program elemen hingga dua dimensi untuk menyelesaikan masalah hidrodinamika. RMA2 dapat digunakan untuk menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran pada titik-titik node dalam suatu mesh elemen hingga yang mewakili badan air di daerah studi, seperti sungai, kolam, muara, atau pelabuhan.

3. SED2D adalah program dua dimensi untuk menghitung rata-rata sediment transport secara vertical. Program ini dapat diterapkan untuk tanah yang mempunyai *cohesive* (tanah liat) dan tanah yang tidak memiliki *cohesive* (pasir).

2.8 Bangunan Pantai

Salah satu dari masalah yang ada di daerah pantai adalah abrasi. Abrasi pantai dapat menimbulkan kerugian sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas fasilitas yang ada di daerah tersebut.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai seperti diberikan berikut ini:

- a. Melindungi pantai dengan membuat bangunan pengaman pantai
- b. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai
- c. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai
- d. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain

2.8.1 Ravetment

Ravetment adalah bangunan yang dibangun pada garis pantai dan digunakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. Ravetmen mempunyai sisi miring dan bisa terbuat dari tumpukan batu atau bronjong, sehingga lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan diri terhadap gerusan di kaki bangunan. Bangunan ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu lapis lindung, lapis filter, dan pelindung kaki. Lapis lindung bisa berupa batu atau beton dengan bentuk tertentu yang mampu menahan serangan gelombang. Filter berfungsi untuk menahan butiran tanah agar tidak keluar dan memungkinkan air bisa mengalir melintasinya. Pelindung kaki diperlukan untuk memberikan stabilitas terhadap gerusan pada dasar bangunan.

2.8.2 Tembok laut

Tembok laut berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap serangan gelombang dan untuk menahan terjadinya limpasan gelombang ke daratan di belakangnya. Biasanya tembok laut digunakan untuk melindungi daerah pemukiman dan/atau fasilitas umum yang sudah sangat dekat dengan garis pantai. Bangunan ini bisa berbentuk dinding vertical, miring, lengkung, atau bertangga, dan bisa terbuat dari pasangan batu, dinding beton, atau buis beton.

2.8.3 Dinding penahan tanah

Bulkhead adalah bangunan pantai yang fungsi utamanya adalah untuk menahan tanah di belakangnya, sedang perlindungan terhadap serangan gelombang adalah sekunder. Bangunan ini biasa digunakan sebagai dermaga pada pelabuhan. *Bulkhead* bisa berupa turap yang dipancang kedalam tanah dan dilengkapi dengan angker.

2.8.4 Jetty

Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang diletakkan pada dua sisi muara sungai yang berfungsi untuk menahan sedimen/pasir yang bergerak sepanjang pantai masuk dan

mengendap di muara sungai. Pada penggunaan muara sungai sebagai alur pelayaran, pengendapan di muara dapat mengganggu lalu lintas kapal. Untuk keperluan tersebut jetty harus panjang sampai ujungnya berada diluar gelombang pecah. Dengan jetty panjang transpor sedimen sepanjang pantai dapat tertahan, dan kondisi gelombang pada alur pelayaran adalah tidak pecah sehingga memungkinkan kapal masuk ke muara sungai.

2.8.5 Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang (*breakwater*) dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai. bangunan tipe pertama banyak digunakan sebagai pelindung pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Perairan dibelakang bangunan menjadi tenang sehingga terjadi endapan di daerah tersebut. Endapan ini dapat menghalangi transpor sedimen sepanjang pantai. Bangunan ini dapat dibuat dalam satu rangkaian pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah dengan panjang tertentu. Bangunan tipe kedua biasanya digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang, sehingga kapal-kapal dapat merapat ke dermaga untuk melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang.

2.8.6 Groin

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai dan berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai sehingga bisa mengurangi/menghentikan erosi yang terjadi. Bangunan ini juga bisa digunakan untuk menahan masuknya transpor sedimen sepanjang pantai ke pelabuhan atau ke muara. Perencanaan groin dapat dilaksanakan apabila diketahui beberapa faktor berikut:

- a. Panjang dan jarak antar groin

Panjang groin diperoleh berdasarkan lebar *surf zone* pada pantai. Horikawa (1978) menyarankan panjang groin adalah antara 40% sampai 60 % dari lebar *surf zone* :

$$Lg = 0,4Ls \text{ sampai } 0,6 Ls \quad (2.26)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Lg &: \text{Panjang groin} \\ Ls &: \text{dLebar surfzone} \end{aligned}$$

Sedangkan jarak antar groin didapat berdasarkan kondisi lapangan. Menurut Horikawa (1978) yang dikutip dalam buku Bambang Triatmojo 2011, jarak antar groin X_g adalah antara satu dan tiga kali panjang groin.

$$X_g : Lg \text{ sampai } 3Lg$$

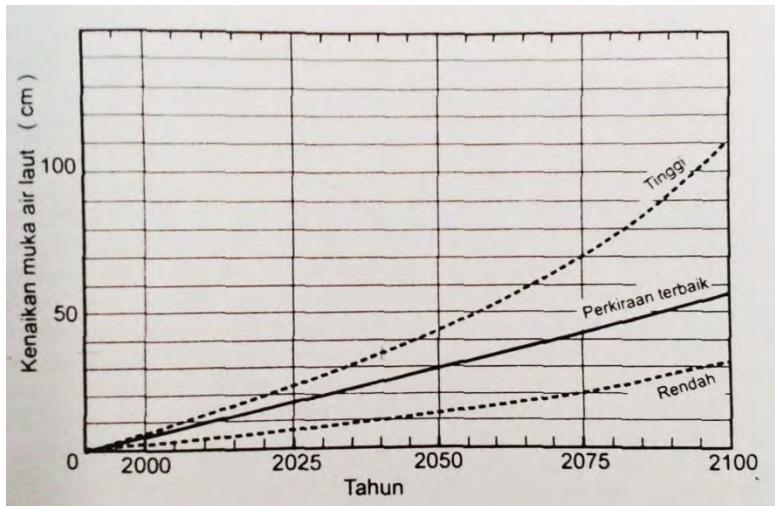
Dengan X_g adalah jarak antar groin dan Lg adalah panjang groin.

b. Elevasi puncak groin

Elvasi muka air tergantung pada pasang surut, *wave set up*, dan pemanasan global. *Wave set up* adalah kenaikan muka air akibat gelombang. *Wave set up* dapat dihitung dengan rumus :

$$S_w = 0,19 \times \left(1 - 2,82 \times \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right) \times H_b \quad (2.27)$$

Pemanasan global adalah kenaikan muka air yang disebabkan oleh kenaikan suhu bumi dari tahun ke tahun. Kegiatan manusia yang meningkatkan jumlah gas rumah kaca di atmosfer dapat mengakibatkan naiknya suhu bumi. Peningkatan suhu bumi tersebut dapat menimbulkan dampak bagi kehidupan. Suhu yang lebih tinggi dan penguapan lebih besar mengakibatkan peningkatan tinggi permukaan laut yang disebabkan oleh pemuaian air laut dan mencairnya gunung-gunung es di kutub. Kenaikan muka air laut ini dapat dihitung dengan menggunakan grafik dibawah ini:



Gambar 2.15 Perkiraan kenaikan muka air laut karena pemanasan global
Sumber : Triatmojo 1999

c. Berat batu

Dalam perencanaan groin sisi miring, ditentukan berat butir pelindung, yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (2.28)$$

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} \quad (2.29)$$

Dimana:

W : berat butir batu pelindung

γ_r : berat jenis batu

γ_a : berat jenis air laut

H : tinggi gelombang rencana

θ : sudut kemiringan sisi groin

K_D : koefisien stabilitas (tabel)

Tabel 2.3 Koefisien stabilitas K_D untuk berbagai jenis butir

Lapis Lindung	n	Penem-patan	Lengan bangunan		Ujung (kepala) Bangunan		Kemi-ringan	
			KD		KD			
			Gel. Pecah	Gel. Tdk Pecah	Gel. Pecah	Gel. Tdk Pecah		
Batu Pecah								
Bulat halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5-3,0	
Bulat halus	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	*2	
Bersudut kasar	1	Acak	*1	2,9	*1	2,3	*2	
Bersudut kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9 1,6 1,3	3,2 2,8 2,3	1,5 2,0 3,0	
Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,3	*2	
Bersudut kasar	2	Khusus *3	5,8	7,0	5,3	6,4	*2	
Paralelepipedum	2	Khusus	7,0-20,0	8,5-24,0	-	-		
Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0 4,5 3,5	6,0 5,5 4,0	1,5 2,0 3,0	
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	8,3 7,8 6,0	9,0 8,5 6,5	1,5 2,0 3,0	
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0 7,0	16,0 14,0	2,0 3,0	
Kubus modifikasi	2	Acak	6,5	7,5	-	5,0	*2	
Hexapod	2	Acak	8,0	9,5	5,0	7,0	*2	
Tribar	1	Seragam	12,0	15,0	7,5	9,5	*2	

Sumber : Triatmojo 1999

Catatan:

- n : jumlah susunan butir batu dalam lapis pelindung
- *1 : penggunaan n=1 tidak disarankan untuk kondisi gelombang pecah
- *2 : sampai ada ketentuan lebih lanjut tentang nilai KD, penggunaan KD dibatasi pada kemiringan 1:1,5 sampai 1:3

d. Lebar puncak groin

Lebar puncak groin dapat dihitung dengan rumus:

$$B = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \quad (2.30)$$

Dimana:

B : lebar puncak

n : jumlah butir batu

k_{Δ} : koefisien lapis (Tabel 2.4)

W : berat butir batu pelindung

γ_r : berat jenis batu pelindung

Tabel 2.4 Koefisien lapis

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis k_{Δ}	Porositas P(%)
Batu(quarrystone, halus)	2	acak	1,02	38
Batu(quarrystone, kasar)	2	acak	1,15	37
Batu(quarrystone, kasar)	>3	acak	1,10	40
Kubus	2	acak	1,10	47
Tetrapod	2	acak	1,04	50
Quadripod	2	acak	0,95	49
Hexapod	2	acak	1,15	47
Tribard	2	acak	1,02	54
Dolos	2	acak	1,00	63
Tribar	1	seragam	1,13	47
Batu(quarrystone)		acak	-	37

Sumber : Triatmojo 1999

e. Tebal Lapisan

Tebal lapisan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$t = nk\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.31)$$

dimana :

- n = Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung
- $k\Delta$ = Koefisien lapis batu alam kasar penempatan acak (didapat dari tabel 2.4)
- W = Berat butir batu pelindung
- γ_r = Berat jenis batu pelindung

f. Jumlah butir batu

Jumlah butir batu dapat dihitung dengan rumus :

$$N = Ank\Delta \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (2.32)$$

Dimana:

- N = jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A
- A = luas permukaan
- n = Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung
- $k\Delta$ = Koefisien lapis batu alam kasar penempatan acak (didapat dari tabel 2.4)
- P = porositas rerata dari lapis pelindung (%) (tabel 2.4)

W = Berat butir batu pelindung

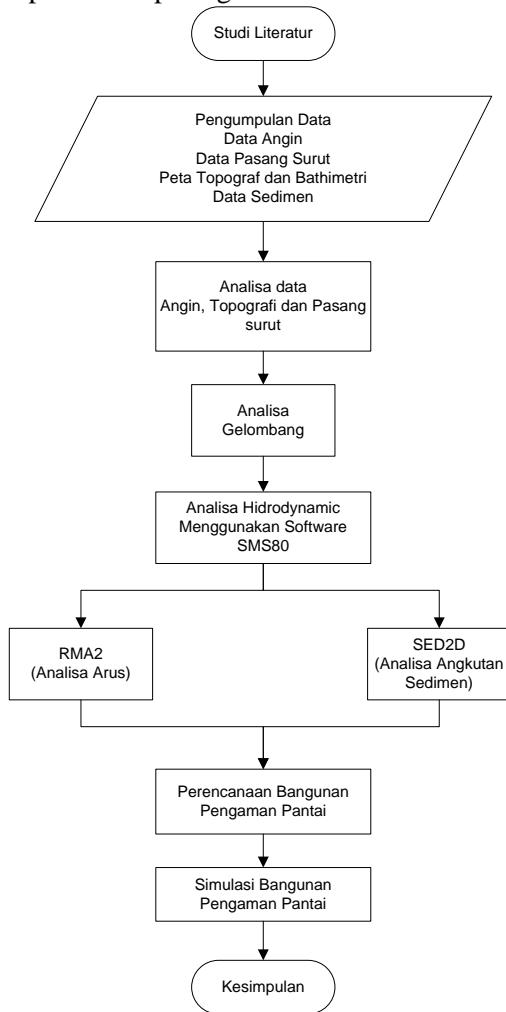
γ_r = Berat jenis batu pelindung

g. Berm

Berm berupa tumpukan batu dengan berat $W/10$ dimana W adalah berat batu yang diperlukan pada lapis lindung utama yang dihitung dengan persamaan 2.28.

BAB III METODOLOGI

Dalam penyusunan Tugas Akhir metodologi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart

3.1 Studi Literatur

Studi Literatur bertujuan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan. Dengan melakukan studi literature dapat memberikan gambaran tentang hasil yang akan dicapai. Beberapa contoh literatur yang akan dijadikan acuan dalam tugas akhir ini antara lain:

- Teknik Panta karya Bambang Triatmojo (1999)
- Perencanaan Bangunan Pantai karya Bambang Triatmojo (2011)
- Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut Suntayo dkk. (1997)
- *Basic Coastal Engineering* karya Robert M. Sorensen (2002)

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini menggunakan data sekunder yang artinya data yang sudah tersedia sebelumnya yang didapat dari instansi terkait. Data yang digunakan adalah peta topografi dan bathimetri, data angin, data pasang surut, dan data sedimen.

3.3 Analisa Data

Analisa data ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh terjadinya gelombang.

3.4 Analisa Gelombang

Analisa ini bertujuan untuk menentukan periode gelombang laut dalam dan menentukan letak dari gelombang pecah. Hasil tersebut di pakai untuk menentukan dimensi bangunan.

3.5 Analisa Hidrodinamika Menggunakan Software SMS 8.0

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui pola arus dan angkutan sedimen yang terjadi pada pantai Pulau Derawan. Analisa ini menggunakan software SMS 8.0 diantaranya RMA2 untuk pola arus dan SED2D untuk angkutan sedimen.

3.6 Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai

Perencanaan bangunan pengaman pantai harus memperhatikan beberapa aspek diantaranya proses hidro oceanografi, angkutan sedimen, abrasi yang terjadi, ramah lingkungan dan pariwisata. Dengan mengetahui kondisi hidro oceanografi, pola angkutan sedimen, dan abrasi yang terjadi di wilayah pantai Pulau Derawan, maka dapat dilakukan pemilihan struktur pengaman pantai yang tepat sesuai dengan kondisi pantai Pulau Derawan sebagai kawasan wisata.

3.7 Simulasi Bangunan Pengaman Pantai

Simulasi bangunan pengaman pantai ini dimaksudkan untuk mengetahui pola arus dan sedimen yang terjadi setelah adanya bangunan pengaman pantai.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Gambaran Umum Lokasi

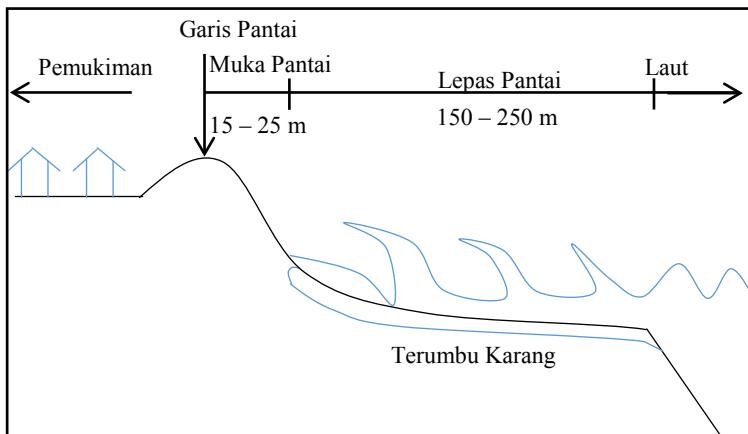
Pulau Derawan termasuk di dalam wilayah administratif Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur, yang terletak antara $2^{\circ}17'BT$ - $2^{\circ}18'BT$ dan $118^{\circ}14'$ - $118^{\circ}15'LU$. Pulau Derawan memiliki pantai bertopografi relatif datar dengan kemiringan lereng 7° - 11° . Morfologi pantai secara umum berupa hamparan pasir putih dengan dune sebagai batas muka pantai dengan daratan (*inland*), pada batas muka pantai terhampar lapisan karang (*coral matras*) menjorok datar kearah laut berkisar 150 s/d 250 m. Morfologi pantai seperti ini dijumpai pada 2/3 bagian pantai pulau Derawan kecuali pada kawasan pemukiman nelayan/penduduk.



Gambar 4.1 Peta lokasi pantai Pulau Derawan
Sumber : google earth



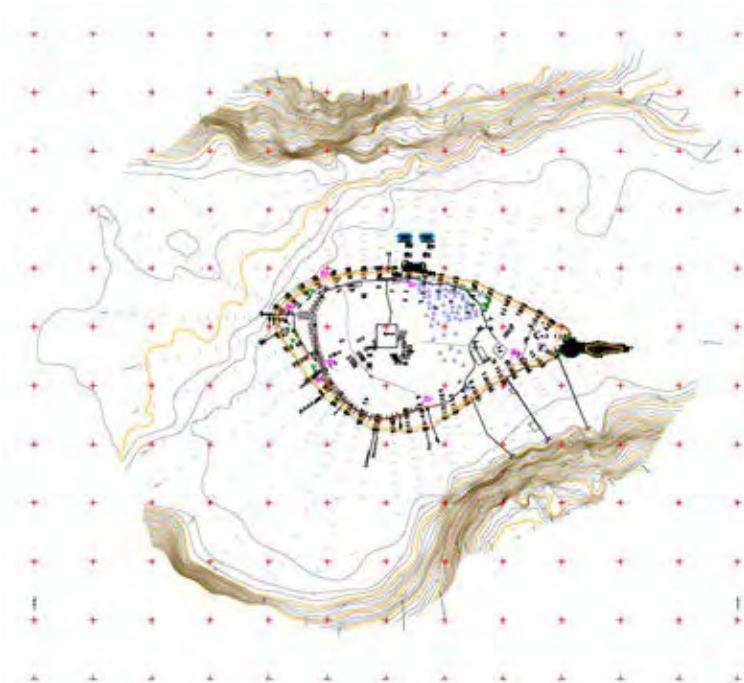
Gambar 4.2 Lokasi perencanaan tugas akhir
Sumber : google earth



Gambar 4.3 Tipikal morfologi pantai di Pulau Derawan
Sumber : PT. Tegallega Jaya

4.2 Data Bathimetri

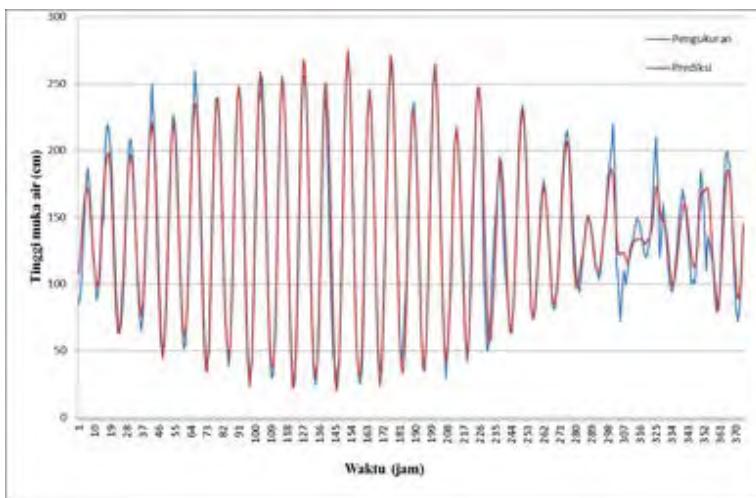
Peta bathimetri dan topografi daerah Pulau Derawan seluas 44 Ha. Pengambilan data bathimetri dan topografi dilakukan dengan pengamatan sepanjang pantai Pulau Derawan 100 m kearah daratan dan 2 km kearah laut atau mencapai kedalaman \leq 16.8 m.



Gambar 4.4 Peta bathimetri Pulau Derawan
Sumber : PT. Tegallega Jaya

4.3 Data Pasang Surut

Data pasang surut digunakan untuk mengetahui posisi muka air laut absolut terendah, dan pola pasang surutnya. Selanjutnya posisi air surut terendah berdasarkan pola pasang surut setempat digunakan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan.



Gambar 4.5 Grafik pasang surut Pulau Derawan

Sumber : PT. Tegallega Jaya

Analisa yang digunakan untuk mengolah data pasang surut tersebut adalah analisa harmonic. Berdasarkan analisa tersebut dapat diperoleh amplitude dan fase setiap komponennya seperti dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Komponen harmonik pengamatan pasang surut

S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
152.8	29.7	25.9	7	7	56.9	61.9	18.8	0.5	0.7

Sumber : Perhitungan

Berdasarkan nilai komponen harmonik tersebut dapat ditentukan jenis pasang surut menurut rumus berikut : $F = \frac{k_1+o_1}{M_2+S_2}$

Didapat nilai F dari rumus tersebut sebesar 1,15 yang artinya pasang surut di pantai Pulau Derawan termasuk tipe pasang surut campuran condong ke semi diurnal. Komponen harmonik juga dapat digunakan untuk mencari nilai MSL (*Mean Sea Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*), dan HHWL (*Highest High Water Level*), yang besarnya terdapat dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Parameter fluktuasi pasang surut Pulau Derawan

Parameter	Elevasi
HHWL	2,7 m
MHWL	2,23 m
MSL	1,38 m
MLWL	0,59 m
LLWL	0.25 m

Sumber : Perhitungan

4.4 Data Angin

Data angin yang digunakan dalam peramalan gelombang selama 10 tahun yaitu tahun 2004 sampai dengan 2013 untuk wilayah Pulau Derawan. Penggunaan data angin tahunan diperlukan untuk menghitung pembangkitan gelombang di lokasi dimana struktur pelindung pantai akan dibangun. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi perencanaan. Data angin tersebut diberikan dalam tabel 4.3 yang sudah dirangkum dalam bentuk banyaknya kejadian angin.

Tabel 4.3 Banyaknya kejadian angin pada harian maksimum

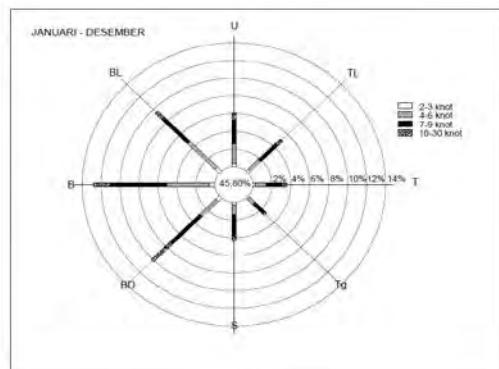
KECEPATAN (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	utara	timur laut	timur	tenggara	selatan	barat daya	barat	barat laut
1≤	1580							
2-3	12	9	6	6	11	17	21	22
4-6	78	54	41	27	39	83	155	140
7-9	91	88	54	54	76	152	205	135
10-12	18	17	10	5	13	52	46	13
13-15	7	5	6	1	4	29	13	13
16-18	1	3	2	1	6	14	2	4
19-21	0	1	1	0	0	0	0	0
22-24	1	0	0	0	0	1	0	1
25-27	1	0	1	0	0	1	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	1
Jumlah	209	177	121	94	149	349	442	329
Total	3450							

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.4 Persentase kejadian angin

KECEPATAN	Persentase Kejadian Angin dalam %								Jumlah	
	ARAH ANGIN									
	utara	timur laut	timur	tenggara	selatan	barat daya	barat	barat laut		
1≤	45.80									
2-3	0.35	0.26	0.17	0.17	0.32	0.49	0.61	0.64	3.01	
4-6	2.26	1.57	1.19	0.78	1.13	2.41	4.49	4.06	17.88	
7-9	2.64	2.55	1.57	1.57	2.20	4.41	5.94	3.91	24.78	
10-12	0.52	0.49	0.29	0.14	0.38	1.51	1.33	0.38	5.04	
13-15	0.20	0.14	0.17	0.03	0.12	0.84	0.38	0.38	2.26	
16-18	0.03	0.09	0.06	0.03	0.17	0.41	0.06	0.12	0.96	
19-21	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
22-24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.09	
25-27	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.09	
28-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	
								Total	100.00	

Sumber : Perhitungan

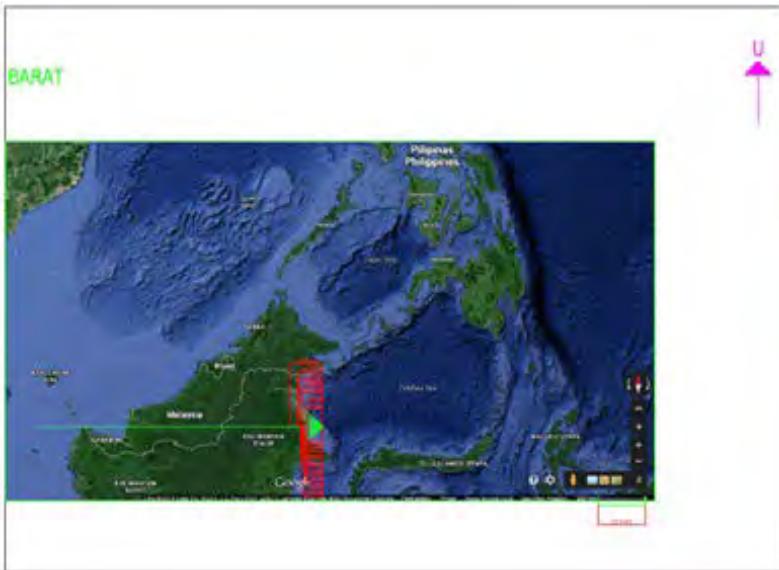
Gambar 4.6 Windrose kejadian angin di pantai Pulau Derawan
2004-2013

Sumber : Data Olahan

4.5 Analisis Gelombang

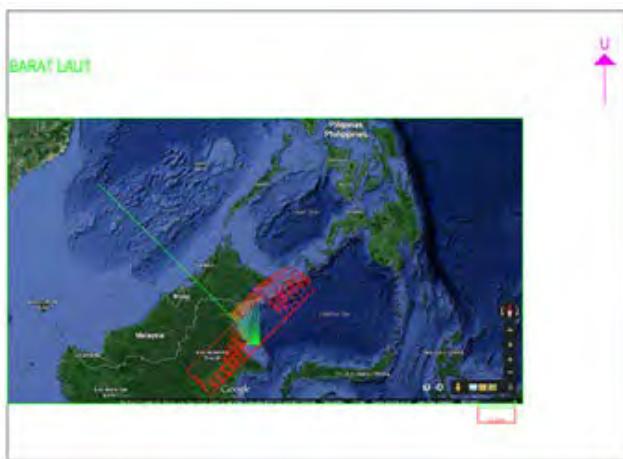
4.5.1 Fecth

Untuk menghitung peramalan gelombang dibutuhkan panjang efektif fetch. Perhitungan panjang fetch efektif menggunakan peta rupa bumi pantai Pulau Derawan. Peta yang digunakan dalam perencanaan ini didapat dari sumber google earth yang berskala. Fetch yang di analisis untuk peramalan gelombang hanya dari arah mata angin yang berpengaruh terhadap pantai Pulau Derawan yaitu 5 arah mata angin (barat, barat laut, utara, timur laut, dan timur). Hasil gambar fetch dapat dilihat dalam gambar 4.7 sampai 4.11.

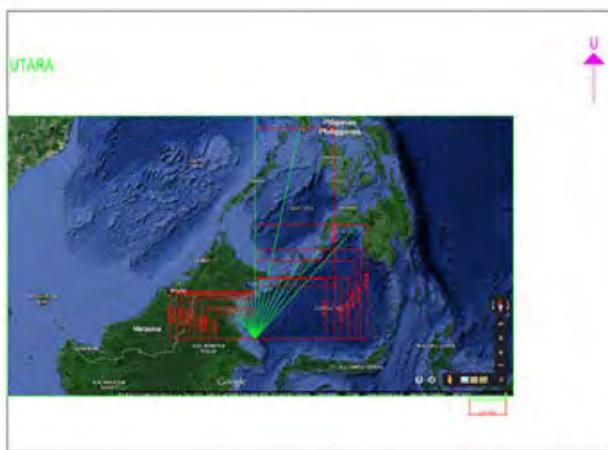


Gambar 4.7 Fetch arah barat

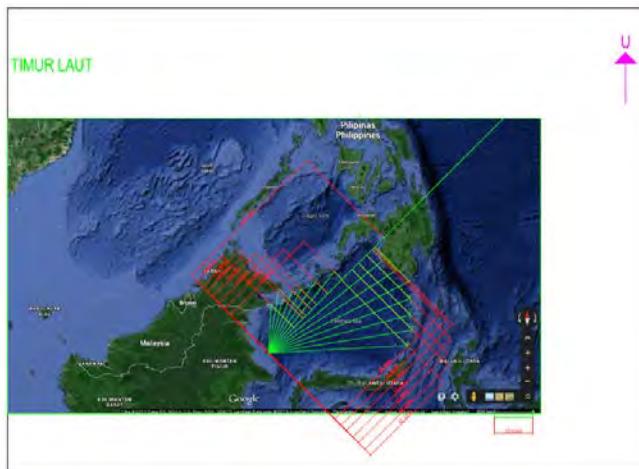
Sumber : Data Olahan



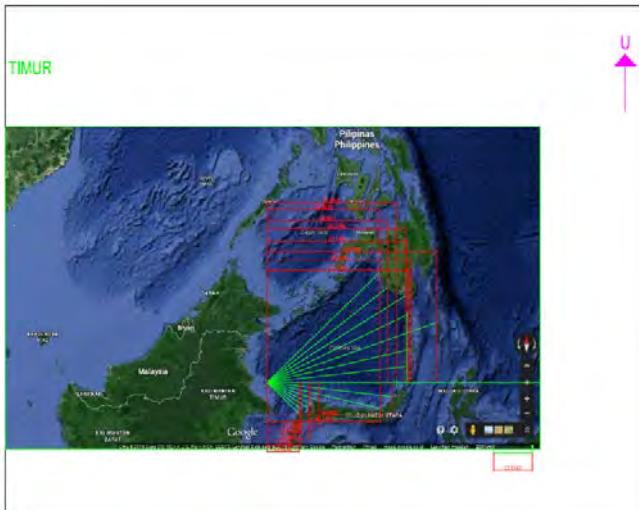
Gambar 4.8 Fetch arah barat laut
Sumber : Data Olahan



Gambar 4.9 Fetch arah utara
Sumber : Data Olahan



Gambar 4.10 Fetch arah timur laut
Sumber : Data Olahan



Gambar 4.11 Fetch arah timur
Sumber : Data Olahan

Berikut ini adalah cara untuk mendapatkan panjang efektif fetch :

1. Arah angin menjadi acuan 0^0 kemudian bertambah setiap 6^0 sampai 42^0 ke arah kanan dan kiri dari acuan. Garis setiap sudut dari titik tinjauan sampai menemui daratan terdekat. Apabila garis yang mengarah laut lepas, maka panjang garis tersebut diasumsikan 200 km. Hitung panjang garis arah tegak lurus dari titik daratan tersebut kearah garis acuan 0^0 .
2. Hitung besarnya $\cos \alpha$ setiap sudut baik dari arah kanan maupun kiri dengan acuan 0^0 setiap arah mata angin. Kemudian jumlahkan nilai $\cos \alpha$ yang hasilnya sebesar 13,551.
3. Setelah didapat perhitungan no 1, kali sil dari tiap panjang dikalikan $\cos \alpha$.
4. Hasil perhitungan no 3 di jumlahkan dalam tiap arah yang berpengaruh.

Tabel 4.5 Perhitungan panjang fetch

α	$\cos \alpha$	X_i	$X_i \cdot \cos \alpha$	X_i	$X_i \cdot \cos \alpha$	X_i	$X_i \cdot \cos \alpha$	X_i	$X_i \cdot \cos \alpha$	X_i	$X_i \cdot \cos \alpha$
		Utara	Utara	TL	TL	Timur	Timur	Barat	Barat	BL	BL
42	0.743145	9.8776	7.340487	15.9143	11.82663	15.9143	11.82663	5.0605	3.760684	4.5681	3.39476
36	0.809017	12.2994	9.95024	15.9143	12.87494	15.9143	12.87494	5.5516	4.491339	4.5513	3.682079
30	0.866025	13.8611	12.00406	15.9143	13.78219	15.9143	13.78219	6.1543	5.32978	4.658	4.033946
24	0.913545	15.9143	14.53844	15.9143	14.53844	15.9143	14.53844	7.0874	6.474662	6.9339	6.334433
18	0.951057	15.9143	15.1354	15.9143	15.1354	15.9143	15.1354	7.529	7.160505	8.7808	8.351037
12	0.978148	15.9143	15.56653	15.9143	15.56653	15.9143	15.56653	7.3823	7.220979	9.8463	9.631135
6	0.994522	15.9143	15.82712	15.9143	15.82712	15.9143	15.82712	6.9902	6.951907	11.5623	11.49896
0	1	15.9143	15.9143	15.9143	15.9143	15.9143	15.9143	6.4491	6.4491	14.0105	14.0105
6	0.994522	15.9143	15.82712	15.9143	15.82712	15.9143	15.82712	5.5321	5.501795	14.993	14.91087
12	0.978148	15.9143	15.56653	15.9143	15.56653	15.9143	15.56653	5.001	4.891716	13.1316	12.84464
18	0.951057	15.9143	15.1354	15.9143	15.1354	15.9143	15.1354	6.71	6.381589	15.9143	15.1354
24	0.913545	15.9143	14.53844	15.9143	14.53844	15.9143	14.53844	7.6583	6.996205	15.9143	14.53844
30	0.866025	15.9143	13.78219	15.9143	13.78219	15.9143	13.78219	8.1938	7.096039	15.9143	13.78219
36	0.809017	15.9143	12.87494	15.9143	12.87494	13.7834	11.1146	8.5193	6.892258	15.7282	12.72438
42	0.743145	15.9143	11.82663	15.9143	11.82663	13.0242	9.678867	10.9056	8.10444	14.3679	10.67743
Total	13.51092	227.0097	205.828	238.7145	215.0168	233.6485	211.1087	104.7245	93.703	170.8748	155.5502
Fetch Efektif (unit)		15.2342	15.9143		15.62504481			6.935354272		11.51292622	
Skala 1:		1,256,731		1,256,731		1,256,731		1,256,731		1,256,731	
Fetch Efektif (km)		191.45		200.00		196.36		87.16		144.69	

Sumber : Perhitungan

Dimana :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

$$F_{eff \ U} = \frac{205.828}{13.511} = 191.45 \ km$$

$$F_{eff \ TL} = \frac{215.017}{13.511} = 200 \ km$$

$$F_{eff \ T} = \frac{211.109}{13.511} = 196.36 \ km$$

$$F_{eff \ B} = \frac{93.703}{13.511} = 87.16 \ km$$

$$F_{eff \ BL} = \frac{155.550}{13.511} = 144.69 \ km$$

4.5.2 Tinggi Gelombang pada Laut Dalam

Analisis gelombang di laut dalam berdasarkan data angin sebagai pembangkit gelombang dan daerah pembentuk gelombang (*fetch*). Berdasarkan hasil perhitungan *fetch* dapat digunakan untuk menghitung tinggi dan periode gelombang. Pada perhitungan ini kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan maksimum bulanan dengan arah angin yang berpengaruh yaitu barat, barat laut, utara, timur laut, timur.

Dalam menghitung tinggi gelombang dipertimbangkan faktor koreksi. Faktor koreksi untuk perbedaan pencatatan data angin didarat dan di laut ($RL = U_w/U_L$) dan faktor koreksi akibat perbedaan suhu. Faktor koreksi untuk perbedaan pencatatan data angin dapat dilihat pada grafik yang merupakan hasil penelitian (SPM, 1984). Karena perbedaan suhu tidak terlalu besar maka faktor koreksi sama dengan 1.

Dari hasil perhitungan, tinggi gelombang yang dapat dikoreksi dengan *duration limited* (asumsi angin berhembus selama 3 jam). Tabel 4.6 adalah hasil perhitungan tinggi gelombang dengan *duration limited* dan *fetch limited*.

Tabel 4.6 Perbedaan tinggi gelombang dengan *duration limited* dan *fetch limited*

Tahun	Bulan	Kec Max (m/s)	RT	RL	UA (m/s)	Dengan duration limited			Dengan Feeth limited		
						t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)	t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)
2004	Jan	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	13.24	1.73	6.94
	Feb	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Mar	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	10.59	1.47	6.21
	Apr	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
	Mei	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Jun	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	6.33	1.55	5.73
	Jul	11.85	1	1.05	15.77	3.00	1.54	4.51	11.83	3.53	9.02
	Agu	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	13.00	2.66	8.21
	Sep	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	8.42	1.92	6.61
	Okt	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	11.60	2.44	7.75
	Nov	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Des	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	10.59	1.47	6.21
2005	Jan	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Feb	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	13.54	2.35	7.87
	Mar	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	11.45	2.68	8.03
	Apr	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	13.54	2.35	7.87
	Mei	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	10.59	1.47	6.21
	Jun	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	6.16	1.68	5.89
	Jul	10.82	1	1.09	14.76	3.00	1.35	4.35	12.09	3.30	8.82
	Agu	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	11.77	2.47	7.81
	Sep	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	8.10	0.97	4.98
	Okt	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Nov	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	10.04	1.44	5.54
	Des	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.86	11.77	2.47	7.81

Lanjutan tabel 4.6

Tahun	Bulan	Kec Max (m/s)	Perbandingan Tinggi Gelombang dengan duration limited dan fetch limited								
			RT	RL	UA	Dengan duration limited			Dengan Fech limited		
						t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)	t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)
2006	Jan	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Feb	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Mar	12.36	1	1.04	16.42	3.00	1.67	4.64	5.69	2.14	6.38
	Apr	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	7.55	0.92	4.81
	Mei	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Jun	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Jul	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	6.16	1.68	5.89
	Agu	12.88	1	1.02	16.86	3.00	1.76	4.71	5.64	2.20	6.43
	Sep	6.70	1	1.26	9.78	3.00	0.59	3.56	10.05	1.72	6.55
	Okt	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.04	6.16	1.68	5.89
	Nov	5.15	1	1.35	7.71	3.00	0.37	3.17	10.88	1.35	6.05
	Des	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	13.05	1.72	6.89
2007	Jan	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	8.10	0.97	4.98
	Feb	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	10.64	2.53	7.73
	Mar	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	12.65	2.89	8.43
	Apr	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
	Mei	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	13.05	1.72	6.89
	Jun	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	13.03	1.38	6.31
	Jul	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
	Agu	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	13.00	2.66	8.21
	Sep	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	7.08	1.44	5.69
	Okt	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	13.00	2.66	8.21
	Nov	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Des	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88

Lanjutan tabel 4.6

Tahun	Bulan	Kec Max (m/s)	Perbandingan Tinggi Gelombang dengan duration limited dan fetch limited			Dengan duration limited			Dengan Feeth limited		
			RT	RL	UA (m/s)	t	Hmo	Tm	t	Hmo	Tm
						(hr)	(m)	(s)	(hr)	(m)	(s)
2008	Jan	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	6.33	1.55	5.73
	Feb	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Mar	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
	Apr	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.09	2.16	7.44
	Mei	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.09	2.16	7.44
	Jun	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	6.60	1.37	5.50
	Jul	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	8.10	0.97	4.98
	Agu	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.64	1.15	5.28
	Sep	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	7.08	1.44	5.69
	Okt	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	14.03	1.46	6.55
	Nov	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	11.23	1.23	5.86
	Des	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
2009	Jan	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.64	1.15	5.28
	Feb	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Mar	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Apr	3.61	1	1.50	5.66	3.00	0.20	2.74	12.06	0.99	5.45
	Mei	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Jun	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Jul	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	6.60	1.37	5.50
	Agu	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	6.33	1.55	5.73
	Sep	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	7.08	1.44	5.69
	Okt	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	6.16	1.68	5.89
	Nov	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	13.54	2.35	7.87
	Des	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70

Lanjutan tabel 4.6

Tahun	Bulan	Kec Max (m/s)	Perbandingan Tinggi Gelombang dengan duration limited dan fetch limited								
			RT	RL	UA	Dengan duration limited			Dengan Fech limited		
						t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)	t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)
2010	Jan	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	8.10	0.97	4.98
	Feb	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	13.03	1.38	6.31
	Mar	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Apr	5.15	1	1.35	7.71	3.00	0.37	3.17	13.41	1.58	6.71
	Mei	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Jun	3.61	1	1.50	5.66	3.00	0.20	2.74	8.70	0.78	4.63
	Jul	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Agu	4.12	1	1.41	6.18	3.00	0.24	2.82	7.87	0.81	4.61
	Sep	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	13.24	1.73	6.94
	Okt	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	9.47	1.35	5.87
	Nov	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Des	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	13.03	1.38	6.31
2011	Jan	3.61	1	1.50	5.66	3.00	0.20	2.74	8.70	0.78	4.63
	Feb	13.39	1	1.01	17.48	3.00	1.90	4.60	10.20	3.59	8.82
	Mar	8.76	1	1.15	12.16	3.00	0.92	4.02	9.35	2.14	7.04
	Apr	4.12	1	1.41	6.18	3.00	0.24	2.82	13.60	1.21	6.05
	Mei	3.61	1	1.50	5.66	3.00	0.20	2.74	16.64	1.27	6.41
	Jun	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	9.42	2.09	6.99
	Jul	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Agu	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	13.05	1.72	6.89
	Sep	12.88	1	1.02	16.76	3.00	1.74	4.51	8.40	2.94	7.83
	Okt	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	10.59	1.47	6.21
	Nov	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	11.23	1.23	5.86
	Des	9.27	1	1.14	12.91	3.00	1.03	4.10	8.20	2.08	6.79

Lanjutan tabel 4.6

Tahun	Bulan	Kec Max (m/s)	Perbandingan Tinggi Gelombang dengan duration limited dan fetch limited								
			RT	RL	UA	Dengan duration limited			Dengan Fecth limited		
						t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)	t (hr)	Hmo (m)	Tm (s)
2012	Jan	3.09	1	1.58	4.99	3.00	0.15	2.62	9.08	0.69	4.44
	Feb	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.27	2.18	7.49
	Mar	8.24	1	1.20	11.89	3.00	0.88	3.93	9.42	2.09	6.99
	Apr	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Mei	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Jun	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Jul	6.70	1	1.26	9.78	3.00	0.59	3.56	6.76	1.28	5.37
	Agu	8.76	1	1.15	12.16	3.00	0.92	4.02	8.36	1.96	6.66
	Sep	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	9.82	1.85	6.70
	Okt	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	12.09	2.16	7.44
	Nov	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	13.03	1.38	6.31
	Des	14.94	1	0.98	19.26	3.00	2.30	4.79	9.88	3.96	9.11
2013	Jan	8.76	1	1.15	12.16	3.00	0.92	4.02	9.35	2.14	7.04
	Feb	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	9.47	1.35	5.87
	Mar	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Apr	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	14.62	1.87	7.30
	Mei	4.64	1	1.39	7.02	3.00	0.31	3.01	15.49	1.57	6.88
	Jun	5.67	1	1.31	8.35	3.00	0.43	3.32	7.12	1.09	5.09
	Jul	6.70	1	1.26	9.78	3.00	0.59	3.56	6.76	1.28	5.37
	Agu	5.15	1	1.35	7.71	3.00	0.37	3.17	15.02	1.72	7.10
	Sep	6.70	1	1.26	9.78	3.00	0.59	3.56	6.76	1.28	5.37
	Okt	7.21	1	1.24	10.51	3.00	0.68	3.71	7.08	1.44	5.69
	Nov	4.12	1	1.41	6.18	3.00	0.24	2.82	14.64	1.28	6.28
	Des	14.42	1	1.00	18.91	3.00	2.22	4.73	7.22	3.05	7.71

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.7 Urutan kejadian gelombang pertahun yang terbesar.

Tahun	Bulan	Kec Max		Arah	tl	Hmo	Tm
		(knot)	(m/s)	Mata Angin	(hr)	(m)	(s)
2012	Des	29.00	14.94	T	3	2.30	4.79
2013	Des	28.00	14.42	S	3	2.22	4.73
2011	Feb	26.00	13.39	T	3	1.90	4.60
2006	Agu	25.00	12.88	BD	3	1.76	4.71
2004	Jul	23.00	11.85	U	3	1.54	4.51
2005	Jul	21.00	10.82	U	3	1.35	4.35
2009	Okt	18.00	9.27	BD	3	1.03	4.10
2007	Mar	18.00	9.27	U	3	1.03	4.10
2008	Jan	16.00	8.24	BD	3	0.88	3.93
2010	Mei	14.00	7.21	BL	3	0.68	3.71

Sumber : Perhitungan

4.5.3 Periode Ulang Gelombang

Bangunan pantai harus direncanakan untuk mampu menahan gaya-gaya yang bekerja sehingga diperlukan tinggi dan periode gelombang rencana yang dapat mempresentasikan spektrum gelombang selama kejadian ekstrem.Untuk menghitung tinggi dan periode gelombang dapat digunakan metode fisher tppet type 1 dan metode weibul berdasarkan kejadian angin.Bangunan pengaman pantai pada pantai Pulau Derawan direncanakan dengan umur 50 tahun.

Tabel 4.8 Perhitungan periode ulang (metode FT-1)

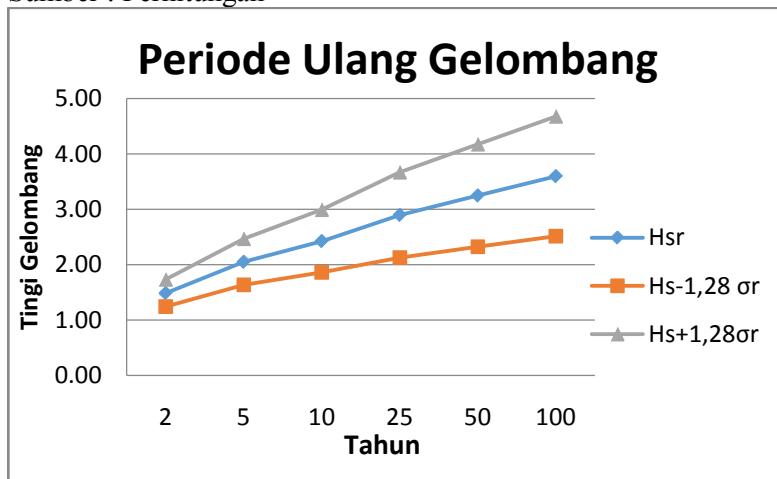
m	Hsm	P	Ym	Hsm x Ym	Ym2	(Hsm-Hsm')2
1	2.30	0.91	2.31	5.31	5.32	0.69
2	2.22	0.81	1.54	3.41	2.36	0.56
3	1.90	0.71	1.06	2.01	1.13	0.18
4	1.76	0.61	0.70	1.24	0.49	0.09
5	1.54	0.51	0.40	0.61	0.16	0.01
6	1.35	0.41	0.12	0.16	0.01	0.01
7	1.03	0.31	-0.15	-0.16	0.02	0.19
8	1.03	0.21	-0.43	-0.45	0.19	0.19
9	0.88	0.11	-0.77	-0.68	0.60	0.35
10	0.68	0.02	-1.42	-0.97	2.02	0.62
Total	14.71	4.60	3.33	10.48	12.30	2.89

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.9 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode FT-1)

Periode ulang	Yr	Hsr	σ_{nr}	σ_r	$Hs-1,28\sigma_r$	$Hs+1,28\sigma_r$
Tahun	Tahun	m			m	m
2	0.37	1.49	0.34	0.19	1.24	1.73
5	1.50	2.05	0.57	0.32	1.64	2.47
10	2.25	2.43	0.78	0.44	1.86	2.99
25	3.20	2.90	1.06	0.60	2.13	3.67
50	3.90	3.25	1.28	0.72	2.32	4.17
100	4.60	3.60	1.49	0.85	2.51	4.68

Sumber : Perhitungan



Gambar 4.12Grafik tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu(Metode Fisher Tippett Type I)

Sumber : Data Olahan

Tabel 4.10 Perhitungan periode ulang (metode Weibul)

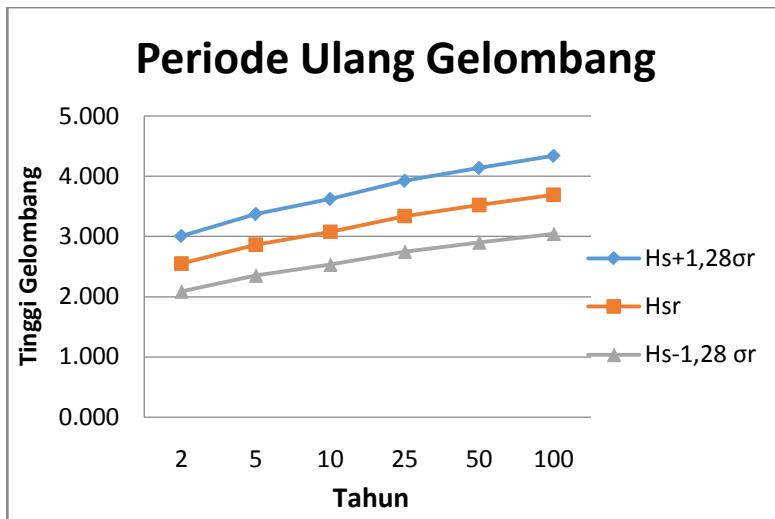
m	Hsm	P	Ym	Hsm x Ym	Ym2	(Hsm-Hsm')2
1	2.303	0.941	1.683	3.876	2.834	0.692
2	2.220	0.845	1.365	3.029	1.863	0.561
3	1.896	0.748	1.174	2.226	1.379	0.181
4	1.764	0.652	1.027	1.811	1.055	0.086
5	1.543	0.555	0.900	1.389	0.810	0.005
6	1.352	0.459	0.783	1.059	0.614	0.014
7	1.033	0.362	0.671	0.693	0.450	0.191
8	1.033	0.266	0.556	0.574	0.309	0.191
9	0.877	0.169	0.431	0.378	0.185	0.352
10	0.685	0.073	0.275	0.188	0.075	0.617
Total	14.706	5.070	8.865	15.225	9.574	2.891

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.11 Tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu (metode Weibul)

Periode ulang	Yr	Hsr	σ_{nr}	σ_r	$Hs-1,28\sigma_r$	$Hs+1,28\sigma_r$
Tahun	Tahun	m			m	m
2	1.731	2.548	0.633	0.359	2.088	3.007
5	1.978	2.863	0.702	0.398	2.353	3.372
10	2.146	3.077	0.750	0.425	2.533	3.621
25	2.350	3.337	0.809	0.459	2.750	3.924
50	2.493	3.520	0.851	0.482	2.902	4.137
100	2.628	3.692	0.891	0.505	3.046	4.339

Sumber : Perhitungan



Gambar 4.13Grafik tinggi gelombang dengan periode ulang tertentu(Metode Weibull)

Sumber : Data Olahan

4.5.4 Gelombang Pecah

Gelombang pecah adalah gelombang yang menjalar dari laut dala menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut.Gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.9 - 2.10. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini dimana:

$$H_o = 3,52 \text{ m}$$

$$T = 4,79 \text{ detik}$$

$$\frac{H_o}{gT^2} = 0,0156 \text{ (dimasukan ke dalam grafik)}$$

Didapat dari grafik harga H_b/H_0 adalah 0.95.

Maka $H_b = H_0 \times 0.95 = 3.34 \text{ m}$ (tinggi gelombang)

Kedalaman gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus dibawah ini dimana:

$$\frac{H_b}{aT^2} = 0,015 \text{ (dimasukkan ke dalam grafik)}$$

Didapat dari grafik harga $d_b/H_b = 1,4$

Maka $d_b = H_b \times 1,4 = 4,76 \text{ m}$

4.5.5 Pola Arus dan Angkutan Sedimen Kondisi Eksisting

a. Arus

Pada perencanaan ini, analisis arus menggunakan pemodelan arus yaitu dengan menggunakan software SMS80. Pemodelan arus dilakukan dengan tiga arah angin yang dominan yaitu barat laut, utara dan timur alut. Langkah pemodelan arus adalah sebagai berikut:

- Membuat grid mesh

Grid mesh adalah memodelkan bentuk kontur bathimetri. Dalam pembuatan geometri ini ada dua syarat utama yaitu adanya nilai elevasi/kedalaman yang diwakili dengan scatter point dan adanya suatu polygon tertutup yang dibentuk dari *feature arc*.

- Menentukan kondisi batas

Kondisi batas ditentukan dari data bathimetri yang ada. Kondisi batas biasanya dibuat setengah lingkaran di depan pulau karena ukuran pulau yang besar. Pada Pulau Derawan dibuat menyeluruh mengelilingi pulau karena ukuran pulau yang kecil. Kondisi batas dibuat persegi panjang untuk memudahkan memasukan data pasang surut pada kondisi batas. Data pasang surut yang dimasukan dalam pemodelan terdapat dua data pasang surut. Data pasang surut pertama dimasukkan pada kondisi batas bagian atas pemodelan sedangkan yang ke dua pada bagian bawah pemodelan. Perbedaan data pasang surut terdapat pada waktu. Perbedaan waktu antara data pasang surut adalah 1 jam.

- Input data

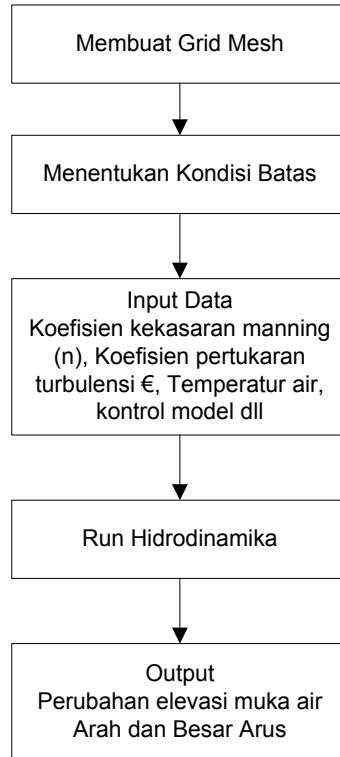
Masukkan semua data koefisien turbulensi, mode control dan lain-lain.

- Run hidrodinamika

Proses analisis hidronamika pada software SMS80.

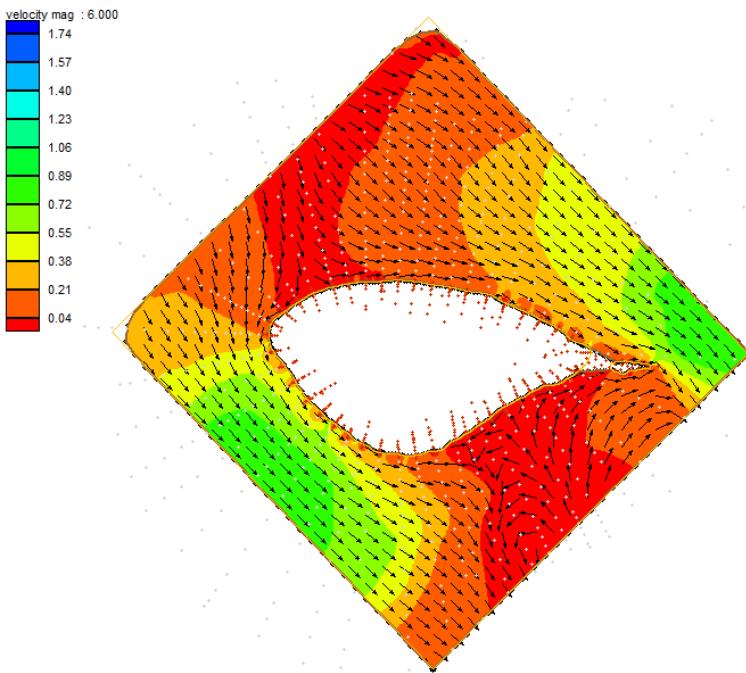
- Output

Hasil dari analisis hidrodinamika yang berupa pola arus. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk analisis sedimen.

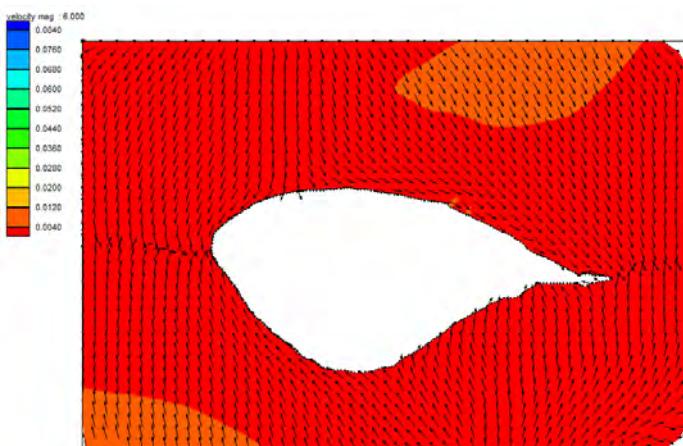


Gambar 4.14 Metodologi pemodelan arus
Sumber : Data olahan

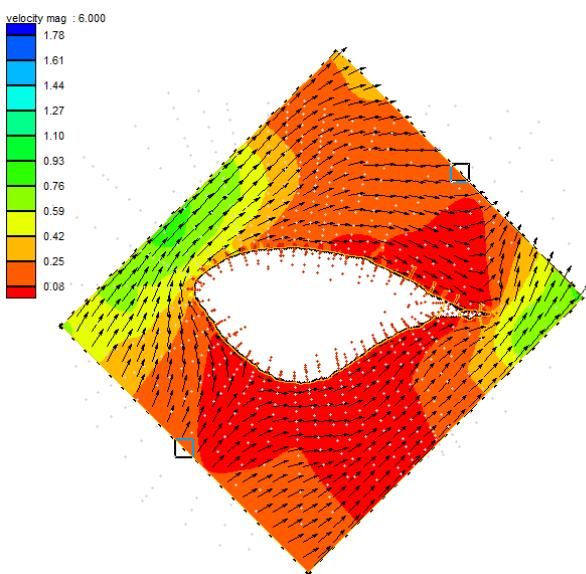
Hasil dari pemodelan arus dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Pemodelan arah barat laut kondisi eksisting
Sumber : Data olahan



Gambar 4.16 Pemodelan arah utara kondisi eksisting
Sumber : Data olahan



Gambar 4.17 Pemodelan arah timur laut kondisi eksisting
Sumber : Data olahan

b. Angkutan Sedimen

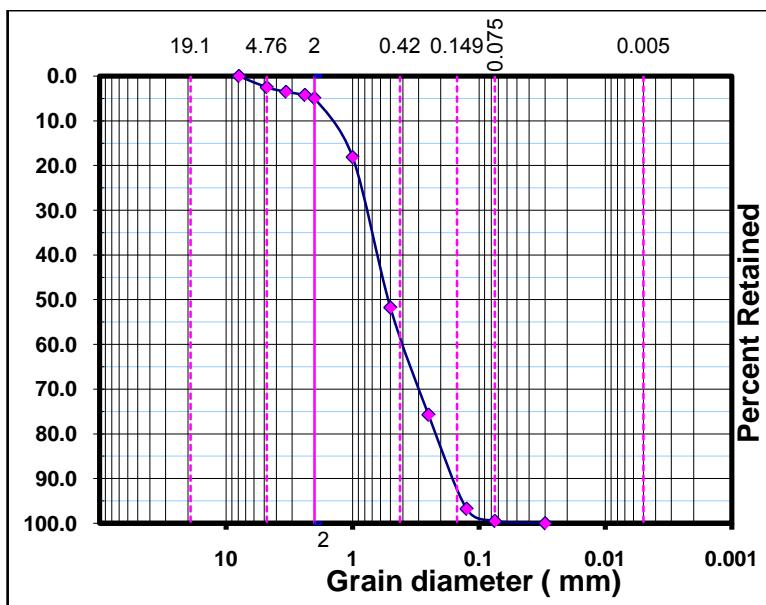
Pergerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh arus yang ditimbulkan oleh gelombang disebut transpor sedimen. Transpor sedimen pantai dapat dibedakan menjadi transpor sedimen menuju dan meninggalkan pantai dan transpor sedimen sepanjang pantai. Transpor sedimen menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

Hasil dari pemodelan arus yang telah dilakukan di atas, dapat disimpulkan bahwa arus yang dominan berasal dari arah barat laut dengan kecepatan 0,1 s ampai dengan 1 m/s. sejalan dengan itu maka sedimen transpor yang terjadi adalah sedimen transpor sepanjang pantai dari arah barat menuju timur.

Pada perencanaan ini, perhitungan sedimen menggunakan pemodelan sedimen yaitu dengan menggunakan software SMS80. Data yang digunakan dalam pemodelan sedimen adalah hasil dari RMA2 yang terlebih dahulu dilakukan dan data diameter sedimen yang terdapat pada tabel 4.10 dan gambar 4.18. Tabel 4.12 Diameter sedimen

Kode Sampel	Deskripsi Tanah	Specific Gravity	D50 (mm)	Jenis Tanah
Sdm 1	Pasir Putih-Sedang Berkerang	2,63	0,654813	Medium Sand
Sdm 2	Pasir Kasar Berkerang Warna Putih	2,68	0,64694	Medium Sand
Sdm 3	Pasir Kasar Berkerang Warna Putih	2,61	116438	Coarse Sand
Sdm 4	Pasir Sedang Warna Putih	2,71	0,778359	Medium Sand
Sdm 5	Pasir Sedang Berkerang Warna Putih	2,56	0,861722	Medium Sand

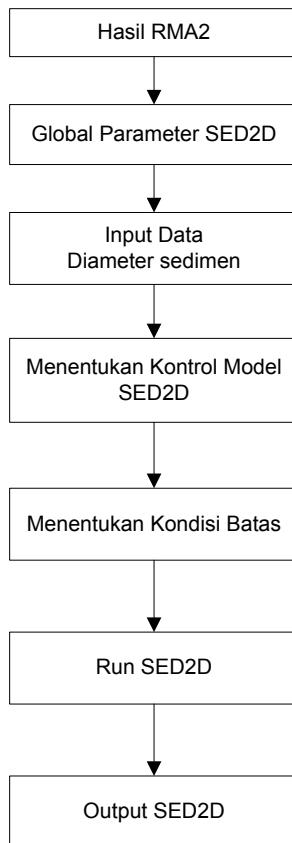
Sumber : PT Tegalega Jaya



Gambar 4.18 Hasil analisa sampel sedimen di timur

Sumber : PT Tegalega Jaya

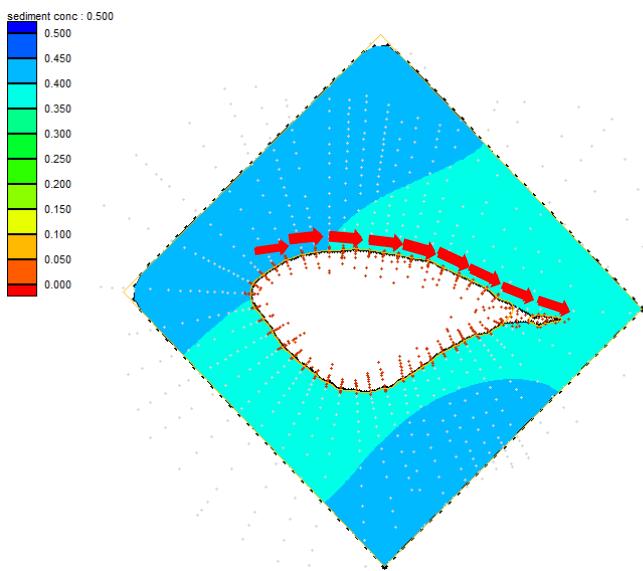
Data yang digunakan dalam pemodelan pola angkutan sedimen yaitu data sedimen di bagian timur dengan D_{50} sebesar 0,65mm dengan deskripsi tanah pasir putih berkerang dengan berat jenis 2,63. Diameter sedimen terkecil sesuai dengan gambar 4.18 yaitu sebesar 0,075 mm. Setelah didapatkan data maka selanjutnya dimodelkan dengan langkah yang terdapat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Metodologi pemodelan sedimen

Sumber : Data olahan

Pemodelan sedimen yang dilakukan berdasarkan hasil arus yang dominan. Dapat dilihat pada pemodelan arus, arus yang dominan adalah dari arah barat laut. Hasil dari pemodelan sedimen dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Pemodelan sedimen arah barat laut
Sumber : Data olahan

BAB V

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

5.1 Penyebab Terjadinya Abrasi

Perlindungan pantai dapat dilakukan secara alami atau dengan perlindungan buatan. Perlindungan alami dapat dilakukan dengan penanaman tanaman yang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai, seperti pohon bakau, api-api, nipah dan lain sebagainya. Perlindungan alami dapat dilakukan apabila kerusakan pantai tidak parah dan tidak mengancam keselamatan penduduk atau fasilitas umum yang berada di daerah pantai. Apabila kondisi pantai sudah sangat kritis dan membahayakan pemukiman atau fasilitas umum, maka perlu perlindungan segera yang dapat dilakukan dengan membuat perlindungan buatan.

Abrasi pantai pulau derawan telah berlangsung cukup lama. Dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, abrasi pantai di Pulau Derawan meningkat cukup cepat. Abrasi pantai telah mencapai lokasi bangunan sehingga mengganggu kestabilan bangunan. Beberapa bagian bangunan telah rusak dan roboh akibat terjadi gerusan pada pondasinya. Dampak lain dari terjadinya abrasi adalah tertutupnya kawasan terumbu karang oleh pasir yang terbawa arus dan lalu mengendap. Penutupan pasir pada karang menyebabkan banyak terumbu karang mati.

Abrasi di pantai pulau derawan terjadi karena arus yang dominan yang terjadi dari arah barat laut yang langsung menghantam pantai. Abrasi juga disebabkan oleh transpor sedimen sepanjang pantai yang terjadi. Maka dari itu dibutuhkan bangunan pengaman pantai untuk mengatasi masalah tersebut.

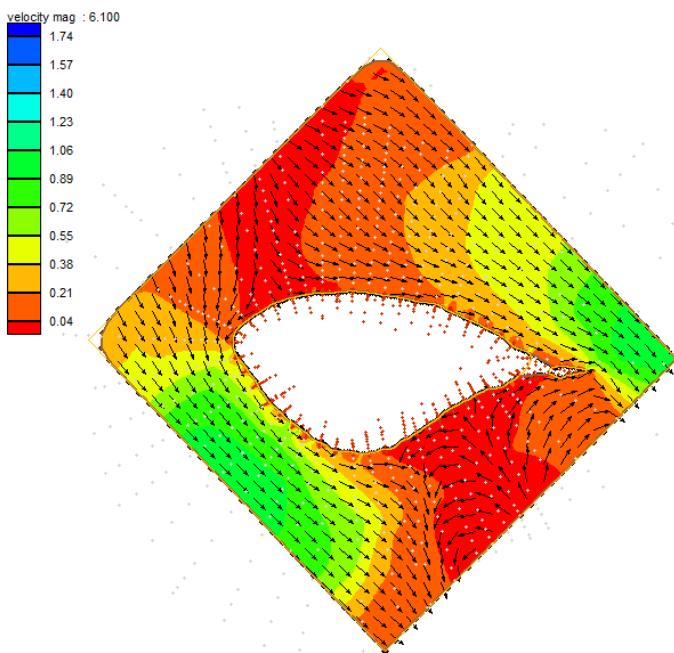
Dalam pemilihan bangunan pengaman pantai harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi abrasi pantai serta lingkungan disekitar pantai Pulau Derawan. Selain itu mengingat bahwa pantai pulau Derawan adalah obyek tujuan wisata, maka bangunan pengaman pantai yang direncanakan harus mempertimbangkan bentuk/estetika yang indah dan mendukung kegiatan kepariwisataan.

5.2 Pemilihan Bangunan Pengaman Pantai

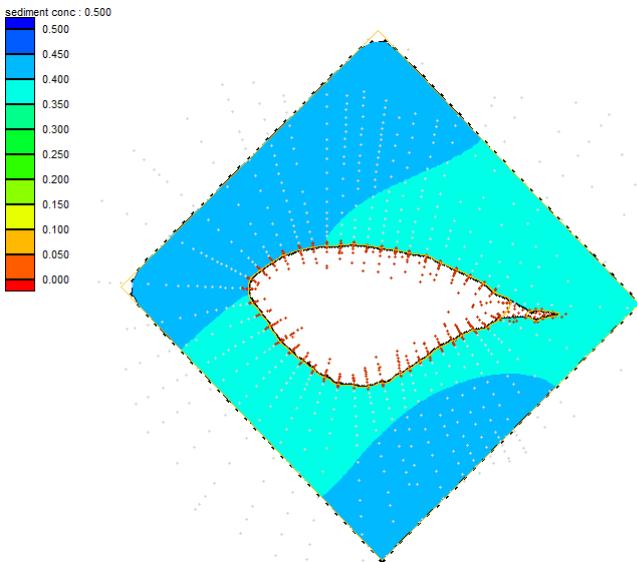
Perlindungan atau pengaman pantai dimaksudkan untuk melindungi garis pantai dari perubahan-perubahan yang tidak diinginkan seperti erosi pantai atau sedimentasi. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk melindungi pantai seperti :

- a. mengubah laju sedimentasi yang masuk ke daerah pantai, misalnya dengan membuat struktur untuk menangkap sedimen dari hulu sungai yang masuk ke pantai (bangunan groin).
- b. mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai. Seperti pembuatan pemecah gelombang lepas pantai yang dapat menghancurkan energi gelombang yang menuju pantai, sehingga angkutan sedimen sejajar pantai yang disebabkan oleh gelombang dapat berkurang.
- c. memperkuat tebing pantai sehingga tahan terhadap gempuran gelombang. Misalnya dengan pembuatan bangunan *revetment* atau *seawalls*.
- d. menambah suplai sedimen ke pantai misalnya dengan cara *sand bypassing* atau *beach nourishment* atau *beach fills*.
- e. melakukan penghijauan daerah pantai misalnya dengan penanaman pohon bakau.

Pemilihan struktur pengaman pantai yang tepat dan sesuai dengan kondisi Pulau Derawan dengan mengetahui pola arus dan angkutan sedimen di wilayah pantai. Arus yang dominan terjadi dari arah barat laut dan pola angukan sedimen yang terjadi adalah angkutan sedimen sepanjang pantai di bagian timur pulau (gambar 5.1). Walaupun angkutan sedimen yang dominan adalah angkutan sedimen sepanjang pantai bukan berarti angkutan sedimen tegak lurus pantai tidak terjadi. Dengan kondisi tersebut untuk menanggulangi sedimen sepanjang pantai adalah groin dan untuk menanggulangi sedimen tegak lurus pantai adalah pengisian sedimen atau pasir (*beach nourishment*) terhadap pantai yang mengalami sedimen tegak lurus pantai.



Gambar 5.1 Pemodelan arus arah barat laut kondisi eksisting
Sumber : Hasil analisis



Gambar 5.2 Pemodelan sedimen arah barat laut
Sumber : Hasil analisis

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang basanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi/menghentikan erosi yang terjadi. Jenis groin yang dipakai dalam perencanaan ini adalah groin tipe I.

Keuntungan groin dibanding dengan bangunan pengaman pantai lainnya adalah groin efektif untuk menahan angkutan sedimen sejajar pantai, groin dapat dibangun dengan penempatan peralatan didarat, groin tidak merubah karakter pada daerah surf zone. Selain keuntungan ada pula kerugian groin yaitu tidak efektif mencegah angkutan sedimen tegak lurus pantai, menimbulkan gerusan pantai pada hilir.

Pada perencanaan ini groin menggunakan bahan dari tumpukan batu karena groin kayu, groin beton ataupun groin sheetpile tidak dianjurka untuk dibangun karena tanah pantai

Pulau Derawan yang berpasir sehingga bahan tersebut tidak bekerja secara maksimal.

5.3 Perhitungan Dimensi dan Layout Groin

5.3.1 Dimensi Groin

Penentuan dimensi groin meliputi panjang groin, berat batu, tebal lapisan, jumlah butir batu, tinggi groin dan lebar elevasi puncak groin.

a. Panjang dan jarak antar groin

Pada analisa bab IV diperoleh kedalaman gelombang pecah db adalah (db) adalah 4,36 m sedangkan kemiringan dasar pantai adalah 0,01 maka lebar surfzone yang diperoleh yaitu:

$$\text{Kedalaman gelombang pecah (db)} = 4,76 \text{ m}$$

$$\text{Lebar surfzone (Ls)} = 659 \text{ m}$$

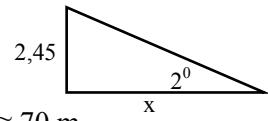
$$\begin{aligned} \text{Panjang Groin (Lg)} &= (40\% - 60\%) \times \text{lebar surfzone} \\ &= 40\% \times 659 = 263,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena panjang groin terlalu panjang atau tidak sesuai dengan kebutuhan pada pantai Pulau Derawan maka panjang groin ditentukan dengan acuan beda tinggi pasang dan surut yaitu :

$$\text{kemiringan pantai} = 2^\circ$$

$$\text{beda tinggi pasang surut} = 2,45$$

$$\begin{aligned} \text{maka di dapat panjang groin(x)} &= \frac{2,45}{\tan 2^\circ} \\ &= 70,1 \text{ m} \approx 70 \text{ m} \end{aligned}$$



Jarak antar groin digunakan $2 \times L_g$. Penentuan panjang groin didasarkan atas petimbangan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar groin (Xg)} &= 2 \times L_g \\ &= 140 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Elevasi puncak groin

Pada perencanaan ini elevasi muka air dihitung dengan mempertimbangkan parameter seperti pasang surut, *wave set up* dan pemanasan global. Elevasi pasang surut didapat dari data pasang surut yaitu MHWL 2,23 m. *Wave set up* gelombang di perhitungkan dengan menggunakan persamaan (2.27) dengan tinggi gelombang pada bangunan 2,62 m dan periode gelombang 4,79 detik maka didapat $S_w = 0,35$ m. Kenaikan muka air akibat

pemanasan global dapat dihitung melalui gambar 2.15 maka didapat kenaikan muka air pada tahun 2040 yaitu sebesar 0,37. Untuk menjaga agar tidak terjadi *over topping* maka elevasi ditambah dengan tinggi jagaan sebesar 0,45 m.

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{MHWL} + \text{Sw} + \text{SLR} + \text{tinggi jagaan} \\ &= 2,23 + 0,35 + 0,37 + 0,45 \\ &= 3,4 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Berat batu

Groin yang dibangun merupakan groin tumpukan batu. Untuk menghitung berat batu dibutuhkan beberapa parameter diantaranya:

H (tinggi gelombang 50 tahunan)	= 3,52 m
KD (kepala)	= 2,8
KD (lengan)	= 4
γ_r	= 2,65
γ_a	= 1,03

Dari beberapa parameter diatas belum diketahui tinggi gelombang pada ujung kepala bangunan. Pada ujung kepala bangunan diketahui dari peta bathimetri kedalamannya sebesar 1,647 m.

Maka bisa dicari tinggi gelombang pada ujung bangunan dengan rumus :

$$H_1 = K_s \times K_r \times H_0$$

mencari K_r :

$$\begin{aligned} L_0 &= 1,56T^2 \\ &= 1,56 \times 4,79 \\ &= 35,789 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= \frac{L_0}{T} \\ &= \frac{35,789}{4,79} \\ &= 7,472 \text{ m/d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{L_0} &= \frac{1,647}{35,789} \\ &= 0,046 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel yang ada di lampiran XX di dapat :

$$\frac{d}{L} = 0.08991$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{1,647}{0,08991} \\ &= 18,318 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{L}{T} \\ &= \frac{18,318}{4,79} \\ &= 3,824 \text{ m/d} \end{aligned}$$

Arah gelombang adalah dari barat laut maka arah dating gelombang pada kedalaman 1,647 dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \left(\frac{C}{C_0} \right) \times \sin \alpha_0 \\ &= \left(\frac{3,824}{7,472} \right) \times \sin 45 \\ &= 21,218 \end{aligned}$$

Koefisien refraksi :

$$\begin{aligned} K_r &= \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \\ &= \sqrt{\frac{\cos 45}{\cos 21,218}} \\ &= 0,871 \end{aligned}$$

Koefisien pendangkalan :

Koefisien pendangkalan didapat dari tabel yang ada di lampiran XX. Maka Ks didapat 1,038.

$$\begin{aligned} H_1 &= 0,871 \times 1,038 \times 3,52 \\ &= 3,18 \text{ m} \end{aligned}$$

Berat batu (W) dapat dihitung dengan rumus 2.17. Perencanaan groin dibangun terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan peindung I, II, dan lapisan inti. Berat batu pelindung II dan inti berdasarkan ketentuan lapisan yang disarankan dalam SPM adalah W/10 dan W/200. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Berat batu

Posisi	Berat Batu								
	γ_r	γ_a	H	$\cot \theta$	K_D	Sr	W	W10	W200
Kepala	2.65	1.03	3.18	1.5	6.4	2.573	2.286	0.229	0.023
Lengan	2.65	1.03	3.18	1.5	7	2.573	2.090	0.209	0.021

Sumber : Perhitungan

d. Lebar puncak groin

Lebar puncak groin dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.19 dimana:

$$k\Delta = 1,15$$

$$n = 3$$

$$\gamma_r = 2,65$$

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Lebar puncak groin

Lebar Puncak									
Posisi	n	k Δ	γ_r	W	W10	W200	B	B10	B200
Kepala	3	1.15	2.65	2.286	0.229	0.023	3.3	2	0.8
Lengan	3	1.15	2.65	2.09	0.209	0.021	3.2	1.5	0.7

Sumber : Perhitungan

e. Tebal lapisan

Tebal lapisan pelindung dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.20 dimana:

$$n = 2$$

$$k\Delta = 1,15$$

$$\gamma_r = 2,65$$

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tebal lapis lindung

Tebal Lapis Lindung									
Posisi	n	k Δ	γ_r	W	W10	W200	t	t10	t200
Kepala	2	1.15	2.65	2.286	0.229	0.023	2.500	1.500	1.000
Lengan	2	1.15	2.65	2.09	0.209	0.021	2.500	1.500	1.000

Sumber : Perhitungan

f. Jumlah butir batu

Jumlah butir batu dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.21 dimana:

$$n = 2$$

$$k\Delta = 1,15$$

$$\gamma_r = 2,65$$

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Jumlah butir batu

Posisi	Jumlah Butir Batu												
	A	A10	A200	n	P	γ_r	k Δ	W	W10	W200	N	N10	N100
Kepala	8.47	1.82	0.39	2	37	2.65	1.15	2.29	0.23	0.02	13.55	13.55	13.55
Lengan	598	277	129	2	37	2.65	1.15	2.09	0.21	0.02	1014.84	2186.41	4710.47

Sumber : Perhitungan

g. Berm

Berm berupa tumpukan batu dengan berat W/10 dimana W adalah berat batu yang diperlukan pada lapis lindung utama. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.5

Tabel 5.5 Dimensi berm

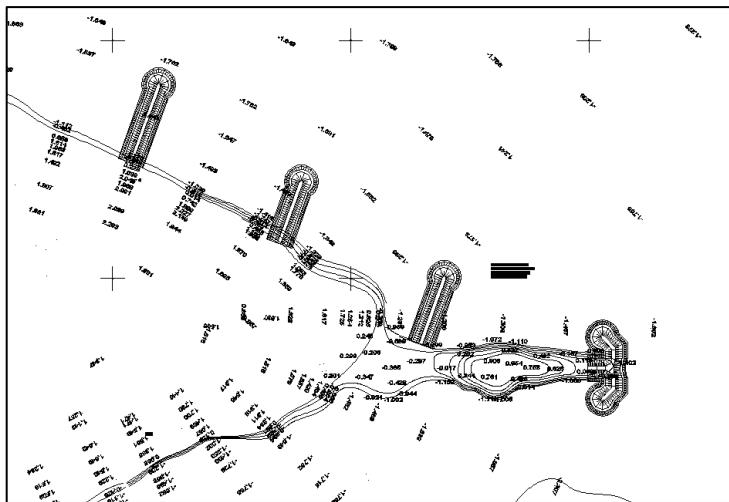
Berm			
Posisi	W	W10	B10
Kepala	2.286	0.229	2.000
Lengan	2.090	0.209	1.500

Sumber : Perhitungan

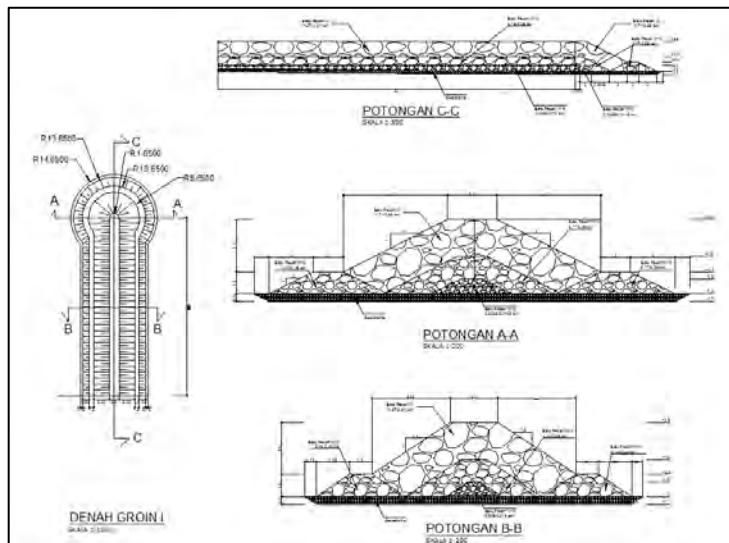
5.3.2 Layout Groin

Pada perencanaan bangunan pengaman ditentukan terlebih dahulu parameter-parameter yang akan digunakan dalam perencanaan. Parameter-parameter tersebut sudah dilakukan pada bab-bab sebelumnya. Parameter tersebut terdiri dari:

1. Panjang lokasi perencanaan adalah
2. Gelombang dominan berasal dari arah barat laut yang membentuk sudut sebesar 45^0
3. Tinggi dan periode gelombang signifikan
4. Elevasi muka air laut berdasarkan analisa pasang surut
5. Dalam perencanaan ini digunakan durasi angina selama 3 jam
6. Spesifikasi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :
 - kemiringan pada kepala bangunan adalah 1:2
 - kemiringan pada lengan bangunan adalah 1:1,5
 - groin dibangun sepanjang pantai di sebelah timur pulau derawan
 - groin dibangun menggunakan batu



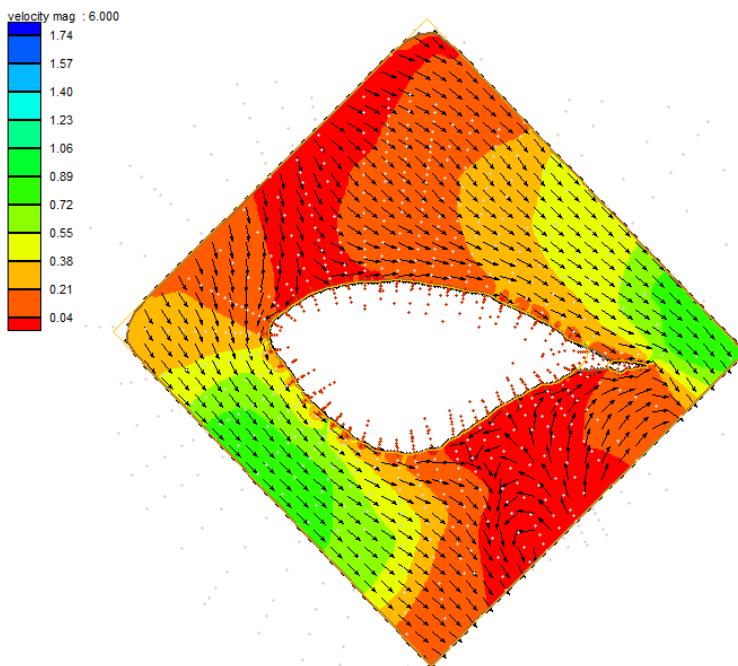
Gambar 5.3 Layout groin seri
Sumber : Hasil analisis



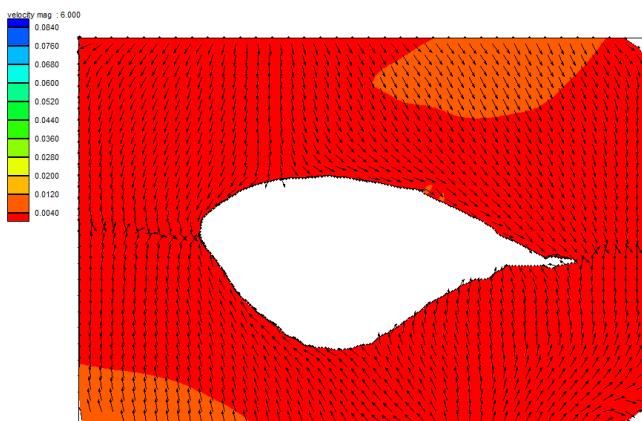
Gambar 5.4 Detail groin
Sumber : Hasil analisis

5.4 Perbandingan Pola Arus Sebelum dan Setelah Adanya Bangunan

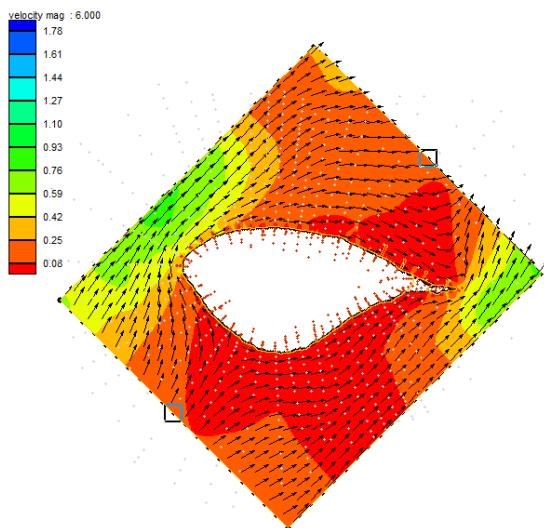
Arus yang menjalar dalam layout kondisi eksisting akan lebih besar dari pada setelah adanya bangunan pengaman pantai. Bangunan pengaman pantai menjadi penghambat kecepatan arus, sehingga kecepatan arus akan lebih kecil di banding sebelumnya. Dalam analisis ini akan di perlihatkan perbandingan antara pola arus sebelum dan sesudah adanya bangunan pengaman pantai. Berikut ini adalah hasil dari pemodela arus sebelum adanya bangunan pengaman pantai.



Gambar 5.5 Pemodelan arus arah barat laut kondisi eksisting
Sumber : Hasil analisis

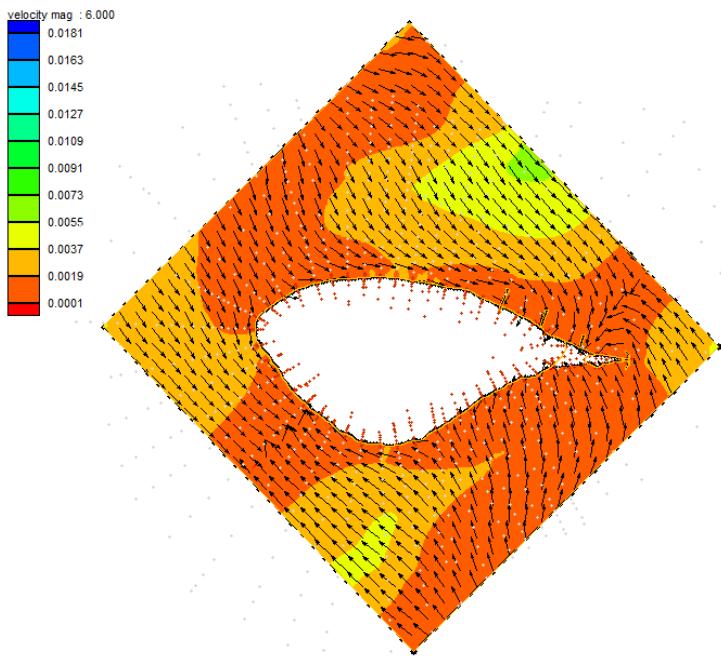


Gambar 5.6 Pemodelan arus arah utara kondisi eksisting
Sumber : Hasil analisis



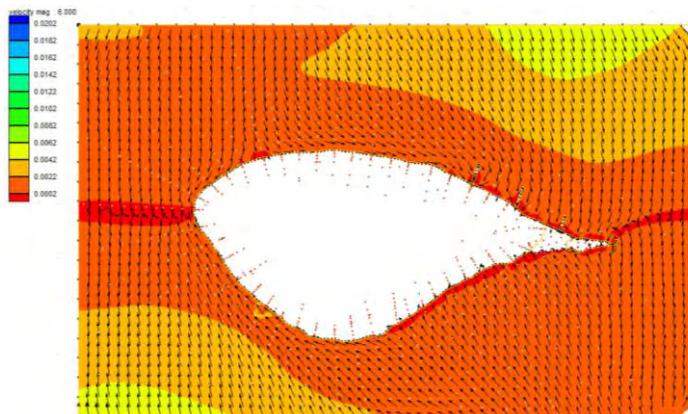
Gambar 5.7 Pemodelan arus arah timur laut kondisi eksisting
Sumber : Hasil analisis

Hasil pemodelan arus setelah adanya bangunan dapat dilihat pada gambar 5.8 sampai 5.10.

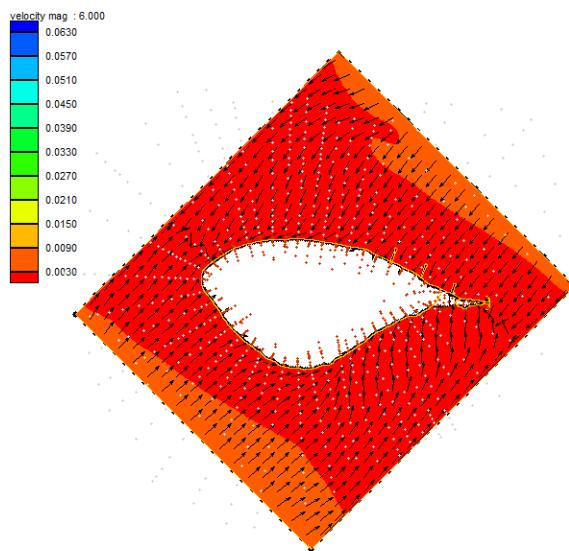


Gambar 5.8 Pemodelan arus arah barat laut setelah adanya bangunan

Sumber : Hasil analisis



Gambar 5.9 Pemodelan arus arah utara setelah ada bangunan
Sumber : Hasil analisis



Gambar 5.10 Pemodelan arus arah timur laut setelah adanya
bangunan
Sumber : Hasil analisis

Berdasarkan hasil dua kondisi pemodelan diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan arus dapat diminimalisasi dengan dibangunnya bangunan pengaman pantai (groin). Perbandingan antara kecepatan arus sebelum dan sesudah adanya bangunan dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.5 Perbandingan kecepatan arus sebelum dan setelah adanya bangunan

Arah	Barat Laut	Utara	Timur Laut
V sebelum (m/s)	0.38	0.012	0.015
V sesudah (m/s)	0.19	0.002	0.003

Sumber : Hasil pemodelan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Nastria, Boo. 2014 . *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai di Teluk Penyu Cilacap.* Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suntayo dkk. 1997. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut.* Yogyakarta: BPFE.
- Sorensen, Robert M. 2002. *Basic Coastal Engineering.*
- Triatmojo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai* . Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmojo, Bambang. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai.* Yogyakarta: Beta Offset.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

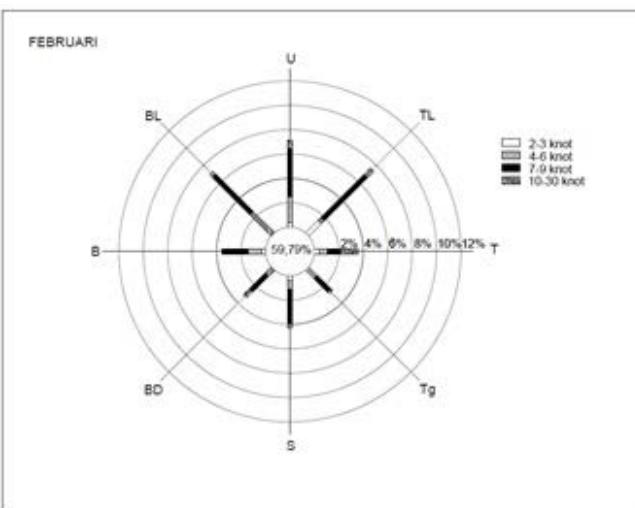
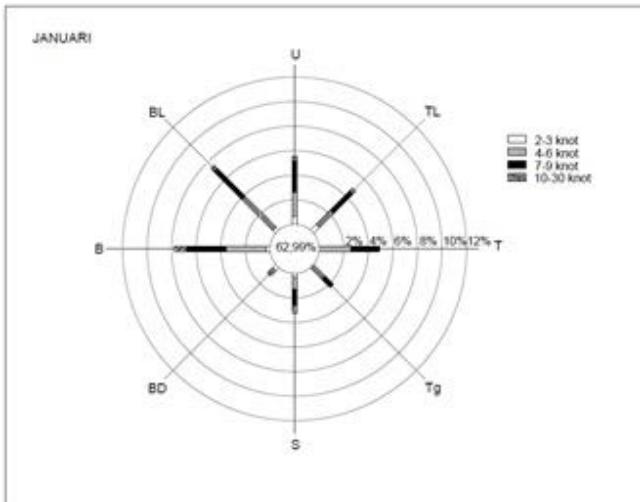
1. Pola arus yang dominan yaitu berasal dari arah barat laut dengan kecepatan $V = 0,38$.
2. Pola angkutan sedimen yang terjadi yaitu dari arah barat menuju timur.
3. Abrasi disebabkan karena arus dan sedimen yang terjadi yaitu dari arah barat menuju timur. Abrasi yang terjadi yaitu pada bagian timur pulau.
4. Bentuk dan ukuran bangunan pengaman pantai yang sesuai adalah groin tipe I dengan panjang groin 1 adalah 70 m, groin 2 adalah 55 m, groin 3 adalah 60 m dan groin tipe T groin 4 adalah 25 m. Lebar pada kepala groin adalah 3,3 m dan lebar pada lengan groin adalah 3,2 m. Material yang dipakai yaitu batu yang disusun. Berat satu batu untuk lapisan I untuk kepala yaitu 2,286 ton dan lengan 2,090, lapisan II untuk kepala 0,229 ton dan lengan 0,209 ton, lapisan inti untuk kepala 0,011 ton dan lengan 0,01 ton. Sedangkan tebal lapisan untuk kepala dan lengan yaitu lapisan I 2,5 m, lapisan II 1,5 m, lapisan inti 1 m dan lapisan geotekstile 0,5 m.
5. Kecepatan arus pada kondisi eksisting dapat diminimalisasi dengan adanya bangunan. Kecepatan arus dominan dari arah barat laut sebelum adanya bangunan yaitu 0,38 m/s sedangkan setelah adanya bangunan yaitu 0,2 m/s, dari arah utara sebelum adanya bangunan yaitu 0,012 m/s sedangkan sesudah adanya bangunan yaitu 0,002 m/s, dari arah timur laut dengan adanya bangunan yaitu 0,015 m/s sedangkan setelah adanya bangunan yaitu 0,003 m/s.

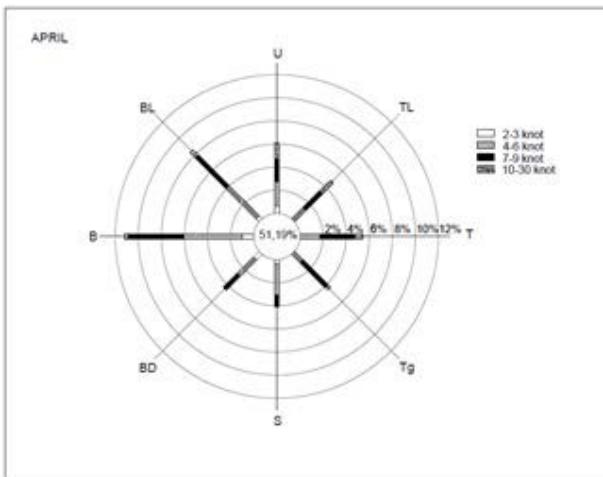
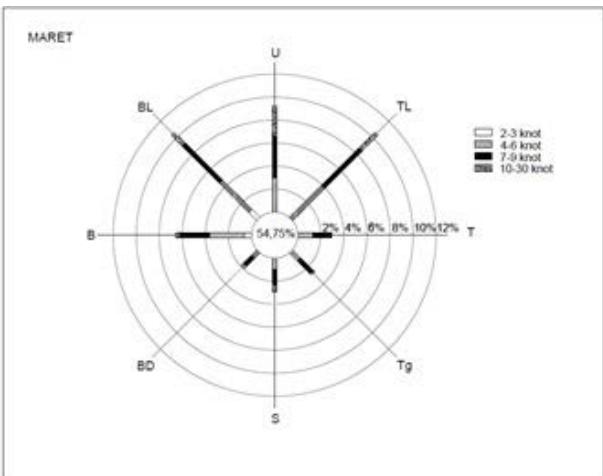
6.2 Saran

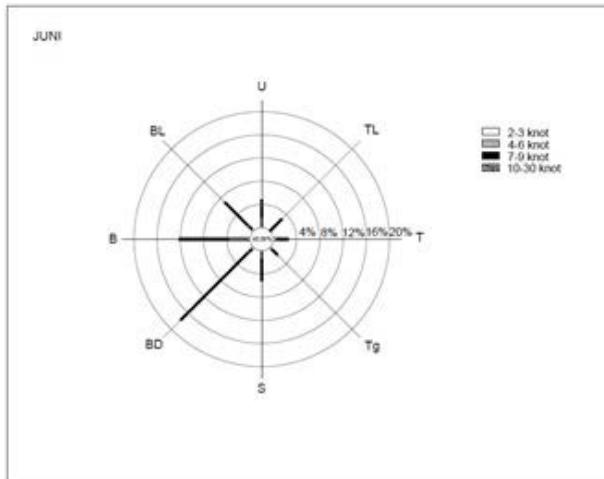
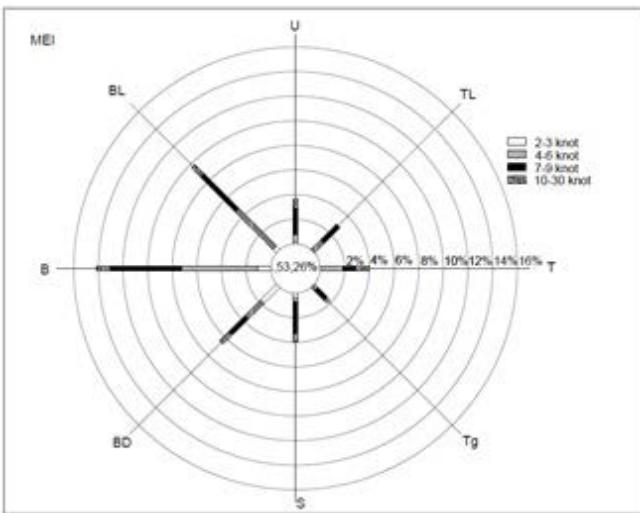
Untuk perencanaan bangunan selanjutnya sebaiknya perubahan garis pantai di hitung untuk mengetahui seberapa panjang abrasi atau erosi yang terjadi.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

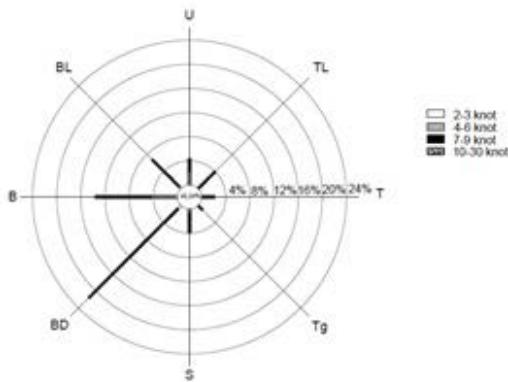
Lampiran 1 Gambar mawar angin



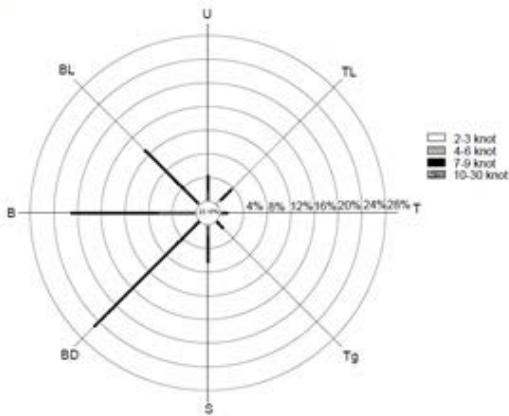




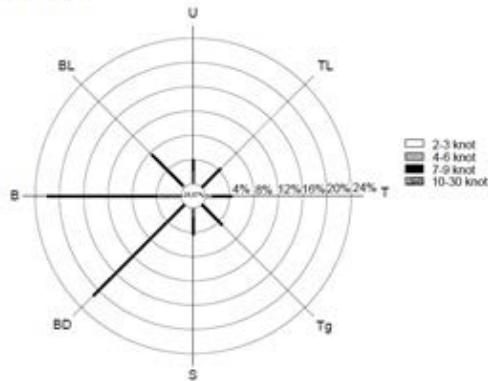
JULI



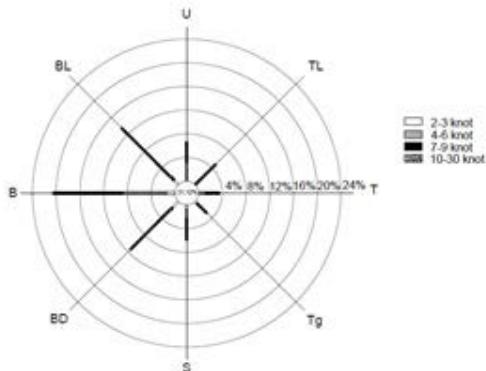
AGUSTUS



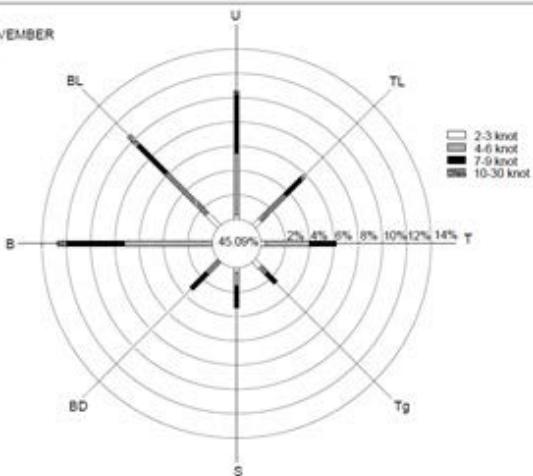
SEPTEMBER



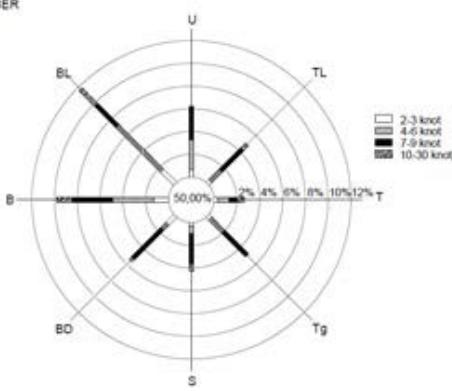
OKTOBER

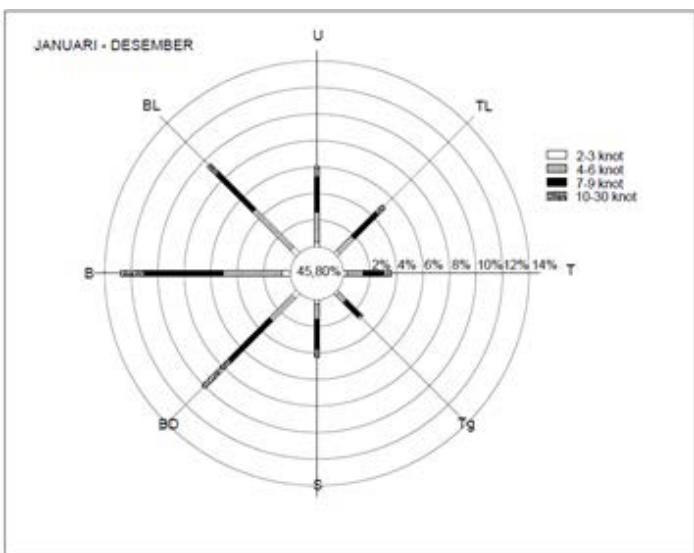


NOVEMBER



DESEMBER





Lampiran 2 Tabel perhitungan fetch

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RI	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km) Utara	Hso (m) Utara	To (detik) Utara
1<	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	191.45	0.49	4.67
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	191.45	1.60	6.93
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	191.45	2.12	7.61
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	191.45	2.51	8.05
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	191.45	2.95	8.50
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	191.45	3.41	8.92
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	191.45	3.72	9.18
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	191.45	4.13	9.50
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	191.45	4.48	9.76
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	191.45	4.84	10.02
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	191.45	5.23	10.28

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km)	Hso:(m)	To (detik)
						TL	TL	TL
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	200.00	0.50	4.74
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	200.00	1.64	7.03
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	200.00	2.17	7.72
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	200.00	2.56	8.16
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	200.00	3.02	8.62
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	200.00	3.49	9.05
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	200.00	3.81	9.32
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	200.00	4.22	9.64
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	200.00	4.58	9.91
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	200.00	4.95	10.17
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	200.00	5.34	10.43

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km) Timur	Hso'(m) Timur	To (detik) Timur
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	196.36	0.50	4.71
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	196.36	1.62	6.99
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	196.36	2.15	7.67
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	196.36	2.54	8.11
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	196.36	2.99	8.57
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	196.36	3.46	8.99
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	196.36	3.77	9.26
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	196.36	4.18	9.58
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	196.36	4.54	9.85
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	196.36	4.90	10.11
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	196.36	5.29	10.37

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km) Tenggara	Hso (m)	To (detik) Tenggara
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	181.38	0.48	4.59
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	181.38	1.56	6.81
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	181.38	2.06	7.47
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	181.38	2.44	7.90
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	181.38	2.88	8.35
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	181.38	3.32	8.76
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	181.38	3.63	9.02
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	181.38	4.02	9.33
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	181.38	4.36	9.59
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	181.38	4.71	9.84
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	181.38	5.09	10.10

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km) Selatan	Hso'(m) Selatan	To (detik) Selatan
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	120.71	0.39	4.01
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	120.71	1.27	5.94
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	120.71	1.68	6.52
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	120.71	1.99	6.90
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	120.71	2.35	7.29
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	120.71	2.71	7.65
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	120.71	2.96	7.87
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	120.71	3.28	8.15
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	120.71	3.56	8.37
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	120.71	3.84	8.59
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	120.71	4.15	8.81

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km)	Hso (m)	To (detik)
						BD	BD	BD
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	79.44	0.32	3,49
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	79.44	1.03	5,17
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	79.44	1.37	5.68
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	79.44	1.61	6.00
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	79.44	1.90	6.34
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	79.44	2.20	6.65
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	79.44	2.40	6.85
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	79.44	2.66	7.09
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	79.44	2.89	7.28
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	79.44	3.12	7.47
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	79.44	3.37	7.67

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km) Barat	Hso'(m) Barat	To (detik) Barat
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	87.16	0.33	3.60
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	87.16	1.08	5.33
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	87.16	1.43	5.85
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	87.16	1.69	6.19
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	87.16	1.99	6.54
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	87.16	2.30	6.86
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	87.16	2.51	7.06
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	87.16	2.78	7.31
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	87.16	3.02	7.51
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	87.16	3.27	7.71
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	87.16	3.53	7.91

Range Kec Angin(Knot)	KecAngin U (m/dt)	RT	RL	U (m/dt)	Ua (m/dt)	Fetch (Km)	Hso (m)	To (detik)
						BL	BL	BL
1≤	1.29	1.00	1.95	2.51	2.20	144.69	0.43	4.26
2-3	3.60	1.00	1.82	6.55	7.16	144.69	1.39	6.31
4-6	5.14	1.00	1.60	8.22	9.48	144.69	1.84	6.93
7-9	6.68	1.00	1.41	9.42	11.21	144.69	2.18	7.33
10-12	8.22	1.00	1.31	10.77	13.21	144.69	2.57	7.74
13-15	9.77	1.00	1.24	12.11	15.26	144.69	2.97	8.12
16-18	11.31	1.00	1.15	13.00	16.66	144.69	3.24	8.36
19-21	12.85	1.00	1.10	14.14	18.46	144.69	3.59	8.65
22-24	14.39	1.00	1.05	15.11	20.04	144.69	3.89	8.89
25-27	15.93	1.00	1.01	16.09	21.65	144.69	4.21	9.13
28-30	17.48	1.00	0.98	17.13	23.37	144.69	4.54	9.36

Lampiran 3 Tabel perhitungan gigelombang bulan januari tahun 2004-2013

KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggaroa	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1<					194			
2-3	2	2	0	0	1	0	1	1
4-6	6	5	8	4	3	0	10	11
7-9	8	7	7	3	4	1	10	10
10-12	0	1	0	0	2	1	3	0
13-15	1	0	0	0	0	0	0	0
16-18	0	0	0	0	0	1	0	1
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	17	15	15	7	10	3	24	23
Total				308				

									Tota 1	100.00
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--------

ArahAngin	Utara					TimurLaut				
	Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	
1≤	62.99	68.51	1000.19	0.00	0.49	0.00	4.87	71.10	0.01	0.50
2-3	0.65	5.52	80.58	0.01	1.60	0.65	4.87	71.10	0.01	1.64
4-6	1.95	4.87	71.10	0.01	2.12	1.62	4.22	61.62	0.02	2.17
7-9	2.60	2.92	42.66	0.02	2.51	2.27	2.60	37.92	0.03	2.56
10-12	0.00	0.32	4.74	0.21	2.95	0.32	0.32	4.74	0.21	3.02
13-15	0.32	0.32	4.74	0.21	3.41	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

28-30

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

-

Arah Angin	Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	Timur	$R \neq 1/f$	Tenggara			Ho (m)
						Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	
	1≤	0.00	4.87	71.10	0.01	0.50	0.00	2.27	33.18
	2-3	0.00	4.87	71.10	0.01	1.62	0.00	2.27	33.18
	4-6	2.60	4.87	71.10	0.01	2.15	1.30	2.27	33.18
	7-9	2.27	2.27	33.18	0.03	2.54	0.97	0.97	14.22
	10-12	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00
	13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
	16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
	19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
	22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-

25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Selatan				Barat Daya					
	Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	
1≤	0.00	3,25	47.40	0.02	0.39	0.00	0.97	14.22	0.07	0.32
2-3	0.32	3.25	47.40	0.02	1.27	0.00	0.97	14.22	0.07	1.03
4-6	0.97	2.92	42.66	0.02	1.68	0.00	0.97	14.22	0.07	1.37
7-9	1.30	1.95	28.44	0.04	1.99	0.32	0.97	14.22	0.07	1.61
10-12	0.65	0.65	9.48	0.11	2.35	0.32	0.65	9.48	0.11	1.90
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.32	4.74	0.21	2.20	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.32	0.32	4.74	0.21	2.40	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-	

22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Barat					Barat Laut					
	Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	
		(%)	(%)		(m)	(%)	(%)	(%)	(m)		
1≤	0.00	7.79	143.77	-	0.01	0.33	0.00	7.47	109.03	0.01	0.43
2-3	0.32	7.79	113.77	-	0.01	1.08	0.32	7.47	109.03	0.01	1.39
4-6	3.25	7.47	109.03	-	0.01	1.43	3.57	7.14	104.29	0.01	1.84
7-9	3.25	4.22	61.62	-	0.02	1.69	3.25	3.57	52.14	0.02	2.18
10-12	0.97	0.97	14.22	-	0.07	1.99	0.00	0.32	4.74	0.21	2.57
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.32	4.74	0.21	2.97	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.32	0.32	4.74	0.21	3.24	

Lampiran 4 Tabel perhitungan gigelombang bulan februari tahun 2004-2013

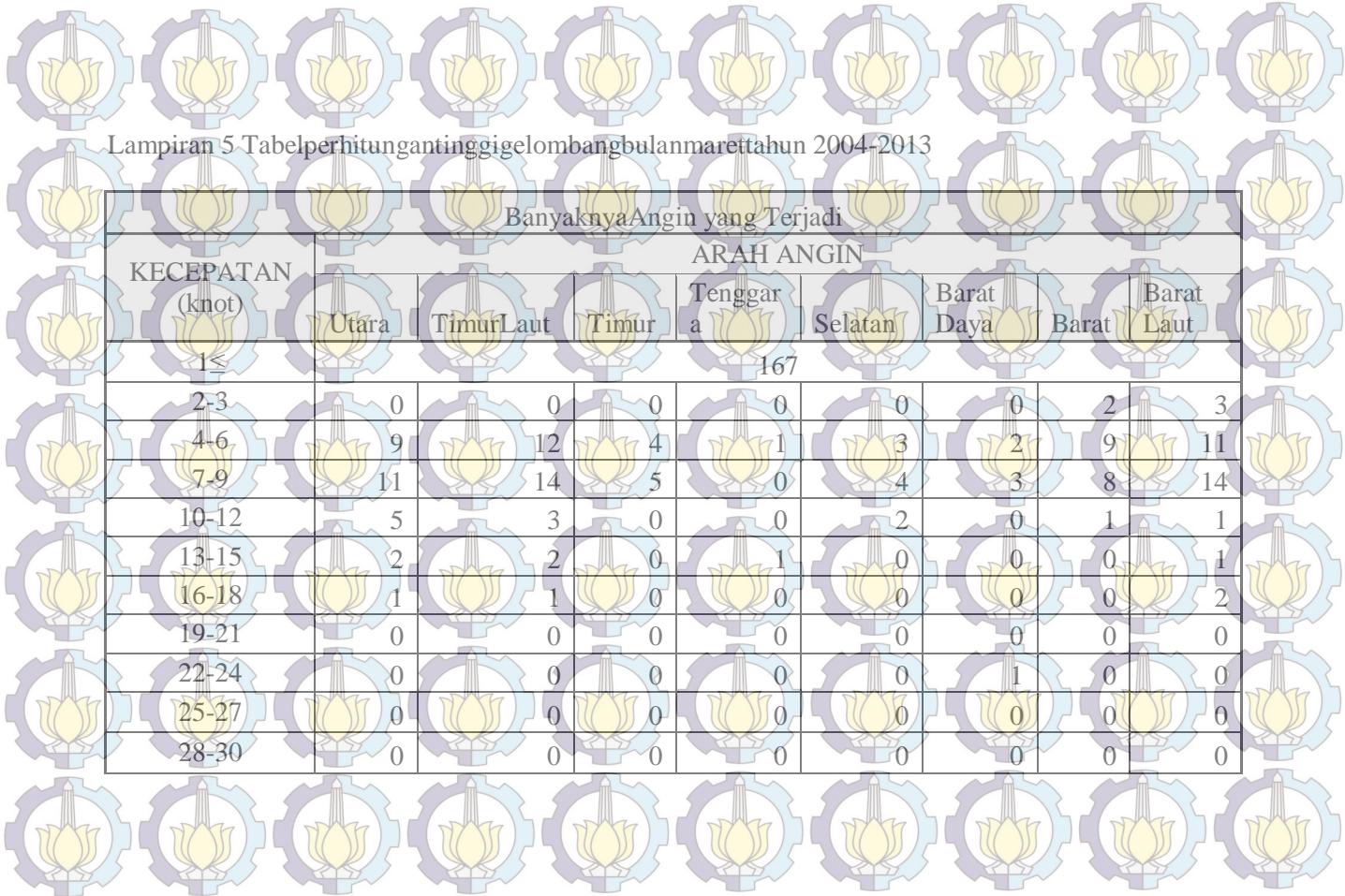
KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1<				168				
2-3	1	4	1	1	1	0	1	0
4-6	6	1	2	1	2	2	3	7
7-9	11	14	3	8	8	5	6	12
10-12	2	1	1	0	1	2	0	1
13-15	0	1	1	0	0	0	0	0
16-18	0	0	1	1	0	0	0	0
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	1	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	20	21	10	11	12	9	10	20
Total				281				

ArahAngin	Frekuensi	Kum. Frek f	Utara	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi	Kum. Frek f	TimuLaut	$R = 1/f$	Ho (m)
Range Kec Angin(Knot)	(%)	(%)				(%)				
1≤	62.99	68.51	1000.19	0.00	0.49	0.00	4.87	71.10	0.01	0.50
2-3	0.65	5.52	80.58	0.01	1.60	0.65	4.87	71.10	0.01	1.64
4-6	1.95	4.87	71.10	0.01	2.12	1.62	4.22	61.62	0.02	2.17
7-9	2.60	2.92	42.66	0.02	2.51	2.27	2.60	37.92	0.03	2.56
10-12	0.00	0.32	4.74	0.21	2.95	0.32	0.32	4.74	0.21	3.02
13-15	0.32	0.32	4.74	0.21	3.41	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

ArahAngin		Selatan		Barat Daya				
Range Kec Awan(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	3.25	47.40	0.02	0.39	0.00	0.97	14.22
2-3	0.32	3.25	47.40	0.02	1.27	0.00	0.97	14.22
4-6	0.97	2.92	42.66	0.02	1.68	0.00	0.97	14.22
7-9	1.30	1.95	28.44	0.04	1.99	0.32	0.97	14.22
10-12	0.65	0.65	9.48	0.11	2.35	0.32	0.65	9.48
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.32	4.74	0.21
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.32	0.32	4.74	0.21
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin	Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	Timur	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	Tenggara	$R = 1/f$	Ho (m)
1≤	0.00	3.56	51,96	0.02	0.50	0.00	3.91	57,15	0.02	0.48	
2-3	0.36	3.56	51.96	0.02	1.62	0.36	3.91	57,15	0.02	1.56	
4-6	0.71	3.20	46.76	0.02	2.15	0.36	3.56	51.96	0.02	2.06	
7-9	1.07	2.49	36.37	0.03	2.54	2.85	3.20	46.76	0.02	2.44	
10-12	0.36	1.42	20.78	0.05	2.99	0.00	0.36	5.20	0.19	2.88	
13-15	0.36	1.07	15.59	0.06	3.46	0.00	0.36	5.20	0.49	3.32	
16-18	0.36	0.71	10.39	0.10	3.77	0.36	0.36	5.20	0.19	3.63	
19-21	0.00	0.36	5.20	0.19	4.18	0.00	0.00	0.00	-	-	
22-24	0.00	0.36	5.20	0.19	4.54	0.00	0.00	0.00	-	-	
25-27	0.36	0.36	5.20	0.19	4.90	0.00	0.00	0.00	-	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	

Arah Angin	Barat	Barat Laut								
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin (Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	3.56	51.96	0.02	0.33	0.00	7.12	103.91	0.01	0.43
2-3	0.36	3.56	51.96	0.02	1.08	0.00	7.12	103.91	0.01	1.39
4-6	1.07	3.20	46.76	0.02	1.43	2.49	7.12	103.91	0.01	1.84
7-9	2.14	2.14	31.17	0.03	1.69	4.27	4.63	67.54	0.01	2.18
10-12	0.00	0.00	0.00	-	-	0.36	0.36	5.20	0.19	2.57
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-



Lampiran 5 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan maret tahun 2004-2013

ArahAngin		Utara				TimurLaut				
Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	H_o (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	H_o (m)	0	
1≤	54.75	63.93	933.44	0.00	0.49	0.00	10.49	153.18	0.01	0.50
2-3	0.00	9.18	134.03	0.01	1.60	0.00	10.49	153.18	0.01	1.64
4-6	2.95	9.18	134.03	0.01	2.12	3.93	10.49	153.18	0.01	2.17
7-9	3.61	6.23	90.95	0.01	2.51	4.59	6.56	95.74	0.01	2.56
10-12	1.64	2.62	38.30	0.03	2.95	0.98	1.97	28.72	0.03	3.02
13-15	0.66	0.98	14.36	0.07	3.41	0.66	0.98	14.36	0.07	3.49
16-18	0.33	0.33	4.79	0.21	3.72	0.33	0.33	4.79	0.21	3.81
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Selatan				Barat Daya			
Ran. Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)
1≤	0.00	2.95	43.08	0.02	0.39	0.00	1.97	28.72
2-3	0.00	2.95	43.08	0.02	1.27	0.00	1.97	28.72
4-6	0.98	2.95	43.08	0.02	1.68	0.66	1.97	28.72
7-9	1.31	1.97	28.72	0.03	1.99	0.98	1.31	19.15
10-12	0.66	0.66	9.57	0.10	2.35	0.00	0.33	4.79
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.33	4.79
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.33	4.79
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.33	4.79
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.33	0.33	4.79
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-

28-30

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

-

Arah Angin		Timur				Tenggara				
Range Kec.	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin (Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	2.95	43.08	0.02	0.50	0.00	0.66	9.57	0.10	0.48
2-3	0.00	2.95	43.08	0.02	1.62	0.00	0.66	9.57	0.10	1.56
4-6	1.31	2.95	43.08	0.02	2.15	0.33	0.66	9.57	0.10	2.06
7-9	1.64	1.64	23.93	0.04	2.54	0.00	0.33	4.79	0.21	2.44
10-12	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.33	4.79	0.21	2.88
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.33	0.33	4.79	0.21	3.32
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
Arah Angin	Barat						Barat Laut	
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)
1≤	0.00	6.56	95.74	0.01	0.33	0.00	10.49	153.18
2-3	0.66	6.56	95.74	0.01	1.08	0.98	10.49	153.18
4-6	2.95	5.90	86.16	0.01	1.43	3.61	9.51	138.82
7-9	2.62	2.95	43.08	0.02	1.69	4.59	5.90	86.16
10-12	0.33	0.33	4.79	0.24	1.99	0.33	1.31	19.15
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.33	0.98	14.36	0.07
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.66	0.66	9.57	0.10
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Lampiran 6 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulanapril tahun 2004-2013

KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	ARAH ANGIN							
Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1<				151				
2-3	2	0	0	0	1	2	3	1
4-6	6	4	5	3	8	6	15	11
7-9	6	6	9	9	3	5	14	11
10-12	3	3	1	1	0	0	1	1
13-15	1	1	0	0	0	0	0	1

16-18	0	0	0	0	0	0	0	0
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	18	14	16	13	12	13	33	25
Total				295				

Persentase Kejadian Angin dalam %

KECEPATAN	ARAH ANGIN								Jumlah
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1<					51.19				
2-3	0.68	0.00	0.00	0.00	0.34	0.68	1.02	0.34	3.05
4-6	2.03	1.36	1.69	1.02	2.71	2.03	5.08	3.73	19.66
7-9	2.03	2.03	3.05	3.05	1.02	1.69	4.75	3.73	21.36
10-12	1.02	1.02	0.34	0.34	0.00	0.00	0.34	0.34	3.39
13-15	0.34	0.34	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	1.36

16-18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19-21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Tota 1	100.00

Arah Angin	Utara					Timur Laut				
	Range Kec. Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	H_o (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	H_o (m)	
1≤	51.19	57.29	836.41	0,00	0.49	0.00	4.75	69.29	0,01	0.50
2-3	0.68	6.10	89.08	0,01	1.60	0.00	4.75	69.29	0,01	1.64
4-6	2.03	5.42	79.19	0,01	2.12	1.36	4.75	69.29	0,01	2.17
7-9	2.03	3.39	49.49	0,02	2.51	2.03	3.39	49.49	0,02	2.56
10-12	1.02	1.36	19.80	0,05	2.95	1.02	1.36	19.80	0,05	3.02

13-15	0.34	0.34	4.95	0.20	3.41	0.34	0.34	4.95	0.20	3.49
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Selatan					Barat Daya					
	Range Kec Awan (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho
1<	0.00	4.07	59.39	0.02	0.39	0.00	4.41	64.34	0.02	0.32	
2-3	0.34	4.07	59.39	0.02	1.27	0.68	4.41	64.34	0.02	1.03	
4-6	2.71	3.73	54.44	0.02	1.68	2.03	3.73	54.44	0.02	1.37	
7-9	1.02	1.02	14.85	0.07	1.99	1.69	1.69	24.75	0.04	1.61	

10-12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin	Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Timur		Tenggara		(m)
			Kum. Frek f	R = 1/f	Ho	Frekuensi (%)	
	1≤	0.00	5.42	79.19	0.01	0.50	0.00
	2-3	0.00	5.42	79.19	0.01	1.62	0.00
	4-6	1.69	5.42	79.19	0.01	2.15	1.02
						4.41	64.34
						0.02	0.48
						4.41	64.34
						0.02	1.56
						4.41	64.34
						0.02	2.06

7-9	3.05	3.73	54.44	0.02	2.54	3.05	3.39	49.49	0.02	2.44
10-12	0.34	0.68	9.90	0.10	2.99	0.34	0.34	4.95	0.20	2.88
13-15	0.34	0.34	4.95	0.20	3.46	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Barat							Barat Laut		
Rang. Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin (Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	11.19	163.32	0.01	0.33	0.00	8.47	123.73	0.01	0.43
2-3	1.02	11.19	163.32	0.01	1.08	0.34	8.47	123.73	0.01	1.39

4-6	5.08	10.17	148.47	0.01	1.43	3.73	8.14	118.78	0.01	1.84
7-9	4.75	5.08	74.24	0.01	1.69	3.73	4.41	64.34	0.02	2.18
10-12	0.34	0.34	4.95	0.20	1.99	0.34	0.68	9.90	0.10	2.57
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.34	0.34	4.95	0.20	2.97	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-

Lampiran 7 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan mei tahun 2004-2013

Banyaknya Angin yang Terjadi

KECEPATAN

ARAH ANGIN

N (knot)	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggaroa	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1≤				147				
2-3	0	0	0	0	1	5	3	1
4-6	2	3	5	1	1	5	17	12
7-9	6	5	3	3	7	5	16	11
10-12	2	0	2	1	2	3	3	1
13-15	0	0	1	0	0	0	0	2
16-18	0	0	0	0	0	0	0	0
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	10	8	11	5	11	18	39	27
Total				276				

KECEPATAN N	Persentase Kejadian Angin dalam %							
	ARAH ANGIN							
Utara	Timur Laut	Timur	Tenggaroa	Selatan	Barat Daya	Barat	Jumlah	

									Laut
1≤						53.26			
2-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	1.81	1.09	0.36	3.62
4-6	0.72		1.09	1.81	0.36	0.36	1.81	6.16	4.35
7-9	2.17		1.81	1.09	1.09	2.54	1.81	5.80	3.99
10-12	0.72		0.00	0.72	0.36	0.72	1.09	1.09	0.36
13-15	0.00		(0.00)	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
16-18	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19-21	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Tota l	100.00

ArahAngin

Utara

TimurLaut

Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi	Kum. Frek	$R = 1/f$	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	$R = 1/f$	Ho
	(%)	(%)	(m)	(%)		(%)	(%)	(m)
1≤	53.26	56.88	830.51	0.00	0.49	0.00	2.90	42.32
2-3	0.00	3.62	52.90	0.02	1.60	0.00	2.90	42.32
4-6	0.72	3.62	52.90	0.02	2.12	1.09	2.90	42.32
7-9	2.17	2.90	42.32	0.02	2.51	1.81	1.81	26.45
10-12	0.72	0.72	10.58	0.09	2.95	0.00	0.00	0.00
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin		Selatan					Barat Daya				
Range Kec Awan (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho (m)	
1≤	0.00	3.99	58.19	0.02	0.39	0.00	6.52	95.22	0.01	0.32	
2-3	0.36	3.99	58.19	0.02	1.27	1.81	6.52	95.22	0.01	1.03	
4-6	0.36	3.62	52.90	0.02	1.68	1.81	4.71	68.77	0.01	1.37	
7-9	2.54	3.26	47.61	0.02	1.99	1.81	2.90	42.32	0.02	1.61	
10-12	0.72	0.72	10.58	0.09	2.35	1.09	1.09	15.87	0.06	1.90	
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	

Arah Angin		Timur				Tenggara			
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	
1≤	0.00	3.99	58.19	0.02	0.50	0.00	1.81	26.45	
2-3	0.00	3.99	58.19	0.02	1.62	0.00	1.81	26.45	
4-6	1.81	3.99	58.19	0.02	2.15	0.36	1.81	26.45	
7-9	1.09	2.17	31.74	0.03	2.54	1.09	1.45	21.16	
10-12	0.72	1.09	15.87	0.06	2.99	0.36	0.36	5.29	
13-15	0.36	0.36	5.29	0.19	3.46	0.00	0.00	-	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	

Arah Angin	Barat							Barat Laut		
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	14.13	206.30	0.00	0.33	0.00	9.78	142.83	0.01	0.43
2-3	1.09	14.13	206.30	0.00	1.08	0.36	9.78	142.83	0.01	1.39
4-6	6.16	13.04	190.43	0.01	1.43	4.35	9.42	137.54	0.01	1.84
7-9	5.80	6.88	100.51	0.01	1.69	3.99	5.07	74.06	0.01	2.18
10-12	1.09	1.09	15.87	0.06	1.99	0.36	1.09	15.87	0.06	2.57
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.72	0.72	10.58	0.09	2.97
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Lampiran 8 Tabel perhitungan gigelombang bulan juta tahun 2004-2013

KECEPATAN (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggar	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1<					123			
2-3	1	0	1	1	1	1	1	1
4-6	4	2	1	0	3	10	9	9
7-9	4	6	5	4	7	21	18	7
10-12	3	0	0	0	1	9	5	0
13-15	1	0	0	0	0	5	0	1
16-18	0	0	0	0	2	2	0	1
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	13	8	7	5	14	48	33	19
Total				270				

KECEPATAN N	ARAH ANGIN								Jumlah
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggar	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1≤									45.56
2-3	0.37	0.00	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	2.59
4-6	1.48	0.74	0.37	0.00	1.11	3.70	3.33	3.33	14.07
7-9	1.48	2.22	1.85	1.48	2.59	7.78	6.67	2.59	26.67
10-12	1.11	0.00	0.00	0.00	0.37	3.33	1.85	0.00	6.67
13-15	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00	0.37	2.59
16-18	0.00	0.00	0.90	0.00	0.74	0.74	0.00	0.37	1.85
19-21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Total	100.00

Arah Angin		Utara				Timur Laut				
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	45,56	50,37	735,41	0,00	0,49	0,00	2,96	43,26	0,02	0,50
2-3	0,37	4,81	70,30	0,01	1,60	0,00	2,96	43,26	0,02	1,64
4-6	1,48	4,44	64,89	0,02	2,12	0,74	2,96	43,26	0,02	2,17
7-9	1,48	2,96	43,26	0,02	2,51	2,22	2,22	32,44	0,03	2,56
10-12	1,11	1,48	21,63	0,05	2,95	0,00	0,00	0,00	-	-
13-15	0,37	0,37	5,41	0,18	3,41	0,00	0,00	0,00	-	-
16-18	0,00	0,00	0,00	-	3,72	0,00	0,00	0,00	-	-
19-21	0,00	0,00	0,00	-	4,13	0,00	0,00	0,00	-	-
22-24	0,00	0,00	0,00	-	4,48	0,00	0,00	0,00	-	-
25-27	0,00	0,00	0,00	-	4,84	0,00	0,00	0,00	-	-
28-30	0,00	0,00	0,00	-	5,23	0,00	0,00	0,00	-	-

Arah Angin		Selatan					Barat Daya				
Range Kec Awan (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho (m)	
1≤	0.00	5.19	75.70	0.01	0.39	0.00	17.78	259.56	0.00	0.32	
2-3	0.37	5.19	75.70	0.01	1.27	0.37	17.78	259.56	0.00	1.03	
4-6	1.11	4.81	70.30	0.01	1.68	3.70	17.41	254.15	0.00	1.37	
7-9	2.59	3.70	54.07	0.02	1.99	7.78	13.70	200.07	0.00	1.61	
10-12	0.37	1.11	16.22	0.06	2.35	3.33	5.93	86.52	0.01	1.90	
13-15	0.00	0.74	10.81	0.09	2.71	1.85	2.59	37.85	0.03	2.20	
16-18	0.74	0.74	10.81	0.09	2.96	0.74	0.74	10.81	0.09	2.40	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	

Arah Angin		Timur				Tenggara			
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	
1≤	0.00	2.59	37.85	0.03	0.50	0.00	1.85	27.04	
2-3	0.37	2.59	37.85	0.03	1.62	0.37	1.85	27.04	
4-6	0.37	2.22	32.44	0.03	2.15	0.00	1.48	21.63	
7-9	1.85	1.85	27.04	0.04	2.54	1.48	1.48	21.63	
10-12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	

Arah Angin	Barat							Barat Laut	
Range Kec Agin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	
1≤	0.00	12.22	178.44	0.01	0.33	0.00	7.04	102.74	0.01
2-3	0.37	12.22	178.44	0.01	1.08	0.37	7.04	102.74	0.01
4-6	3.33	11.85	173.04	0.01	1.43	3.33	6.67	97.33	0.01
7-9	6.67	8.52	124.37	0.01	1.69	2.59	3.33	48.67	0.02
10-12	1.85	1.85	27.04	0.04	1.99	0.00	0.74	10.81	0.09
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.37	0.74	10.81	0.09
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.37	0.37	5.41	0.18
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-

Lampiran 9 Tabel perhitungan gigelombang bulan juli tahun 2004-2013

KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	ARAH ANGIN		Timur Laut	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
Utara								
1<					117			
2-3	0	0	0	0	0	2	1	1
4-6	6	5	0	0	2	13	11	7
7-9	4	5	4	2	8	28	19	10
10-12	1	1	1	1	0	11	4	0
13-15	0	0	0	0	1	4	3	1
16-18	0	0	0	0	0	2	0	0
19-21	0	0	1	0	0	0	0	0
22-24	1	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	12	11	6	3	11	60	38	19
Total				277				

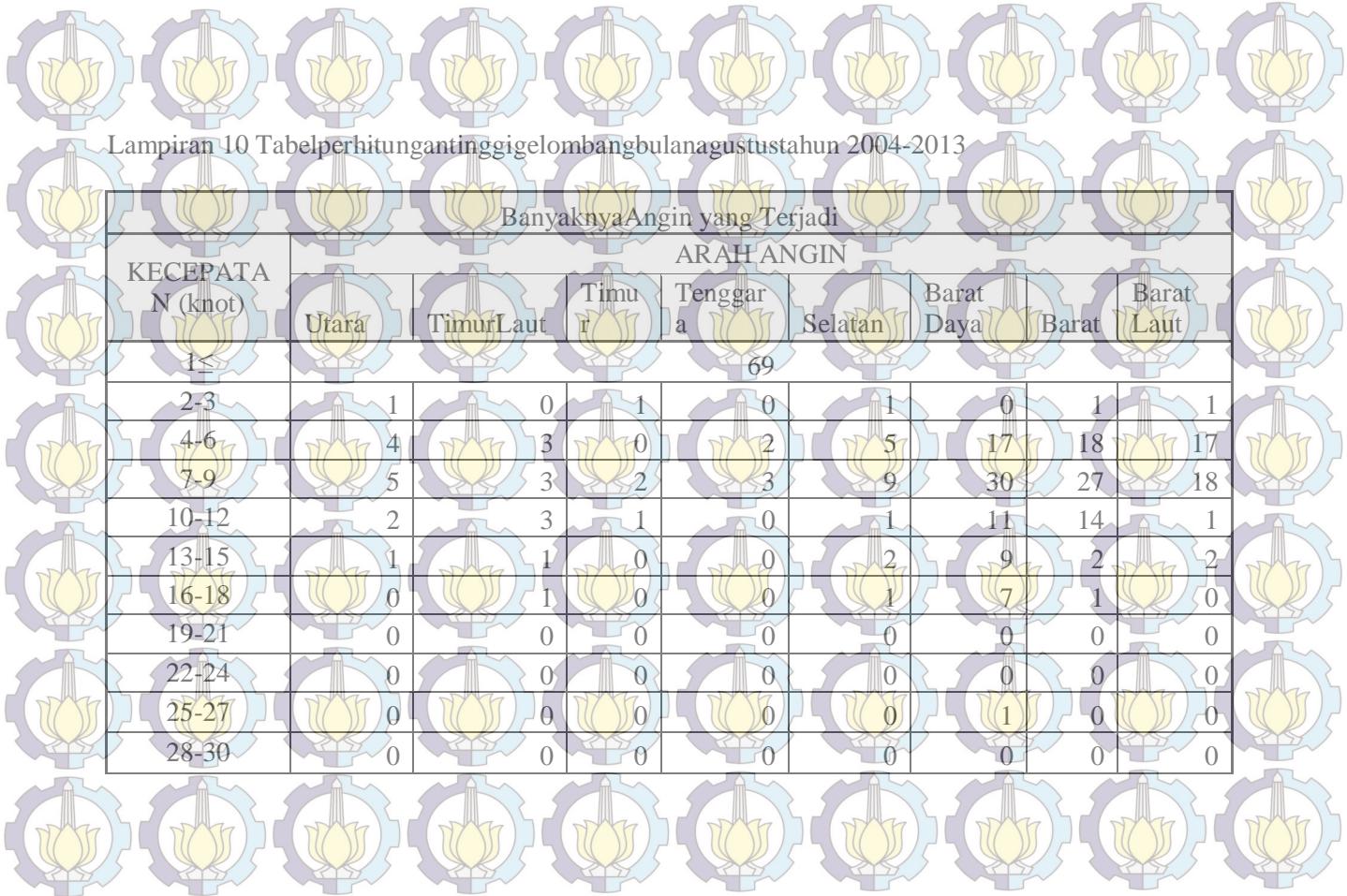
KECEPATAN	ARAH ANGIN								Jumlah
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggar	Selatan	Barat Daya	Barat	Bart Laut	
1<						42.24			
2-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.36	0.36	1.44
4-6	2.17	1.81	0.00	0.00	0.72	4.69	3.97	2.53	15.88
7-9	1.44	1.81	1.44	0.72	2.89	10.11	6.86	3.61	28.88
10-12	0.36	0.36	0.36	0.36	0.00	3.97	1.44	0.00	6.86
13-15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	1.44	1.08	0.36	3.25
16-18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.72
19-21	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
22-24	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
25-27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Total	100.00

ArahAngin	Utara	TimurLaut						
Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	42.24	46.57	679.93	0.00	0.49	0.00	3.97	57.98
2-3	0.00	4.33	63.25	0.02	1,60	0.00	3.97	57.98
4-6	2.17	4.33	63.25	0.02	2,12	1.81	3.97	57.98
7-9	1.44	2.17	31.62	0.03	2.51	1.81	2.17	31.62
10-12	0.36	0.72	10.54	0.09	2.95	0.36	0.36	5.27
13-15	0.00	0.36	5.27	0.49	3.41	0.00	0.00	0.00
16-18	0.00	0.36	5.27	0.19	3.72	0.00	0.00	0.00
19-21	0.00	0.36	5.27	0.19	4.13	0.00	0.00	0.00
22-24	0.36	0.36	5.27	0.19	4.48	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00

Arah Angin	Selatan			Barat Daya				
Range Kec Angin (Knot)	Frékuensi (%)	Kum. Frék (%)	R = 1/f	Ho (m)	Frékuensi (%)	Kum. Frék (%)	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	3.97	57.98	0.02	0.39	0.00	21.66	316.25
2-3	0.00	3.97	57.98	0.02	1.27	0.72	21.66	316.25
4-6	0.72	3.97	57.98	0.02	1.68	4.69	20.94	305.70
7-9	2.89	3.25	47.44	0.02	1.99	10.11	16.25	237.18
10-12	0.00	0.36	5.27	0.19	2.35	3.97	6.14	89.60
13-15	0.36	0.36	5.27	0.19	2.71	1.44	2.17	31.62
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.72	0.72	10.54
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-

Arah Angin	Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	Timur	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	Tenggara	$R = 1/f$	Ho (m)
	1≤	0.00	2.17	31.62	0.03	0.50	0.00	1.08	15.81	0.06	0.48
	2-3	0.00	2.17	31.62	0.03	1.62	0.00	1.08	15.81	0.06	1.56
	4-6	0.00	2.17	31.62	0.03	2.15	0.00	1.08	15.81	0.06	2.06
	7-9	1.44	2.17	31.62	0.03	2.54	0.72	1.08	15.81	0.06	2.44
	10-12	0.36	0.72	10.54	0.09	2.99	0.36	0.36	5.27	0.19	2.88
	13-15	0.00	0.36	5.27	0.49	3.46	0.00	0.00	0.00	-	-
	16-18	0.00	0.36	5.27	0.19	3.77	0.00	0.00	0.00	-	-
	19-21	0.36	0.36	5.27	0.19	4.18	0.00	0.00	0.00	-	-
	22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
	25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
	28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Barat							Barat Laut		
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin (Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	13.72	200.29	0.00	0.33	0.00	6.86	100.14	0.01	0.43
2-3	0.36	13.72	200.29	0.00	1.08	0.36	6.86	100.14	0.01	1.39
4-6	3.97	13.36	195.02	0.01	1.43	2.53	6.50	94.87	0.01	1.84
7-9	6.86	9.39	137.04	0.01	1.69	3.61	3.97	57.98	0.02	2.18
10-12	1.44	2.53	36.90	0.03	1.99	0.00	0.36	5.27	0.19	2.57
13-15	1.08	1.08	15.81	0.06	2.30	0.36	0.36	5.27	0.49	2.97
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-



Lampiran 10 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan agustus tahun 2004-2013

									Tota	
									1	100.00

ArahAngin										
Utara	TimurLaut									
Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	R = 1/f	Ho (m)		
1≤	23.15	27.52	401.74	0.00	0.07	0.00	3.69	53.89	0.02	0.07
2-3	0.34	4.36	63.69	0.02	0.45	0.00	3.69	53.89	0.02	0.46
4-6	1.34	4.03	58.79	0.02	0.90	1.01	3.69	53.89	0.02	0.92
7-9	1.68	2.68	39.19	0.03	1.38	1.01	2.68	39.19	0.03	1.41
10-12	0.67	1.01	14.70	0.07	1.86	1.01	1.68	24.50	0.04	1.90
13-15	0.34	0.34	4.90	0.20	2.34	0.34	0.67	9.80	0.40	2.40
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.34	0.34	4.90	0.20	2.77
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Selatan						Barat Daya					
	Range Kec.	Frekuensi	Kum. Frek	f	$R = 1/f$	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	$R = 1/f$	Ho	
Angin (Knot)												
		(%)	(%)			(m)	(%)	(%)				
1≤	0.00	6.38	93.09	0.01	0.05	0.00	25.17	367.45	0.00	0.04		
2-3	0.34	6.38	93.09	0.01	0.36	0.00	25.17	367.45	0.00	0.29		
4-6	1.68	6.04	88.19	0.01	0.72	5.70	25.17	367.45	0.00	0.58		
7-9	3.02	4.36	63.69	0.02	1.09	10.07	19.46	284.16	0.00	0.89		
10-12	0.34	1.34	19.60	0.05	1.48	3.69	9.40	137.18	0.01	1.20		
13-15	0.67	1.01	14.70	0.07	1.86	3.02	5.70	83.29	0.01	1.51		
16-18	0.34	0.34	4.90	0.20	2.15	2.35	2.68	39.19	0.03	1.75		
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.34	4.90	0.20	2.02		
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.34	4.90	0.20	2.27		

25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.34	0.34	4.90	0.20	2.51
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Timur					Tenggara				
	Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	$R = 1/f$	Ho (m ²)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	$R = 1/f$	Ho (m ²)	
1≤	0.00	1.34	19.60	0.05	0.07	0.00	1.68	24.50	0.04	0.07
2-3	0.34	1.34	19.60	0.05	0.46	0.00	1.68	24.50	0.04	0.44
4-6	0.00	1.01	14.70	0.07	0.92	0.67	1.68	24.50	0.04	0.88
7-9	0.67	1.01	14.70	0.07	1.40	1.01	1.01	14.70	0.07	1.34
10-12	0.34	0.34	4.90	0.20	1.89	0.00	0.00	0.00	-	-
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin	Barat	Barat Laut						
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f	Ho
Angin(Knot)	(%)	(%)		(m)	(%)	(%)		(m)

Lampiran 11 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan September tahun 2004-2013

KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1≤				78				
2-3	1	0	1	0	1	0	0	1
4-6	5	3	0	5	3	12	11	9
7-9	4	6	5	7	5	30	37	9

10-12	0	3	2	1	2	8	5	0
13-15	0	0	0	0	0	8	7	2
16-18	0	0	0	0	1	0	0	0
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	1	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	11	12	8	13	12	58	60	21
Total				273				

Persentase Kejadian Angin dalam %

ARAH ANGIN

KECEPATAN N	ARAH ANGIN								Jumlah
	Utara	Timur Lau	Timur	Tenggar	Selata	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1≤				28.57					
2-3	0.37	0.00	0.37	0.00	0.37	0.00	0.00	0.37	1.47
4-6	1.83	1.10	0.00	1.83	1.10	4.40	4.03	3.30	17.58
7-9	1.47	2.20	1.83	2.56	1.83	10.99	13.55	3.30	37.73

Arah Angin	Utara				Timur Laut					
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin(Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	28,57	32,60	475,97	0,00	0,49	0,00	4,40	64,18	0,02	0,50
2-3	0,37	4,03	58,83	0,02	1,60	0,00	4,40	64,18	0,02	1,64
4-6	1,83	3,66	53,48	0,02	2,12	1,10	4,40	64,18	0,02	2,17

7-9	1.47	1.83	26.74	0.04	2.51	2.20	3.30	48.13	0.02	2.56
10-12	0.00	0.37	5.35	0.19	2.95	1.10	1.10	16.04	0.06	3.02
13-15	0.00	0.37	5.35	0.19	3.41	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.00	0.37	5.35	0.19	3.72	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.37	5.35	0.19	4.13	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.37	5.35	0.19	4.48	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.37	0.37	5.35	0.19	4.84	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

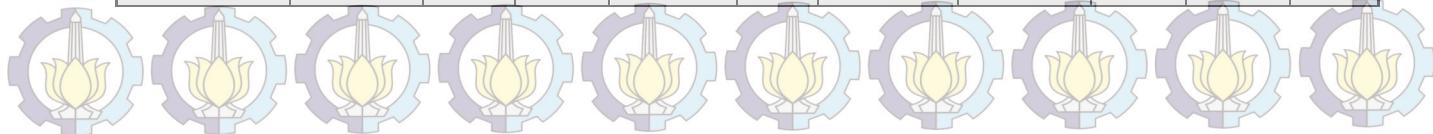
Arah Angin	Selatan					Barat Daya					
	Rangke Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R ± 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R ± 1/f	Ho
Angin (Knot)	(%)	(%)				(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	4.40	64.18	0.02	0.39	0.00	21.25	310.18	0.00	0.32	
2-3	0.37	4.40	64.18	0.02	1.27	0.00	21.25	310.18	0.00	1.03	

4-6	1.10	4.03	58.83	0.02	1.68	4.40	21.25	310.18	0.00	1.37
7-9	1.83	2.93	42.78	0.02	1.99	10.99	16.85	246.01	0.00	1.61
10-12	0.73	1.10	16.04	0.06	2.35	2.93	5.86	85.57	0.01	1.90
13-15	0.00	0.37	5.35	0.19	2.71	2.93	2.93	42.78	0.02	2.20
16-18	0.37	0.37	5.35	0.19	2.96	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin		Timur				Tenggara				
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	2.93	42.78	0.02	0.50	0.00	4.76	69.52	0.01	0.48

	2-3	0.37	2.93	42.78	0.02	1.62	0.00	4.76	69.52	0.01	1.56
	4-6	0.00	2.56	37.44	0.03	2.15	1.83	4.76	69.52	0.01	2.06
	7-9	1.83	2.56	37.44	0.03	2.54	2.56	2.93	42.78	0.02	2.44
	10-12	0.73	0.73	10.70	0.09	2.99	0.37	0.37	5.35	0.19	2.88
	13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

A horizontal row of ten identical icons. Each icon consists of a light blue circle with a thin black outline, resembling a gear or a stylized flower petal arrangement. Inside this circle is a yellow lotus flower with five petals. At the very top center of the circle is a small, thin-lined icon of a pencil.



1≤	0.00	21.98	320.88	0.00	0.33	0.00	7.69	112.31	0.01	0.43
2-3	0.00	21.98	320.88	0.00	1.08	0.37	7.69	112.31	0.01	1.39
4-6	4.03	21.98	320.88	0.00	1.43	3.30	7.33	106.96	0.01	1.84
7-9	13.55	17.95	262.05	0.00	1.69	3.30	4.03	58.83	0.02	2.18
10-12	1.83	4.40	64.18	0.02	1.99	0.00	0.73	10.70	0.09	2.57
13-15	2.56	2.56	37.44	0.03	2.30	0.73	0.73	10.70	0.09	2.97
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Lampiran 12 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan oktober tahun 2004-2013

Banyaknya Angin yang Terjadi

	N	Utara	Timur Lau t	Timur	Tenggar a	Selata n	Barat Daya	Barat	Bara t Laut	
1<						31.12				
2-3	0.35	0.00	0.00		0.35	0.70	1.40	1.40	1.05	5.24
4-6	2.80	1.40	1.05		1.05	1.40	3.50	7.34	5.59	24.13
7-9	3.50	3.15	1.05		1.05	2.80	2.80	9.09	5.59	29.02
10-12	0.00	0.35	0.35		0.35	0.70	2.10	1.40	1.40	6.64
13-15	0.00	0.00	0.70		0.00	0.35	1.05	0.35	0.00	2.45
16-18	0.00	0.00	0.35		0.00	0.00	0.70	0.35	0.00	1.40
19-21	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Total		100.00

Arah Angin		Utara				Timur Laut				
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	31,12	37,76	551,33	0,00	0,49	0,00	4,90	71,47	0,01	0,50
2-3	0,35	6,64	96,99	0,01	1,60	0,00	4,90	71,47	0,01	1,64
4-6	2,80	6,29	91,89	0,01	2,12	1,40	4,90	71,47	0,01	2,17
7-9	3,50	3,50	51,05	0,02	2,51	3,15	3,50	51,05	0,02	2,56
10-12	0,00	0,00	0,00	-	-	0,35	0,35	5,10	0,20	3,02
13-15	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-
16-18	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-
19-21	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-
22-24	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-
25-27	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-
28-30	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-

Arah Angin		Selatan					Barat Daya				
Range Kec Awan (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho	
		(%)		(m)	(%)	(%)	(%)		(m)		
1≤	0.00	5.94	86.78	0.01	0.39	0.00	11.54	168.46	0.01	0.32	
2-3	0.70	5.94	86.78	0.01	1.27	1.40	11.54	168.46	0.01	1.03	
4-6	1.40	5.24	76.57	0.01	1.68	3.50	10.14	148.04	0.01	1.37	
7-9	2.80	3.85	56.15	0.02	1.99	2.80	6.64	96.99	0.01	1.61	
10-12	0.70	1.05	15.31	0.07	2.35	2.10	3.85	56.15	0.02	1.90	
13-15	0.35	0.35	5.10	0.20	2.71	1.05	1.75	25.52	0.04	2.20	
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.70	0.70	10.21	0.10	2.40	
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	

Arah Angin	Timur				Tenggara					
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	3.50	51.05	0.02	0.50	0.00	2.80	40.84	0.02	0.48
2-3	0.00	3.50	51.05	0.02	1.62	0.35	2.80	40.84	0.02	1.56
4-6	1.05	3.50	51.05	0.02	2.15	1.05	2.45	35.73	0.03	2.06
7-9	1.05	2.45	35.73	0.03	2.54	1.05	1.40	20.42	0.05	2.44
10-12	0.35	1.40	20.42	0.05	2.99	0.35	0.35	5.10	0.20	2.88
13-15	0.70	1.05	15.31	0.07	3.46	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.35	0.35	5.10	0.20	3.77	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	4.18	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	4.54	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	4.90	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	5.29	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Barat							Barat Laut		
Range Kec Agin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f		R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	19.93	290.98	0.00	0.33	0.00	13.64	199.09	0.01	0.43
2-3	1.40	19.93	290.98	0.00	1.08	1.05	13.64	199.09	0.01	1.39
4-6	7.34	18.53	270.56	0.00	1.43	5.59	12.59	183.78	0.01	1.84
7-9	9.09	11.19	163.36	0.01	1.69	5.59	6.99	102.10	0.01	2.18
10-12	1.40	2.10	30.63	0.03	1.99	1.40	1.40	20.42	0.05	2.57
13-15	0.35	0.70	10.21	0.10	2.30	0.00	0.00	0.00	-	-
16-18	0.35	0.35	5.10	0.20	2.51	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Lampiran 13 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan November tahun 2004-2013

KECEPATAN N (knot)	Banyaknya Angin yang Terjadi							
	ARAH ANGIN		Timur Laut	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
Utara								
1<					124			
2-3	1	2	1	2	1	0	0	4
4-6	14	8	10	2	3	4	20	13
7-9	13	5	6	3	5	5	13	9
10-12	0	1	0	0	0	0	2	2
13-15	1	0	0	0	0	0	0	1
16-18	0	0	0	0	0	0	0	0
19-21	0	0	0	0	0	0	0	0
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0
25-27	0	0	0	0	0	0	0	0
28-30	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	29	16	17	7	9	9	35	29
Total				275				

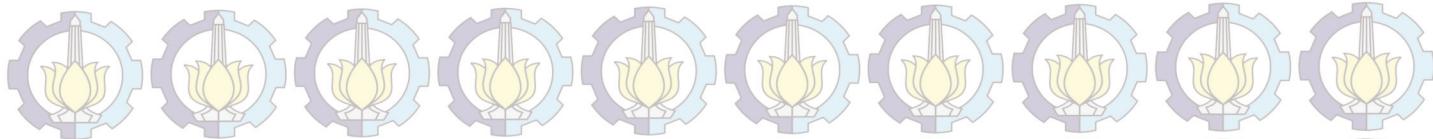
KECEPATAN	ARAH ANGIN								Jumlah
	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggar	Selatan	Barat Daya	Barat	Bart Laut	
1<					45.09				
2-3	0.36	0.73	0.36	0.73	0.36	0.00	0.00	1.45	4.00
4-6	5.09	2.91	3.64	0.73	1.09	1.45	7.27	4.73	26.91
7-9	4.73	1.82	2.18	1.09	1.82	1.82	4.73	3.27	21.45
10-12	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.73	1.82
13-15	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.73
16-18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19-21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							Total		100.00

ArahAngin	Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	Utara	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	TimurLaut	$R = 1/f$	Ho (m)
	1≤	45.09	55.64	812.29	0.00	0.49	0.00	5.82	84.95	0.01	0.50
	2-3	0.36	10.55	153.96	0.01	1,60	0.73	5.82	84.95	0.01	1.64
	4-6	5.09	10.18	148.65	0.01	2,12	2.91	5.09	74.33	0.01	2.17
	7-9	4.73	5.09	74.33	0.01	2.51	1.82	2.18	31.85	0.03	2.56
	10-12	0.00	0.36	5.31	0.19	2.95	0.36	0.36	5.31	0.19	3.02
	13-15	0.36	0.36	5.31	0.49	3.41	0.00	0.00	0.00	-	-
	16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
	28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-

Arah Angin	Selatan				Barat Daya			
Range Kec Angin (Knot)	Frékuensi (%)	Kum. Frék (%)	$R = 1/f$	Ho (m)	Frékuensi (%)	Kum. Frék (%)	$R = 1/f$	Ho (m)
1≤	0.00	3.27	47.78	0.02	0.39	0.00	3.27	47.78
2-3	0.36	3.27	47.78	0.02	1.27	0.00	3.27	47.78
4-6	1.09	2.91	42.47	0.02	1.68	1.45	3.27	47.78
7-9	1.82	1.82	26.55	0.04	1.99	1.82	1.82	26.55
10-12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin		Timur		Tenggara				
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	0.00	6.18	90.25	0.01	0.50	0.00	2.55	37.16
2-3	0.36	6.18	90.25	0.01	1.62	0.73	2.55	37.16
4-6	3.64	5.82	84.95	0.01	2.15	0.73	1.82	26.55
7-9	2.18	2.18	31.85	0.03	2.54	1.09	1.09	15.93
10-12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00

Arah Angin	Barat							Barat Laut		
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	f	R = 1/f	Ho
Angin(Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)			(m)
1≤	0.00	12.73	185.82	0.01	0.33	0.00	10.55	153.96	0.01	0.43
2-3	0.00	12.73	185.82	0.01	1.08	1.45	10.55	153.96	0.01	1.39
4-6	7.27	12.73	185.82	0.01	1.43	4.73	9.09	132.73	0.01	1.84
7-9	4.73	5.45	79.64	0.01	1.69	3.27	4.36	63.71	0.02	2.18
10-12	0.73	0.73	10.62	0.09	1.99	0.73	1.09	15.93	0.06	2.57
13-15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.36	0.36	5.31	0.49	2.97
16-18	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-



Lampiran 14 Tabel perhitungan tinggi gelombang bulan desember tahun 2004-2013

									Tota	
									1	100.00

ArahAngin	Utara				TimurLaut				
Range Kec Angin(Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	R = 1/f	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek (%)	f	R = 1/f	Ho (m)
1≤	50.00	56.21	820.65	0.00	0.49	0.00	4.90	71.57	0.01
2-3	0.65	6.21	90.65	0.01	1.60	0.33	4.90	71.57	0.01
4-6	2.61	5.56	81.11	0.01	2.12	1.31	4.58	66.80	0.01
7-9	2.94	2.94	42.94	0.02	2.51	2.61	3.27	47.71	0.02
10-12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.65	9.54	0.10	3.02
13-15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.65	9.54	0.40	3.49
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.33	0.65	9.54	0.10	3.81
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.33	0.33	4.77	0.21	4.22
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-

28-30

0.00

0.00

0.00

-

0.00

0.00

0.00

-

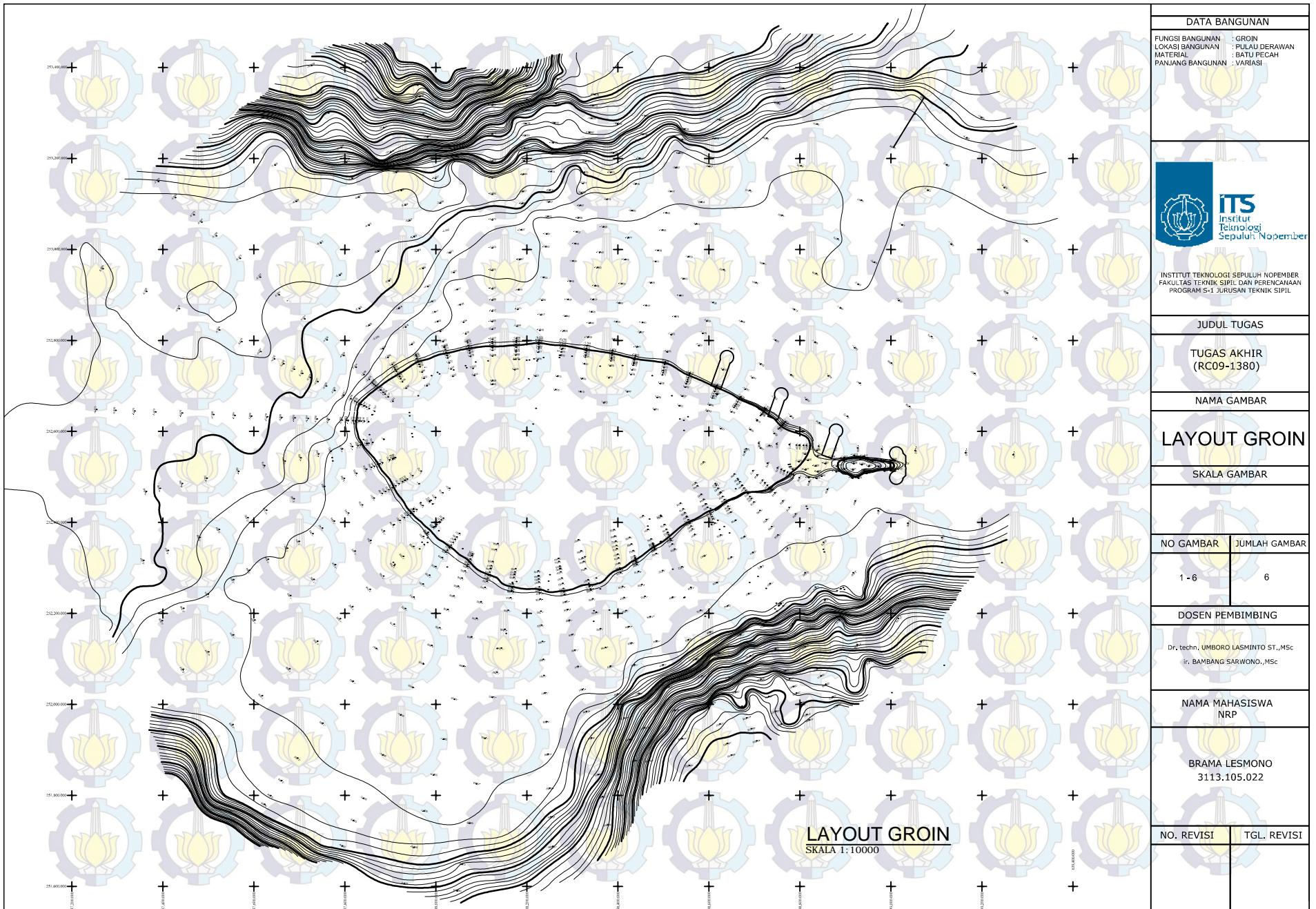
Arah Angin	Selatan				Barat Daya			
	Range Kec.	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f
Angin (Knot)	(%)	(%)			(m)	(%)	(%)	
1≤	0.00	4.25	62.03	0.02	0.39	0.00	5.56	81.11
2-3	0.33	4.25	62.03	0.02	1.27	0.98	5.56	81.11
4-6	0.65	3.92	57.25	0.02	1.68	0.65	4.58	66.80
7-9	2.61	3.27	47.71	0.02	1.99	3.59	3.92	57.25
10-12	0.00	0.65	9.54	0.10	2.35	0.33	0.33	4.77
13-15	0.00	0.65	9.54	0.10	2.71	0.00	0.00	0.00
16-18	0.65	0.65	9.54	0.10	2.96	0.00	0.00	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

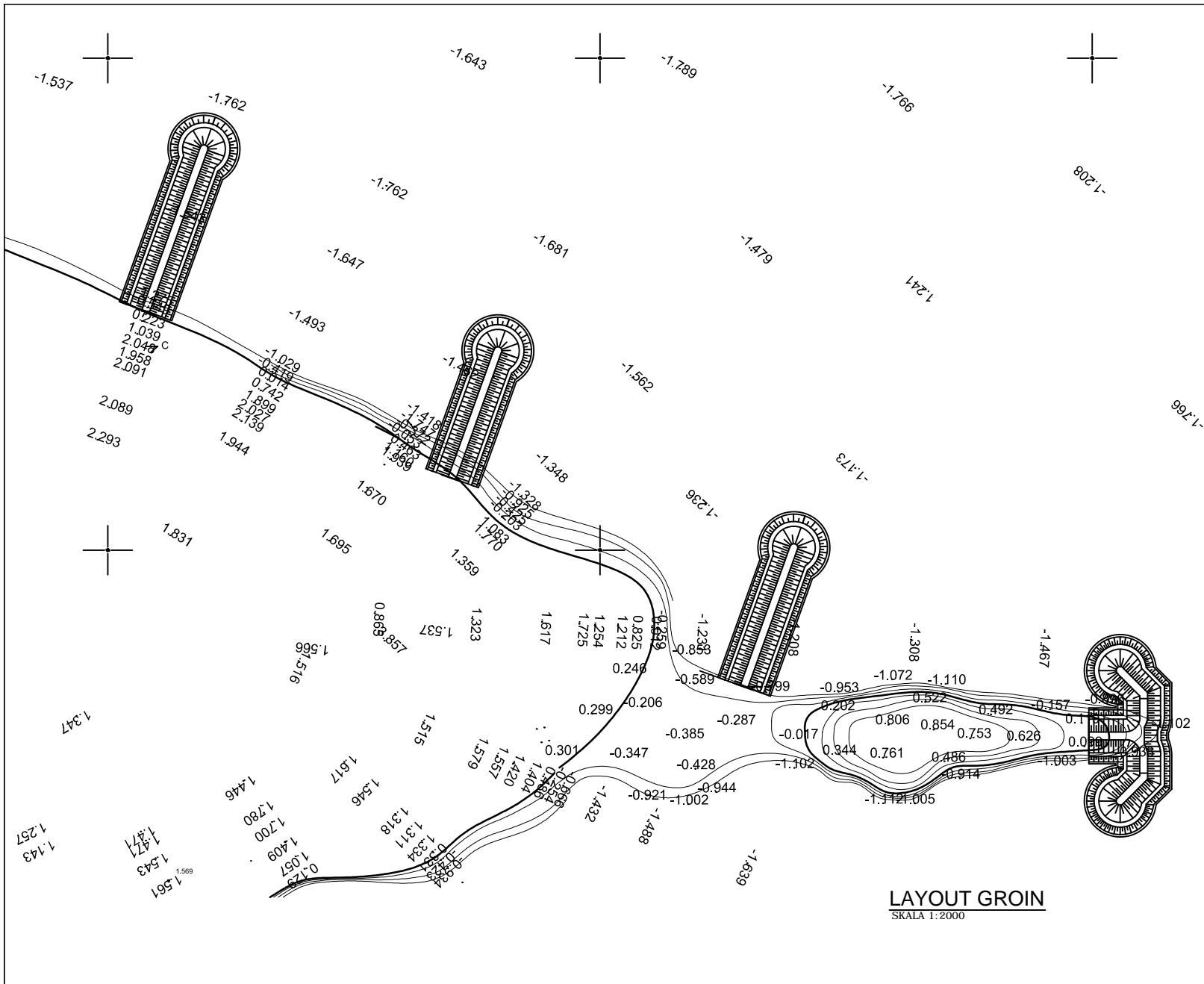
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

Arah Angin	Timur				Tenggara			
Range Kec Angin (Knot)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	$R = 1/f$	Ho (m)	Frekuensi (%)	Kum. Frek f	$R = 1/f$	Ho (m)
1≤	0.00	2.61	38.17	0.03	0.50	0.00	4.90	71.57
2-3	0.33	2.61	38.17	0.03	1.62	0.33	4.90	71.57
4-6	0.98	2.29	33.40	0.03	2.15	1.63	4.58	66.80
7-9	0.65	1.31	19.08	0.05	2.54	2.94	2.94	42.94
10-12	0.33	0.65	9.54	0.10	2.99	0.00	0.00	0.00
13-15	0.33	0.33	4.77	0.21	3.46	0.00	0.00	0.00
16-18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
19-21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

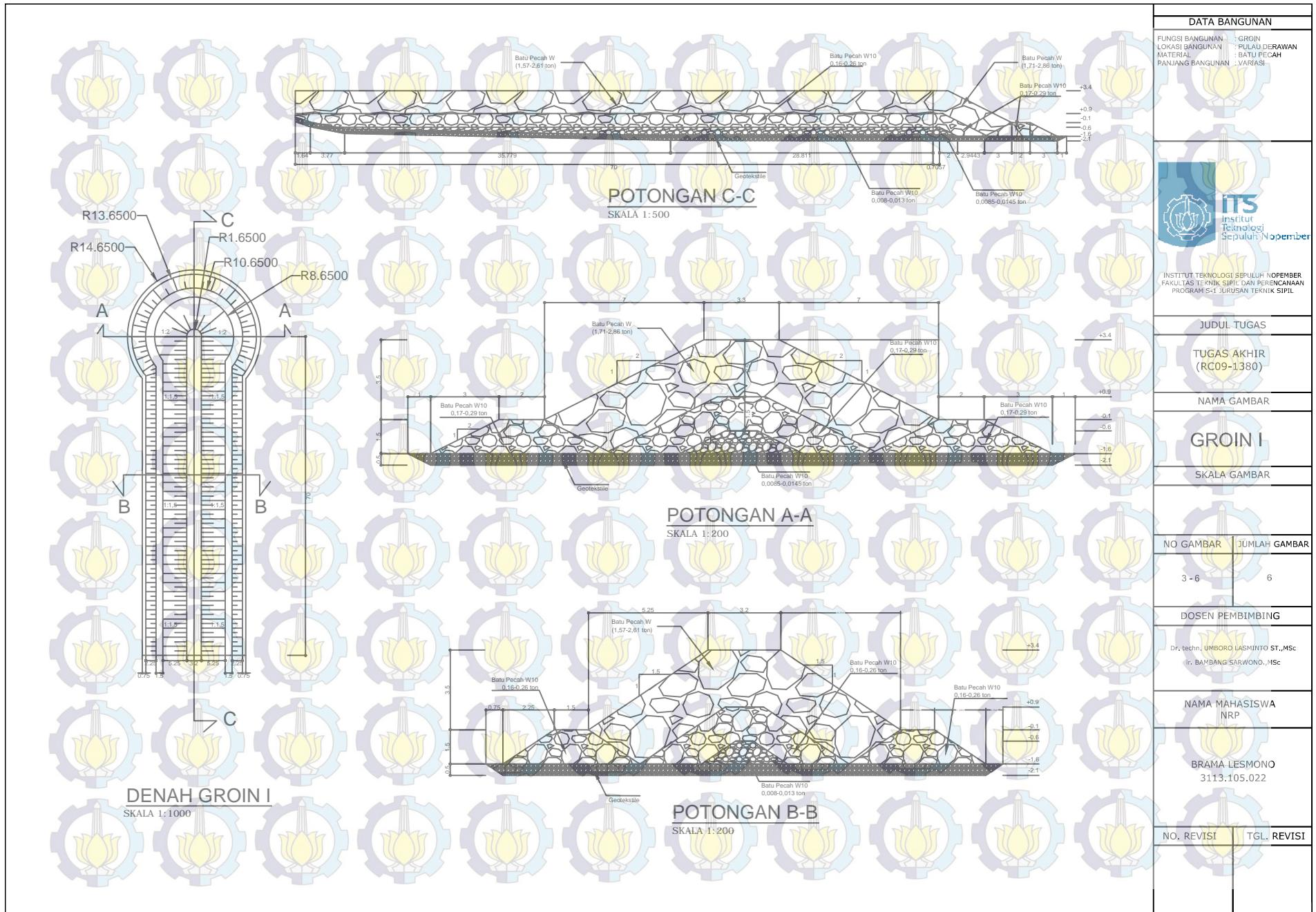
22-24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
25-27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
28-30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-

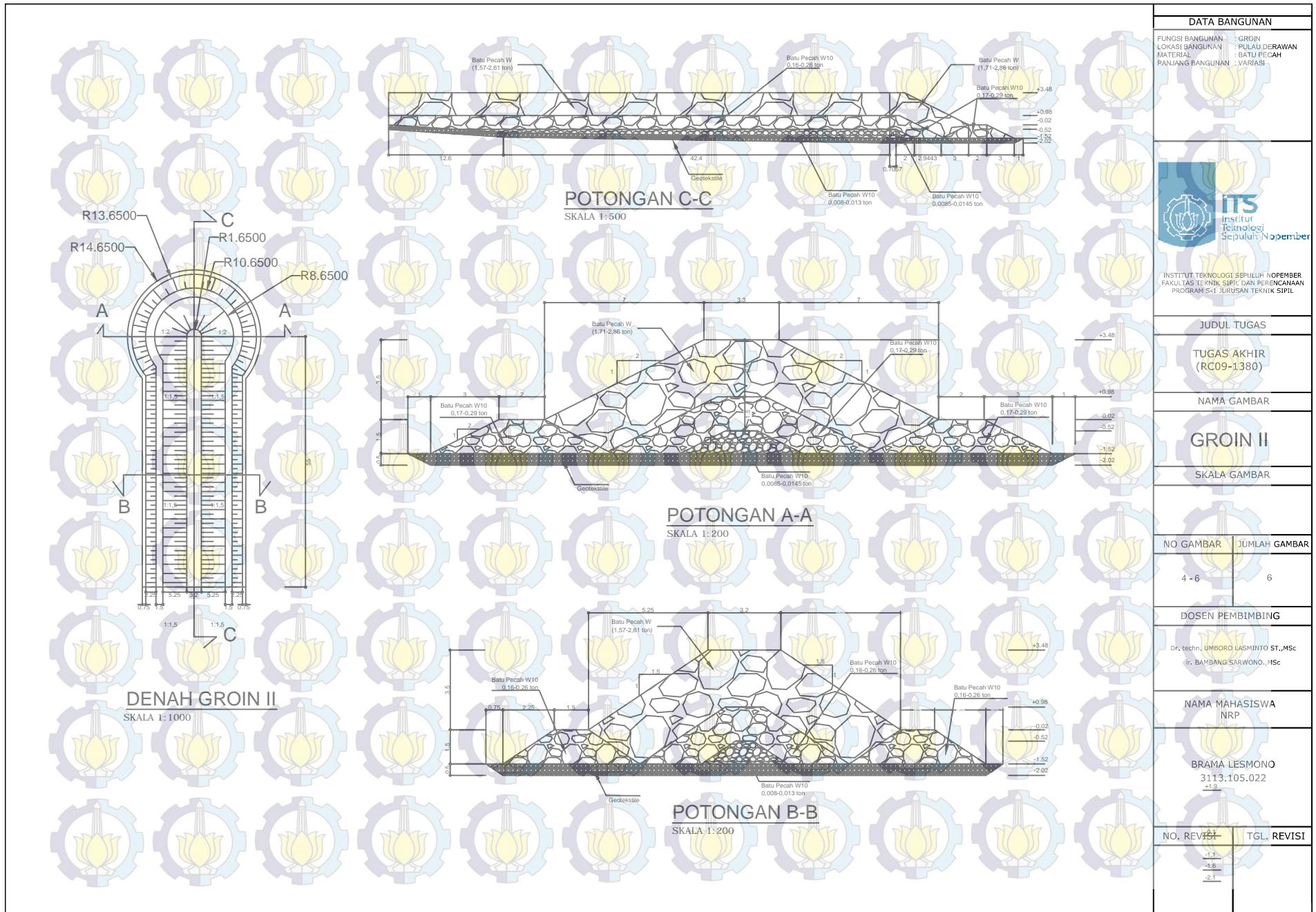
Arah Angin	Barat	Barat Laut						
Range Kec	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f	Ho	Frekuensi	Kum. Frek	R = 1/f	Ho
Angin(Knot)	(%)	(%)		(m)	(%)	(%)		(m)

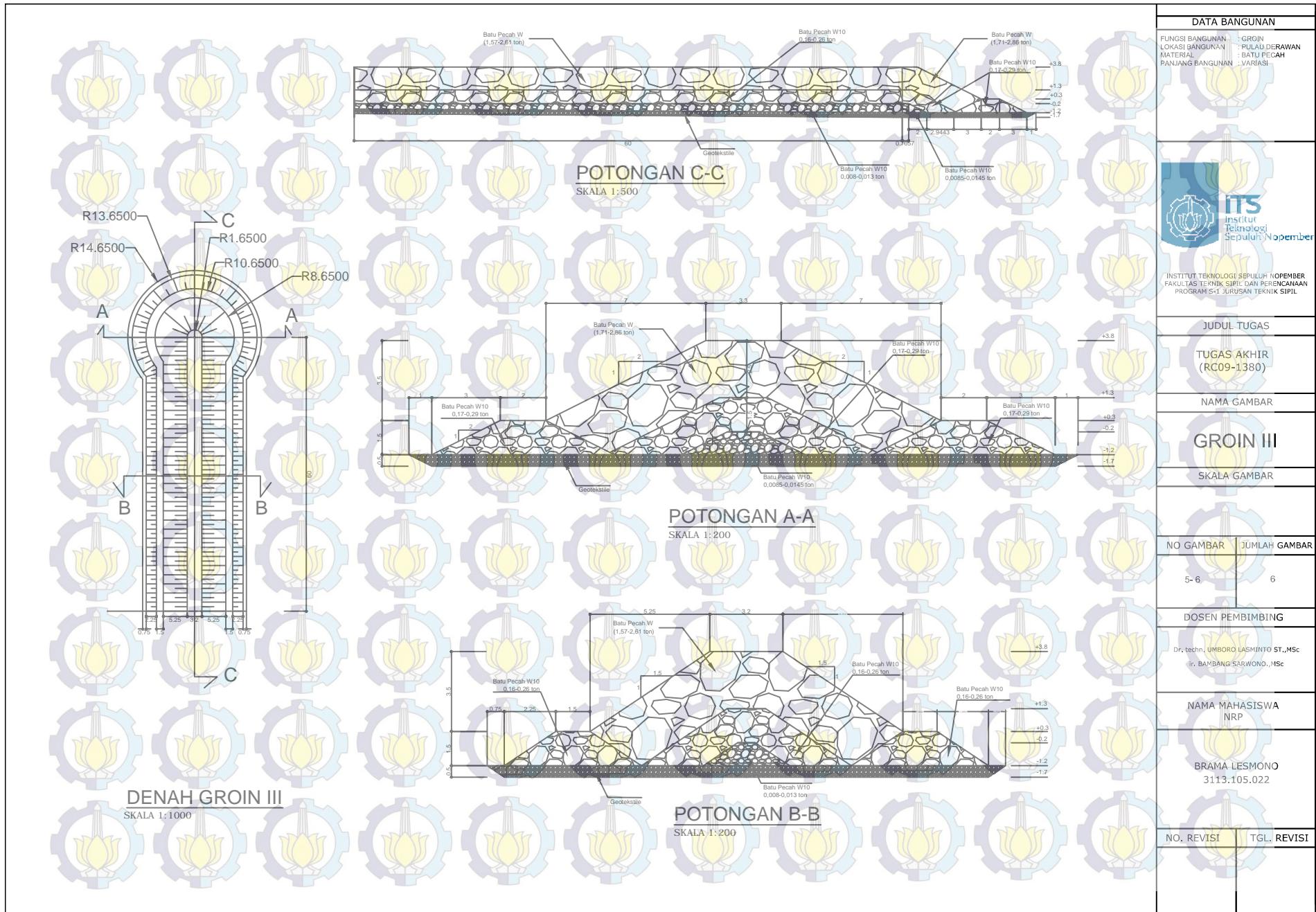


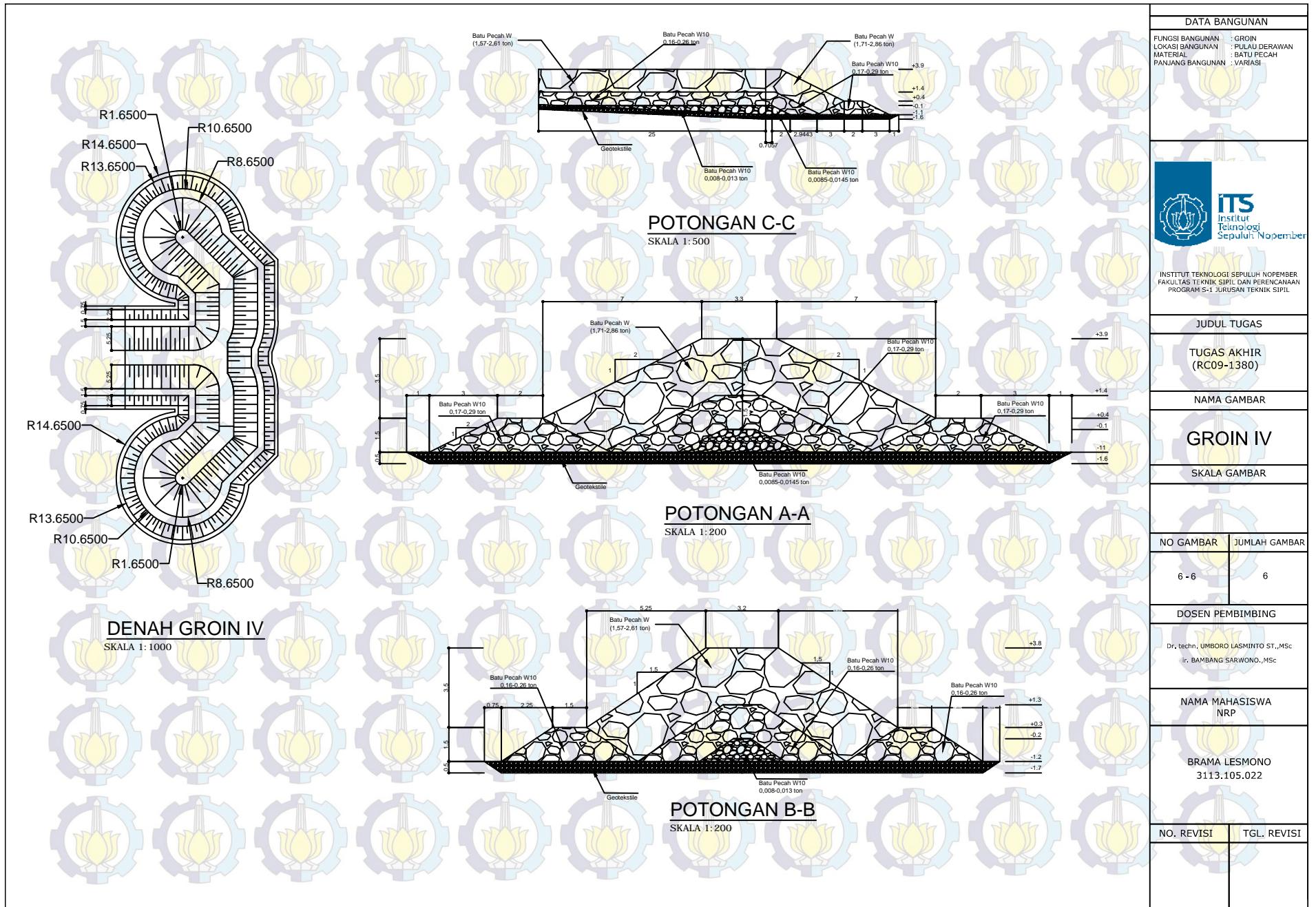


DATA BANGUNAN					
FUNCI BANGUNAN	: GROIN				
LOKASI BANGUNAN	: PULAU DERAWAN				
MATERIAL	: BATU PECAH				
PANJANG BANGUNAN	: VARIASI				
 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember					
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER					
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN					
PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL					
JUDUL TUGAS					
TUGAS AKHIR					
(RC09-1380)					
NAMA GAMBAR					
LAYOUT GROIN					
SKALA GAMBAR					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO GAMBAR</th> <th>JUMLAH GAMBAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 - 6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>		NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	2 - 6	6
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR				
2 - 6	6				
DOSEN PEMBIMBING					
Dr. techn., UMBORO LASMINTO ST.,MSc					
ir. BAMBANG SARWONO.,MSc					
NAMA MAHASISWA					
NRP					
BRAMA LESMONO					
3113.105.022					
NO. REVISI	TGL. REVISI				









BIODATA PENULIS

Brama Lesmono



Lahir di Cirebon, Jawa Barat pada tanggal 20 Februari 1992, merupakan anak ke 4 dari 4 bersaudara.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Purbawinangun 1, SMPN 1 Plumpon, dan SMAN 2 Cirebon. Kemudian penulis melanjutkan studinya di D3 Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya pada tahun 2012

penulis bekerja di PT.Dusaspun selama 4 bulan dan PT Takenaka Indonesia selama 6 bulan. Kemudian pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan sarjananya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil (FTSP-ITS) Surabaya melalui Program Lintas Jalur dan terdaftar dengan NRP. 3113105022.

Di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya, penulis adalah Mahasiswa Program Sarjana (S1) dengan bidang Studi Hidroteknik.

Alamat email : brama.lesmono@gmail.com