

SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI
ALTERNATIF BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA
KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG, KECAMATAN MARATUA,
KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**



Disusun Oleh :

AHMAD YANI

09.21.049

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI ALTERNATIF
BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG,
KECAMATAN MARATUA, KABUPATEN BERAU,
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 21 Agustus 2014

Disusun Oleh :

AHMAD YANI

09.21.049

Disahkan Oleh :

Ketua



Ir. A. Agus Santosa, MT

Sekretaris



Lila Ayu Ratna Winanda, ST. MT.

Anggota Penguji :

Penguji I



Ir. H. Edi Hargono D.P., MS.

Penguji II



Ir. H. Hirijanto, MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI ALTERNATIF
BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG,
KECAMATAN MARATUA, KABUPATEN BERAU,
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

*Disusun Dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

AHMAD YANI

09.21.049

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Kustamar, MT.

Dosen Pembimbing II



Ir. Endro Yuwono, MT

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan Rahmat Allah SWT yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang.

Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk

Ayahanda dan Ibunda terimakasih atas limpahan doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik.

Kakak-kakaku yang juga telah banyak memberikan dukungan kepada saya, terimakasih atas kebaikan dan perhatian yang kalian berikan

Teman-teman Sipil 2009 dan yang terutama buat anggota IMS (Ikatan Mahasiswa Santai) yang senasib, seperjuangan dan sepenanggungan, terimakasih atas gelak tawa dan solidaritas yang luar biasa sehingga membuat hari-hari semasa kuliah lebih berarti. semoga tak ada lagi duka nestapa di dada tapi suka dan bahagia juga tawa dan canda.

Keluarga besar OW Studio terimakasih atas dukungan moril dan materilnya.

Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan memberikan kemudahan dalam segala hal, amin.

Akhir kata, semoga skripsi ini membawa kebermanfaatn. Jika hidup bisa kuceritakan di atas kertas, entah berapa banyak yang dibutuhkan hanya untuk kuucapkan terima kasih.

- Alhamdulillah -



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 Malang 65145

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ahmad Yani**
NIM : **09.21.049**
Program Studi : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“Studi Perencanaan Pemecah Gelombang Sebagai Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Maratua Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur” adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, September 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Ahmad Yani

ABSTRAKSI

Ahmad Yani, 2014, Studi Perencanaan Pemecah Gelombang Sebagai Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Maratua Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur, Dosen Pembimbing I: Dr. Ir. Kustamar, MT., Dosen Pembimbing II: Ir. Endro Yuwono, MT.

Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung merupakan pantai yang berpotensi sebagai tempat wisata yang terkena kerusakan pantai antara lain kerusakan pemukiman dan fasilitas umum, menurunnya kualitas perairan pantai karena pencemaran, menurunnya kualitas terumbu karang, perubahan garis pantai, gerusan dan kerusakan bangunan.

Penanganan Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung secara struktur terhadap masalah erosi yang berlanjut dipilih struktur pemecah gelombang tipe tenggelam (*submerged breakwater*) lepas pantai yang terdiri dari dua segmen yang dipisahkan oleh sebuah celah. Alasan pemilihan tipe pemecah gelombang tersebut sesuai dengan kondisi Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung yang memiliki potensi wisata. Hal ini dikarenakan puncak struktur berada di bawah muka air laut rata-rata sehingga para wisatawan masih dapat melihat pemandangan ke laut lepas tanpa adanya penghalang bagi pandangan mereka. Alasan lain, dengan perlindungan oleh *submerged breakwater* pengunjung dapat dengan aman berenang di pantai, tetapi dapat pula merasakan gelombang, dan arus.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, digunakan dua bahan alternatif pemecah gelombang yaitu batu alam dan kubus beton dengan lebar puncak 2,00m, tinggi 3,80m dan kemiran sisinya 1 : 2. Penempatan pemecah gelombang berada di lepas pantai yang terdiri dari dua segmen dengan panjang tiap segmennya sebesar 600m dan terletak pada kedalaman 5.00m.

Kata kunci : Bangunan Pengaman Pantai, Pemecah Gelombang

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul ***“Studi Perencanaan Pemecah Gelombang Sebagai Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Maratua Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur”***, yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, namun berkat petunjuk dan bimbingan dari semua pihak yang telah membantu, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT. selaku Dekan FTSP dan Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
4. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1
5. Bapak Ir. Endro Yuwono, MT. selaku Dosen Pembimbing II
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan motivasi dan do’a.
7. Keluarga besar OW Studio yang turut membantu dalam pengerjaan Laporan Skripsi ini.

8. Teman – teman Teknik Sipil S-1 angkatan 2009 atas kekompakan dan kerja sama yang luar biasa
9. Dan semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan, akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, September 2014

Penulis

2.2.3 Gelombang Signifikan	16
2.3 Analisa Gelombang Rencana.....	17
2.4 Analisa Statistik Gelombang	19
2.4.1 Analisa Distribusi Frekuensi Gelombang	20
2.4.2 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi	23
2.4.2.1 Uji Smirnov-Kolmogorov	23
2.4.2.2 Uji Chi-Square	24
2.4.3 Analisa Distribusi Arah Gelombang	26
2.5 Gelombang Pecah	26
2.5.1 Gelombang Pecah di Laut Dalam	26
2.5.2 Gelombang Pecah di Laut Dangkal	27
2.6 Pasang Surut	27
2.7 Jenis-Jenis Kerusakan Pantai.....	30
2.8 Pola Pengamanan Kawasan Pantai	32
2.9 Metode Penanganan Abrasi / Erosi Pantai	33
2.9.1 Metode Biotik.....	34
2.9.2 Metode Abiotik	34
2.10 Pemecah Gelombang Lepas Pantai	36
2.10.1 Prinsip Dasar Perencanaan Pemecah Gelombang.....	38
2.10.2 Bahan Lapis Lindung	39
2.10.3 Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung.....	39
2.10.4 Perencanaan Pemecah Gelombang Tumpukan Batu.....	41

BAB III METODOLOGI

3.1 Kerusakan Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung.....	48
3.1.1 Upaya Pengelolaan dan Penataan Kawasan Pantai	
Secara Non Struktur	48
3.1.2 Upaya Pengelolaan dan Penataan Kawasan Pantai	
Secara Struktur	50
3.2 Persiapan Pendahuluan	51
3.3 Pengumpulan Data.....	51
3.4 Bagan Alir Penyusunan Laporan Skripsi.....	53

BAB IV ANALISA HIDRO-OCEANOGRAFI

4.1 Tinjauan Umum.....	54
4.2 Distribusi Arah Angin	54
4.3 Pembangkitan Gelombang.....	71
4.3.1 Analisa Fetch Efektif.....	71
4.3.2 Pembangkitan Gelombang Oleh Angin	74
4.3.3 Analisa Gelombang Signifikan	78
4.4 Analisa Statistik Gelombang	84
4.4.1 Analisa Distribusi Frekuensi Gelombang Log Pearson	
Tipe III	86
4.4.2 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Gelombang	89
4.4.2.1 Uji Smirnov-Kolmogorov	89
4.4.2.2 Uji Chi-Square	91
4.5 Analisa Deformasi Gelombang	93
4.5.1 Parameter Gelombang.....	93

4.5.2 Gelombang Pecah.....	94
4.5.3 Analisa Refraksi dan Pendangkalan Gelombang	96
4.6 Pasang Surut	99

BAB V PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

5.1 Pemilihan Tipe Pemecah Gelombang.....	100
5.2 Perencanaan Pemecah Gelombang.....	100
5.3 Layout Bangunan Pemecah Gelombang.....	102
5.4 Lebar Puncak Pemecah Gelombang.....	103
5.5 Berat Butir Lapis Lindung.....	104
5.5.1 Berat Lapis Lindung Batu Alam.....	105
5.5.2 Berat Lapis Lindung Kubus Beton	105
5.6 Tebal Lapis Lindung dan Jumlah Lapis Lindung.....	105
5.6.1 Tebal Lapis Lindung Batu Alam	106
5.6.2 Tebal Lapis Lindung Kubus Beton.....	106

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan.....	108
6.2 Saran	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kondisi pantai di Kampung Payung-Payung	4
Gambar 1. 2 Lokasi studi	5
Gambar 1. 3 Peta administrasi Kabupaten Berau.....	6
Gambar 2. 1 Profil pantai	9
Gambar 2. 2 Faktor koreksi stabilitas	12
Gambar 2. 3 Faktor koreksi lokasi pengamatan.....	13
Gambar 2. 4 Wilayah pengaruh fetch	15
Gambar 2. 5 Elevasi muka air laut rencana.....	30
Gambar 2. 6 Pemecah gelombang lepas pantai.....	37
Gambar 2.7 Koefisien transmisi untuk gelombang reguler pada breakwater tumpukan batu.....	46
Gambar 3. 1 Bagan alir penyusunan Laporan Skripsi.....	53
Gambar 4. 1 Mawar Angin Harian Maksimum Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimaranau Tanjung Redeb	65
Gambar 4. 2 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Januari Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	65
Gambar 4. 3 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Februari Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	66
Gambar 4. 4 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Maret Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	66
Gambar 4. 5 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan April Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	67

Gambar 4. 6 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Mei Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	67
Gambar 4. 7 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Juni Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	68
Gambar 4. 8 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Juli Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	68
Gambar 4. 9 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Agustus Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	69
Gambar 4. 10 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan September Tahun 2003- 2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	69
Gambar 4. 11 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Oktober Tahun 2003-2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	70
Gambar 4. 12 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan November Tahun 2003- 2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	70
Gambar 4. 13 Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Desember Tahun 2003- 2012 Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb.....	71
Gambar 4. 14 Panjang Fetch di Pantai Payung-Payung.....	72
Gambar 4. 15 Koreksi Stabilitas Akibat Perbedaan Temperatur Udara di Pantai Payung-Payung	75
Gambar 4. 16 Mawar Gelombang Maksimum Tahun 2003-2012 Pantai Payung- payung.....	83
Gambar 4. 17 Sketsa Sudut Puncak Gelombang Pantai Payung-payung.....	96
Gambar 5. 1 Layout Submerged Breakwater.....	103

Gambar 5. 2 Koefisien Transmisi untuk Gelombang Regular Pada Breakwater Tumpukan Batu Pantai Payung-Payung.....	104
Gambar 5. 3 Tampang Melintang Pemecah Gelombang Dengan Lapis Lindung Dari Batu Alam Bersudut Kasar	106
Gambar 5. 4 Tampang Melintang Pemecah Gelombang Dengan Lapis Lindung Dari Kubus Beton.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kelebihan dan kekurangan alternatif penanganan masalah pantai	3
Tabel 2. 1 Pedoman pemilihan jenis dan kala ulang gelombang	19
Tabel 2. 2 Distribusi gelombang	20
Tabel 2. 3 Nilai K untuk distribusi Log Pearson tipe III.....	22
Tabel 2. 4 Nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov Kolmogorof	23
Tabel 2. 5 Nilai kritis untuk uji Chi Square.....	25
Tabel 2. 6 Koefisien stabilitas K_D untuk berbagai jenis butir	44
Tabel 2. 7 Koefisien lapis.....	46
Tabel 4. 1 Jumlah Kejadian Angin Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003- 2012	56
Tabel 4. 2 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	56
Tabel 4. 3 Jumlah Kejadian Angin Bulan Januari Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	56
Tabel 4. 4 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Januari Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	57
Tabel 4. 5 Jumlah Kejadian Angin Bulan Februari Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	57
Tabel 4. 6 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Februari Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	57
Tabel 4. 7 Jumlah Kejadian Angin Bulan Maret Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	58

Tabel 4. 8 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Maret Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	58
Tabel 4. 9 Jumlah Kejadian Angin Bulan April Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	58
Tabel 4. 10 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan April Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	59
Tabel 4. 11 Jumlah Kejadian Angin Bulan Mei Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	59
Tabel 4. 12 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Mei Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	59
Tabel 4. 13 Jumlah Kejadian Angin Bulan Juni Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	60
Tabel 4. 14 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Juni Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	60
Tabel 4. 15 Jumlah Kejadian Angin Bulan Juli Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	60
Tabel 4. 16 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Juli Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	61
Tabel 4. 17 Jumlah Kejadian Angin Bulan Agustus Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	61
Tabel 4. 18 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Agustus Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	61
Tabel 4. 19 Jumlah Kejadian Angin Bulan September Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	62

Tabel 4. 20 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan September Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	62
Tabel 4. 21 Jumlah Kejadian Angin Bulan Oktober Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	62
Tabel 4. 22 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Oktober Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	63
Tabel 4. 23 Jumlah Kejadian Angin Bulan November Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	63
Tabel 4. 24 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan November Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012.....	63
Tabel 4. 25 Jumlah Kejadian Angin Bulan Desember Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	64
Tabel 4. 26 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Desember Stasiun Kalimaru Tanjung Redeb Tahun 2003-2012	64
Tabel 4. 27 Perhitungan Fetch Efektif Pantai Payung-Payung.....	64
Tabel 4. 28 Perhitungan Koreksi Tegangan Angin Bulan Desember Tahun 2012 Pantai Payung-Payung.....	77
Tabel 4. 29 Perhitungan Gelombang Signifikan Bulan Desember Tahun 2012 Pantai Payung-Payung.....	81
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Tinggi Gelombang untuk Tiap-tiap Arah Mata Angin Bulan Desember Tahun 2012 Pantai Payung-payung.....	82
Tabel 4. 31 Prosentase Tinggi Gelombang Signifikan Pantai Payung-payung Tahun 2003-2012.....	83
Tabel 4. 32 Syarat Pemilihan Distribusi	86

Tabel 4. 33 Rekapitulasi Gelombang Signifikan Maksimum Tahunan (2003-2012)	88
Tabel 4. 34 Perhitungan Distribusi Gelombang Metode Log Pearson Tipe III ...	88
Tabel 4. 35 Hasil Interpolasi Harga K Distribusi Log Pearson Tipe III	88
Tabel 4. 36 Hasil Perhitungan Distribusi Gelombang dengan Berbagai Kala Ulang Metode Log Pearson Tipe III.....	89
Tabel 4. 37 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof.....	90
Tabel 4. 38 Keputusan Uji Smirnov Kolmogorof.....	91
Tabel 4. 39 Parameter yang Dibutuhkan untuk Uji Chi Square.....	92
Tabel 4. 40 Perhitungan Uji Chi Square Pantai Payung-payung	93
Tabel 4. 41 Analisa Refraksi dan Shoaling.....	99

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Umum

Perairan di pesisir Kalimantan Timur meliputi area yang amat luas dan memanjang mulai dari Laut Jawa hingga Samudera Pasifik, termasuk bagian dari perairan Selat Makassar. Kawasan perairan pesisir ini memiliki garis pantai sangat panjang, dengan kondisi selat yang ramai dilalui pelayaran nasional maupun internasional. Kondisi ini memberikan potensi jaringan transportasi laut yang positif bagi perkembangan wilayah pesisir tersebut. Saat ini, pada sebagian kawasan dari garis yang amat panjang tersebut di atas, pantainya sudah mengalami kerusakan akibat dari abrasi / erosi pantai, yang terjadi karena gelombang laut. Kerusakan pantai akibat adanya abrasi pantai tersebut, harus diatasi dengan metode yang tepat sehingga dapat menyelesaikan masalah tanpa menimbulkan dampak lingkungan yang negatif. Beberapa potensi permasalahan fisik lingkungan pantai di Kalimantan Timur dapat di sebutkan secara ringkas sebagai berikut :

- Abrasi / erosi pantai telah menyebabkan berkurangnya luas daratan di beberapa ruas pantai sehingga berpotensi untuk merusak prasarana pantai maupun hancurnya prasarana perbatasan yang telah ada.
- Tanah timbul yang merupakan akibat endapan di daerah pantai berpotensi terhadap pendangkalan prasarana dermaga yang ada di wilayah tersebut .
- Pencemaran lingkungan yang muncul dan berpengaruh pada rusaknya ekologi .

Pantai Maratua yang berada di Kabupaten Berau termasuk dalam kategori pantai kritis seperti yang di uraikan di atas, sudah mengalami abrasi / erosi pantai yang cukup parah. Untuk menghindari kerusakan yang lebih parah, kawasan pantai ini perlu di beri bangunan pengaman.

1.2 Latar Belakang

Pada tahun anggaran 2013, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur melalui Dinas Pekerjaan Umum melakukan SID Penanganan Pantai Maratua guna mendukung konservasi dan mengamankan daya rusak air di sebagian wilayah Kalimantan Timur khususnya kawasan Pantai Maratua. Dari hasil perencanaan tersebut setelah melalui proses analisis data dan mempertimbangkan berbagai faktor, maka dipilih kombinasi bangunan pengaman seawall dengan groin permeable.

Pulau Maratua adalah salah satu dari 4 pulau paling terkenal di Kepulauan Derawan yang totalnya 31 pulau. Tiga pulau lainnya adalah Pulau Derawan sendiri, Pulau Sangalaki, dan Pulau Kakaban. Karena keindahannya, pulau cantik ini disebut-sebut sebagai pulau surga (paradise island). Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung merupakan kawasan wisata yang memiliki potensi untuk dikembangkan.

Sehubungan dengan mengutamakan kondisi tersebut, bangunan pengaman pantai dengan menggunakan pemecah gelombang (breakwater) dirasa lebih memiliki kelebihan dari pada bangunan pengaman seawall karena pantai akan terlihat alami dan tidak membatsi pemandangan. Kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Kelebihan dan kekurangan alternatif penanganan masalah pantai

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1.	Dinding pantai dan Revetment	<ul style="list-style-type: none"> - Pelaksanaan pekerjaan relatif lebih mudah dan lebih cepat karena dikerjakan dari sisi darat serta tidak memerlukan banyak peralatan berat untuk mengangkut material ke lepas pantai - Biaya relatif lebih kecil. - Dapat digunakan sebagai tempat tambat kapal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang efektif untuk gelombang yang besar. - Kurang efektif untuk penanganan sedimentasi sejajar pantai. - Tidak menimbulkan bentukan pantai baru karena tidak dapat menahan laju sedimentasi. - Rawan terhadap gerusan yang dapat menyebabkan bangunan runtuh. - Kurang cocok untuk daerah wisata karena memberikan pembatas pada bibir pantai sehingga pengunjung tidak leluasa bermain di tepi pantai.
2.	Groin	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mereduksi energi gelombang yang besar. - Efektif untuk angkutan sedimen sejajar pantai. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerjaan relatif lebih sulit karena harus dibangun menjorok ke lepas pantai. - Biaya lebih besar karena harus dibuat berseri.
3.	<i>Submerged breakwater</i> lepas pantai	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat menghancurkan energi gelombang di lepas pantai sehingga tidak langsung menggerus pantai. - Cocok untuk daerah wisata karena bangunan tidak terlalu terlihat sehingga tidak membatasi pandangan selain itu pantai menjadi lebih aman karena gelombang tidak terlalu besar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerjaan paling sulit karena dilakukan di lepas pantai. - Biaya lebih besar karena memerlukan pengangkutan material ke lepas pantai.
4.	Mangrove	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat melestarikan biota yang ada di pantai. - Mengurangi intrusi air laut. - Cocok untuk daerah tambak dan daerah penelitian. - Biaya lebih murah karena dapat mengikutsertakan partisipasi masyarakat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diperlukan perawatan yang intensif agar mangrove dapat tumbuh dengan baik. - Diperlukan bangunan pengaman lain agar mangrove yang baru ditanam tidak hanyut terbawa ombak. - Kurang cocok untuk daerah wisata. - Memerlukan daerah sempadan pantai yang relatif lebih luas. - Memerlukan waktu yang lama untuk menunggu pertumbuhan mangrove.

Gambar 1.1. menunjukkan kondisi Pantai di Kampung Payung-Payung, penduduk setempat menggunakan batang pohon sebagai perlindungan dari hantaman gelombang pantai.



Gambar 1.1 Kondisi pantai di Kampung Payung-Payung

1.3 Lokasi Studi

Luas Wilayah Kabupaten Berau adalah 34.127,47 Km² atau 3.412.700 Ha. Secara geografis Kabupaten Berau berada pada koordinat 116° BT -119° BT dan 1° LT – 2°33' LU. Secara Administratif Wilayah Kabupaten Berau terdiri dari 13 (tiga belas) wilayah Kecamatan, 97 (sembilan puluh tujuh) desa dan 10 (sepuluh) kelurahan. Batas-batas wilayah Kabupaten Berau adalah sebagai berikut :

- a. Sebelah Timur : Laut Sulawesi.
- b. Sebelah Selatan : Kabupaten Kutai Timur.
- c. Sebelah Barat : Kabupaten Malinau, Kabupaten Kutai Barat dan Kabupaten Kutai Kartanegara.
- d. Sebelah Utara : Kabupaten Bulungan

Pulau Maratua merupakan salah satu lokasi wisata bahari di Kabupaten Berau. Secara geografis terletak pada 02°15'12''LU dan 118°38'41''BT. Pulau berpenghuni ini memiliki luas wilayah daratan 384,36 Km² dan wilayah perairan 3.735,18 Km². Secara administrasi masuk wilayah kecamatan Maratua dan relatif

baru dibentuk pada tahun 2003. Di pulau Maratua terdapat 4 kampung, yaitu Kampung Bohe Silian, Payung-Payung, Teluk Harapan dan Teluk Alulu.

Pantai Maratua yang berada di Kampung Payung-Payung memiliki panjang $\pm 1,5$ km. Penggunaan lahan disepanjang pantai yang membentang dari barat ke timur adalah kawasan wisata, kawasan pelabuhan, dan kawasan pemukiman.



Gambar 1.2 Lokasi studi

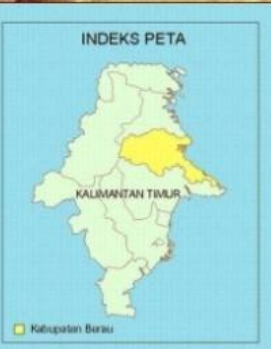


**PETA
ADMINISTRASI
KABUPATEN BERAU**

Skala 1:900.000

0 4.5 9 18 Km

- Legenda**
- Desa
 - Jalan Negara
 - Jalan Kabupaten
 - Jalan Kecamatan
 - Jalan Desa
 - Jalan Perantaraan
 - Jalan Logging
 - Batas Kabupaten
 - Batas Kecamatan
 - Danau
 - Karang
 - Pulau
- Sumber Data :**
- 1. Bappenas Berau, 2003
 - 2. Dinas Peta dan KARTAS, 2000
 - 3. BPMP, 2000
 - 4. Landsat 7 ETM, 2000
 - 5. Data DEM USGS



1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penyusunan studi ini adalah

1. Bagaimana kondisi arah gelombang Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung?
2. Berapa tinggi gelombang rencana berdasarkan analisa peramalan gelombang?
3. Bagaimana tata letak atau penempatan bangunan pemecah gelombang terhadap garis pantai?
4. Bagaimana dimensi struktur pemecah gelombang Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung?

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan studi ini tidak meluas, maka perlu ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah studi adalah daerah Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua, sepanjang $\pm 1,5$ km.
2. Dalam studi ini akan direncanakan bangunan pengaman pemecah gelombang (breakwater).
3. Mendesain struktur bangunan pengaman pantai.

1.6 Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penulisan Skripsi ini adalah untuk merencanakan pemecah gelombang (breakwater) sebagai alternatif bangunan pengaman pantai di Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua.

Adapun tujuannya secara umum adalah untuk menanggulangi abrasi yang terjadi di Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung, sehingga daerah pemukiman penduduk di sekitar pesisir Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung dapat terlindungi dari kerusakan akibat abrasi.

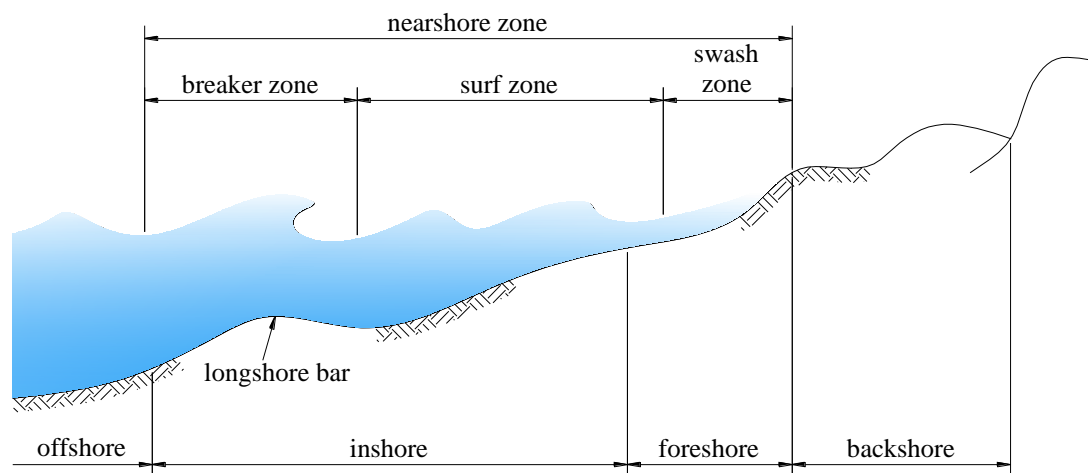
BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Pengertian Pantai

Pantai adalah daerah yang terbentang dari tempat terjadinya perubahan fisiografi seperti tebing pantai, bukit pasir (*dune*) atau tempat dimana terdapat tumbuh-tumbuhan permanen sampai ke suatu tempat di perairan (laut) dimana sedimen dasar tidak dipengaruhi gelombang permukaan (Triatmodjo, 1988:4).

Daerah pantai (*coastal area*) secara umum dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu *coast*, *beach shore* dan *nearshore inshore*. Gambar profil pantai disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Profil pantai (Sumber : Triatmodjo, 1999 : 3)

Keterangan :

1. *Nearshore* adalah daerah yang terbentang ke arah pantai dari garis gelombang pecah.

2. *Backshore* adalah daerah yang terbentang antara batas *foreshore* dan garis pantai yang dipengaruhi oleh gelombang pada saat badai dan air pasang tertinggi.
3. *Foreshore* adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat muka air rendah sampai batas atas dari gelombang yang bergerak naik pada saat air pasang tertinggi.
4. *Inshore* adalah daerah dari profil pantai yang membentang ke arah laut dari *foreshore* sampai tepat di luar daerah gelombang pecah.
5. *Offshore* adalah daerah lepas pantai.
6. *Breaker zone* adalah daerah dimana gelombang yang datang dari laut (lepas pantai) mencapai ketidakseimbangan dan pecah.
7. *Surf zone* adalah daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah dan batas naik turunnya gelombang di pantai.
8. *Swash zone* adalah daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.
9. *Longshore bar* adalah gunduk pasir yang memanjang dan kira-kira sejajar garis pantai, terbentuk karena proses gelombang pecah di daerah *inshore*.

2.2. Pembangkitan Gelombang

2.2.1. Pembangkitan Gelombang Yang Dipengaruhi Oleh Angin

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energi air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang tadinya tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut

akan menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan berbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

Data-data kecepatan angin yang digunakan untuk pembangkitan gelombang adalah data yang dicatat di darat yang diukur pada ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Hal ini mengakibatkan data tersebut harus melewati tahap koreksi, antara lain:

1. Koreksi elevasi

Pada peramalan gelombang biasanya digunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m, bila tidak diukur pada ketinggian tersebut, kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus (Yuwono, 1992:1-7):

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

Dengan:

U_{10} : kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah (m/dt).

U_z : kecepatan angin terukur pada elevasi z tanah (m/dt).

Z : elevasi pengukuran (m).

2. Koreksi stabilitas

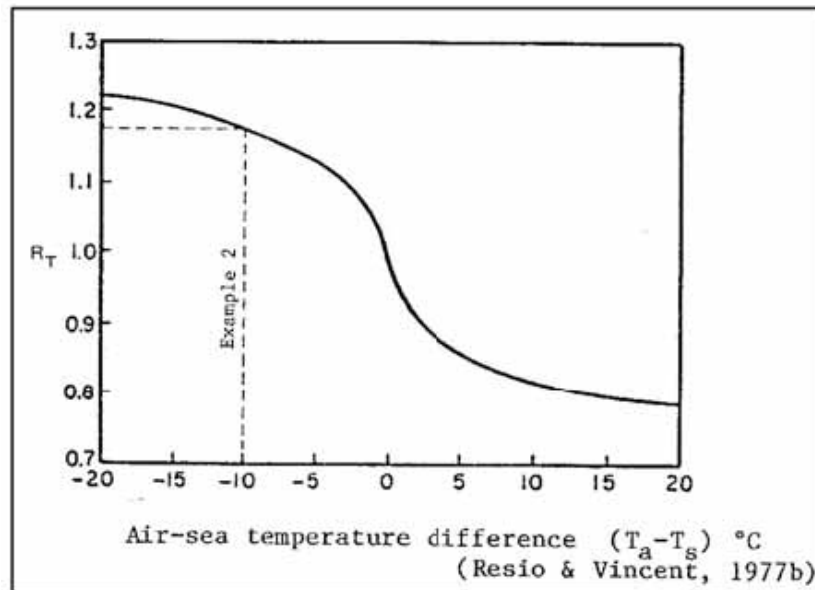
Jika ada perbedaan temperatur udara dan air di laut $\Delta T_{as} = T_a - T_s$ dimana T_a adalah temperatur udara dan T_s adalah temperatur air laut, maka perlu dilakukan koreksi dengan rumus (Anonim, 1984:3-30):

$$U = R_T \cdot U_{10}$$

Dengan:

U : kecepatan angin terkoreksi (m/dt).

R_T : koreksi akibat adanya perbedaan temperature udara dan air.



Gambar 2. 2. Faktor koreksi stabilitas

(Sumber: Anonim, 1984 : 3-31)

3. Koreksi lokasi

Biasanya pengukuran angin dilakukan di darat, padahal dalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah data di atas permukaan air laut. Karena itulah diperlukan transformasi ke data di atas permukaan laut. Oleh karenanya diperlukan transformasi dari data angin di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi menjadi data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara kecepatan angin di atas laut dengan di darat adalah :

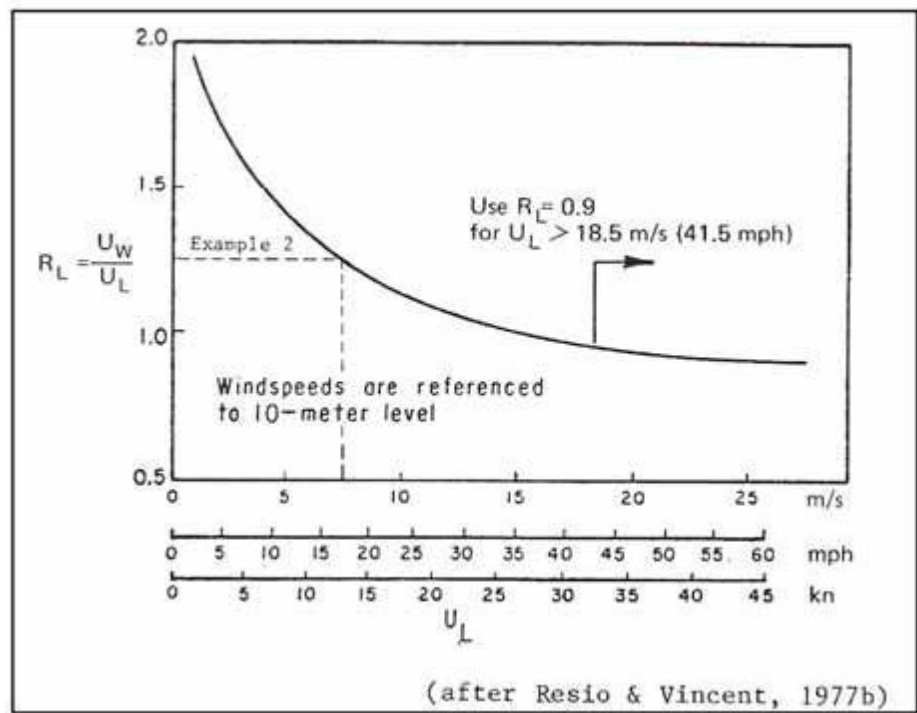
$$R_L = U_w/U_L$$

Dengan:

U_w : kecepatan angin di laut (m/dt).

U_L : kecepatan angin di darat (m/dt)

Grafik hubungan antara U_w dengan U_L disajikan di dalam gambar 2.3



Gambar 2. 3. Faktor koreksi lokasi pengamatan

(Sumber: Triatmodjo, 1999 : 154)

4. Koreksi durasi

Mencari waktu yang diperlukan untuk melintasi jarak 1 mil dengan rumus berikut (Anonim, 1984:3-27)

$$U_t = U_{10-L} \cdot R_T \cdot R_L$$

$$T = \frac{1609}{U_t}$$

Dengan:

T : waktu yang diperlukan untuk melintasi jarak 1 mil (dt).

U_t : kecepatan angin (m/dt).

$(U_{10})_L$: kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah (m/dt).

Kemudian mencari nilai $U_t/3600$ dengan rumus (Anonim, 1984:3-27):

a. Untuk $1 dt < t < 3600 dt$

$$\frac{U_t}{U_{3600}} = 1,277 + 0,296 \tanh\left\{0,9 \log_{10} \frac{45}{t}\right\}$$

b. Untuk $3600 \text{ dt} < t < 360.000 \text{ dt}$

$$\frac{U_t}{U_{3600}} = 0,15 \log_{10} t + 1,5334$$

Mencari kecepatan rata-rata dalam satu jam dengan rumus (Anonim, 1984:3-27)

$$U_{t-3600} = \frac{U_t}{\left(\frac{U_t}{U_{3600}}\right)}$$

Dengan:

U_t : kecepatan angin untuk melintasi jarak 1 mil (m/dt).

U_{3600} : kecepatan angin dalam 1 jam (m/dt).

U_t : kecepatan angin rata-rata dalam 1 jam (m/dt).

5. Faktor tegangan angin

Setelah dilakukan berbagai konversi seperti yang dijelaskan di atas, kecepatan angin dikonversikan pada factor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut (Triatmodjo, 2008:155) :

$$U_a = 0,71 \cdot U^{1,23}$$

Dengan:

U_a : faktor tegangan angin (m/dt)

2.2.2. Fetch

Dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin, tetapi juga dalam berbagai sudut

terhadap arah angin. Peristiwa ini terjadi pada daerah pembentukan gelombang
Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut:

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

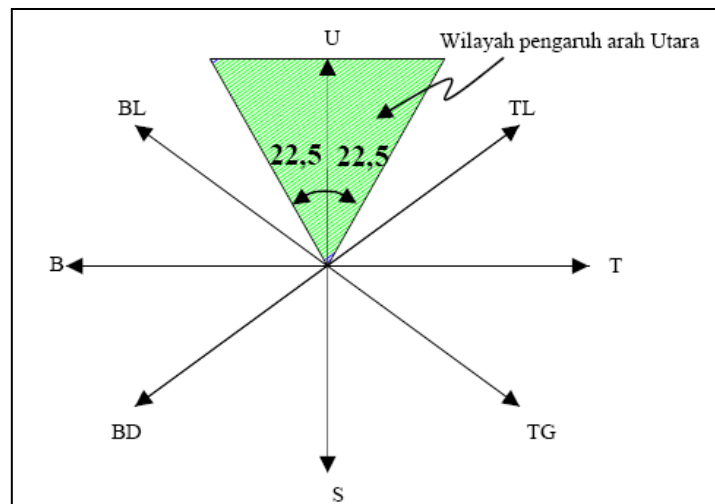
Dengan :

F_{eff} : fetch rata-rata efektif.

X_i : panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

α : deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° pada kedua sisi dari arah angin.

Tiap arah mata angin meliputi wilayah pengaruh fetch $22,50^\circ$ searah jarum jam dan $22,50$ berlawanan arah jarum jam seperti terlihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Wilayah pengaruh fetch

2.2.3. Gelombang Signifikan

Pemakaian metode sederhana untuk meramalkan gelombang dapat dilakukan apabila geometri laut relatif sederhana dan kondisi gelombang adalah fetch terbatas atau lama hembus terbatas.

Untuk kondisi fetch terbatas, parameter yang digunakan adalah panjang fetch (F) dan kecepatan angin yang konstan sepanjang fetch (U_A). Tinggi gelombang signifikan (H_S) dan periode signifikan (TS) dapat dihitung dengan rumus berikut (Anonim,1984:3-44):

$$\frac{g \cdot H_s}{U_A^2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

$$\frac{g \cdot T_s}{U_A} = 2,857 \cdot 10^{-1} \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/3}$$

$$\frac{g \cdot t}{U_A} = 6,88 \cdot 10^{-1} \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{2/3}$$

Pada kondisi laut terbuka, energi yang dihasilkan angin sudah terserap penuh oleh permukaan air yang membentuk gelombang. Kecepatan angin yang tertentu tidak mungkin lagi bagi gelombang untuk tumbuh, sehingga lama hembus dari angin sudah melebihi dari waktu yang diperlukan untuk membangkitkan gelombang. Pada keadaan di atas gelombang yang terjadi merupakan gelombang maksimum tanpa mendapat batasan dari lama hembus angin dan panjang fetch. Persamaan yang dipakai untuk membangkitkan gelombang yang terbentuk sempurna adalah (Anonim, 1984:3-47):

$$\frac{g \cdot H_s}{U_A^2} = 2,433 \cdot 10^{-1}$$

$$\frac{g \cdot T_s}{U_A} = 8,134$$

$$\frac{g \cdot t}{U_A} = 7,15 \cdot 10^4$$

Dengan:

H_s : tinggi gelombang signifikan (m).

T_s : periode gelombang signifikan (detik).

t : lama hembus angin (detik).

F : panjang fetch efektif (m).

g : percepatan gravitasi ($m \cdot dt^{-2}$).

U_A : faktor tegangan angin ($m \cdot dt^{-1}$).

2.3. Analisa Gelombang Rencana

Penentuan tinggi gelombang dan kala ulang gelombang rencana di dasarkan pada jenis konstruksi yang akan dibangun dan nilai daerah yang akan dilindungi. Makin tinggi nilai daerah yang diamankan, makin besar pula kala ulang gelombang rencana yang akan dipilih. Tinggi gelombang rencana diperoleh dari gelombang representatif. Gelombang representatif adalah tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang dapat mewakili spektrum gelombang (Triatmodjo, 2008:31).

Pertama-tama data gelombang diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar atau sebaliknya, kemudian ditentukan H_n yang merupakan rata-rata dari n % gelombang. Bentuk yang paling banyak digunakan adalah H33 atau rata-rata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang yang juga disebut sebagai gelombang signifikan (HS) (Triatmodjo, 2008:312). Tinggi gelombang rencana

juga tergantung pada jenis konstruksi yang akan dibangun, sebagaimana klasifikasi berikut ini (Yuwono,1986:44):

1. Konstruksi kaku (*fixed rigid structure*)

Misalnya: Menara bor lepas pantai

Tinggi gelombang menggunakan H_{Maksimum} dengan periode ulang 100 tahun.

2. Konstruksi fleksibel (*fleksible structure*)

Misalnya: *Rubble mound breakwater*

Tinggi gelombang rencana menggunakan H_s dengan periode ulang yang lebih kecil dari konstruksi kaku.

3. Konstruksi semi kaku (*semi rigid structure*)

Misalnya: *Sea wall*

Tinggi gelombang rencana menggunakan H_{10} .

4. Proses yang terjadi di pantai

Misalnya: Peramalan angkutan sedimen

Tinggi gelombang rencana menggunakan H_s atau H_{rms} tahunan.

Sedangkan penentuan kala ulang gelombang rencana biasanya didasarkan pada jenis konstruksi yang akan dibangun dan nilai daerah yang akan dilindungi. Makin tinggi nilai daerah yang diamankan makin besar pula kala ulang yang dipilih. Sebagai pedoman penentuan kala ulang gelombang rencana dapat dipakai tabel di bawah ini:

Tabel 2.1. Pedoman pemilihan jenis dan kala ulang gelombang

No	Jenis Bangunan	Gelombang Rencana	
		Jenis Gelombang	Kala Ulang
1	Struktur fleksibel (rubble structure)	H_s	10-50 th
2	Struktur semi-kaku	$H_{0,1}-H_{0,01}$	10-50 th
3	Struktur kaku (rigid)	$H_{0,01}-H_{maks}$	10-50 th

Sumber : Yuwono, 1992 : III-1

2.4. Analisa Statistik Gelombang

Gelombang bersifat random, maka untuk mengetahui karakteristik gelombang tersebut dipakai pendekatan dengan statistik. Distribusi yang sesuai dengan gelombang laut adalah distribusi Rayleigh yang mempunyai bentuk berikut (Triatmodjo, 2008:136) :

$$p(H) = \frac{2H}{H_{rms}^2} e^{-H_{rms}^2}$$

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^N H_i^2}$$

Dengan :

$p(H)$: fungsi densitas probabilitas

H_{rms} : tinggi gelombang root-mean-square

N : jumlah total data

Probabilitas bahwa suatu nilai tinggi gelombang H lebih besar dari suatu nilai tertentu H yang diberi notasi \hat{H} diberikan oleh bentuk berikut (Triatmodjo,2008:136):

$$p(H) > \hat{H} = e^{-H_{rms}^2}$$

Persamaan tinggi gelombang rerata H100 menjadi (Triatmodjo,2008:137):

$$H_{100} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} H_{rms} = 0,886 \cdot H_{rms}$$

Hubungan antara Hn, H33,dan H100 dapat ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.2. Distribusi gelombang

$\mu\%$	H_n/H_{33}	H_n/H_{100}
1	1,68	2,68
5	1,37	2,18
10	1,28	2,03
33	1	1,6
50	0,89	1,42
100	0,63	1.00

Sumber: Yuwono, 1986:42

2.4.1. Analisa Distribusi Frekuensi Gelombang

Penentuan tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu menggunakan analisa harga ekstrim tinggi gelombang, biasanya diambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya. Dalam studi ini, dipakai Metode Log Pearson Tipe III. Parameter statistik yang di perlukan adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987:243):

1. Mengubah data tinggi gelombang tahunan sebanyak n buah $H_{s1}, H_{s2}, H_{s3}, \dots$

H_{sn} , menjadi $\log H_{s2}, \log H_{s3}, \dots \log H_{sn}$.

2. Menghitung harga rata-rata dengan rumus:

$$\overline{\log H_s} = \frac{\sum_{i=1}^N H_{si}}{n}$$

3. Menghitung harga standar deviasi dari $\log H_s$ dengan rumus berikut:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \log H_s - \overline{\log H_s}^2}{n - 1}}$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan:

$$c_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^N \log H_{si} - \overline{\log H_2}^2}{(i-1)(i-2)S_1^3}$$

5. Menghitung logaritma tinggi gelombang signifikan dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut:

$$\log H_s = \overline{\log H_s} + K \cdot S_1$$

Harga K dihitung berdasarkan Tabel 2.3 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dengan tingkat peluang atau periode tertentu dan sesuai dengan nilai Cs (koefisien kemencengan).

6. Mencari anti-log dari Log H_s untuk mendapatkan tinggi gelombang signifikan dengan waktu balik yang dikehendaki selisih terbesarnya.

Tabel 2.3. Nilai K untuk distribusi Log Pearson tipe III

Koefisien Skewness (Cs)	Kala Ulang												
	1.01	1.05	1.11	1.25	2	5	10	20	25	50	100	200	1000
	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2	1	0.5	0.001
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	1.912	2.278	3.152	4.051	4.970	5.887
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.656	-0.390	0.440	1.195	1.916	2.277	3.134	4.013	4.909	5.803
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.385	0.460	1.210	1.920	2.275	3.114	3.973	4.847	5.719
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	1.923	2.272	3.097	3.932	4.783	5.632
2.6	-0.769	0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	1.924	2.267	3.071	3.889	4.718	5.545
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	1.925	2.262	3.048	3.845	4.652	5.457
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	1.925	2.256	3.023	3.800	4.584	5.366
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	1.923	2.248	2.997	3.753	4.515	5.275
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	1.921	2.240	2.970	3.705	4.454	5.202
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	1.918	2.230	2.942	3.656	4.372	5.087
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	1.913	2.219	2.912	3.605	4.298	4.990
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	1.908	2.207	2.881	3.553	4.223	4.892
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	1.901	2.193	2.848	3.499	4.147	4.794
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	1.894	2.179	2.815	3.444	4.069	4.693
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	1.885	2.163	2.780	3.388	3.990	4.591
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	1.875	2.146	2.743	3.330	3.910	4.489
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	1.864	2.128	2.706	3.271	3.828	4.384
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	1.852	2.108	2.666	3.211	3.745	4.278
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	1.838	2.087	2.626	3.149	3.661	4.172
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	1.824	2.066	2.585	3.087	3.575	4.062
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	1.809	2.043	2.542	3.022	3.489	3.955
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	1.792	2.018	2.498	2.957	3.401	3.844
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.123	0.780	1.336	1.774	1.993	2.453	2.891	3.312	3.732
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.166	0.790	1.333	1.756	1.967	2.407	2.824	3.223	3.621
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.735	1.939	2.359	2.755	3.132	3.508
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.714	1.910	2.311	2.686	3.041	3.395
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.692	1.880	2.261	2.615	2.949	3.282
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856	3.167
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.646	1.818	2.159	2.472	2.763	3.053
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.621	1.785	2.107	2.400	2.670	2.939
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.571	1.715	2.054	2.326	2.576	2.826
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.842	0.017	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.484	2.716
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.836	0.033	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.388	2.598
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.830	0.050	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.294	2.484
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.824	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.207	2.385
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.816	0.083	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108	2.261
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.808	0.099	0.857	1.200	1.419	1.528	1.720	1.880	2.016	2.152
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.800	0.116	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926	2.046
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.790	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837	1.941
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.780	0.148	0.854	1.147	1.320	1.407	1.549	1.660	1.749	1.838
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.769	0.164	0.852	1.128	1.287	1.366	1.492	1.588	1.664	1.740
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.758	0.180	0.848	1.107	1.252	1.324	1.435	1.518	1.581	1.644
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.745	0.195	0.844	1.086	1.217	1.282	1.379	1.449	1.501	1.553
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.732	0.210	0.838	1.064	1.181	1.240	1.340	1.383	1.424	1.465
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.719	0.225	0.832	1.041	1.146	1.198	1.270	1.318	1.351	1.384
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.705	0.240	0.823	1.018	1.111	1.157	1.217	1.256	1.282	1.308
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.690	0.254	0.817	0.994	1.075	1.116	1.166	1.197	1.216	1.235
-1.7	-3.440	-1.972	-1.324	-0.675	0.268	0.808	0.980	1.041	1.072	1.116	1.140	1.155	1.170
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.660	0.282	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097	1.107
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.643	0.294	0.788	0.920	0.969	0.993	1.023	1.037	1.044	1.051
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.627	0.307	0.777	0.895	0.938	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.609	0.319	0.765	0.869	0.905	0.923	0.939	0.946	0.949	0.952
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.592	0.330	0.752	0.844	0.873	0.888	0.900	0.905	0.907	0.909
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.574	0.341	0.739	0.819	0.843	0.855	0.864	0.867	0.869	0.871
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.555	0.351	0.750	0.795	0.814	0.823	0.830	0.832	0.833	0.834
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.537	0.360	0.711	0.771	0.786	0.793	0.798	0.799	0.800	0.801
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.518	0.368	0.696	0.747	0.758	0.764	0.768	0.769	0.769	0.769
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.499	0.760	0.681	0.724	0.733	0.738	0.740	0.740	0.741	0.742
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.479	0.840	0.666	0.702	0.709	0.712	0.714	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.460	0.330	0.651	0.681	0.682	0.683	0.689	0.690	0.690	0.690
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667	0.667

Sumber : Soemarto, CD, 1987 : 246

2.4.2. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

2.4.2.1. Uji Smirnov – Kolmogorov

Prosedur Uji Smirnov – Kolmogorov (Soewarno, 1995:198):

1. Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusi).
2. Dari kedua nilai peluang tersebut ditentukan antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.
3. Menentukan harga D_0 menentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
4. berdasarkan Tabel 2.4 Nilai Kritis D_0 Untuk Uji Smirnov Kolmogorof.

Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2. 4. Nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov Kolmogorof

N	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	$1,07/(N^{0,5})$	$1,22/(N^{0,5})$	$1,36/(N^{0,5})$	$1,63/(N^{0,5})$

Sumber : Soemarto, CD, 1987

2.4.2.2. Uji Chi-Square

Parameter Chi-Square dapat dihitung dengan persamaan (Soewarno,1995:194) sebagai berikut:

$$X_n^2 = \sum_{i=1}^G \frac{O_i - E_i^2}{E_i}$$

Dengan:

X_n^2 : parameter Chi-Square terhitung

G : jumlah sub kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i.

Prosedur Chi-Square adalah:

1. Mengurutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Mengelompokkan data menjadi G sub grup, tiap sub grup minimal empat data pengamatan.
3. Menjumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup.
4. Menjumlahkan data dari pengamatan distribusi yang digunakan sebesar E_i .
5. Tiap-tiap sub grup dihitung nilai $O_i - E_i^2$ dan $\frac{O_i - E_i^2}{E_i}$
6. Menjumlahkan seluruh nilai $\frac{O_i - E_i^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-Square
7. Menentukan derajat kebebasan

$$Dk = K - P - 1$$

Dengan:

Dk : derajat kebebasan

P : banyaknya parameter

8. Menentukan nilai X^2 kritis sesuai dengan Tabel 2.5 Nilai Kritis Untuk Uji Chi Square.

9. Membandingkan X^2 hitung dengan X^2 kritis, jika:

- X^2 hitung $<$ X^2 kritis, maka distribusi yang digunakan memenuhi atau dapat diterima
- X^2 hitung $>$ X^2 kritis, maka distribusi yang digunakan tidak memenuhi atau tidak dapat diterima

Tabel 2. 5. Nilai kritis untuk uji Chi Square.

dk	α derajat kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0000393	0.000157	0.000982	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672

Sumber : Soemarto, CD, 1987

2.4.3. Analisis Distribusi Arah Gelombang

Analisa distribusi arah gelombang dilakukan dengan cara meninjau gelombang yang terjadi pada suatu tempat dari berbagai arah. Arah yang ditinjau biasanya hanya beberapa arah saja, hal ini mengingat data arah gelombang biasanya kurang teliti, sebagai contoh misalnya dengan interval 45° (makin kecil interval makin baik, asalkan data gelombang memadai). Prosentase kejadian gelombang pada arah yang ditinjau, dihitung dan ditabelkan lalu digambar sesuai mawar gelombang (*wave rose*) (Yuwono,1992:II-11).

2.5. Gelombang Pecah

2.5.1. Gelombang Pecah di Laut Dalam

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Pada saat kemiringan gelombang maksimum di mana gelombang mulai tidak stabil, kecepatan partikel dipuncak gelombang sama dengan kecepatan rambat gelombang. Kemiringan yang lebih tajam dari batas maksimum tersebut menyebabkan kecepatan partikel di puncak gelombang lebih besar dari kecepatan rambat gelombang sehingga terjadi ketidak stabilan dan gelombang pecah. Adapun kemiringan batas maksimum diberikan oleh bentuk (Triatmodjo, 2008:17):

$$\frac{H_0}{L_0} = \frac{1}{7} = 0,142$$

Sedangkan persamaan cepat rambat gelombang dan panjang gelombang di laut dalam dapat dirumuskan sebagai berikut (Triatmodjo,1999:17):

$$C_0 = \frac{g \cdot T}{2 \cdot \pi}$$

$$L_0 = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi}$$

2.5.2. Gelombang Pecah di Laut Dangkal

Apabila gelombang bergerak menuju laut dangkal, kemiringan batas tersebut tergantung pada kedalaman relatif (d/L) dan kemiringan dasar laut (m). Gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah pada kedalaman tertentu. Munk (1949) memberikan rumus untuk menentukan tinggi dan kedalaman gelombang pecah berikut ini (Triatmodjo, 2008:94):

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3 H'_0/L_0^{1/3}}$$

$$\frac{d_b}{H'_b} = 1,28$$

Beberapa penelitian lain membuktikan bahwa indeks tinggi gelombang pecah H_b/H'_0 dan d_b/H'_b tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang yang ditunjukkan oleh grafik. Bila ditulis dalam bentuk rumus maka akan terbentuk seperti berikut (Triatmodjo, 2008:95):

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - \left(\frac{a.H_b}{g.T^2}\right)}$$

$$a = 43,75 \left(1 - e^{-19.m}\right)$$

$$b = \frac{1,56}{1 + e^{-19.5m}}$$

2.6. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe sebagai berikut:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

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

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

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.

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, tetapi 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 diurnal*)

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.

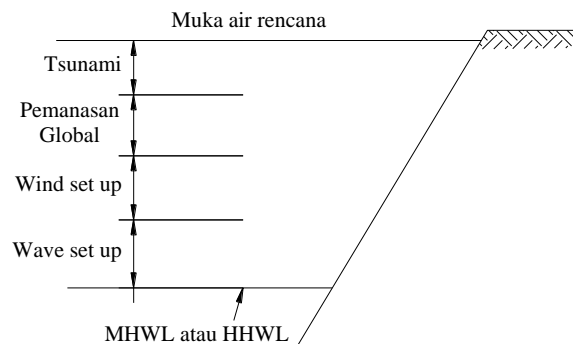
Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman di dalam perencanaan suatu pelabuhan dan bangunan pantai. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut ini:

1. Muka air tinggi (*high water level*). Muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Perencanaan bangunan pantai biasanya dibatasi oleh waktu, antara 6 bulan sampai satu tahun atau lebih, tergantung pada volume pekerjaan dan permasalahannya. Dengan demikian untuk mendapatkan data pasang surut di lokasi pekerjaan sepanjang 19 tahun tidak dapat dilakukan. Dalam hal ini elevasi muka air laut (*MHWL, MLWL, MSL*) ditentukan berdasarkan pengukuran pasang surut selama minimum 15 hari.

Untuk perencanaan suatu bangunan pantai maka harus ditentukan terlebih dahulu elevasi muka air laut rencana. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter. Parameter-parameter tersebut yaitu pasang surut,

tsunami, wave set-up, wind set-up, dan kenaikan muka air laut karena pemanasan global. Dalam kenyataan kemungkinan terjadinya faktor-faktor tersebut secara bersamaan adalah sangat kecil. Oleh karena itu beberapa parameter tersebut dapat digabungkan. Gambar 2.9. menunjukkan elevasi muka air rencana yang diakibatkan parameter-parameter tersebut diatas.



Gambar 2.5. Elevasi muka air laut rencana (Sumber : Triatmodjo, 1999 : 127)

2.7. Jenis – Jenis Kerusakan Pantai

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki wilayah pantai yang panjang akan mungkin sekali terjadi berbagai permasalahan tentang daerah kawasan pantai. Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, pertanian atau perikanan, pariwisata dan sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti beberapa hal berikut ini.

1. Erosi pantai, yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Erosi pantai bisa terjadi secara alami oleh

serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai, dan sebagainya.

2. Tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai di satu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbulnya lahan baru, sementara di pihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai.
3. Pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat menyebabkan tersumbatnya aliran sungai sehingga menyebabkan banjir di daerah hulu.
4. Pencemaran lingkungan akibat limbah dari kawasan industri atau pemukiman perkotaan yang dapat merusak ekologi.
5. Penurunan tanah dan intrusi air asin pada akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan.

Dengan semakin intensifnya pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia yang tidak diimbangi dengan pengetahuan akan ilmu tentang pantai, maka masalah-masalah tersebut juga akan semakin meningkat. Dari permasalahan-permasalahan tersebut masih banyak juga permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi sebagai akibat dari berubahnya suatu kawasan pantai, misalnya masalah sosial, ekonomi, kesehatan, dan sebagainya. Pemerintah dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum harus terus mengadakan pemantauan dan pengidentifikasian masalah-masalah yang ada di daerah pantai yang akan memerlukan usaha-usaha penanganan ataupun perawatan sehingga adanya

masalah-masalah kecil dapat segera teratasi dan tidak menimbulkan kerusakan dan kerugian yang besar bagi masyarakat dan negara.

2.8. Pola Pengamanan Kawasan Pantai

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk menunjang kegiatan pengelolaan dan pengaman atau perlindungan daerah pantai antara lain :

1. Perlindungan terhadap kemunduran garis pantai akibat erosi/abrasi.

Upaya perlindungan pantai untuk mengatasi permasalahan erosi dapat dilakukan dengan lima pendekatan, sebagai berikut :

- Mengurangi laju angkutan sedimen
- Mengurangi energi gelombang
- Memperkuat tebing pantai
- Menambah suplai sedimen ke pantai
- Melakukan penghijauan pantai dengan tanaman pelindung pantai

2. Perlindungan terhadap ancaman gelombang.

Perlindungan terhadap ancaman gelombang dapat dilakukan dengan penataan daerah pantai dan pembuatan bangunan pelindung seperti pemecah gelombang atau tembok laut.

3. Perlindungan terhadap penutupan muara sungai

Upaya ini dilakukan khusus untuk daerah pantai yang terdapat muara sungai.

Permasalahan penutupan muara dapat diselesaikan dengan tiga cara, yaitu :

- Pengerukan rutin muara sungai
- Perlindungan muara sungai dengan jetty
- Stabilisasi debit sungai

4. Perlindungan terhadap pencemaran perairan pantai.

Upaya-upaya perlindungan terhadap pencemaran perairan pantai dapat dilakukan dengan Program Pantai Wisata, Indah dan Bersih, Program Pantai Lestari dan perbaikan lingkungan pemukiman serta perkotaan. Khusus mengenai Program Pantai Lestari yaitu Pantai Wisata Bersih, Bandar Indah dan Teman (terumbu karang dan mangrove) Lestari. Tujuan utama Program Pantai Lestari adalah :

- Terkendalinya pencemaran atau kerusakan lingkungan wilayah pantai, dari berbagai usaha dan kegiatan
- Terciptanya masyarakat sadar lingkungan dan peningkatan peran serta masyarakat dalam pengelolaan lingkungan pantai
- Terbinanya hubungan koordinasi yang lebih baik antar lembaga terkait dalam pengelolaan lingkungan wilayah pantai.

2.9. Metode Penanganan Abrasi / Erosi Pantai

Erosi pantai merupakan salah satu dari masalah yang sering dijumpai pada daerah pantai. Erosi pantai dapat mengakibatkan kerugian yang besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada di daerah tersebut. Untuk menanggulangi erosi pantai, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari penyebab terjadinya erosi. Dengan mengetahui penyebabnya, selanjutnya dapat ditentukan cara penanggulangannya, yang biasanya adalah dengan membuat bangunan pelindung pantai, menambah suplai sedimen dengan memperhatikan kondisi biotik daerah pantai. Metode penanganan abrasi pantai dapat dibagi menjadi dua metode, yaitu segi abiotik (non struktur) dan biotik (struktur) :

2.9.1. Metode Biotik

Metode biotik dilakukan dengan membuat green belt dari tanaman jenis mangrove. Mangrove adalah suatu komunitas vegetasi pantai tropic yang didominasi oleh beberapa spesies pohon khas dan semak-semak belukar yang mempunyai kemampuan tumbuh pada perairan yang asin. Mangrove banyak dijumpai di wilayah pantai yang terlindung dari gempuran ombak dan daerahnya landai. Mangrove tumbuh optimal di wilayah pantai yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur.

Mangrove mempunyai fungsi penting dalam melindungi daerah pantai dari gelombang besar dan abrasi pantai. Penggunaan tumbuhan mangrove sangat berguna karena sabuk hijau mangrove tidak saja akan mencegah terjadinya abrasi tetapi, secara ekologis juga akan membantu mengembalikan serta meningkatkan produksi perikanan di perairan disekitarnya mengingat bahwa hutan mangrove merupakan tempat hidup dan tempat memijah dari banyak jenis organisme laut baik yang secara ekonomis penting maupun tidak. Selain itu mangrove mempunyai fungsi ekologis sebagai tempat berlindung dan nursery ground bagi beberapa jenis hewan seperti ikan, udang, ular, dan burung.

2.9.2. Metode Abiotik

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai, yaitu :

1. Memperkuat atau 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 atau dengan cara lain.

Sesuai dengan fungsinya tersebut di atas, bangunan pelindung pantai dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Kontruksi yang dibangun di pantai dan sejajar dengan garis pantai,
2. Kontruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai dan sambung ke pantai,
3. Kontruksi yang dibangun di lepas pantai dan kira-kira sejajar dengan garis pantai.

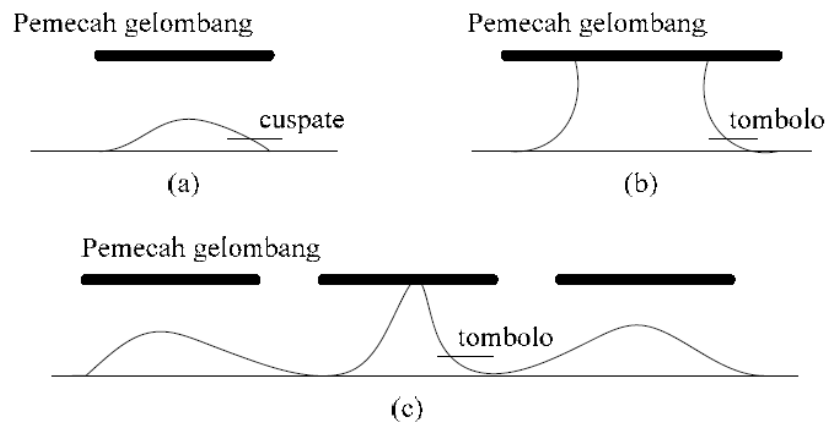
Bangunan yang termasuk dalam kelompok yang pertama adalah dinding pantai atau revetment yang dibangun pada garis pantai atau di daratan yang digunakan untuk melindungi pantai langsung dari serangan gelombang. Pada kelompok kedua meliputi groin dan jetty, yang dibangun menjorok dari pantai ke arah laut yang digunakan untuk menangkap atau menahan gerak sedimen sepanjang pantai pada groin, sedangkan pada jetty untuk menahan sedimen atau pasir yang bergerak sepanjang pantai masuk dan mengendap di muara sungai. Sedang pada kelompok ketiga adalah pemecah gelombang (breakwater), yang 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. 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 menaikkan penumpang.

Menurut bentuknya bangunan pantai dapat dibedakan menjadi bangunan sisi miring dan sisi tegak. Termasuk dalam kelompok pertama adalah bangunan dari tumpukan batu yang bagian luarnya diberi lapis pelindung yang terbuat dari batu-batu ukuran besar, blok beton, atau batu buatan dari beton dengan bentuk khusus seperti tetrapod, quadripods, tribars, dolos, dan sebagainya. Lapis pelindung ini harus mampu menahan serangan gelombang. Pada tipe kedua adalah bangunan terbuat dari pasangan batu, kaisan beton, tumpukan buis beton, dinding turap baja atau beton dan sebagainya. Kaisan adalah konstruksi berbentuk kotak dari beton bertulang yang di dalamnya diisi pasir dan batu. Bangunan tersebut diletakkan di atas tumpukan batu yang berfungsi sebagai pondasi, sedangkan untuk melindungi gerusan pada pondasi, maka dibuat perlindungan kaki yang terbuat dari batu atau blok beton.

2.10. Pemecah Gelombang Lepas Pantai

Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. bangunan ini direncanakan untuk melindungi pantai yang terletak di belakangnya dari serangan gelombang. Pemecah gelombang lepas pantai dapat dibuat dari satu pemecah gelombang atau satu seri bangunan yang terdiri dari beberapa ruas pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah. Gambar-gambar 2.10. menunjukkan pengaruh bangunan pemecah gelombang lepas pantai terhadap perubahan garis pantai. Pada gambar 2.10.a. menunjukkan dimana panjang pemecah gelombang relatif kecil terhadap jaraknya dari garis pantai dapat menyebabkan terbentuknya tonjolan daratan dari garis pantai ke arah laut (cusplate), sedang gambar 2.10.b. menunjukkan

terbentuknya tombolo oleh pemecah gelombang yang cukup panjang, dan gambar 2.10.c. menunjukkan pengaruh suatu seri pemecah gelombang terhadap bentuk pantai di belakangnya.



Gambar 2.6. Pemecah gelombang lepas pantai

(Sumber: Triatmodjo, 1999 : 225)

Apabila garis puncak gelombang pecah sejajar dengan garis pantai asli, terjadi difraksi di daerah terlindung di belakang bangunan, dimana garis puncak gelombang membelok dan terbentuk busur lingkaran. Perambatan gelombang yang terdifraksi tersebut disertai dengan angkutan sedimen menuju ke daerah terlindung dan diendapkan di perairan di belakang bangunan. Pengendapan tersebut menyebabkan terbentuknya cusate di belakang bangunan. Proses tersebut akan terus berlanjut sampai garis pantai yang terjadi sejajar dengan garis puncak gelombang terdifraksi. Pada keadaan tersebut transpor sedimen sepanjang pantai menjadi nol.

Ada dua tipe pemecah gelombang tumpukan batu (“rubble mound”), yaitu:

1. “Overtopping Breakwater”, yaitu pemecah gelombang yang direncanakan dengan memperkenankan atau mengijinkan air melimpas diatas pemecah gelombang tersebut. Pemecah gelombang tipe ini biasanya direncanakan apabila daerah yang dilindungi tidak begitu sensitif terutama terhadap gelombang yang terjadi akibat adanya overtopping (pemecah gelombang untuk melindungi alur pelayaran, jetty ataupun groin). Jika pemecah gelombang direncanakan boleh overtopping, maka lereng pemecah gelombang bagian dalam (“inner portion”) harus terjamin tidak akan rusak pada saat terjadi hempasan air pada saat overtopping.
2. “Non overtopping breakwater”, yaitu pemecah gelombang yang direncanakan dengan tidak memperkenankan atau mengijinkan air melimpas di atas pemecah gelombang tersebut. Dalam hal ini tinggi mercu atau puncak pemecah gelombang harus direncanakan atau ditentukan berdasarkan “wave run-up” yang akan terjadi. Ukuran batu pelindung bagian lereng dalam, dalam hal ini dapat lebih kecil dari lapis lindung lereng luar. Kadang-kadang ukuran batu dibuat sama namun lereng dalam lebih tegak.

2.10.1. Prinsip Dasar Perencanaan Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang tumpukan batu dibangun berlapis dengan lapisan paling luar terdiri dari batu lindung yang paling besar atau paling berat, sedangkan makin ke dalam ukuran batunya makin kecil. Dasar perencanaan kontruksi adalah lapis luar akan menerima beban gaya (dari gelombang) yang paling besar, sehingga ukurannya harus direncanakan sedemikian berat hingga masih cukup stabil. Mengingat batu ukuran besar harganya lebih mahal, maka bagian dalam dari pemecah gelombang dapat diisi dengan batu yang ukurannya lebih kecil.

Syarat utama ukuran bahan yang dipakai lapisan dalam adalah tidak boleh tercuci lewat pori-pori atau rongga lapisan luar.

Bentuk pemecah gelombang biasanya sangat ditentukan oleh bahan bangunan yang tersedia di lokasi pekerjaan. Disamping itu perlu pula ukuran batu pemecah gelombang disesuaikan dengan peralatan yang akan dipergunakan untuk membangun.

2.10.2. Bahan Lapis Lindung

Bahan lapis lindung yang dipakai untuk pemecah gelombang harus memenuhi syarat-syarat berikut ini :

1. Bahan lapis lindung harus tahan terhadap keadaan lingkungan (tidak mudah lapuk, tidak rusak karena bahan kimia, tahan terhadap gaya dinamik yang berasal dari gelombang pecah, dan sebagainya).
2. Batu (alam ataupun buatan) harus mempunyai berat jenis yang cukup besar ($> 2,6$). Makin besar berat jenis bahan yang dipakai, makin kecil ukuran batu yang diperlukan, sehingga mempermudah pelaksanaan pekerjaan.
3. Bahan lapis lindung haruslah cukup kasar sehingga mampu menahan gaya-gaya yang disebabkan oleh gelombang.
4. Bahan lapis lindung yang dipakai haruslah yang relatif murah. Perlu pemilihan jenis bahan yang ada di lokasi pekerjaan, sehingga didapatkan jenis konstruksi yang murah.

2.10.3. Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung

Untuk keperluan penentuan ukuran lapis lindung, sifat-sifat bahan lapis lindung perlu dikuantifikasikan dalam suatu parameter. Ada empat sifat bahan lapis lindung yang penting dan dua diantaranya sangat penting untuk perhitungan

stabilitas konstruksi (ρ a dan K_d). Sedangkan kedua sifat yang lain sangat penting untuk penentuan ukuran pemecah gelombang.

Keempat sifat tersebut adalah :

1. Rapat massa batuan, ρ a (“mass density”)

Rapat massa batu granit = 2650 – 3000 kg/m³

Rapat massa batu basalt = 2700 kg/m³

Rapat massa limestone = 2300 – 2750 kg/m³

Rapat massa beton = 2300 – 3000 kg/m³

Limestone blok jarang digunakan untuk pemecah gelombang karena rapat massanya yang relatif rendah dan tidak tahan terhadap lingkungan (cuaca, gempuran gelombang, bahan kimia, dan sebagainya). Rapat massa beton dapat diusahakan tinggi dengan cara menggunakan bahan agregat khusus. Beton yang digunakan harus mempunyai kekuatan paling tidak 30 N/mm² pada saat berumur 28 hari.

2. Koefisien batu lindung, K_d (“damage coefficient”)

Koefisien ini merupakan pencerminan dari berbagai sifat-sifat bahan yang belum termasuk dalam ketiga sifat bahan yang dijelaskan (ρ a, $K\Delta$, n). sifat-sifat bahan yang diwakili oleh koefisien K_d antara lain : bentuk batu, kekasaran, tingkat “interlocking”, lokasi batu dalam pemecah gelombang, dan sebagainya.

3. Koefisien lapisan, $K\Delta$ (“layer coefficient”, packing coef”)

Koefisien ini menunjukkan tingkat bahan lapis lindung untuk bergabung bersama dalam suatu lapisan. Koefisien ini penting untuk menentukan ukuran ketebalan lapisan.

4. Koefisien porositas, n (“porosity”)

Koefisien ini menunjukkan rasio antara volume rongga (“void volume”) dengan total volume. Koefisien ini terutama untuk menentukan jumlah batu (“armour unit”) dalam suatu proyek.

2.10.4. Perencanaan Pemecah Gelombang Tumpukan Batu

1. Berat Batu

Dua buah rumus yang dapat digunakan untuk menentukan berat batu lindung adalah :

a. Iribarren (1938)

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_d (Sr - 1)^3 (f \cos \theta + \sin \theta)^3}$$

$$Sr = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

dengan :

W : berat butir batu pelindung (ton)

γ : berat jenis beton (ton/m³)

H : tinggi gelombang rencana (m)

Sr : rapat massa relatif

θ : sudut kemiringan sisi bangunan

γ_r : berat jenis batu

γ_a : berat jenis air laut

f : konstanta

Kd : koefisien jenis batu lindung

b. Van der Meer

$$W = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D_{n50}}{2} \right)^3 \gamma r$$

Untuk gelombang plunging (di air dangkal) :

$$\frac{H_{2\%}}{SrD_{n50}} = 8,7P^{0,18} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \zeta_m^{-0,5}$$

Untuk gelombang surging (di air dangkal) :

$$\frac{H_{2\%}}{SrD_{n50}} = 1,4P^{-0,13} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \sqrt{\tan \alpha} \zeta_m^P$$

sedangkan

$$\zeta_m = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi H_s}{gT_m^2}}}$$

$$Sr = \frac{\gamma r}{\gamma a}$$

$$N = \frac{\text{lama hembus angin}}{\text{periode gelombang}}$$

Dengan :

W : berat butir batu pelindung (ton)

D_{n50} : diameter batu (m)

H_s : tinggi gelombang signifikan (m)

$H_{2\%}$: nilai karakteristik tertinggi dari distribusi tinggi gelombang

$$\left(\frac{H_{2\%}}{H_s} \right) = 1,4$$

T_m : periode gelombang (dt)

- Sr : rapat massa relatif
 γ_r : berat jenis batu (kg/m^3)
 γ_a : berat jenis air laut (kg/m^3)
 α : sudut kemiringan dasar laut ($^\circ$)
 S : tingkat kerusakan bangunan pada akhir umur rencana
 P : faktor permeabilitas

c. Hudson (1953)

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (Sr - 1)^3 \text{Cotg } \theta}$$

$$Sr = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

Dengan :

- W : berat butir batu pelindung (ton)
 H : tinggi gelombang rencana (m)
 Sr : rapat massa relatif
 θ : sudut kemiringan sisi bangunan
 γ_r : berat jenis batu
 γ_a : berat jenis air laut
 KD : koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau batu buatan), kekasaran permukaan batu, ketajaman sisi-sisinya, ikatan antar butir, keadaan pecahnya gelombang. Nilai Kd untuk berbagai bentuk batu pelindung diberikan dalam tabel 2.6

Tabel 2.6. Koefisien stabilitas K_D untuk berbagai jenis butir

Lapis Lindung	n	Penempatan	Lengan Bangunan		Ujung (kepala) Bangunan		Kemiringan
			K_D		K_D		
			Gelomb. Pecah	Gelomb. Tdk. Pecah	Gelomb. Pecah	Gelomb. 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	3,2	1,5
Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	1,6	2,8	2,0
Bersudut kasar	2	Khusus* ³	5,8	7,0	1,3	2,3	3,0
Paralelepipedum	2	Khusus	7,0-20,0	8,5-24,0	-	-	
Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	4,5	5,5	2,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	3,5	4,0	3,0
Kubus dimodifikasi	2	Acak	6,5	7,5	8,3	9,0	1,5
Hexapod	2	Acak	8,0	9,5	7,8	8,5	2,0
Tribar	1	Seragam	12,0	15,0	6,0	6,5	3,0
					8,0	16,0	2,0
					7,0	14,0	3,0
					-	5,0	* ²
					5,0	7,0	* ²
					7,0	9,5	* ²

Catatan :

n : jumlah susunan butir batu dalam lapis lindung

*1 : penggunaan n = 1 tidak disarankan untuk kondisi gelombang pecah

*2 : sampai ada ketentuan lebih lanjut tentang nilai K_D , penggunaan

K_D dibatasi pada kemiringan 1:1,5 sampai 1:3

- *3 : batu ditempatkan dengan sumbu panjangnya tegak lurus permukaan bangunan

2. Ukuran Pemecah Gelombang

a. Tinggi pemecah gelombang

Elevasi puncak bangunan dapat direncanakan, untuk submerged breakwater elevasi puncak bangunan berada dibawah permukaan air laut .

b. Lebar puncak Pemecah gelombang

Lebar bidang puncak dapat dihitung dengan rumus :

$$B = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma r} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Dengan :

B : lebar puncak

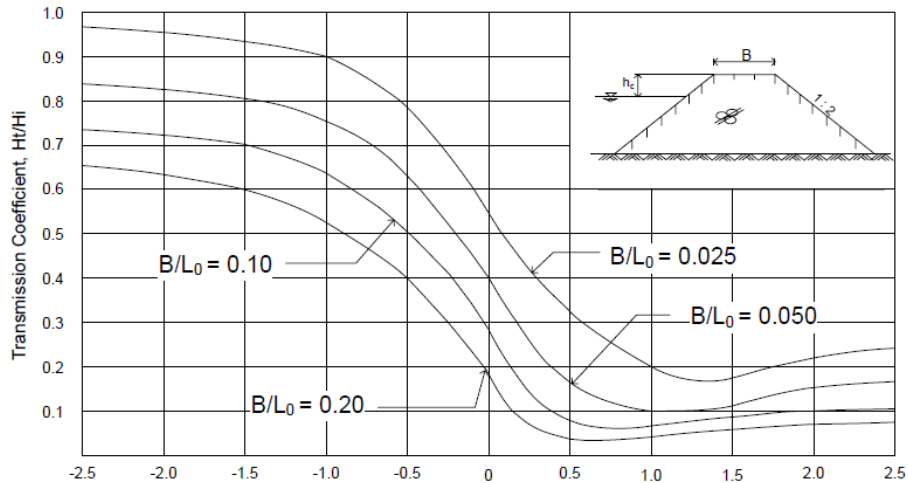
n : jumlah butir batu (n minimum = 3)

k_{Δ} : koefisien lapis diberikan dalam tabel 2.4.

W : berat butir batu pelindung

γr : berat jenis batu lindung

Lebar puncak breakwater juga dapat ditentukan dengan menggunakan tabel yang diberikan oleh Tanaka dibawah ini :



Gambar 2.7. Koefisien transmisi untuk gelombang regular pada breakwater tumpukan batu (Sumber: Tanaka, 1976)

c. Tebal dan Jumlah Butir Lapis Lindung

Tebal dan jumlah butir lapis lindung dapat dihitung dengan rumus :

$$t = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

$$N = Ank_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3}$$

Dengan :

t : tebal lapis lindung (m)

n : jumlah lapis batu dalam lapis lindung

k_Δ : koefisien lapis yang diberikan dalam tabel 2.9.

A : luas permukaan

P : porositas rerata dari lapis pelindung (%) yang diberikan dalam tabel 2.9

N : jumlah butir batu untuk satuan lus permukaan (A)

γ_r : berat jenis batu

Tabel 2.7. Koefisien lapis

Batu Lindung	n	Penempatan	Koefisien Lapis (k_{Δ})	Porositas P (%)
Batu alam (halus)	2	Random (acak)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	Random (acak)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	Random (acak)	1,10	40
Kubus	2	Random (acak)	1,10	47
Tetrapot	2	Random (acak)	1,04	50
Quadripot	2	Random (acak)	0,95	49
Hexapot	2	Random (acak)	1,15	47
Tribard	2	Random (acak)	1,02	54
Dolos	2	Random (acak)	1,00	63
Tribar	1	seragam	1,13	47
Batu alam		Random (acak)		37

BAB III

METODOLOGI

3.1. Kerusakan Pantai Maratua di Kampung Payung-Payung

Berdasarkan data peninjaun lapangan, maka dapat disimpulkan jenis kerusakan Pantai Payung-Payung adalah sebagai berikut :

1. Kerusakan pada pemukiman dan fasilitas umum
2. Menurunnya kualitas perairan pantai karena pencemaran
3. Menurunnya kualitas terumbu karang
4. Perubahan garis pantai
5. Gerusan dan kerusakan bangunan

Dengan mengacu pada pola pengelolaan dan pengamanan pantai yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat dirumuskan pola penanganan pantai secara non struktur maupun struktur.

3.1.1. Upaya Pengelolaan dan Penataan Kawasan Pantai Secara Non Struktur

Kondisi Pantai Payung-Payung yang menjadi daerah studi relatif agak kotor. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh aktivitas masyarakat yang berada di sekitar pantai yang kurang memperhatikan keindahan kebersihan dan kelestarian lingkungan. Pola pemanfaatan lahan di sekitar pantai kurang atau bahkan tidak memperhatikan aspek-aspek lingkungan. Beberapa aktivitas yang menyebabkan pencemaran lingkungan antara lain:

1. Membuang sampah, limbah rumah tangga bahkan beberapa penduduk sekitar masih membuang kotoran di sekitar pantai sehingga menimbulkan bau yang kurang sedap dan lingkungan pantai menjadi kumuh.
2. Beberapa ruas pantai dimanfaatkan untuk kegiatan komersil berupa tempat peristirahatan/villa dan restoran.
3. Beberapa pemukiman nelayan terdapat di sepanjang pantai. Keterbukaan pantai terhadap arah datangnya gelombang menyebabkan resiko yang tinggi bagi pemukiman nelayan yang berada di dekat garis pantai.

Untuk itu, dalam rangka pengelolaan kawasan pantai, dapat diusulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Melakukan sosialisasi dan penyuluhan tentang kebersihan lingkungan pantai, yang disertai dengan upaya pembersihan lingkungan pantai, dengan menetapkan Hari Kebersihan Pantai yang dilaksanakan dengan kerja bakti pembersihan lingkungan pantai dari sampah-sampah dan kotoran yang mengganggu dengan melibatkan seluruh stakeholder di sekitar pantai.
2. Menyediakan sarana-sarana tempat pembuangan sampah yang memadai, dan didukung dengan operasional pemungutan sampah secara rutin untuk menghindarkan masyarakat membuang sampah di sekitar pantai.
3. Penataan kawasan dan lingkungan pantai, dengan menetapkan batas-batas sempadan pantai yang boleh atau tidak boleh dimanfaatkan dengan menetapkan Peraturan Daerah yang disertai dengan sanksi yang tegas.
4. Menetapkan kawasan pantai sebagai kawasan Pantai Lestari, yang dimungkinkan untuk dikembangkan menjadi kawasan wisata sehingga membuka peluang bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar,

sekaligus membuka kesadaran masyarakat terhadap manfaat positif kebersihan dan kelestarian lingkungan pantai.

3.1.2. Upaya Pengelolaan dan Penataan Kawasan Pantai Secara Struktur

Ditinjau dari permasalahan kerusakan pantai yang terjadi di Pantai Payung-Payung, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama yang perlu segera mendapatkan penanganan adalah :

1. Pemukiman penduduk yang berada sangat dekat dengan garis pantai, merupakan menyebabkan penduduk rawan dari rayapan. Untuk itu prioritas penanganan yang perlu segera dilakukan dapat terdiri dari 2 opsi, yaitu :
 - a. Relokasi pemukiman penduduk yang berada sangat dekat dengan garis pantai tersebut ke lokasi lain yang lebih aman dari serangan gelombang.
 - *) kelebihan : akan membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan membangun bangunan pengaman serangan gelombang.
 - *) kelemahan: akan memerlukan proses yang sangat panjang dalam melakukan sosialisasi terhadap penduduk yang akan dipindahkan. Pemahaman masyarakat yang berbeda dapat berpotensi menimbulkan konflik sosial.
 - b. Membangun bangunan yang berfungsi utama sebagai pelindung/penahan serangan gelombang berupa pemecah gelombang atau tembok laut.

3.2. Persiapan Pendahuluan

Dengan melihat uraian di atas tentang penanganan Pantai Payung-Payung dengan upaya secara struktural, maka memang perlu dibangun suatu bangunan pantai yang dapat melindungi kawasan pantai tersebut dari serangan gelombang.

Untuk itu perlu dipersiapkan beberapa hal yang penting sehubungan dengan tinjauan lapangan dan pengumpulan data yang digunakan untuk mendesain suatu bangunan pantai. Adapun tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Studi pustaka mengenai masalah yang berhubungan dengan kerusakan pantai dan pengamannya.
2. Menentukan kebutuhan data.

3.3. Pengumpulan Data

Untuk menganalisa suatu masalah dalam penelitian dibutuhkan data-data yang nantinya akan diolah agar dapat menentukan langkah-langkah yang harus diambil. Data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Peta Bathimetri dan Topografi

Peta bathimetri diperlukan untuk mengetahui keadaan kedalaman laut sekitar lokasi pekerjaan. Data ini bersama dengan data angin digunakan dalam analisa refraksi gelombang di lokasi studi.

2. Peta Kepulauan

Peta ini diperlukan untuk menentukan panjang daerah pembangkitan gelombang/fetch.

3. Data Angin

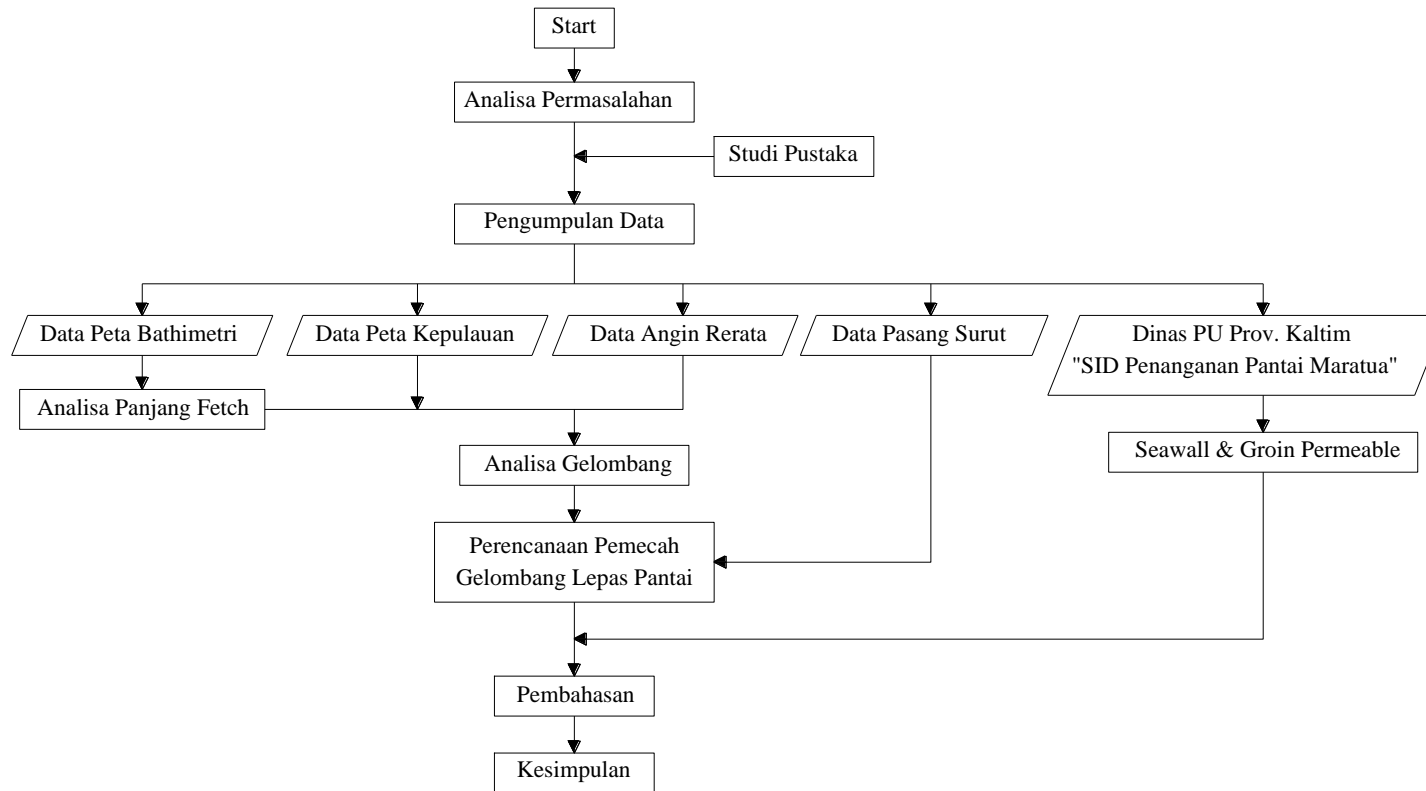
Data angin digunakan untuk memprediksi besarnya tinggi gelombang dan periode gelombang jika tidak ada data pengukuran di laut dalam yang terjadi di daerah studi. Data angin tersebut dipergunakan untuk prediksi arah dan tinggi gelombang di lokasi studi.

4. Data Pasang Surut

Digunakan dalam perhitungan elevasi puncak konstruksi. Pasang surut akan mempengaruhi tinggi gelombang yang terjadi di lokasi bangunan. Pada waktu air surut di mana kedalaman air di lokasi bangunan kecil dan sebaliknya.

3.4. Bagan Alir Penyusunan Laporan Skripsi

Langkah-langkah secara umum yang dilakukan dalam penyusunan Laporan Skripsi ini dapat dilihat pada bagan alir berikut ini:



Gambar 3.1. Bagan alir penyusunan Laporan Skripsi

BAB IV

ANALISA HIDRO-OCEANOGRAFI

4.1. Tinjauan Umum

Data yang dibutuhkan untuk analisa ini meliputi data sekunder dan primer. Data sekunder yang sangat penting diantaranya adalah data angin yang di dapat dari Stasiun Meteorologi Kalimantan Tanjung Redep Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. Pengolahan data angin ini berfungsi untuk meramalkan gelombang yang dapat terjadi di Pantai Maratua, mengingat tidak tersedianya data gelombang hasil pengukuran langsung di lokasi studi maupun disekitarnya.

4.2. Distribusi Arah Angin

Gerakan udara dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah disebut dengan angin. Angin merupakan pembangkit gelombang laut. Oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan arah gelombang di lokasi. Data angin diklasifikasikan berdasarkan kecepatan dan arah yang kemudian dihitung besarnya persentase kejadiannya. Arah angin dinyatakan dalam bentuk delapan arah mata angin yaitu :

1. Utara (U) : $337,5^{\circ} - 22,5^{\circ}$
2. Timur Laut (TL) : $22,5^{\circ} - 67,5^{\circ}$
3. Timur (T) : $67,5^{\circ} - 112,5^{\circ}$
4. Tenggara (TG) : $112,5^{\circ} - 157,5^{\circ}$
5. Selatan (S) : $157,5^{\circ} - 202,5^{\circ}$
6. Barat Daya (BD) : $202,5^{\circ} - 247,5^{\circ}$

7. Barat (B) : $247,5^\circ - 292,5^\circ$
 8. Barat Laut (BL) : $292,5^\circ - 337,5^\circ$

Data angin yang digunakan mulai tahun pengamatan 2003 sampai 2012. Data angin yang diperoleh masih dalam satuan knot (inggris), maka perlu di konfersikan dahulu dalam satuan yang digunakan di Indonesia yaitu Km/ jam, dengan di kalikan 1.852. Sebagai contoh perhitungan konversi data angin dipilih tanggal 1 Bulan Januari tahun 2003.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Angin} &= 8 \text{ knot} \\ &= 8 \times 1.852 \\ &= 18.52 \text{ km/jam} \\ \text{Arah Angin} &= 360^\circ \\ &= \text{Utara} \end{aligned}$$

Data angin selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini adalah distribusi arah angin yang diklasifikasikan dalam beberapa kelas berdasarkan arah anginnya kemudian dilakukan perhitungan prosentase kejadian untuk setiap arah mata angin.

Tabel 4. 1 Jumlah Kejadian Angin Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah	Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N Utara	2	83	260	72	31	22	3	473
NE Timur Laut	1	49	129	40	18	8	2	247
E Timur	0	27	78	23	14	4	0	146
SE Tenggara	0	21	53	16	2	1	1	94
S Selatan	1	20	78	13	7	2	0	121
SW Barat Daya	3	53	197	86	50	26	2	417
W Barat	3	111	202	76	41	8	2	443
NW Barat Laut	2	136	200	40	23	8	3	412
Calm	1300							1300
Sumber : Hasil Analisa								3653

Tabel 4. 2 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah	Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL (%)
	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N Utara	0.05	2.27	7.12	1.97	0.85	0.60	0.08	12.95
NE Timur Laut	0.03	1.34	3.53	1.09	0.49	0.22	0.05	6.76
E Timur	0.00	0.74	2.14	0.63	0.38	0.11	0.00	4.00
SE Tenggara	0.00	0.57	1.45	0.44	0.05	0.03	0.03	2.57
S Selatan	0.03	0.55	2.14	0.36	0.19	0.05	0.00	3.31
SW Barat Daya	0.08	1.45	5.39	2.35	1.37	0.71	0.05	11.42
W Barat	0.08	3.04	5.53	2.08	1.12	0.22	0.05	12.13
NW Barat Laut	0.05	3.72	5.47	1.09	0.63	0.22	0.08	11.28
Calm	35.59							35.59
Sumber : Hasil Analisa								100.00

Tabel 4. 3 Jumlah Kejadian Angin Bulan Januari Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah	Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N Utara	0	6	23	4	1	1	0	35
NE Timur Laut	0	7	10	4	0	0	1	22
E Timur	0	3	5	0	0	1	0	9
SE Tenggara	0	4	4	2	0	0	0	10
S Selatan	0	2	6	2	0	0	0	10
SW Barat Daya	0	2	9	1	1	0	0	13
W Barat	1	7	5	0	0	0	0	13
NW Barat Laut	0	11	8	2	1	0	0	22
Calm	176							176
Sumber : Hasil Analisa								310

Tabel 4. 4 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Januari Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							11.29
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	1.94	7.42	1.29	0.32	0.32	0.00	11.29
NE	Timur Laut	0.00	2.26	3.23	1.29	0.00	0.00	0.32	7.10
E	Timur	0.00	0.97	1.61	0.00	0.00	0.32	0.00	2.90
SE	Tenggara	0.00	1.29	1.29	0.65	0.00	0.00	0.00	3.23
S	Selatan	0.00	0.65	1.94	0.65	0.00	0.00	0.00	3.23
SW	Barat Daya	0.00	0.65	2.90	0.32	0.32	0.00	0.00	4.19
W	Barat	0.32	2.26	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	4.19
NW	Barat Laut	0.00	3.55	2.58	0.65	0.32	0.00	0.00	7.10
	Calm	56.77							56.77
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 5 Jumlah Kejadian Angin Bulan Februari Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0	6	28	7	2	3	1	47
NE	Timur Laut	0	5	18	4	0	0	0	27
E	Timur	0	3	5	1	0	0	0	9
SE	Tenggara	0	1	2	1	0	0	0	4
S	Selatan	0	0	1	1	0	0	0	2
SW	Barat Daya	0	4	8	2	0	0	0	14
W	Barat	0	4	6	1	0	0	0	11
NW	Barat Laut	1	6	11	3	1	0	0	22
	Calm	147							147
Sumber : Hasil Analisa									283

Tabel 4. 6 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Februari Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							16.61
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	2.12	9.89	2.47	0.71	1.06	0.35	16.61
NE	Timur Laut	0.00	1.77	6.36	1.41	0.00	0.00	0.00	9.54
E	Timur	0.00	1.06	1.77	0.35	0.00	0.00	0.00	3.18
SE	Tenggara	0.00	0.35	0.71	0.35	0.00	0.00	0.00	1.41
S	Selatan	0.00	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	0.71
SW	Barat Daya	0.00	1.41	2.83	0.71	0.00	0.00	0.00	4.95
W	Barat	0.00	1.41	2.12	0.35	0.00	0.00	0.00	3.89
NW	Barat Laut	0.35	2.12	3.89	1.06	0.35	0.00	0.00	7.77
	Calm	51.94							51.94
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4.7 Jumlah Kejadian Angin Bulan Maret Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0	4	24	8	2	1	0	39
NE	Timur Laut	0	7	15	4	4	3	0	33
E	Timur	0	4	7	1	2	0	0	14
SE	Tenggara	0	1	2	3	0	0	0	6
S	Selatan	0	1	1	3	1	0	0	6
SW	Barat Daya	1	1	2	2	0	1	0	7
W	Barat	1	4	8	2	3	0	0	18
NW	Barat Laut	1	12	14	5	3	2	1	38
	Calm	149							149
Sumber : Hasil Analisa									310

Tabel 4.8 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Maret Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL (%)	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0.00	1.29	7.74	2.58	0.65	0.32	0.00	12.58
NE	Timur Laut	0.00	2.26	4.84	1.29	1.29	0.97	0.00	10.65
E	Timur	0.00	1.29	2.26	0.32	0.65	0.00	0.00	4.52
SE	Tenggara	0.00	0.32	0.65	0.97	0.00	0.00	0.00	1.94
S	Selatan	0.00	0.32	0.32	0.97	0.32	0.00	0.00	1.94
SW	Barat Daya	0.32	0.32	0.65	0.65	0.00	0.32	0.00	2.26
W	Barat	0.32	1.29	2.58	0.65	0.97	0.00	0.00	5.81
NW	Barat Laut	0.32	3.87	4.52	1.61	0.97	0.65	0.32	12.26
	Calm	48.06							48.06
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4.9 Jumlah Kejadian Angin Bulan April Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0	4	15	9	7	1	1	37
NE	Timur Laut	0	3	15	7	1	2	1	29
E	Timur	0	2	11	3	3	0	0	19
SE	Tenggara	0	2	5	1	1	0	0	9
S	Selatan	0	3	5	0	1	0	0	9
SW	Barat Daya	0	6	10	0	2	0	0	18
W	Barat	0	12	17	2	2	0	0	33
NW	Barat Laut	0	9	20	1	0	1	0	31
	Calm	115							115
Sumber : Hasil Analisa									300

Tabel 4. 10 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan April Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	1.33	5.00	3.00	2.33	0.33	0.33	12.33
NE	Timur Laut	0.00	1.00	5.00	2.33	0.33	0.67	0.33	9.67
E	Timur	0.00	0.67	3.67	1.00	1.00	0.00	0.00	6.33
SE	Tenggara	0.00	0.67	1.67	0.33	0.33	0.00	0.00	3.00
S	Selatan	0.00	1.00	1.67	0.00	0.33	0.00	0.00	3.00
SW	Barat Daya	0.00	2.00	3.33	0.00	0.67	0.00	0.00	6.00
W	Barat	0.00	4.00	5.67	0.67	0.67	0.00	0.00	11.00
NW	Barat Laut	0.00	3.00	6.67	0.33	0.00	0.33	0.00	10.33
	Calm	38.33							38.33
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 11 Jumlah Kejadian Angin Bulan Mei Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0	12	21	6	0	0	0	39
NE	Timur Laut	0	4	5	3	0	2	0	14
E	Timur	0	4	7	3	1	0	0	15
SE	Tenggara	0	3	5	0	0	0	0	8
S	Selatan	0	0	7	2	0	0	0	9
SW	Barat Daya	0	2	20	6	2	0	0	30
W	Barat	0	17	20	7	3	0	1	48
NW	Barat Laut	0	18	17	1	3	1	0	40
	Calm	107							107
Sumber : Hasil Analisa									310

Tabel 4. 12 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Mei Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	3.87	6.77	1.94	0.00	0.00	0.00	12.58
NE	Timur Laut	0.00	1.29	1.61	0.97	0.00	0.65	0.00	4.52
E	Timur	0.00	1.29	2.26	0.97	0.32	0.00	0.00	4.84
SE	Tenggara	0.00	0.97	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58
S	Selatan	0.00	0.00	2.26	0.65	0.00	0.00	0.00	2.90
SW	Barat Daya	0.00	0.65	6.45	1.94	0.65	0.00	0.00	9.68
W	Barat	0.00	5.48	6.45	2.26	0.97	0.00	0.32	15.48
NW	Barat Laut	0.00	5.81	5.48	0.32	0.97	0.32	0.00	12.90
	Calm	34.52							34.52
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 13 Jumlah Kejadian Angin Bulan Juni Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0	10	12	4	3	4	0	33
NE	Timur Laut	0	4	7	2	0	0	0	13
E	Timur	0	2	8	1	0	0	0	11
SE	Tenggara	0	1	7	0	0	0	0	8
S	Selatan	0	2	14	0	0	0	0	16
SW	Barat Daya	0	6	29	13	6	2	0	56
W	Barat	0	8	26	4	2	3	0	43
NW	Barat Laut	0	10	8	1	2	1	0	22
	Calm	98							98
Sumber : Hasil Analisa									300

Tabel 4. 14 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Juni Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL (%)	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0.00	3.33	4.00	1.33	1.00	1.33	0.00	11.00
NE	Timur Laut	0.00	1.33	2.33	0.67	0.00	0.00	0.00	4.33
E	Timur	0.00	0.67	2.67	0.33	0.00	0.00	0.00	3.67
SE	Tenggara	0.00	0.33	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67
S	Selatan	0.00	0.67	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	5.33
SW	Barat Daya	0.00	2.00	9.67	4.33	2.00	0.67	0.00	18.67
W	Barat	0.00	2.67	8.67	1.33	0.67	1.00	0.00	14.33
NW	Barat Laut	0.00	3.33	2.67	0.33	0.67	0.33	0.00	7.33
	Calm	32.67							32.67
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 15 Jumlah Kejadian Angin Bulan Juli Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	0	8	15	2	2	1	0	28
NE	Timur Laut	1	4	9	2	2	0	0	18
E	Timur	0	2	5	4	1	0	0	12
SE	Tenggara	0	2	3	1	0	0	0	6
S	Selatan	0	1	11	0	0	0	0	12
SW	Barat Daya	0	8	21	20	11	2	0	62
W	Barat	0	11	30	16	5	2	0	64
NW	Barat Laut	0	7	16	3	1	2	1	30
	Calm	78							78
Sumber : Hasil Analisa									310

Tabel 4. 16 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Juli Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	2.58	4.84	0.65	0.65	0.32	0.00	9.03
NE	Timur Laut	0.32	1.29	2.90	0.65	0.65	0.00	0.00	5.81
E	Timur	0.00	0.65	1.61	1.29	0.32	0.00	0.00	3.87
SE	Tenggara	0.00	0.65	0.97	0.32	0.00	0.00	0.00	1.94
S	Selatan	0.00	0.32	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87
SW	Barat Daya	0.00	2.58	6.77	6.45	3.55	0.65	0.00	20.00
W	Barat	0.00	3.55	9.68	5.16	1.61	0.65	0.00	20.65
NW	Barat Laut	0.00	2.26	5.16	0.97	0.32	0.65	0.32	9.68
	Calm	25.16							25.16
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 17 Jumlah Kejadian Angin Bulan Agustus Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0	5	23	7	5	4	0	44
NE	Timur Laut	0	1	1	4	3	0	0	9
E	Timur	0	2	4	1	1	2	0	10
SE	Tenggara	0	1	3	1	1	0	0	6
S	Selatan	0	1	12	3	1	1	0	18
SW	Barat Daya	0	3	28	14	11	14	2	72
W	Barat	0	8	22	18	9	2	0	59
NW	Barat Laut	0	11	25	4	0	0	0	40
	Calm	52							52
Sumber : Hasil Analisa									310

Tabel 4. 18 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Agustus Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	1.61	7.42	2.26	1.61	1.29	0.00	14.19
NE	Timur Laut	0.00	0.32	0.32	1.29	0.97	0.00	0.00	2.90
E	Timur	0.00	0.65	1.29	0.32	0.32	0.65	0.00	3.23
SE	Tenggara	0.00	0.32	0.97	0.32	0.32	0.00	0.00	1.94
S	Selatan	0.00	0.32	3.87	0.97	0.32	0.32	0.00	5.81
SW	Barat Daya	0.00	0.97	9.03	4.52	3.55	4.52	0.65	23.23
W	Barat	0.00	2.58	7.10	5.81	2.90	0.65	0.00	19.03
NW	Barat Laut	0.00	3.55	8.06	1.29	0.00	0.00	0.00	12.90
	Calm	16.77							16.77
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 19 Jumlah Kejadian Angin Bulan September Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0	6	18	8	4	2	1	39
NE	Timur Laut	0	3	6	2	3	0	0	14
E	Timur	0	0	5	2	3	1	0	11
SE	Tenggara	0	3	7	1	0	1	0	12
S	Selatan	1	2	10	0	1	0	0	14
SW	Barat Daya	1	5	27	11	12	1	0	57
W	Barat	0	9	28	11	11	1	0	60
NW	Barat Laut	0	12	14	5	3	1	0	35
	Calm	58							58
Sumber : Hasil Analisa									300

Tabel 4. 20 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan September Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	2.00	6.00	2.67	1.33	0.67	0.33	13.00
NE	Timur Laut	0.00	1.00	2.00	0.67	1.00	0.00	0.00	4.67
E	Timur	0.00	0.00	1.67	0.67	1.00	0.33	0.00	3.67
SE	Tenggara	0.00	1.00	2.33	0.33	0.00	0.33	0.00	4.00
S	Selatan	0.33	0.67	3.33	0.00	0.33	0.00	0.00	4.67
SW	Barat Daya	0.33	1.67	9.00	3.67	4.00	0.33	0.00	19.00
W	Barat	0.00	3.00	9.33	3.67	3.67	0.33	0.00	20.00
NW	Barat Laut	0.00	4.00	4.67	1.67	1.00	0.33	0.00	11.67
	Calm	19.33							19.33
Sumber : Hasil Analisa									100.00

Tabel 4. 21 Jumlah Kejadian Angin Bulan Oktober Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0	8	21	6	3	2	0	40
NE	Timur Laut	0	3	17	2	1	0	0	23
E	Timur	0	0	7	4	1	0	0	12
SE	Tenggara	0	1	3	3	0	0	0	7
S	Selatan	0	4	2	0	1	0	0	7
SW	Barat Daya	0	10	18	10	4	5	0	47
W	Barat	0	14	19	8	4	0	1	46
NW	Barat Laut	0	18	26	9	1	0	0	54
	Calm	74							74
Sumber : Hasil Analisa									310

Tabel 4. 22 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Oktober Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.00	2.58	6.77	1.94	0.97	0.65	0.00	12.90
NE	Timur Laut	0.00	0.97	5.48	0.65	0.32	0.00	0.00	7.42
E	Timur	0.00	0.00	2.26	1.29	0.32	0.00	0.00	3.87
SE	Tenggara	0.00	0.32	0.97	0.97	0.00	0.00	0.00	2.26
S	Selatan	0.00	1.29	0.65	0.00	0.32	0.00	0.00	2.26
SW	Barat Daya	0.00	3.23	5.81	3.23	1.29	1.61	0.00	15.16
W	Barat	0.00	4.52	6.13	2.58	1.29	0.00	0.32	14.84
NW	Barat Laut	0.00	5.81	8.39	2.90	0.32	0.00	0.00	17.42
	Calm	23.87							23.87
									100.00

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 23 Jumlah Kejadian Angin Bulan November Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							TOTAL
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	1	7	34	6	2	2	0	52
NE	Timur Laut	0	2	13	5	1	0	0	21
E	Timur	0	1	14	2	0	0	0	17
SE	Tenggara	0	2	8	3	0	0	1	14
S	Selatan	0	2	3	2	0	0	0	7
SW	Barat Daya	0	3	14	6	1	1	0	25
W	Barat	0	8	14	3	0	0	0	25
NW	Barat Laut	0	10	19	1	4	0	0	34
	Calm	105							105
									300

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 24 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan November Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)							(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30	
N	Utara	0.33	2.33	11.33	2.00	0.67	0.67	0.00	17.33
NE	Timur Laut	0.00	0.67	4.33	1.67	0.33	0.00	0.00	7.00
E	Timur	0.00	0.33	4.67	0.67	0.00	0.00	0.00	5.67
SE	Tenggara	0.00	0.67	2.67	1.00	0.00	0.00	0.33	4.67
S	Selatan	0.00	0.67	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00	2.33
SW	Barat Daya	0.00	1.00	4.67	2.00	0.33	0.33	0.00	8.33
W	Barat	0.00	2.67	4.67	1.00	0.00	0.00	0.00	8.33
NW	Barat Laut	0.00	3.33	6.33	0.33	1.33	0.00	0.00	11.33
	Calm	35.00							35.00
									100.00

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 25 Jumlah Kejadian Angin Bulan Desember Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		>30
N	Utara	1	7	26	5	0	1	0	40
NE	Timur Laut	0	6	13	1	3	1	0	24
E	Timur	0	4	0	1	2	0	0	7
SE	Tenggara	0	0	4	0	0	0	0	4
S	Selatan	0	2	6	0	2	1	0	11
SW	Barat Daya	1	3	11	1	0	0	0	16
W	Barat	1	9	7	4	2	0	0	23
NW	Barat Laut	0	12	22	5	4	0	1	44
	Calm	141							141
									310

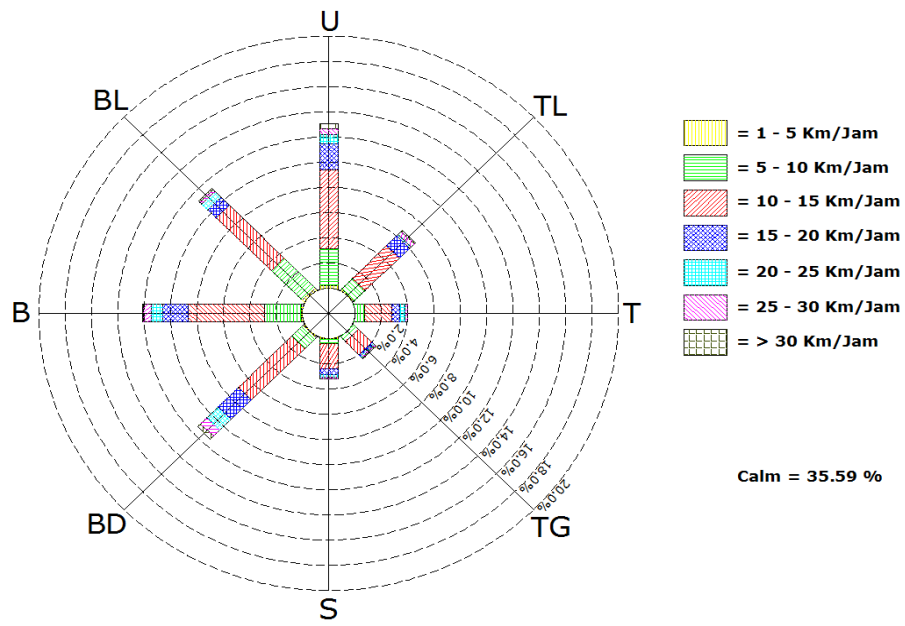
Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. 26 Prosentase Jumlah Kejadian Angin Bulan Desember Stasiun Kalimantan Tanjung Redeb Tahun 2003 – 2012

Arah		Kecepatan Angin (Km/jam)						TOTAL	(%)
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30		
N	Utara	0.32	2.26	8.39	1.61	0.00	0.32	0.00	12.90
NE	Timur Laut	0.00	1.94	4.19	0.32	0.97	0.32	0.00	7.74
E	Timur	0.00	1.29	0.00	0.32	0.65	0.00	0.00	2.26
SE	Tenggara	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29
S	Selatan	0.00	0.65	1.94	0.00	0.65	0.32	0.00	3.55
SW	Barat Daya	0.32	0.97	3.55	0.32	0.00	0.00	0.00	5.16
W	Barat	0.32	2.90	2.26	1.29	0.65	0.00	0.00	7.42
NW	Barat Laut	0.00	3.87	7.10	1.61	1.29	0.00	0.32	14.19
	Calm	45.48							45.48
									100.00

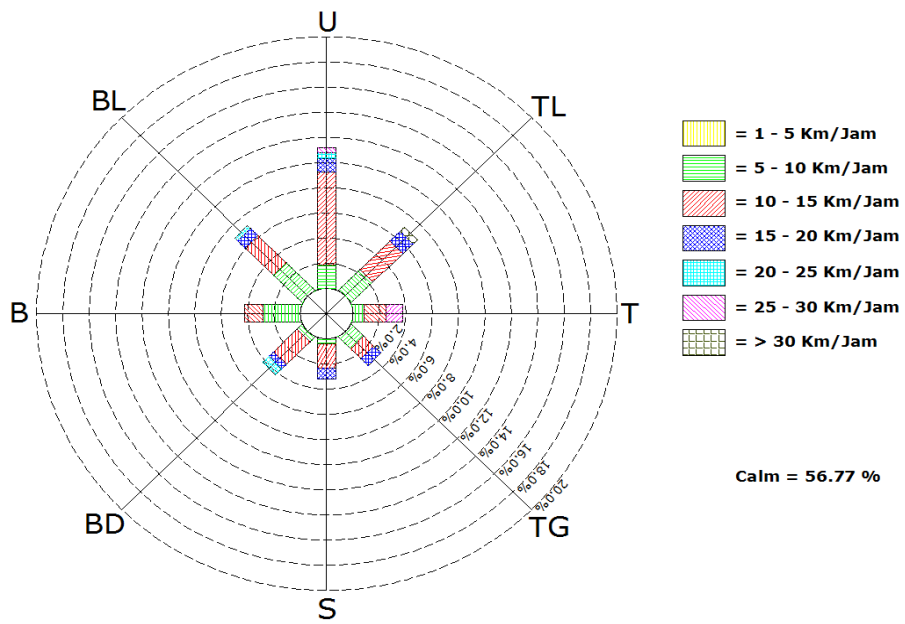
Sumber : Hasil Analisa

Hasil pengolahan persentase kejadian angin yang telah dilakukan, kemudian disajikan dalam bentuk visual yang dikenal dengan nama mawar angin (*windrose*). Pemilihan *windrose* yang dianggap dapat memberikan gambaran mengenai kondisi angin di lokasi studi dilakukan dengan melihat nilai ekstrim tiap bulan untuk berbagai arah angin dominan.



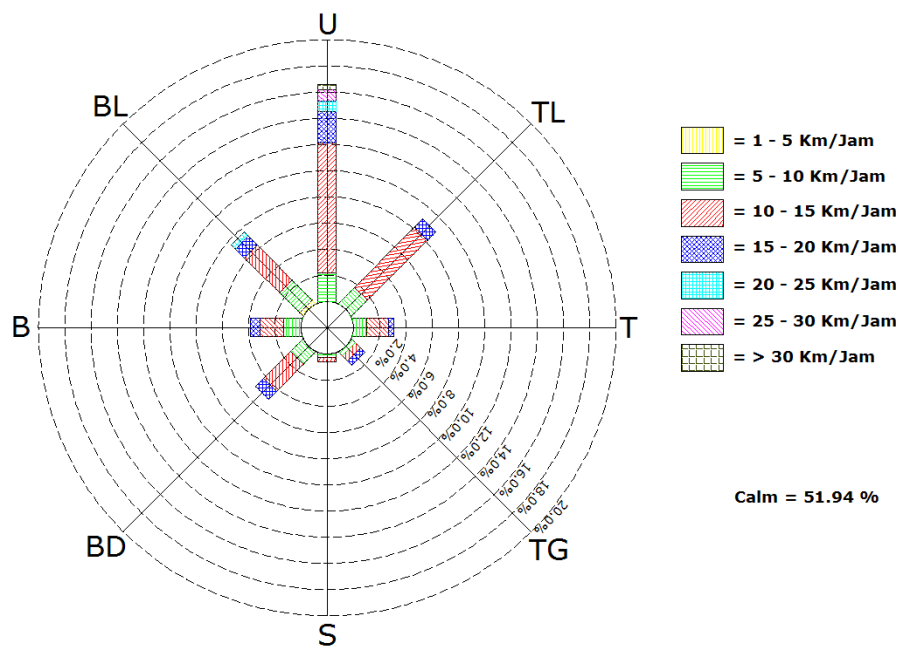
Gambar 4. 1. Mawar Angin Harian Maksimum Tahun 2003 – 2012 Stasiun Kalimarau

Tanjung Redeb



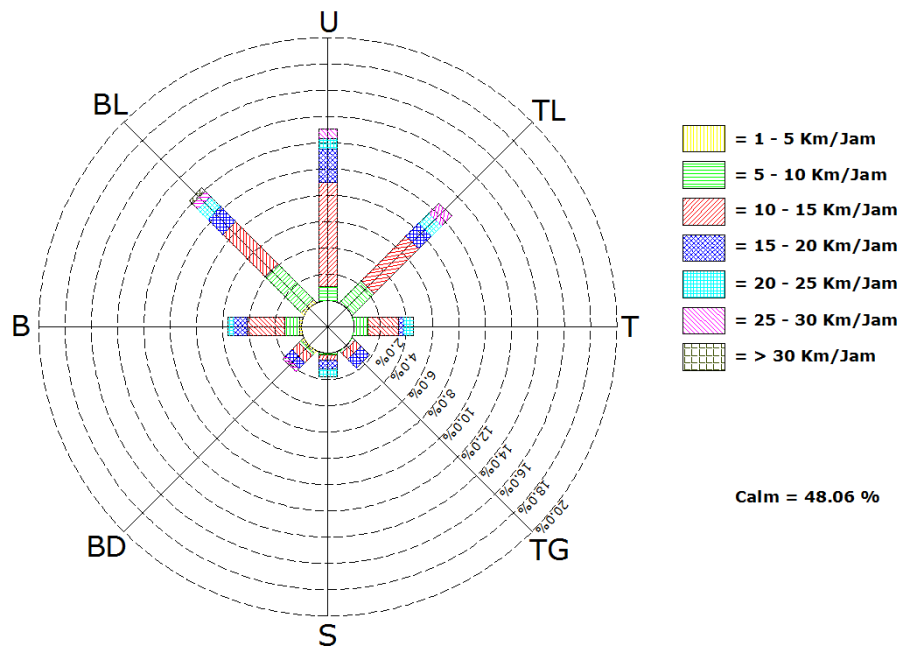
Gambar 4. 2. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Januari Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



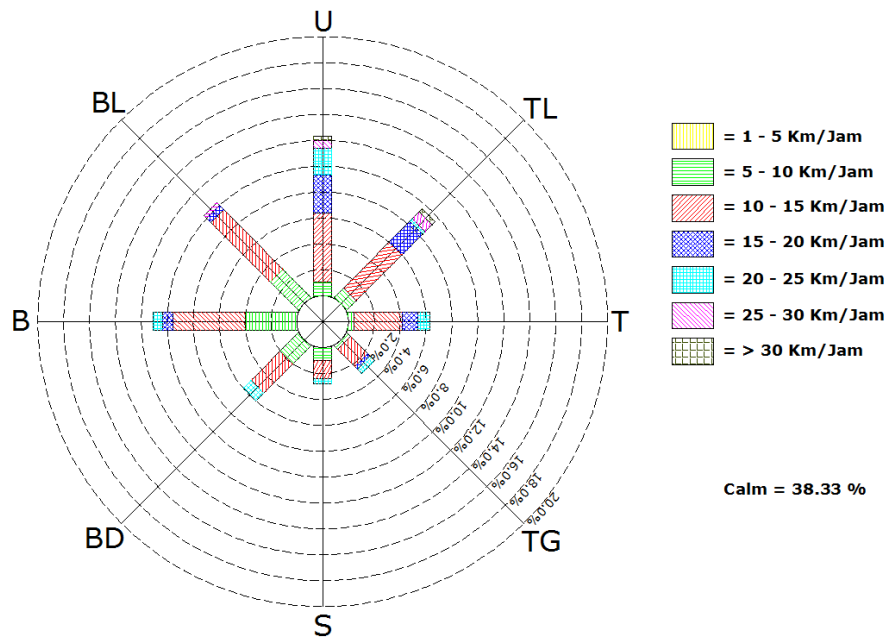
Gambar 4. 3. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Pebruari Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimaraung Tanjung Redeb

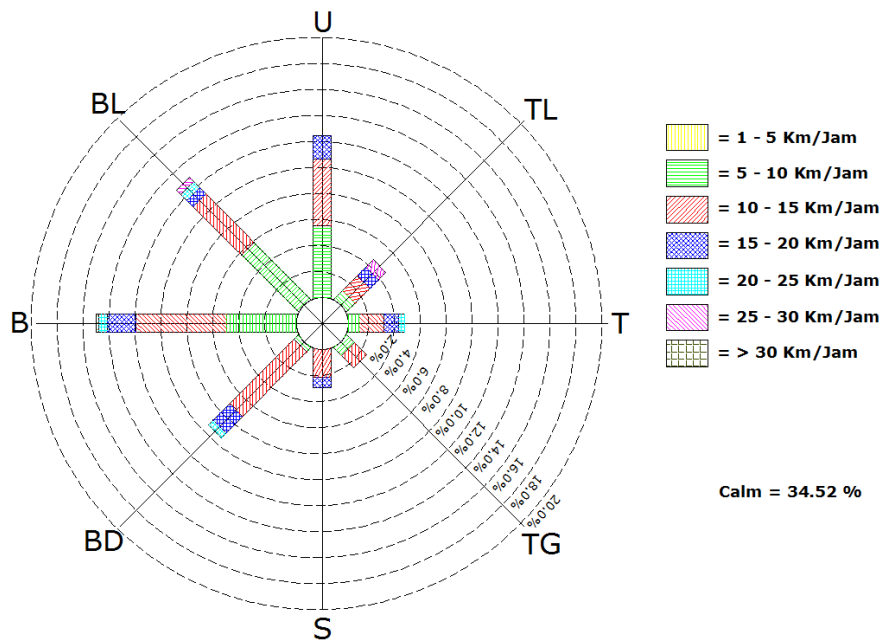


Gambar 4. 4. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Maret Tahun 2003 – 2012 Stasiun

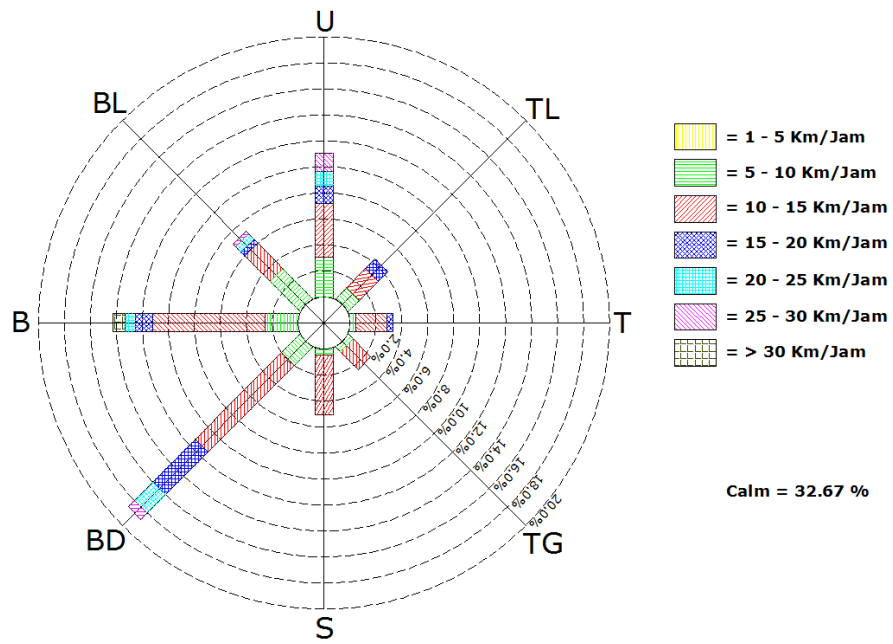
Kalimaraung Tanjung Redeb



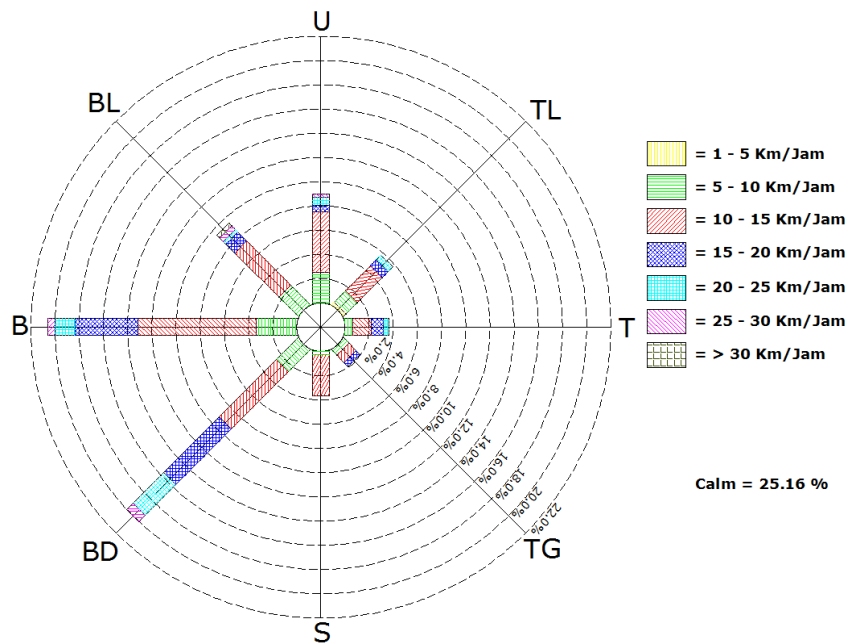
Gambar 4. 5. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan April Tahun 2003 – 2012 Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



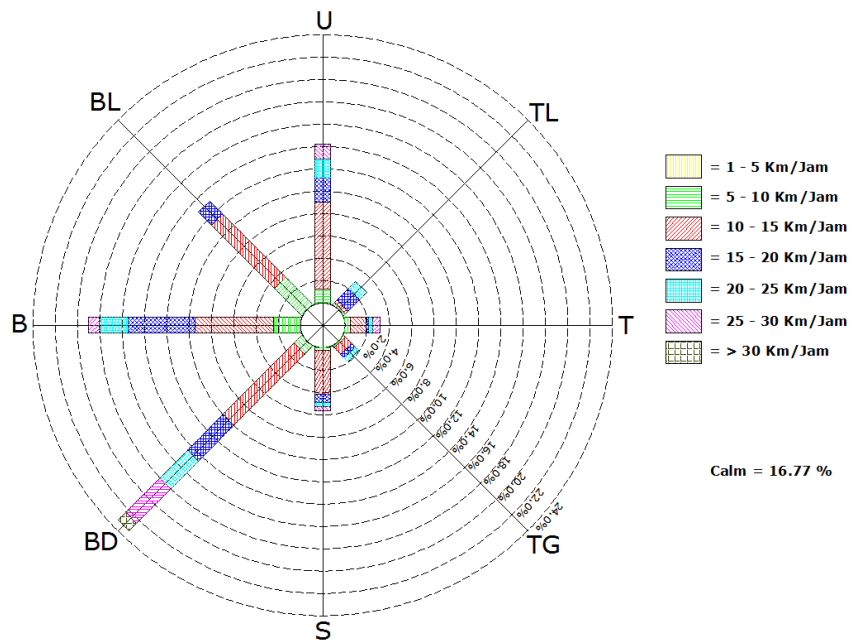
Gambar 4. 6. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Mei Tahun 2003 – 2012 Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



Gambar 4. 7. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Juni Tahun 2003 – 2012 Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb

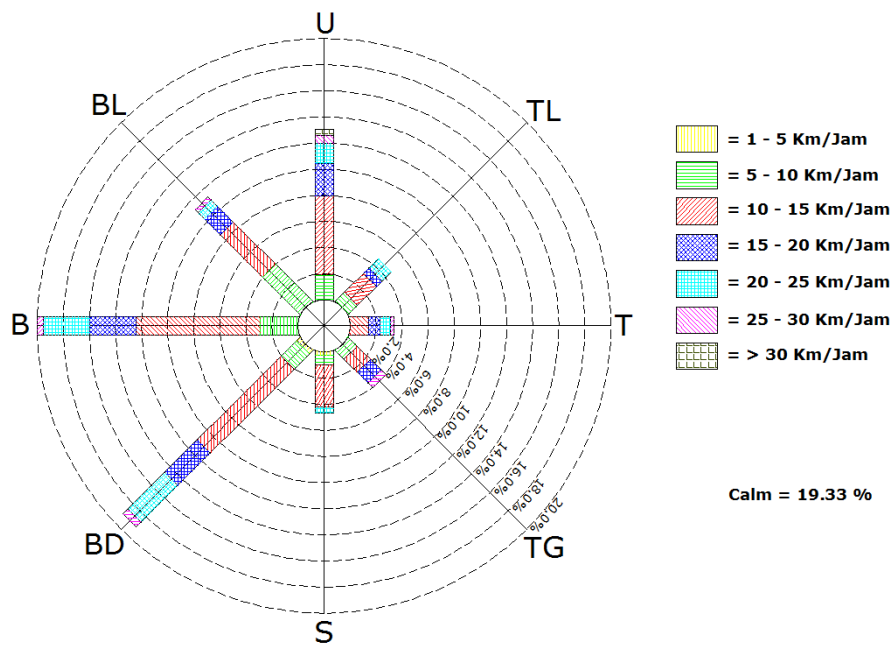


Gambar 4. 8. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Juli Tahun 2003 – 2012 Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



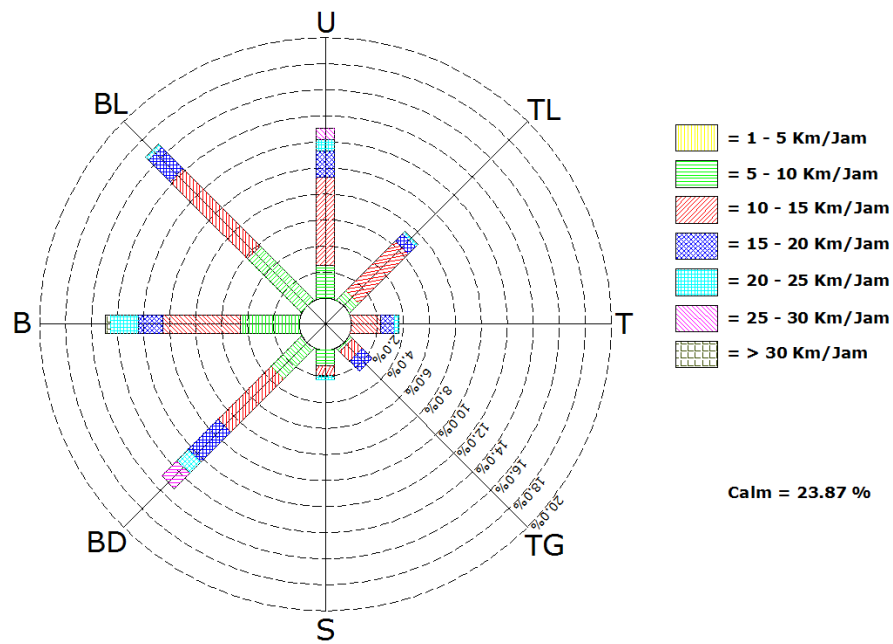
Gambar 4. 9. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Agustus Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



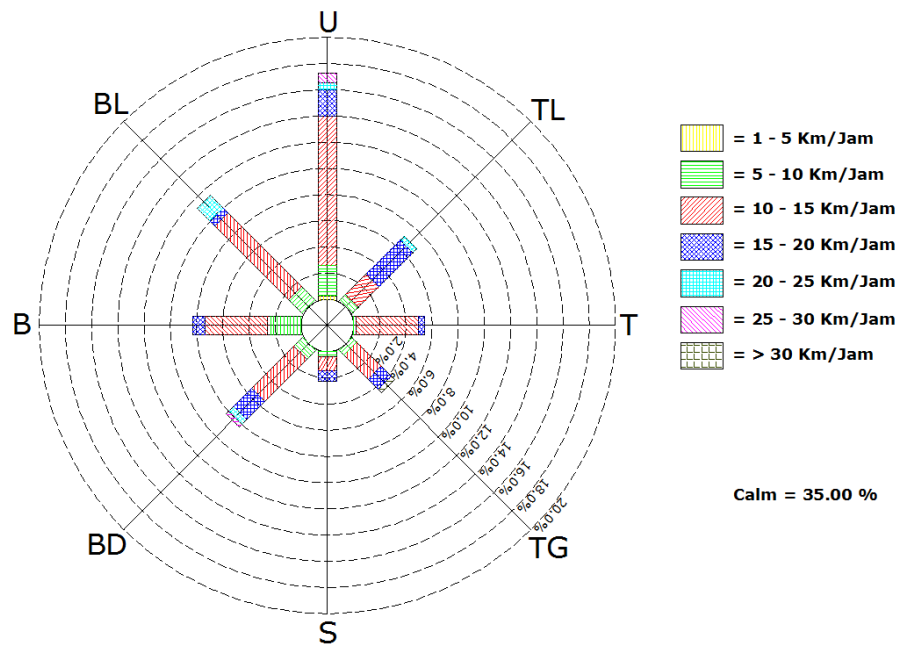
Gambar 4. 10. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan September Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



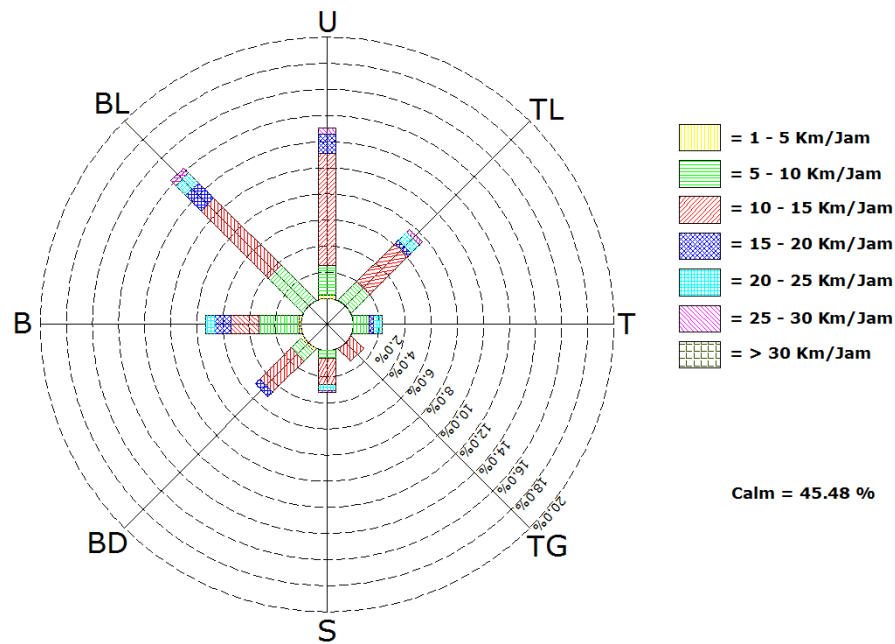
Gambar 4. 11. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Oktober Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



Gambar 4. 12. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Nopember Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimarau Tanjung Redeb



Gambar 4. 13. Mawar Angin Harian Maksimum Bulan Desember Tahun 2003 – 2012

Stasiun Kalimaraung Tanjung Redeb

4.3. Pembangkitan Gelombang

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air, sehingga dapat membangkitkan gelombang laut. Oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk prediksi tinggi dan arah gelombang khususnya di lokasi studi. Sehingga data angin dalam studi ini diperlukan dalam peramalan gelombang.

4.3.1. Analisa Fetch Efektif

Di dalam tinjauan pembangkit gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang memiliki laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan pada arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Adapun tahapan perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan salah satu arah mata angin sebagai sumbu utama.
2. Menggambar ilustrasi gambar fetch dengan simpangan 6° hingga 42° , dengan acuan sumbu utama yang ditetapkan.
3. Menghitung panjang fetch pada masing-masing derajat simpangan.

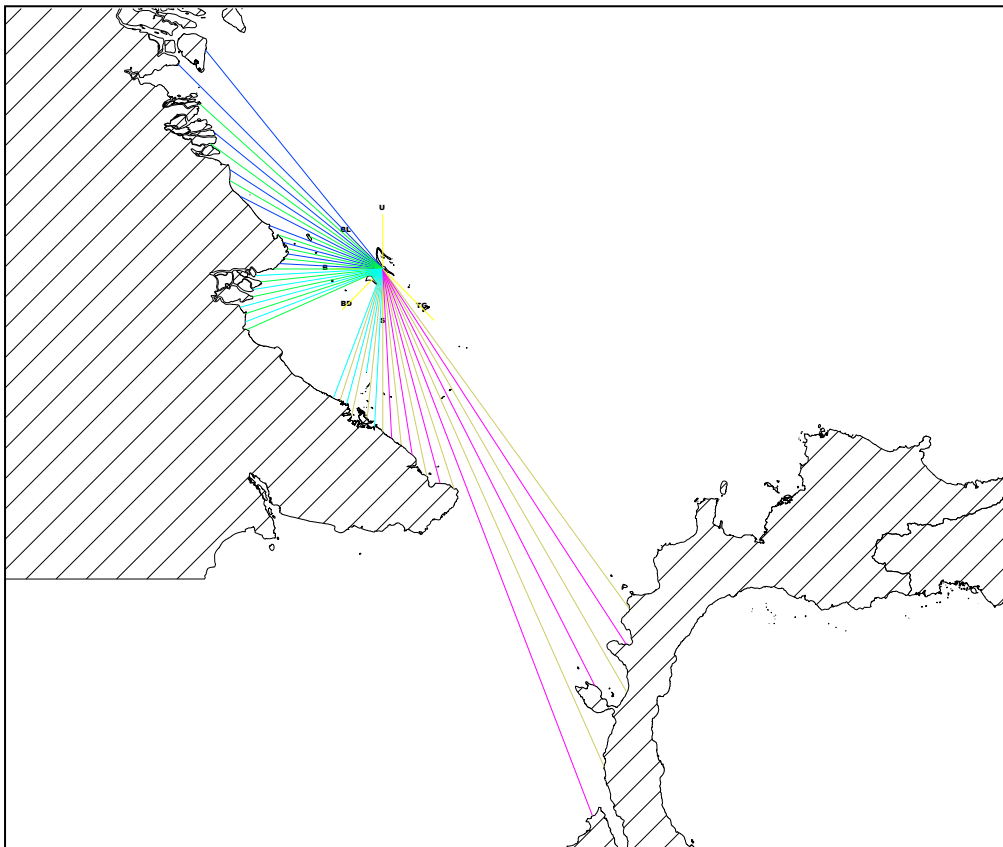
Fetch efektif dihitung dengan :

$$F_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Dengan:

X_i = panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

α = deviasi pada kedua sisi dari arah angin



Gambar 4. 14. Panjang Fetch di Pantai Payung-payung

Fetch yang terbentuk di Pantai Payung-payung dari arah barat laut, barat, barat daya, selatan dan tenggara. Contoh perhitungan fetch efektif di Pantai Payung-payung dipilih arah barat laut, didapat:

$$\text{Sudut } (\alpha) = 6^\circ \longrightarrow \text{Cos } \alpha = \cos 6^\circ = 0.995$$

$$\text{Panjang Fetch } (x_i) = 164.692 \text{ km}$$

$$x_i \cdot \cos \alpha = 164.692 \times 0.995 = 163.790 \text{ km}$$

$$\sum x_i \cdot \cos \alpha = 860.467 \text{ km}$$

$$\sum \cos \alpha = 13.511 \text{ km}$$

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{860.467}{13.511} = 63.687 \text{ km}$$

Perhitungan fetch efektif untuk arah lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 27 Perhitungan Fetch Efektif Pantai Payung-payung

α (derajat)	Cos α	Barat Laut		Barat		Barat Daya	
		x (km)	x cos α	x (km)	x cos α	x (km)	x cos α
42	0,743	0,000	0,000	143,753	106,829	74,704	55,516
36	0,809	0,000	0,000	124,674	100,863	76,713	62,062
30	0,866	0,000	0,000	103,481	89,617	86,403	74,827
24	0,914	0,000	0,000	46,769	42,726	86,139	78,692
18	0,951	0,000	0,000	64,048	60,913	8,936	8,499
12	0,978	0,000	0,000	56,886	55,643	7,600	7,433
6	0,995	164,692	163,790	57,676	57,360	7,864	7,821
0	1,000	168,985	168,985	63,837	63,837	7,975	7,975
6	0,995	126,991	126,295	71,611	71,219	8,169	8,124
12	0,978	106,675	104,344	77,727	76,028	8,375	8,192
18	0,951	94,003	89,402	84,078	79,963	8,710	8,284
24	0,914	70,939	64,806	87,045	79,519	80,685	73,709
30	0,866	60,465	52,364	8,107	7,021	81,831	70,867
36	0,809	56,277	45,529	7,673	6,208	61,164	49,483
42	0,743	60,489	44,952	7,971	5,923	92,231	68,541
	13,511		860,467		903,669		590,026
	Fetch Efektif (km)		63,687		66,884		43,670

Tabel 4. 27 Perhitungan Fetch Efektif Pantai Payung-payung (Lanjutan)

α (derajat)	Cos α	Selatan		Tenggara	
		x (km)	x cos α	x (km)	x cos α
42	0,743	8,060	5,990	99,054	73,611
36	0,809	8,229	6,657	109,924	88,930
30	0,866	8,569	7,421	129,667	112,295
24	0,914	8,979	8,202	342,197	312,612
18	0,951	80,973	77,010	273,165	259,795
12	0,978	87,672	85,756	261,257	255,548
6	0,995	87,731	87,251	0,000	0,000
0	1,000	95,016	95,016	0,000	0,000
6	0,995	103,373	102,806	0,000	0,000
12	0,978	123,790	121,085	0,000	0,000
18	0,951	135,179	128,563	0,000	0,000
24	0,914	318,462	290,929	0,000	0,000
30	0,866	285,460	247,216	0,000	0,000
36	0,809	245,378	198,515	0,000	0,000
42	0,743	0,000	0,000	0,000	0,000
	13,511		1462,416		1102,791
	Fetch Efektif (km)		108,240		81,622

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.2. Pembangkitan Gelombang Oleh Angin

Data-data kecepatan angin yang digunakan untuk pembangkitan gelombang adalah data yang dicatat di darat yang diukur pada ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Hal ini mengakibatkan data tersebut harus melewati tahap koreksi.

Contoh perhitungan koreksi kecepatan angin dipilih data angin tanggal 2

Bulan Desember 2012 :

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan angin (Uz)} &= 20.37 \text{ km/jam} \\
 &= 20.37 \times (1000/3600) \\
 &= 5.659 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi alat ukur (z)} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Arah angin} = \text{Barat Laut}$$

Adapun langkah-langkah melakukan koreksi terhadap data angin sebagai berikut:

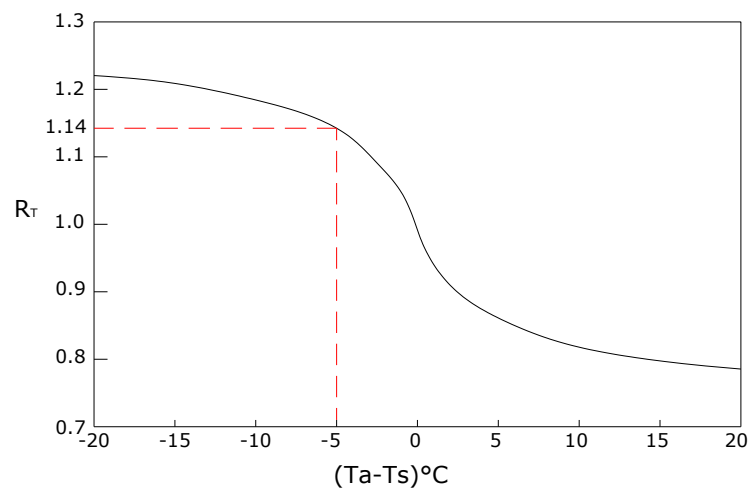
1. Koreksi elevasi

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

$$U_{10} = 5.659 \left(\frac{10}{10} \right)^{1/7}$$

$$= 5.659 \text{ m/detik}$$

2. Koreksi stabilitas dan koreksi lokasi



Gambar 4. 15. Koreksi Stabilitas Akibat Perbedaan Temperatur Udara di Pantai Payung-payung (Sumber : Triatmodjo, 1999 : 54)

Dari grafik di atas dengan perbedaan temperatur udara diasumsikan -5°C , diperoleh nilai $R_T = 1.14$

$$\begin{aligned} R_L &= 1.5109422 \times 2.71828^{-0.0249 \cdot U_{10}} \\ &= 1.5109422 \times 2.71828^{-0.0249 \times 5.659} \\ &= 1.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_t &= U_{10} \cdot R_T \cdot R_L \\
 &= 5.659 \times 1.14 \times 1.31 \\
 &= 8.47 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

3. Koreksi durasi

Waktu yang diperlukan untuk melintasi jarak 1 mil dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{1609}{U_t} \\
 t &= \frac{1609}{8.47} = 190.05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Kemudian mencari nilai U_t/U_{3600} . Karena $1 \text{ detik} < t < 3600 \text{ detik}$, maka menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 \frac{U_t}{U_{3600}} &= 1.277 + 0.296 \tanh\left(0.9 \log_{10} \frac{45}{t}\right) \\
 &= 1.277 + 0.296 \tanh\left(0.9 \log_{10} \frac{45}{190.05}\right) \\
 &= 1.34 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Kemudian mencari kecepatan rata-rata dalam satu jam dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 U_{t-3600}(U_{koreksi}) &= \frac{U_t}{\left(\frac{U_t}{U_{3600}}\right)} \\
 &= \frac{8.47}{1.34} \\
 &= 6.32 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

4. Faktor tegangan angin

$$\begin{aligned}
 U_a &= 0,71 \cdot U^{1,23} \\
 &= 0,71 \times 6,32^{1,23} \\
 &= 6,86 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan koreksi tegangan angin Bulan Desember tahun 2012 Pantai

Payung-payung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 28 Perhitungan Koreksi Tegangan Angin Bulan Desember Tahun 2012
Pantai Payung-Payung

Tanggal	Arah	Direction	U (km/jam)	U _Z (m/dt)	Z	U ₁₀ (m/dt)	R _T	R _L	U _f (m/dt)	t dt	U _{/U₃₆₀₀}	U _{koreksi} (m/dt)	U _A (m/dt)	FETCH _{eff} (km)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
1	U	360	14,82	4,116	10	4,116	1,14	1,36	6,40	251,47	1,32	4,83	4,93	0,00
2	BL	315	20,37	5,659	10	5,659	1,14	1,31	8,47	190,05	1,34	6,32	6,86	63,69
3	B	270	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	66,88
4	U	360	14,82	4,116	10	4,116	1,14	1,36	6,40	251,47	1,32	4,83	4,93	0,00
5	BD	225	14,82	4,116	10	4,116	1,14	1,36	6,40	251,47	1,32	4,83	4,93	43,67
6	U	360	18,52	5,144	10	5,144	1,14	1,33	7,80	206,39	1,33	5,84	6,23	0,00
7	TL	45	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
8	BL	315	5,56	1,543	10	1,543	1,14	1,45	2,56	628,97	1,30	1,97	1,64	63,69
9	TG	135	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	81,62
10	U	360	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
11	TL	45	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
12	BL	315	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	63,69
13	TG	135	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	81,62
14	S	180	14,82	4,116	10	4,116	1,14	1,36	6,40	251,47	1,32	4,83	4,93	108,24
15	BL	315	5,56	1,543	10	1,543	1,14	1,45	2,56	628,97	1,30	1,97	1,64	63,69
16	U	360	5,56	1,543	10	1,543	1,14	1,45	2,56	628,97	1,30	1,97	1,64	0,00
17	BL	315	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	63,69
18	U	360	5,56	1,543	10	1,543	1,14	1,45	2,56	628,97	1,30	1,97	1,64	0,00
19	TL	45	14,82	4,116	10	4,116	1,14	1,36	6,40	251,47	1,32	4,83	4,93	0,00
20	U	360	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
21	BD	225	3,70	1,029	10	1,029	1,14	1,47	1,73	931,45	1,29	1,34	1,02	43,67
22	TL	45	9,26	2,572	10	2,572	1,14	1,42	4,16	387,18	1,31	3,18	2,94	0,00
23	S	180	7,41	2,058	10	2,058	1,14	1,44	3,37	477,81	1,30	2,59	2,28	108,24
24	U	360	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
25	U	360	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
26	B	270	9,26	2,572	10	2,572	1,14	1,42	4,16	387,18	1,31	3,18	2,94	66,88
27	TL	45	5,56	1,543	10	1,543	1,14	1,45	2,56	628,97	1,30	1,97	1,64	0,00
28	U	360	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	0,00
29	TG	135	11,11	3,087	10	3,087	1,14	1,40	4,92	326,81	1,31	3,75	3,61	81,62
30	U	360	3,70	1,029	10	1,029	1,14	1,47	1,73	931,45	1,29	1,34	1,02	0,00
31	U	360	12,96	3,601	10	3,601	1,14	1,38	5,67	283,73	1,32	4,30	4,27	0,00

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.3. Analisa Gelombang Signifikan

Setelah kecepatan angin terkoreksi (U_A) dan fetch efektif diperoleh, langkah selanjutnya dilakukan kontrol apakah gelombang yang terjadi adalah gelombang terbentuk sempurna (FDS) atau gelombang dengan kondisi fetch terbatas. Gelombang terbentuk sempurna (FDS) artinya pada kecepatan angin tertentu gelombang yang terjadi merupakan gelombang maksimum yang tidak mungkin lagi untuk tumbuh tanpa mendapatkan batasan dari lama hembus angin dan panjang fetch.

Contoh perhitungan gelombang signifikan di Pantai Payung-payung dipilih tanggal 2 Desember 2012 seperti yang akan dijelaskan di bawah ini.

1. Gelombang signifikan dengan kondisi fetch terbatas

$$\begin{aligned} \text{Arah Angin} &= \text{Barat Laut} \\ U_A &= 6.86 \text{ m/detik} \\ \text{Fetch} &= 63.687 \text{ km} \\ &= 63686.77 \text{ m} \\ g &= 9.81 \text{ m/detik}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{g \times H_s}{U_A^2} = 1.6 \times 10^{-3} \left(\frac{g \times F}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} H_s &= 5.112 \times 10^{-4} \times U_A \times F^{0.5} \\ &= 5.112 \times 10^{-4} \times 6.86 \times 63686.77^{0.5} \\ &= 0.885 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{g \cdot T_s}{U_A} = 2,857 \cdot 10^{-1} \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{1/3}$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} T_s &= 6.238 \times 10^{-2} \times (U_A \times F)^{1/3} \\ &= 6.238 \times 10^{-2} \times (6.86 \times 63686.77)^{1/3} \\ &= 4.73 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{g \cdot t}{U_A} = 6,88 \cdot 10^1 \left(\frac{g \cdot F}{U_A^2} \right)^{2/3}$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} t &= 32.25x \left(\frac{F^2}{U_A} \right)^{1/3} \\ &= 32.25x \left(\frac{6368677^2}{6.86} \right)^{1/3} \\ &= 26984.05 \text{ detik} \\ &= 26984.05 / 3600 \\ &= 7.50 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. Gelombang signifikan dengan kondisi terbentuk sempurna (FDS)

$$\frac{g \cdot H_s}{U_A^2} = 2,433 \cdot 10^{-1}$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} H_s &= 2.482 \times 10^{-2} \times U_A^2 \\ &= 2.482 \times 10^{-2} \times 6.86^2 \\ &= 1.168 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{g \cdot T_s}{U_A} = 8,134$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} T_s &= 0.83 \times U_A \\ &= 0.83 \times 6.86 = 5.69 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{g \cdot t}{U_A} = 7,15 \cdot 10^4$$

Disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} t &= 7.296 \times 10^3 \times U_A \\ &= 7.296 \times 10^3 \times 6.86 \\ &= 50050.06 \text{ detik} \\ &= 50050.06 / 3600 \\ &= 13.90 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan gelombang signifikan kondisi fetch terbatas dan kondisi terbentuk sempurna, yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya diambil nilai tertinggi antara kondisi fetch terbatas dan kondisi FDS. Maka dapat disimpulkan gelombang signifikan Pantai Payung-payung tanggal 2 Bulan Desember tahun 2012 yaitu $H_s = 1.168$ m dan $T_s = 5.69$ detik.

Perhitungan gelombang signifikan Bulan Desember tahun 2012 Pantai Payung-payung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 29 Perhitungan Gelombang Signifikan Bulan Desember Tahun 2012 Pantai Payung-payung

Tanggal	Arah	U _A (m/dt)	F efektif (m)	Kondisi Fetch Terbatas			Kondisi FDS			Rekapitulasi	
				Ho (m)	To (dt)	t (jam)	Ho (m)	To (dt)	t (jam)	Hs (m)	Ts (m)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
1	U	4,93	0,00	0,000	0,00	0,00	0,6028	4,09	9,99	0,603	4,09
2	BL	6,86	63686,77	0,885	4,73	7,50	1,1680	5,69	13,90	1,168	5,69
3	B	3,61	66884,36	0,477	3,88	9,60	0,3228	2,99	7,31	0,477	3,88
4	U	4,93	0,00	0,000	0,00	0,00	0,6028	4,09	9,99	0,603	4,09
5	BD	4,93	43670,31	0,526	3,74	6,51	0,6028	4,09	9,99	0,603	4,09
6	U	6,23	0,00	0,000	0,00	0,00	0,9619	5,17	12,62	0,962	5,17
7	TL	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
8	BL	1,64	63686,77	0,211	2,94	12,08	0,0666	1,36	3,32	0,211	2,94
9	TG	3,61	81622,22	0,527	4,15	10,96	0,3228	2,99	7,31	0,527	4,15
10	U	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
11	TL	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
12	BL	3,61	63686,77	0,465	3,82	9,29	0,3228	2,99	7,31	0,465	3,82
13	TG	3,61	81622,22	0,527	4,15	10,96	0,3228	2,99	7,31	0,527	4,15
14	S	4,93	108239,61	0,829	5,06	11,92	0,6028	4,09	9,99	0,829	5,06
15	BL	1,64	63686,77	0,211	2,94	12,08	0,0666	1,36	3,32	0,211	2,94
16	U	1,64	0,00	0,000	0,00	0,00	0,0666	1,36	3,32	0,067	1,36
17	BL	3,61	63686,77	0,465	3,82	9,29	0,3228	2,99	7,31	0,465	3,82
18	U	1,64	0,00	0,000	0,00	0,00	0,0666	1,36	3,32	0,067	1,36
19	TL	4,93	0,00	0,000	0,00	0,00	0,6028	4,09	9,99	0,603	4,09
20	U	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
21	BD	1,02	43670,31	0,109	2,21	11,01	0,0257	0,84	2,06	0,109	2,21
22	TL	2,94	0,00	0,000	0,00	0,00	0,2150	2,44	5,96	0,215	2,44
23	S	2,28	108239,61	0,384	3,92	15,40	0,1296	1,90	4,63	0,384	3,92
24	U	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
25	U	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
26	B	2,94	66884,36	0,389	3,63	10,27	0,2150	2,44	5,96	0,389	3,63
27	TL	1,64	0,00	0,000	0,00	0,00	0,0666	1,36	3,32	0,067	1,36
28	U	3,61	0,00	0,000	0,00	0,00	0,3228	2,99	7,31	0,323	2,99
29	TG	3,61	81622,22	0,527	4,15	10,96	0,3228	2,99	7,31	0,527	4,15
30	U	1,02	0,00	0,000	0,00	0,00	0,0257	0,84	2,06	0,026	0,84
31	U	4,27	0,00	0,000	0,00	0,00	0,4524	3,54	8,65	0,452	3,54

Sumber : Hasil Perhitungan

Rekapitulasi gelombang signifikan untuk tiap-tiap arah mata angin Bulan Desember tahun 2012 Pantai Payung-payung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 30 Rekapitulasi Tinggi Gelombang Signifikan untuk Tiap-tiap Arah Mata Angin Bulan Desember Tahun 2012 Pantai Payung-payung

Arah	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
Tanggal	Hs (m)				
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17
3	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
9	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
13	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,58	1,21	0,71	0,87	2,52
Rerata	0,05	0,04	0,02	0,03	0,08
Hs _{Maks}	0,53	0,83	0,60	0,48	1,17
(%)	22,93	17,60	10,32	12,56	36,58

Sumber : Hasil Perhitungan

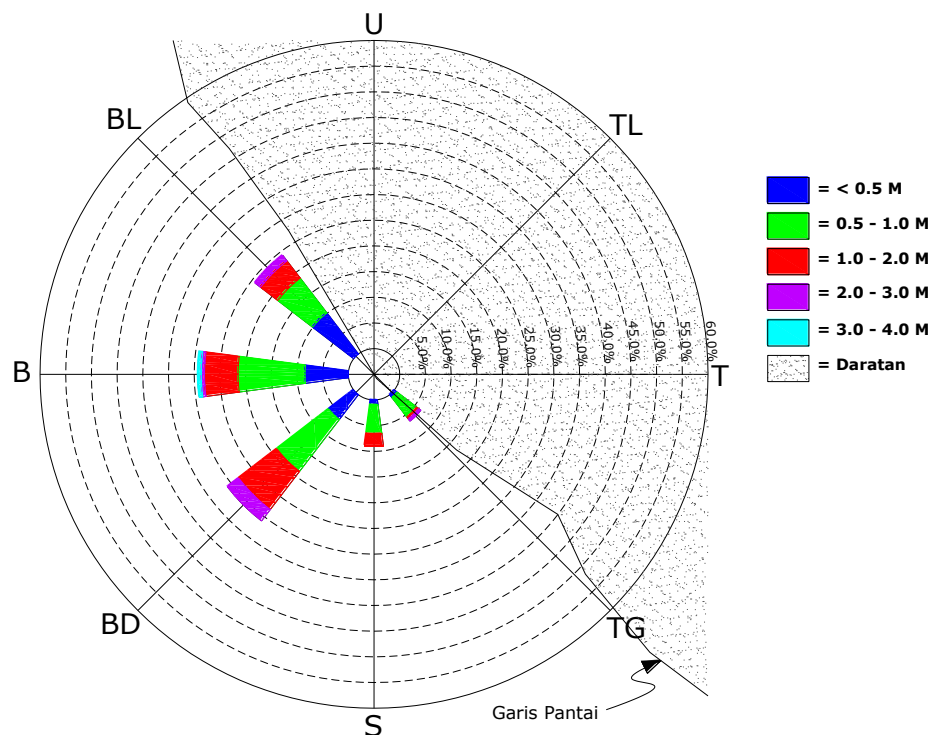
Setelah dilakukan analisa pembangkitan gelombang dari tahun 2003 sampai tahun 2012, maka dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelas berdasarkan arah anginnya dalam bentuk prosentase tinggi gelombang signifikan.

Tabel 4. 31 Prosentase Tinggi Gelombang Signifikan Pantai Payung-payung Tahun 2003-2012

Arah	Prosentase Tinggi Gelombang Signifikan (%)							Total
	(<0,5) m	(0,5 - 1,0) m	(1,0 - 2,0) m	(2,0 - 3,0) m	(3,0 - 4,0) m	(4,0 - 5,0) m	(> 5) m	
Tenggara	0,84	4,78	0,48	0,39	0,00	0,00	0,00	6,49
Selatan	0,95	5,65	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	9,06
Barat Daya	6,09	12,73	9,37	2,77	0,00	0,00	0,00	30,96
Barat	8,44	13,03	6,50	0,62	0,68	0,00	0,00	29,27
Barat Laut	10,06	8,56	4,23	1,36	0,00	0,00	0,00	24,21
Total	26,38	44,75	23,05	5,14	0,68	0,00	0,00	100,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil pengolahan prosentase tinggi gelombang signifikan yang telah dilakukan, kemudian disajikan dalam bentuk visual yang dikenal dengan nama mawar gelombang (*wave rose*). Pemilihan *wave rose* ini dianggap dapat memberikan gambaran secara mudah mengenai tinggi gelombang dan arah gelombang yang domain di lokasi.



Gambar 4. 16. Mawar Gelombang Maksimum Tahun 2003 – 2012 Pantai Payung-payung

4.4. Analisa Statistik Gelombang

Penentuan tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu menggunakan analisa harga ekstrim tinggi gelombang, biasanya diambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya.

Pemilihan metode perhitungan gelombang rancangan ditetapkan berdasarkan parameter dasar statistik. Adapun Perhitungan Parameter Dasar Statistik adalah sebagai berikut :

- Nilai Rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = nilai rata-rata

X_i = nilai varian ke i

n = jumlah data

- Standar Deviasi :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

Sd = standar deviasi

\bar{X} = nilai rata-rata

X_i = nilai varian ke i

n = jumlah data

– Koefisien Skewness :

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S_d^3}$$

Dimana :

C_s = koefisien skewness

\bar{X} = nilai rata-rata

X_i = nilai varian ke i

n = jumlah data

– Koefisien Kurtosis :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4}$$

Dimana :

C_k = koefisien kurtosis

\bar{X} = nilai rata-rata

X_i = nilai varian ke i

n = jumlah data

– Koefisien Variansi :

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$$

Dimana :

C_v = koefisien variansi

\bar{X} = nilai rata-rata

S_d = standar deviasi

Tabel syarat tiap-tiap sebaran dapat dilihat pada Tabel 4.32 seperti berikut :

Tabel 4. 32 Syarat Pemilihan Distribusi

No	Sebaran	Syarat	Keterangan
1.	Normal	$C_S \approx 0$	Jika analisis ekstrim tidak ada yang Memenuhi syarat tersebut, maka digunakan sebaran Log Pearson Tipe_III
2.	Log Normal	$C_S / C_V \approx 3$	
3.	Gumbel Type I	$C_S \approx 1.1396$ $C_K \approx 5.4002$	

Sumber : Sri Harto, 1993 : 245

Berdasarkan pada hasil analisa frekuensi yang telah dilakukan maka dilakukan analisa pemilihan distribusi gelombang. Rekapitulasi hasil analisis pemilihan distribusi gelombang adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Jumlah data : 10 tahun

- C_S : 0,012 ---- > Sebaran normal tidak mendekati
 - C_S/C_V : 0,054 ---- > Sebaran log normal tidak mendekati
 - C_S : 0,012 -----
 - C_K : 3,192 -----
- } Sebaran Gumbel tidak mendekati

Berdasarkan kondisi tersebut maka disimpulkan untuk analisis curah hujan rencana digunakan metode Log Pearson Tipe III.

4.4.1. Analisa Distribusi Frekuensi Gelombang Log Pearson Tipe III

Penentuan tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu menggunakan analisa harga ekstrim tinggi gelombang, biasanya diambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya.

Dalam pekerjaan ini dipakai Metode Log Pearson Tipe III. Parameter statistik yang di perlukan adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987:243):

1. Mengubah data tinggi gelombang tahunan sebanyak n buah $H_{s1}, H_{s2}, H_{s3}, \dots, H_{sn}$, menjadi $\log H_{s2}, \log H_{s3}, \dots, \log H_{sn}$.

2. Menghitung harga rata-rata dengan rumus:

$$\overline{\log H_s} = \frac{\sum_{i=1}^N H_{si}}{n}$$

3. Menghitung harga standar deviasi dari $\log H_s$ dengan rumus berikut:

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \log H_{si} - \overline{\log H_s}^2}{n-1}}$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan:

$$c_s = \frac{n \cdot (\sum_{i=1}^N \log H_{si} - \overline{\log H_s})^2}{(n-1)(n-2)S_{log}^3}$$

5. Menghitung logaritma tinggi gelombang signifikan dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut:

$$\log H_s = \overline{\log H_s} + K \cdot S_{log}$$

Harga K dihitung berdasarkan Tabel Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dengan tingkat peluang atau periode tertentu dan sesuai dengan nilai C_s (koefisien kemencengan) yang dapat dilihat pada lampiran.

6. Mencari anti-log dari $\log H_s$ untuk mendapatkan tinggi gelombang signifikan dengan waktu balik yang dikehendaki selisih terbesarnya.

Untuk perhitungan distribusi frekuensi gelombang dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4. 33 Rekapitulasi Gelombang Signifikan Maksimum Tahunan (2003 - 2012)

No	Data Belum Terurut		Data Terurut	
	Tahun	Hs (m)	Tahun	Hs (m)
1	2003	2.693	2008	1.877
2	2004	2.984	2009	1.877
3	2005	2.984	2012	1.877
4	2006	2.984	2007	2.411
5	2007	2.411	2003	2.693
6	2008	1.877	2011	2.693
7	2009	1.877	2004	2.984
8	2010	3.585	2005	2.984
9	2011	2.693	2006	2.984
10	2012	1.877	2010	3.585

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 34 Perhitungan Distribusi Gelombang Metode Log Pearson Tipe III

No	Hs (m)	log Hs	(log Hs - $\overline{\log Hs}$)	(log Hs - $\overline{\log Hs}$) ²	(log Hs - $\overline{\log Hs}$) ³
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	1.8767	0.2734	0.1308	0.0171	0.0022
2	1.8767	0.2734	0.1308	0.0171	0.0022
3	1.8767	0.2734	0.1308	0.0171	0.0022
4	2.4113	0.3823	0.0219	0.0005	0.0000
5	2.6934	0.4303	0.0261	0.0007	0.0000
6	2.6934	0.4303	0.0261	0.0007	0.0000
7	2.9839	0.4748	0.0706	0.0050	0.0004
8	2.9839	0.4748	0.0706	0.0050	0.0004
9	2.9839	0.4748	0.0706	0.0050	0.0004
10	3.5851	0.5545	0.1503	0.0226	0.0034
Total		4.0419	0.8286	0.0907	0.0112
Log Hs rata-rata				0.4042	
Standart Deviasi (S)				0.1004	
Koef. Kemencengan (Cs)				-0.3070	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 35 Hasil Interpolasi Harga K Distribusi Log Pearson Tipe III


Kala Ulang	10	20	25	50	100
Cs	K				
-0.307	1.2440	1.5083	1.6404	1.8861	2.0988

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 36 Hasil Perhitungan Distribusi Gelombang dengan Berbagai Kala Ulang
Metode Log Pearson Type III

No	T	P(x)	Hsrerata	Std Deviasi	Kemencengan	k	Log Hs	Hs
[1]	Tahun	(%)	(log)	(log)	(Cs)	[7]	[8]	[9]
	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]			
1	10	0.1	0.4042	0.1004	-0.3070	1.2440	0.5291	3.381
2	20	0.05	0.4042	0.1004	-0.3070	1.5083	0.5556	3.594
3	25	0.04	0.4042	0.1004	-0.3070	1.6404	0.5689	3.706
4	50	0.02	0.4042	0.1004	-0.3070	1.8861	0.5935	3.922
5	100	0.01	0.4042	0.1004	-0.3070	2.0988	0.6149	4.120

Sumber : Hasil Perhitungan

 = berdasarkan Tabel 2.1 kala ulang yang dipakai adalah kala ulang 25 tahun

Keterangan :

[1] = Nomor

[2] = Kala Ulang

[3] = $(1/Tr)*100$

[4] = $(\sum \log Hs_i)/n$

[5] = $((\sum (\log Hs_i - \overline{\log Hs}))/((n-1)0,5)$

[6] = $(n \cdot \sum (\log Hs_i - \overline{\log Hs})^3)/((n-1)(n-2)(Slog Hs)^3)$

[7] = tabel faktor sifat distribusi log person III

berdasarkan nilai Cs dan peluang atau kala ulang

[8] = $\overline{\log Hs} + K \cdot Slog Hs$

[9] = antilog dari Log Hs

4.4.2. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Gelombang

Uji kesesuaian distribusi untuk studi ini menggunakan metode smirnov kolmogorof dan metode chi square.

4.4.2.1. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan horisontal yaitu selisih/simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Δ_{maks}).

Kriteria pengujian ini memenuhi apabila $D_{maks} < D_{cr}$. Harga Δ_{maks} dapat dicari dengan persamaan:

$$D_{maks} = |P(T) - P(E)|$$

Dengan :

D_{maks} : selisih antara peluang teoritis dengan peluang empiris.

Der : simpangan kritis ditentukan berdasarkan Tabel 4.36. Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov Kolmogorof sesuai jumlah data yang tersedia.

P (T) : Peluang teoritis

P (E) : Peluang empiris

Perhitungan uji smirnov – kolmogorof pada Pantai Payung-payung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.37 Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorof

No [1]	Hs (m) [2]	Log Hs [3]	Pe [4]	K [5]	Pr [6]	Pt [7]	D (Pt-Pe) [8]
1	1.877	0.273	0.091	-1.303	0.899	0.101	0.010
2	1.877	0.273	0.182	-1.303	0.899	0.101	0.080
3	1.877	0.273	0.273	-1.303	0.899	0.101	0.171
4	2.411	0.382	0.364	-0.219	0.592	0.408	0.045
5	2.693	0.430	0.455	0.260	0.422	0.578	0.124
6	2.693	0.430	0.545	0.260	0.422	0.578	0.033
7	2.984	0.475	0.636	0.703	0.256	0.744	0.108
8	2.984	0.475	0.727	0.703	0.256	0.744	0.017
9	2.984	0.475	0.818	0.703	0.256	0.744	0.074
10	3.585	0.554	0.909	1.497	0.052	0.948	0.039
	Jumlah	4.0419				D max =	0.171
	Rerata(Log Hs)	0.4042					
	Std. Dev(Slog Hs)	0.1004					
	Cs	-0.3070					

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

[1] = Nomor

[2] = Data

[3] = Log Hs

[4] = (Log Hsi-Log Hs)/Slog Hs

[5] = (Interpolasi berdasarkan nilai Cs dan k)

[6] = $([1]/[n+1]) \times 100$ dimana, n = jumlah data

[7] = $100-[5]$

Dari Tabel 2.4 didapat nilai D kritis (dengan N=10) maka :

Tabel 4.38 Keputusan Uji Smirnov – Kolmogorof

a	Dkritis	Dmax	Ket
0.2	0.320	0.171	diterima
0.1	0.370	0.171	diterima
0.05	0.410	0.171	diterima
0.01	0.490	0.171	diterima

4.4.2.2. Uji Chi-Square

Parameter Chi-Square dapat dihitung dengan persamaan

(Soewarno,1995:194) sebagai berikut:

$$X_n^2 = \sum_{i=1}^G \frac{O_i - E_i^2}{E_i}$$

Dengan:

X_n^2 : parameter Chi-Square terhitung

G : jumlah sub kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i.

Prosedur Chi-Square adalah:

1. Mengurutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Mengelompokkan data menjadi G sub grup, tiap sub grup minimal empat data pengamatan.
3. Menjumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup.
4. Menjumlahkan data dari pengamatan distribusi yang digunakan sebesar E_i .
5. Tiap-tiap sub grup dihitung nilai $O_i - E_i^2$ dan $\frac{O_i - E_i^2}{E_i}$
6. Menjumlahkan seluruh nilai $\frac{O_i - E_i^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-Square

7. Menentukan derajat kebebasan

$$Dk = K - P - 1$$

Dengan:

Dk : derajat kebebasan

P : banyaknya parameter

8. Menentukan nilai X^2 kritis sesuai dengan Tabel nilai kritis untuk uji chi square yang dapat dilihat pada lampiran.9. Membandingkan X^2 hitung dengan X^2 kritis, jika:

- X^2 hitung < X^2 kritis, maka distribusi yang digunakan memenuhi atau dapat diterima
- X^2 hitung > X^2 kritis, maka distribusi yang digunakan tidak memenuhi atau tidak dapat diterima

Perhitungan uji chi square pada Pantai Payung-payung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 39 Parameter Yang Dibutuhkan untuk Uji Chi Square

No [1]	Hs (m) [2]	Log Hs [3]	K [4]	Pr [5]	Pe [6]	Pt [7]
1	1.877	0.273	-1.303	89.860	9.091	10.140
2	1.877	0.273	-1.303	89.860	18.182	10.140
3	1.877	0.273	-1.303	89.860	27.273	10.140
4	2.411	0.382	-0.219	59.184	36.364	40.816
5	2.693	0.430	0.260	42.180	45.455	57.820
6	2.693	0.430	0.260	42.180	54.545	57.820
7	2.984	0.475	0.703	25.611	63.636	74.389
8	2.984	0.475	0.703	25.611	72.727	74.389
9	2.984	0.475	0.703	25.611	81.818	74.389
10	3.585	0.554	1.497	5.210	90.909	94.790
Rerata (Log Hs)				0.404		
Std. Dev (Slog Hs)				0.100		
Cs				-0.307		

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

[1] = Nomor

[2] = Data

[3] = Log Hs

[4] = (Log Hsi-Log Hs)/Slog Hs

[5] = (Interpolasi berdasarkan nilai Cs dan k)

[6] = ([1]/[n+1]) x 100 dimana, n = jumlah data

[7] = 100-[5]

Tabel 4. 40 Perhitungan Uji Chi Square Pantai Payung-payung

Chi Square TestJUMLAH KELAS : $K = 1 + 3,322 \log P$ $K = 4$

EXPECTED FREQUENCY 25.00

NO [1]	PROBABILITY (P) [2]	EXPECTED FREQUENCY (Ef) [3]	OBSERVED FREQUENCY (Of) [4]	Ef - Of [5]	(Ef - Of) ² /Ef (Hs ² Hitung) [6]
1	0 < P ≤ 25	2	3	-1.000	0.500
2	25 < P ≤ 50	2	1	1.000	0.500
3	50 < P ≤ 75	4	5	-1.000	0.250
4	75 < P ≤ 100	2	1	1.000	0.500
JUMLAH		10.00	10.00		1.75

Sumber : Perhitungan

Keterangan :

[1] = Nomor

[2] = Range Probabilitas (P) sesuai Jumlah Kelas

 $100/K$

[3] = Jumlah kemungkinan data pengamatan pada sub kelompok ke-I (Pe)

[4] = Jumlah kemungkinan data teoritis pada sub kelompok ke-I (Pt)

[5] = [3] - [4]

[6] = [5]² / [3]

Kesimpulan:

DERAJAT BEBAS (n) $K - h - 1 ; h = 2$

DERAJAT BEBAS (n) 1.00

SIGNIFIKAN (a, %) 5.00

Hs² Kritis 3.84Hs² Hitung 1.75Karena Hs² Hitung < Hs² Kritis maka, **Distribusi Log Pearson Tipe III Dapat Diterima****4.6. Analisa Deformasi Gelombang****4.6.1. Parameter Gelombang**

Dari perhitungan gelombang di laut dalam untuk tiap gelombang rencana dengan kala ulang tertentu, dihitung parameter gelombang. Parameter-parameter gelombang yang dianalisa adalah periode gelombang, cepat rambat gelombang dan panjang gelombang.

$$H_s = 3.706 \text{ m}$$

1. Kecepatan angin (U_A)

$$\frac{g \times H_0}{U_A^2} = 2.433 \times 10^{-1}$$

$$\frac{9.81 \times 3.706}{U_A^2} = 2.433 \times 10^{-1}$$

$$U_A = 12.341 \text{ m/detik}$$

2. Periode gelombang di laut dalam (T_0)

$$\frac{g \times T_0}{U_A} = 8.134$$

$$\frac{9.81 \times T_0}{12.341} = 8.134$$

$$T_0 = 10.243 \text{ detik}$$

3. Cepat rambat gelombang di laut dalam (C_0)

$$C_0 = \frac{g \times T}{2 \times \pi}$$

$$= \frac{9.81 \times 10.243}{2 \times 3.14} = 16.001 \text{ m/detik}$$

4. Panjang gelombang di laut dalam (L_0)

$$L_0 = \frac{g \times T^2}{2 \times \pi}$$

$$= \frac{9.81 \times 10.243^2}{2 \times 3.14} = 163.908 \text{ m}$$

4.6.2. Gelombang Pecah

Untuk perhitungan gelombang pecah digunakan persamaan yang dikemukakan Munk. Analisa gelombang pecah dilakukan terhadap tinggi gelombang rencana dengan kala ulang tertentu.

Berdasarkan studi bathimetri, nilai kemiringan rata-rata (m) dari Pantai Payung-payung adalah 0.04. Adapun perhitungan gelombang pecahnya untuk H_s dengan kala ulang 25 tahun adalah sebagai berikut:

$$H_{O25} = 3.706 \text{ m}$$

$$L_{O25} = 163.907 \text{ m}$$

$$T_{O25} = 10.243 \text{ detik}$$

1. Tinggi gelombang pecah (H_b)

$$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3 \times (H_0/L_0)^{1/3}}$$

$$\frac{H_b}{3.706} = \frac{1}{3.3 \times (3.706/10.243)^{1/3}}$$

$$H_b = 3.971 \text{ m}$$

2. a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m

$$\begin{aligned} a &= 43.75 \times (1 - e^{-19xm}) \\ &= 43.75 \times (1 - e^{-19 \times 0.04}) \\ &= 23.290 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{1.56}{1 + e^{-19.5xm}} \\ &= \frac{1.56}{1 + e^{-19.5 \times 0.04}} \\ &= 1.070 \end{aligned}$$

3. Kedalaman gelombang pecah (d_b)

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - \left(\frac{a \times H_b}{g \times T^2} \right)}$$

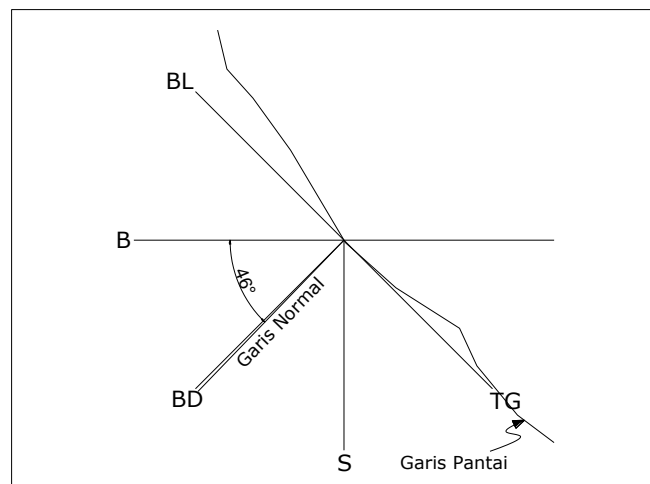
$$\frac{d_b}{3.971} = \frac{1}{1.025 - \left(\frac{23.290 \times 3.971}{9.81 \times 10.243^2} \right)}$$

$$d_b = 4.053 \text{ m}$$

Jadi tinggi gelombang pecah (H_b) dan kedalaman (d_b) gelombang pecah adalah 3.971 m dan 4,053 m.

4.6.3. Analisa Refraksi dan Pendangkalan Gelombang

Refraksi gelombang adalah proses berbeloknya garis puncak gelombang agar sejajar dengan garis kontur dasar laut yang disebabkan karena perubahan kedalaman laut, sedangkan shoaling gelombang adalah proses berkurangnya tinggi gelombang yang disebabkan karena perubahan kedalaman laut.



Gambar 4. 177. Sketsa Sudut Puncak Gelombang Pantai Payung-Payung

Untuk menentukan bangunan pengaman pantai dalam studi ini digunakan gelombang dominan yang datang di lokasi studi. Dari distribusi arah gelombang pada mawar gelombang tahunan, diketahui bahwa gelombang dominan berasal dari arah barat daya (30.96%), akan tetapi gelombang tertinggi terbesar berasal dari arah barat (29.27%) sehingga dalam studi ini diambil sudut datang

gelombang dari arah barat dengan sudut 46° terhadap garis normal pantai (garis tegak lurus pantai).

Berikut adalah perhitungan refraksi dan pendangkalan gelombang (shoaling) untuk H_s dengan kala ulang 25 tahun.

Diketahui:

$$H_{O25} = 3.706 \text{ m}$$

$$L_{O25} = 163.908 \text{ m}$$

$$C_{O25} = 16.001 \text{ m/detik}$$

$$T_{O25} = 10.243 \text{ detik}$$

$$\alpha_0 = 46^\circ$$

Batas perjalanan di laut transisi adalah ketika kedalaman laut kurang dari $1/2$ panjang gelombang dan lebih besar $1/20$ panjang gelombang. Refraksi dan shoaling gelombang terjadi di laut transisi ($1/2 < d/L < 1/20$).

$$\triangleright d/L_0 = 0.10$$

$$\begin{aligned} d &= 0.10 \times L_0 \\ &= 0.10 \times 163.908 = 16.391 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d/L = 0.1410 \rightarrow (\text{Tabel L-1})$$

$$\tanh 2\pi d/L = 0.7093 \rightarrow (\text{Tabel L-1})$$

$$K_s = 0.9330 \rightarrow (\text{Tabel L-1})$$

$$\begin{aligned} L &= d / (d/L) \\ &= 16.391 / 0.1410 = 116.263 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T = \sqrt{\frac{L \times 2 \times \pi}{g \times \tanh 2\pi d/L}}$$

$$= \sqrt{\frac{116.263 \times 2 \times 3.14}{9.81 \times 0.7093}}$$

$$= 10.244 \text{ detik}$$

$$C = L / T$$

$$= 116.263 / 10.244$$

$$= 11.350 \text{ m/detik}$$

- Besarnya perubahan sudut yang terbentuk antara garis puncak gelombang datang dengan garis kedalaman laut dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha = \text{Arc Sin} (\text{Sin } \alpha_0 \times (L / L_0))$$

$$= \text{Arc Sin} (\text{Sin } 46^\circ \times (116.263 / 163.907)) = 30.68^\circ$$

Koefisien refraksi (K_r) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$K_r = (\text{Cos } \alpha_0 / \text{Cos } \alpha)^{1/2}$$

$$= (\text{Cos } 46^\circ / \text{Cos } 30.68^\circ)^{1/2} = 0.899$$

Tinggi gelombang refraksi (H_i) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$H_i = K_s \times K_r \times H_0$$

$$= 0.933 \times 0.899 \times 3.706 = 3.107 \text{ m}$$

Perhitungan analisa refraksi dan *shoaling* setiap kedalaman untuk H_s selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.41 Analisa *Refraksi* dan *Shoaling*

d (m) [1]	d/L0 [2]	d/L [3]	\tanh $2\pi d/L$ [4]	Ks [5]	L (m) [6]	T (detik) [7]	C (m/detik) [8]	a deg [9]	a rad [10]	Kr [11]	Hi (m) [12]
Laut Dalam			1		163,908	10,243	16,001	46,00	0,803	0,000	3,706
16,391	0,100	0,1410	0,7093	0,9330	116,263	10,244	11,350	30,68	0,535	0,899	3,107
12	0,103	0,1436	0,7174	0,9300	83,577	8,636	9,678	21,52	0,376	0,961	2,779
10	0,120	0,1581	0,7589	0,9200	63,239	7,304	8,658	16,11	0,281	0,984	2,515
8	0,127	0,1640	0,7742	0,9180	48,769	6,350	7,680	12,36	0,216	0,992	2,290
7	0,144	0,1783	0,8077	0,9140	39,260	5,578	7,038	9,92	0,173	0,996	2,084
6	0,153	0,1858	0,8235	0,9130	32,291	5,010	6,445	8,15	0,142	0,998	1,898
5	0,155	0,1875	0,8268	0,9130	26,671	4,544	5,869	6,72	0,117	0,998	1,730
4	0,150	0,1833	0,8183	0,9130	21,822	4,132	5,282	5,50	0,096	0,999	1,578
3	0,137	0,1724	0,7945	0,9150	17,397	3,744	4,647	4,38	0,076	0,999	1,443
2	0,115	0,1539	0,7473	0,9230	12,997	3,337	3,895	3,27	0,057	0,999	1,331
1	0,077	0,1139	0,6144	0,9170	8,777	3,024	2,902	2,21	0,039	1,000	1,220

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari penjalaran gelombang di lokasi studi dapat diketahui bahwa terjadi penurunan gelombang yang diakibatkan adanya refraksi dan shoaling.

4.7. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Parameter pasang surut yang penting dalam penentuan bangunan pantai adalah elevasi muka air laut tertinggi (HHWL), elevasi muka air laut terendah (LLWL), dan elevasi muka air laut rata-rata (MSL). Data pasang surut yang digunakan dalam studi ini merupakan data hasil survey pasang surut pada perencanaan sebelumnya (SID Penanganan Pantai Maratua) yang diambil pada lokasi studi yaitu Pantai Payung-Payung. Dari hasil survey pengamatan pasang surut di dapat elevasi-elevasi muka air laut baik di Pantai Payung-Payung :

1. Elevasi Muka Air Laut Pasang (HHWL) = +2.600
2. Elevasi Muka Air Laut Rata-rata (MSL) = +1.400
3. Elevasi Muka Air Laut Surut (LLWL) = +0.200

BAB V

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI

5.1. Pemilihan Tipe Pemecah Gelombang

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan tentang upaya-upaya dalam pengelolaan dan pengamanan kawasan pantai baik secara struktural maupun non struktural, maka dipilih pemecah gelombang tipe tenggelam (*submerged breakwater*) sebagai alternatif penanganan masalah secara struktural.

Hal ini ditinjau dari keuntungan yang akan didapatkan dengan pembangunan tipe pemecah gelombang tersebut karena sesuai dengan konsep pantai lestari, yang memungkinkan untuk dikembangkan sebagai kawasan pantai wisata sehingga membuka peluang meningkatnya kesejahteraan masyarakat sekitar. Puncak struktur yang didesain berada di bawah muka air laut rata-rata (SWL) tidak akan mengurangi keindahan pantai tersebut karena para wisatawan masih dapat melihat pemandangan ke laut lepas tanpa adanya penghalang bagi pandangan mereka.

5.2. Perencanaan Pemecah Gelombang

Dalam perencanaan suatu bangunan pantai harus ditetapkan terlebih dahulu parameter-parameter yang berperan dalam perhitungan struktur. Parameter-parameter tersebut meliputi parameter geomorfologi dan parameter hidro-oseanografi pantai. Parameter-parameter tersebut dapat ditentukan berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya dan literatur yang telah ada.

Parameter-parameter yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

1. Panjang lokasi perencanaan adalah ± 1.5 km.
2. Kemiringan dasar rata-rata Pantai Payung-Payung adalah 1 : 25.
3. Kondisi dasar Pantai Payung-Payung adalah pantai berpasir dan pantai terjal. Pantai berpasir terbentuk dari pengendapan dipantai oleh gelombang, sedangkan pantai terjal terbentuk oleh terumbu karang yang terangkat.
4. Gelombang dominan berasal dari arah barat daya (30.96%), akan tetapi gelombang tertinggi terbesar berasal dari arah barat (29.27%) sehingga dalam studi ini diambil sudut datang gelombang dari arah barat.
5. Gelombang rencana dipilih saat gelombang belum pecah, yaitu pada kedalaman 5.00 m dengan tinggi gelombang 1.730 m dan periode gelombangnya sebesar 4.544 detik .
6. Elevasi muka air laut berdasarkan data pasang surutnya adalah :

Elevasi Muka Air Laut Pasang (HHWL) = + 2.600

Elevasi Muka Air Laut Rata-rata (MSL) = + 1.400

Elevasi Muka Air Laut Surut (LLWL) = + 0.200

Untuk perencanaan breakwater perlu ditentukan terlebih dahulu spesifikasi breakwater sebagai acuan dalam perencanaan selanjutnya. Spesifikasi-spesifikasi tersebut adalah :

1. Tipe pemecah gelombang yang direncanakan adalah *submerged breakwater* lepas pantai yang terdiri dari beberapa segmen yang dipisahkan oleh sebuah celah.

2. Pemecah gelombang pada lapis lindung menggunakan dua alternatif konstruksi yaitu batu alam bersudut kasar dan kubus beton dengan kemiringan dinding 1 : 2.
3. Jumlah lapis lindung (n) yang digunakan adalah dua lapis.
4. Gelombang transmisi didesain maksimum sebesar 0.25 meter.
5. Elevasi puncak didesain sejajar dengan kondisi laut saat surut (MLWL), yaitu pada elevasi +0.200 atau 1.20 m di bawah permukaan air laut (SWL)

5.3. Layout Bangunan Pemecah Gelombang

Berdasarkan konsep Uda et al (1988) untuk *submerged breakwater*, hubungan antara panjang *breakwater* (L_B), lebar celah (G_B) dan jarak *breakwater* dari pantai (X_B) dapat dilihat sebagai berikut :

$$L_B / X_B = 1 \text{ sampai } 3$$

$$L_B / G_B > 4$$

Dengan X_B sebesar 400 m, maka L_B dan G_B dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di atas.

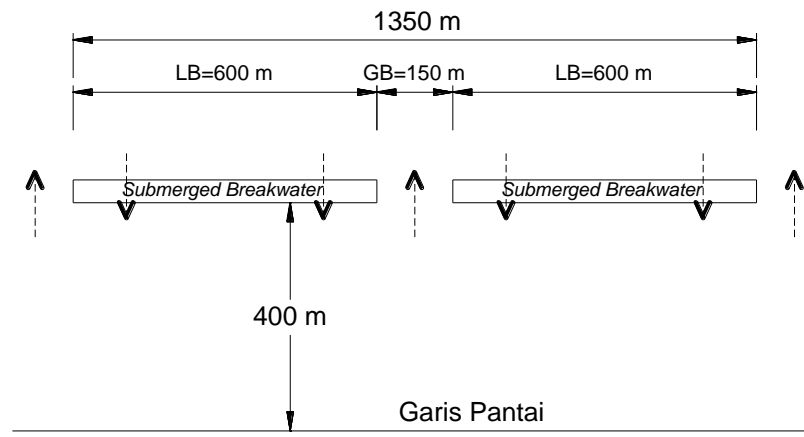
$$L_B / X_B = 1.5$$

$$L_B = 1.5 \times 400 = 600 \text{ m}$$

$$L_B / G_B = 4$$

$$G_B = 600 / 4 = 150 \text{ m}$$

Layout bangunan pemecah gelombang dapat dilihat pada gambar di bawah ini, sedangkan layout bangunan pemecah gelombang pada peta bathimetri dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 5. 1. Layout *Submerged Breakwater*

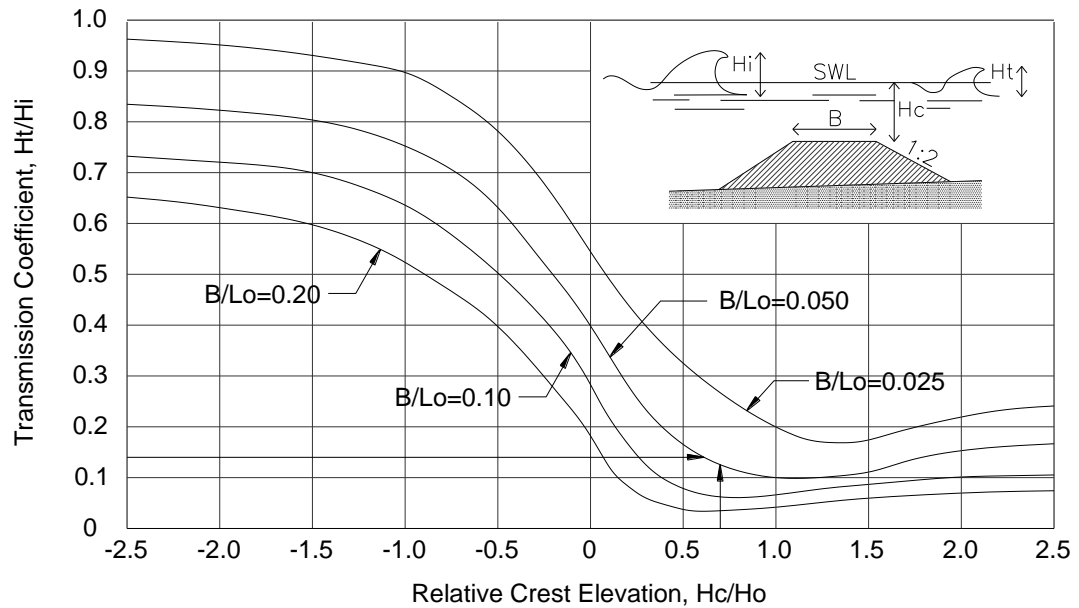
5.4. Lebar Puncak Pemecah Gelombang

Lebar puncak pemecah gelombang dapat dicari berdasarkan gambar 5.2. di bawah. Dengan K_t yang didefinisikan sebagai proses transmisi gelombang, yaitu rasio antara tinggi gelombang transmisi (H_t) dan tinggi gelombang datang (H_i). K_t memiliki rentang $0 < K_t < 1$, yang dimana nilai 0 berarti tidak ada transmisi (tinggi, kedap air) dan nilai 1 berarti nilai transmisi sempurna (tidak ada *breakwater*). Direncanakan gelombang transmisi (H_t) pada lokasi bangunan setinggi 0.25 m, maka dapat dihitung nilai dari koefisien transmisi dan elevasi relatif puncak bangunan.

$$K_T = \frac{H_T}{H_i} = \frac{0.25}{1.730} = 0.11$$

$$\frac{H_c}{H_0} = \frac{1.20}{1.730} = 0.69$$

$$L_o = 26.671 \text{ m}$$



Gambar 5. 2. Koefisien Transmisi untuk gelombang regular pada *breakwater* tumpukan batu Pantai Payung-Payung (Sumber : Tanaka, 1976)

Dari grafik di atas diketahui nilai $B/Lo=0.050$, dengan $Lo = 26.671$ m maka $B = 1.334 \sim 2.00$ m.

5.5. Berat Butir Lapis Lindung

Berat batu lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson berikut ini :

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

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

Dengan:

W : berat butir batu pelindung

γ_r : berat jenis batu

γ_a : berat jenis air laut

H : tinggi gelombang rencana

θ : sudut kemiringan sisi pemecah gelombang

K_D : koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau buatan), kekasaran permukaan batu, ketajaman sisi-sisinya, ikatan antar butir, keadaan pecahnya gelombang.

Nilai K_D untuk berbagai bentuk batu diberikan dalam tabel 2.6

5.5.1. Berat Lapis Lindung Batu Alam

Untuk lapis lindung dari batu alam bersudut kasar ($K_D=4.0$)

$$S_r = \frac{2.65}{1.03} = 2.57$$

$$W = \frac{2.65 \times 1.730^3}{4.0 (2.57 - 1)^3} = 0.44 \text{ ton}$$

5.5.2. Berat Lapis Lindung Kubus Beton

Untuk lapis lindung dari kubus beton ($K_D=7.5$)

$$S_r = \frac{2.65}{1.03} = 2.57$$

$$W = \frac{2.65 \times 1.730^3}{7.5 (2.57 - 1)^3} = 0.24 \text{ ton}$$

5.6. Tebal Lapis Lindung dan Jumlah Lapis Lindung

Tebal lapis pelindung dihitung dengan rumus berikut :

$$t = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

Dengan:

t : tebal lapis pelindung

n : jumlah lapis pelindung

k_{Δ} : koefisien lapis (tabel 2.7)

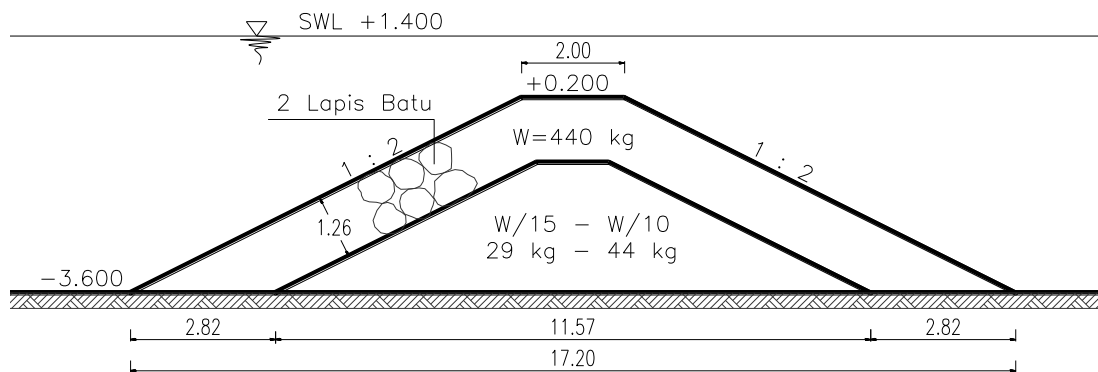
5.6.1. Tebal Lapis Lindung Batu Alam

Untuk k_{Δ} dari batu alam bersudut kasar adalah 1.15

$$t = 2 \times 1.15 \left[\frac{0.44}{2.65} \right]^{1/3} = 1.26 \text{ m}$$

Jumlah butir batu pelindung tiap satuan luas (1.00 m^2) dihitung dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} N &= A n k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 1 \times 2 \times 1.15 \left[1 - \frac{37}{100} \right] \left[\frac{2.65}{0.44} \right]^{\frac{2}{3}} = 4,80 \text{ butir} \end{aligned}$$



Gambar 5. 3. Tampang Melintang Pemecah Gelombang Dengan Lapis Lindung Dari Batu Alam Bersudut Kasar

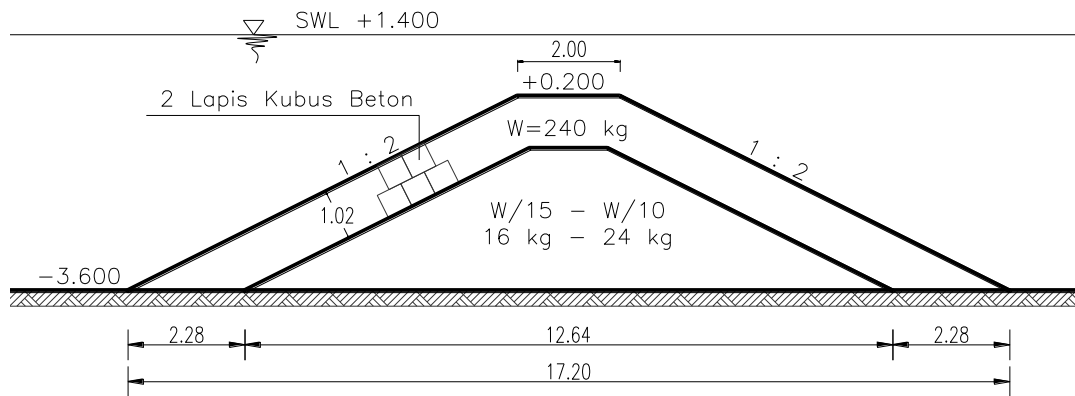
5.6.2. Tebal Lapis Lindung Kubus Beton

$$t = 2 \times 1.10 \left[\frac{0.24}{2.40} \right]^{1/3} = 1.02 \text{ m}$$

Jumlah butir batu pelindung tiap satuan luas (1.00 m^2) dihitung dengan rumus berikut :

$$N = A n k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= 1 \times 2 \times 1.10 \left[1 - \frac{47}{100} \right] \left[\frac{2.40}{0.24} \right]^{\frac{2}{3}} = 5.41 \text{ butir}$$



Gambar 5. 4. Tampang Melintang Pemecah Gelombang Dengan Lapis Lindung Dari Kubus Beton

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari perhitungan dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari distribusi arah gelombang pada mawar gelombang tahunan, diketahui bahwa gelombang dominan berasal dari arah barat daya dengan prosentasenya sebesar 30.96%.
2. Untuk analisa distribusi frekuensi gelombang dengan metode log pearson tipe III dipilih arah gelombang dari barat karena gelombang tertinggi berada pada arah tersebut dan dari hasil perhitungan diperoleh tinggi gelombang rencana (H_s) sebesar 3.706 m dengan kala ulang yang dipakai adalah 25 tahun.
3. Bangunan pemecah gelombang ditempatkan sejajar garis pantai pada kedalaman 5.00 m atau ± 400 m dari garis pantai. Bangunan pemecah gelombang terdiri dari dua segmen dengan panjang tiap segmennya sebesar 600 m yang dipisahkan oleh sebuah celah dengan panjang 150 m
4. Desain konstruksi pemecah gelombang adalah sebagai berikut:
 - a. Tipe : pemecah gelombang tipe tenggelam
(submerged breakwater) lepas pantai
 - b. Elevasi puncak : +2.000 m
 - c. Lebar puncak : 2.00 m
 - d. Kemiringan bangunan : 1 : 2

e. Dimensi dari dua alternatif material konstruksi yang dipakai :

➤ Batu alam bersudut kasar

- Jumlah lapis lindung : 2 lapis
- Berat butir lapis lindung : 440 kg
- Tebal lapis lindung : 1.26 m
- Berat butir lapis inti : 29 – 44 kg

➤ Kubus Beton

- Jumlah lapis lindung : 2 lapis
- Berat butir lapis lindung : 240 kg
- Tebal lapis lindung : 1.02 m
- Berat butir lapis inti : 16 – 24 kg

6.2. Saran

Dalam rangka pengelolaan kawasan pantai, dapat diusulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penataan kawasan dan lingkungan pantai, dengan menetapkan batas-batas sempadan pantai yang boleh atau tidak boleh.
2. Menetapkan kawasan pantai sebagai kawasan Pantai Lestari, yang dimungkinkan untuk dikembangkan menjadi kawasan wisata sehingga membuka peluang bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar, sekaligus membuka kesadaran masyarakat terhadap manfaat positif kebersihan dan kelestarian lingkungan pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Nur Yuwono, 1992, *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Vol. 1*, Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1992, *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Vol. 2*, Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1996, *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Sri Harto Br, 1993, *Analisa Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Van de Meer, J.W. Ligteringen, 1998, *Breakwater Design*, IHE Lecture Notes, Netherland.
- Mohamad Yudi, 2001, *Perencanaan Bangunan Perlindungan Pantai Pada Watu Ulo Ambulu Jember*, Skripsi Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Satria Wahyu Oetomo, 2006, *Studi Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Tuban Di Desa Sukolilo Kecamatan Banjar Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur*, Skripsi Universitas Brawijaya, Malang.

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2003

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	10	225	10	360	0	0	12	45
2	0	0	0	0	5	90	0	0	8	315	10	45	0	0	14	225	10	225	6	270	0	0	13	45
3	10	45	0	0	0	0	0	0	10	225	0	0	0	0	10	225	10	90	8	45	0	0	12	315
4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	10	225	0	0	10	225	0	0	8	225	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	0	0	8	225	0	0	8	360	12	45	13	45	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	90	5	315	10	225	12	225	12	315	0	0	0	0
7	18	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	315	6	225	12	360	0	0	4	45	
8	0	0	0	0	0	0	14	45	8	360	4	225	14	270	0	0	6	270	0	0	6	45	0	0
9	0	0	0	0	0	0	6	225	0	0	0	0	4	225	8	180	0	0	12	270	0	0	0	0
10	0	0	0	0	12	45	0	0	0	0	7	225	0	0	12	225	8	225	0	0	0	0	0	0
11	14	360	0	0	6	45	0	0	0	0	10	225	0	0	6	180	8	315	0	0	0	0	0	0
12	0	0	10	45	0	0	0	0	0	0	12	270	0	0	6	360	8	315	0	0	10	45	0	0
13	0	0	0	0	10	360	16	45	16	45	0	0	0	6	360	0	0	0	0	8	45	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	0	0	8	225	4	270	6	225	0	0	0	0	8	270
15	8	360	0	0	12	45	0	0	6	315	10	225	0	0	12	270	6	270	0	0	4	225	10	270
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270	8	225	0	0	10	315	6	225	0	0
17	0	0	0	0	0	0	10	45	0	0	0	0	10	270	6	135	0	0	12	225	0	0	0	0
18	8	360	0	0	0	0	10	270	0	0	6	90	10	225	0	0	0	0	0	0	12	315	0	0
19	8	45	0	0	0	0	6	315	6	225	0	0	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	10	45	10	45	0	0	10	225	0	0	6	225	12	135	0	0	14	225	17	135	0	0
21	8	360	10	360	6	360	0	0	6	225	8	270	10	270	8	45	0	0	8	315	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	270	0	0	0	0	0	0	6	90	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	10	135	0	0	0	0	0	0	0	0
24	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	225	5	225	8	360	8	225	6	225	0	0
25	8	45	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	10	360	-	-	0	0	0	0	14	225	0	0	8	45	0	0	4	315	0	0
27	0	0	10	315	10	360	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0
28	4	45	12	360	0	0	18	45	0	0	0	0	0	0	8	360	8	315	8	315	8	315	0	0
29	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	8	360	14	360	0	0	8	45	0	0	4	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	0	0	12	315	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0	x	x	8	360	14	360	x	x	10	90	x	x	0	0
Rata ²	3,355		1,857		2,613		3,793		2,581		2,767		4,516		7,129		4		4,968		3,9		2,452	
Max	18		12		12		18		16		12		14		14		12		14		17		13	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2004

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	0	0	10	225	0	0	8	360	0	0	6	360	10	225
2	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	12	225	0	0	4	45	14	315	15	225	10	360	8	225
3	4	360	0	0	0	0	12	360	0	0	12	360	0	0	14	360	10	270	14	225	8	360	10	360
4	0	0	0	0	0	0	0	0	12	90	12	270	0	0	14	225	8	135	12	270	8	360	4	45
5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0	0	0	12	225	4	270	10	225	8	360	12	270
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	8	135	10	225	10	315	12	225	6	360	10	90
7	10	45	0	0	0	0	12	225	0	0	0	0	0	0	12	45	6	360	12	225	6	360	10	360
8	6	135	0	0	0	0	10	360	0	0	4	270	0	0	12	225	10	360	10	225	10	360	10	315
9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	0	0	0	0	14	225	8	360	8	360	10	360	8	360
10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	225	10	360	10	270	14	225	6	315	16	360	4	360	7	270
11	12	360	0	0	0	0	8	270	10	225	0	0	10	360	12	270	9	360	8	360	8	360	6	45
12	0	0	0	0	0	0	12	360	0	0	0	0	10	270	10	270	10	360	8	360	0	0	8	360
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	270	12	225	8	135	10	360	10	270	8	315
14	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	4	360	0	0	12	225	6	360	4	360	10	360	8	315
15	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	0	0	16	225	10	360	5	270	6	360	10	315
16	6	360	0	0	0	0	0	0	6	180	0	0	10	90	12	225	8	180	8	315	8	360	12	270
17	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270	8	225	8	270	10	270	0	0	8	360	4	360	10	270
18	0	0	0	0	0	0	12	360	8	360	10	225	8	180	12	360	6	360	12	270	10	360	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	0	0	12	225	12	45	0	0	8	360	12	180
20	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	12	225	10	90	12	270	10	225	8	360	6	360	6	315
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	8	360	10	360	14	360	14	360	8	360	8	360
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	360	0	0	8	360	10	270	6	225	16	225	12	90
23	0	0	0	0	0	0	12	360	6	45	8	225	0	0	8	360	8	270	10	360	0	0	6	360
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	16	225	8	360	8	315	6	90	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	270	10	270	12	270	12	360	10	360	6	360	4	270
26	0	0	0	0	0	0	0	0	14	315	16	225	0	0	14	360	8	360	0	0	14	360	6	360
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	225	14	360	16	270	10	360	12	360	6	90	8	315
28	0	0	0	0	0	0	6	45	14	45	10	225	0	0	12	360	8	360	8	360	6	225	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	225	0	0	4	315	10	360	8	360	8	360	18	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	5	270	0	0	0	0	8	315	10	360	8	45	6	315	8	45
31	0	0	x	x	0	0	x	x	10	270	x	x	0	0	8	360	x	x	6	135	x	x	6	45
Rata ²	1,226		0		0		3,333		4,613		6,867		3,935		11,03		8,7		8,71		7,4		7,903	
Max	12		0		0		12		14		16		14		16		14		16		16		18	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2005

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGS		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	360	10	360	6	90	6	315	4	360	8	90	6	90	10	360	8	90	14	225	8	315	12	90
2	8	45	6	360	10	360	10	360	10	360	16	360	10	270	10	270	6	360	10	90	0	0	4	90
3	6	360	14	360	8	360	12	360	10	90	6	180	8	270	10	270	12	90	6	270	0	0	2	270
4	8	270	8	225	12	45	10	315	10	45	8	180	6	360	12	270	0	0	6	360	0	0	14	360
5	4	135	6	225	14	45	0	0	6	315	6	225	10	315	12	225	8	90	10	225	10	45	0	0
6	10	180	18	360	14	45	6	45	0	0	6	315	4	225	12	90	14	135	8	45	0	0	10	360
7	6	360	8	45	6	45	8	360	10	360	8	135	8	270	14	90	10	225	6	270	8	315	0	0
8	10	315	6	360	8	360	10	270	10	45	10	45	6	315	7	225	14	270	9	315	6	225	8	45
9	0	0	8	45	10	45	10	45	10	360	14	360	0	0	6	360	10	225	5	270	0	0	8	315
10	4	45	0	0	14	225	0	0	18	270	6	225	8	315	9	270	12	270	8	45	8	360	6	315
11	0	0	8	360	12	315	12	360	4	360	6	360	0	0	10	270	12	90	10	270	9	225	0	0
12	8	360	8	360	8	270	6	315	0	0	0	0	8	270	8	225	10	315	0	0	0	0	6	45
13	10	180	10	360	8	45	8	225	8	225	10	270	8	225	12	270	6	225	6	360	10	135	8	225
14	8	90	4	225	6	45	8	90	0	0	4	360	10	270	10	270	8	270	4	225	8	135	0	0
15	0	0	8	270	12	45	10	360	0	0	6	360	18	315	6	360	12	360	0	0	0	0	0	0
16	8	45	10	135	12	270	10	45	8	315	6	315	6	180	6	315	14	90	0	0	0	0	4	315
17	4	90	8	45	16	315	0	0	13	315	0	0	10	225	6	225	12	225	8	360	8	45	0	0
18	10	135	8	360	8	360	6	90	6	180	10	360	8	270	8	270	12	270	8	90	10	135	14	180
19	8	45	5	225	6	90	8	225	10	360	10	315	10	360	14	270	0	0	8	270	6	270	0	0
20	6	315	8	360	4	360	8	315	10	270	6	270	8	360	8	315	12	360	0	0	10	180	0	0
21	6	360	6	360	8	360	10	360	4	270	16	270	0	0	8	315	10	315	6	225	7	315	14	45
22	10	360	0	0	10	360	8	270	12	270	10	90	8	270	0	0	10	360	8	45	10	360	8	180
23	8	360	6	360	10	45	0	0	6	180	8	315	12	225	10	270	8	360	0	0	0	0	6	360
24	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	4	270	14	315	10	315	8	270	4	360	0	0	7	225
25	10	135	8	45	8	45	6	225	6	45	8	225	10	315	4	360	8	135	8	360	0	0	0	0
26	8	360	8	360	10	45	10	45	6	225	4	315	10	270	10	180	10	225	0	0	6	270	6	360
27	4	225	14	360	10	225	14	360	10	360	0	0	0	0	8	270	4	225	12	270	8	90	0	0
28	8	45	6	90	0	0	10	360	12	315	8	270	12	225	10	225	12	90	10	270	6	180	8	180
29	6	90	x	x	12	180	8	315	10	180	4	360	10	315	10	270	8	360	10	225	8	225	0	0
30	8	360	x	x	8	360	6	270	6	90	6	315	10	270	8	225	12	45	6	225	6	135	0	0
31	16	90	x	x	6	315	x	x	4	225	x	x	8	315	10	45	x	x	10	270	x	x	6	360
Rata ²	7,032		0		0		7,333		7,194		7,133		7,935		8,968		9,4		6,452		5,067		4,871	
Max	16		18		16		14		18		16		18		14		14		14		10		14	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2006

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGS		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	135	10	90	0	0	12	90	0	0	0	0	8	225	8	225	8	225	8	225	12	315	10	45
2	8	180	0	0	8	315	0	0	6	270	8	270	10	225	8	225	0	0	12	225	6	270	0	0
3	0	0	6	225	0	0	12	225	8	270	6	270	10	225	10	225	8	225	6	225	8	315	10	315
4	10	225	8	360	8	360	8	360	6	360	0	0	6	45	10	45	0	0	6	225	6	360	6	45
5	0	0	8	360	0	0	6	315	8	90	4	315	6	360	10	360	10	270	10	225	6	360	10	315
6	6	135	0	0	0	0	5	135	8	360	8	90	8	225	0	0	5	315	8	270	10	45	8	360
7	6	180	0	0	8	360	10	360	8	225	4	315	8	270	14	225	0	0	8	270	6	360	0	0
8	0	0	8	225	0	0	0	0	8	270	8	180	10	270	18	225	6	315	0	0	8	360	6	360
9	0	0	8	360	12	360	5	225	8	315	10	270	12	225	18	225	6	360	8	270	6	360	8	225
10	0	0	0	0	8	360	0	0	8	135	6	270	10	270	0	0	0	0	8	360	6	360	0	0
11	8	360	0	0	7	360	0	0	8	360	6	360	10	225	16	225	6	315	6	315	6	360	0	0
12	8	360	6	270	0	0	8	315	8	315	8	270	10	225	16	225	6	360	6	360	4	45	8	360
13	0	0	6	360	8	360	10	360	10	270	6	360	0	0	16	225	0	0	4	225	6	315	4	270
14	0	0	10	225	8	270	0	0	4	45	8	270	12	270	14	225	0	0	8	270	10	45	8	270
15	0	0	0	0	0	0	6	360	12	225	8	270	10	225	8	225	0	0	0	0	6	315	0	0
16	0	0	0	0	0	0	18	360	4	270	4	315	8	360	0	0	0	0	6	225	0	0	8	315
17	6	315	8	315	7	360	8	225	0	0	0	0	8	270	0	0	8	270	4	270	0	0	8	360
18	8	315	0	0	6	315	6	360	4	360	8	360	4	45	12	45	8	225	6	45	4	315	6	360
19	0	0	6	360	0	0	8	270	4	270	0	0	12	225	12	225	8	360	6	90	8	45	0	0
20	6	315	4	360	8	45	12	360	4	90	6	360	16	225	10	45	8	270	6	90	6	360	8	315
21	0	0	8	360	0	0	6	270	6	270	12	315	10	225	0	0	4	360	6	360	8	360	8	360
22	6	225	0	0	6	45	6	360	0	0	0	0	10	225	8	360	8	180	4	315	0	0	6	225
23	0	0	0	0	12	90	4	225	10	270	8	180	10	270	8	360	15	225	0	0	4	270	0	0
24	6	225	0	0	0	0	4	270	0	0	6	360	12	225	0	0	0	0	6	225	0	0	6	315
25	4	135	8	360	0	0	8	270	4	45	8	270	0	0	0	0	10	225	6	45	6	360	12	315
26	0	0	8	360	0	0	6	225	4	225	8	270	6	45	0	0	8	270	4	315	6	360	4	360
27	0	0	6	360	7	45	6	270	6	270	6	225	8	45	0	0	8	270	8	225	4	315	0	0
28	8	135	0	0	12	270	12	270	6	315	6	225	0	0	0	0	6	225	6	360	4	315	4	270
29	0	0	x	x	0	0	6	360	6	360	12	225	8	225	7	360	6	225	0	0	6	360	0	0
30	0	0	x	x	8	360	6	135	6	360	10	225	10	225	8	360	10	225	6	270	4	360	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	6	225	x	x	8	225	4	360	x	x	8	315	x	x	0	0
Rata ²	3,161		0		0		6,6		5,806		6,133		8,387		7,581		5,4		5,806		5,533		4,774	
Max	10		10		12		18		12		12		16		18		15		12		12		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2007

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	1	270	6	90	14	360	8	360	10	45	8	135	6	315	9	270	6	225	14	225	5	315	0	0
2	6	45	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	6	315	8	225	8	180	8	225	4	315	6	315
3	0	0	6	315	0	0	0	0	8	90	0	0	0	0	0	0	0	0	3	360	10	270	6	360
4	4	360	10	180	0	0	0	0	6	270	6	45	0	0	8	225	4	180	6	315	5	270	5	225
5	6	180	8	360	0	0	8	90	0	0	6	225	12	225	3	360	4	315	9	315	8	360	5	360
6	6	360	10	360	8	45	8	135	0	0	6	90	6	90	10	225	4	315	12	180	6	270	5	270
7	0	0	8	45	8	315	0	0	6	180	0	0	12	225	8	315	4	270	7	315	8	90	5	45
8	8	180	0	0	10	360	0	0	8	45	0	0	10	225	12	225	11	225	5	270	6	315	12	180
9	4	270	6	90	10	315	0	0	8	360	0	0	12	360	4	135	9	270	5	360	6	270	5	315
10	4	360	4	45	0	0	8	90	0	0	6	225	12	225	3	360	4	315	9	315	8	360	5	360
11	6	225	8	45	8	45	8	45	0	0	0	0	8	225	6	360	9	270	7	270	6	225	6	360
12	6	225	8	360	12	360	8	135	0	0	6	225	10	45	8	315	11	225	6	270	4	315	4	360
13	8	270	10	360	12	90	10	135	0	0	0	0	0	0	6	225	8	270	5	315	8	135	10	360
14	8	45	0	0	10	315	6	45	8	90	0	0	0	0	12	270	12	270	6	315	5	270	6	135
15	4	45	6	45	6	45	8	270	8	225	6	225	8	180	14	225	8	225	5	315	5	315	5	315
16	4	270	10	315	4	45	12	90	8	225	4	225	6	180	12	270	6	225	8	315	4	225	6	180
17	6	90	6	360	8	45	6	360	4	135	0	0	5	135	6	315	6	225	8	315	0	0	8	315
18	8	90	0	0	0	0	8	270	0	0	4	135	6	135	10	360	11	225	9	225	0	0	6	315
19	6	360	16	360	0	0	8	45	6	315	0	0	0	0	6	315	8	270	5	225	12	315	0	0
20	6	180	8	360	0	0	0	0	0	0	4	90	4	315	6	180	9	270	5	360	8	225	0	0
21	6	360	8	315	0	0	0	0	0	0	6	45	9	135	8	360	6	270	8	135	10	225	5	315
22	0	0	0	0	10	360	0	0	8	135	6	45	5	45	7	315	7	270	8	180	9	225	0	0
23	0	0	0	0	0	0	12	45	6	135	6	270	0	0	10	315	0	0	6	270	7	270	3	90
24	10	360	12	360	0	0	16	315	0	0	0	0	3	90	7	225	9	270	10	315	7	225	6	315
25	4	270	8	360	0	0	8	90	6	90	6	315	0	0	8	315	14	360	6	315	10	270	0	0
26	4	315	10	360	6	90	0	0	6	270	8	135	4	225	6	225	6	315	6	360	10	225	0	0
27	8	90	6	315	6	90	12	270	0	0	10	225	7	270	8	315	6	315	5	315	8	225	0	0
28	4	315	8	270	10	270	0	0	6	315	6	180	3	315	7	360	6	270	8	45	0	0	6	270
29	4	180	x	x	10	90	0	0	6	135	0	0	8	180	10	180	11	270	4	315	8	180	4	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	10	90	8	225	5	135	0	0	11	225	4	360	10	315	0	0
31	10	45	x	x	8	45	x	x	0	0	x	x	0	0	10	180	x	x	5	315	x	x	0	0
Rata ²	4,87		6,50		5,16		5,33		4,13		3,73		5,39		7,48		7,27		6,84		6,57		4,16	
Max	10		16		14		16		10		10		12		14		14		14		12		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		3		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2008

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	6	360	0	0	8	90	12	225	0	0	4	270	4	180	3	315	0	0	8	270	0	0
2	0	0	0	0	4	360	0	0	6	180	8	135	14	315	4	270	0	0	0	0	0	0	12	315
3	0	0	6	180	4	315	6	315	0	0	8	90	4	45	3	270	4	315	0	0	6	135	0	0
4	0	0	4	315	0	0	10	90	6	315	0	0	5	270	6	315	5	45	0	0	0	0	5	360
5	0	0	0	0	0	0	10	360	6	270	4	360	0	0	0	0	6	180	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	8	360	3	270	6	270	6	270	0	0	6	315	0	0	0	0
7	0	0	5	45	5	45	8	180	6	315	8	180	0	0	10	270	6	270	6	315	6	315	6	270
8	12	315	12	315	12	315	8	315	10	270	0	0	12	225	6	315	4	135	12	360	0	0	0	0
9	6	315	6	315	6	315	8	315	10	270	4	0	0	0	0	0	0	0	8	270	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	10	360	6	270	4	360	0	0	0	0	6	180	0	0	0	0	0	0
11	3	315	3	315	3	315	6	270	8	225	16	360	6	315	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
12	4	45	4	45	4	45	10	45	6	225	0	0	8	315	6	270	4	360	8	45	4	360	10	270
13	0	0	0	0	0	0	8	180	8	270	12	315	12	45	4	315	4	315	10	135	0	0	8	180
14	4	315	4	315	4	315	8	225	10	270	6	45	4	270	0	0	11	180	4	45	0	0	6	315
15	4	225	4	225	4	315	6	270	10	225	6	225	0	0	8	270	6	225	0	0	8	315	6	225
16	0	0	0	0	0	0	12	180	10	225	5	225	6	315	8	90	5	270	6	45	6	90	8	45
17	6	45	6	45	6	45	4	270	8	225	4	180	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	6	315	8	225	4	360	0	0	6	135	4	315	8	360	0	0	0	0
19	0	0	4	315	0	0	12	90	10	180	6	225	0	0	10	225	12	270	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	8	90	6	270	8	225	5	315	4	270	12	270	6	90	4	270	8	45
21	0	0	0	0	0	0	3	90	4	315	12	225	6	225	4	315	10	270	0	0	6	270	0	0
22	5	90	0	0	5	90	4	270	0	0	10	225	10	270	8	360	6	225	4	360	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	10	315	6	270	10	270	0	0	12	270	4	315	0	0	0	0
24	8	360	10	270	8	360	6	315	8	360	6	45	8	270	6	360	8	135	0	0	6	90	0	0
25	0	0	0	0	0	0	12	135	6	180	4	45	4	270	6	360	0	0	5	270	8	90	0	0
26	6	225	8	270	6	315	0	0	12	270	8	180	0	0	6	180	8	270	10	270	8	90	0	0
27	3	270	8	315	3	90	6	315	0	0	0	0	8	270	4	315	8	315	0	0	4	225	0	0
28	0	0	6	45	0	0	0	0	8	225	0	0	0	0	5	360	8	270	4	270	0	0	0	0
29	4	270	6	315	4	90	10	90	8	360	0	0	0	0	0	0	10	45	8	45	3	270	0	0
30	6	360	x	x	6	360	6	315	4	315	0	0	6	360	0	0	4	225	4	180	0	0	0	0
31	6	360	x	x	6	360	x	x	5	315	x	x	4	360	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0
Rata ²	2,48		3,52		2,90		6,50		7,06		5,07		4,58		4,39		5,53		3,65		2,57		2,23	
Max	12		12		12		12		12		16		14		10		12		12		8		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2009

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	4	270	0	0	0	0	4	360	6	360	0	0	5	45	14	225	10	315	0	0	10	90	0	0
2	4	360	0	0	0	0	0	0	6	270	8	270	5	270	14	180	12	270	0	0	8	45	0	0
3	0	0	8	270	10	135	0	0	0	0	4	360	0	0	14	225	12	270	10	90	6	315	0	0
4	4	360	0	0	12	270	0	0	8	360	0	0	0	0	10	270	10	315	12	45	0	0	0	0
5	0	0	6	225	6	360	0	0	5	360	0	0	10	90	8	270	12	225	0	0	8	90	8	45
6	4	315	4	270	6	180	10	45	8	315	6	315	12	90	14	90	12	225	10	225	0	0	0	0
7	0	0	0	0	8	360	6	90	0	0	4	270	6	270	10	225	12	270	6	315	12	360	0	0
8	6	270	8	315	8	315	5	315	0	0	7	135	12	45	7	225	12	315	0	0	0	0	6	315
9	8	225	0	0	0	0	8	360	0	0	14	270	10	45	8	315	0	360	10	270	0	0	0	0
10	0	0	6	315	6	360	0	0	5	360	0	0	10	90	8	270	12	225	0	0	8	90	8	45
11	4	270	5	270	10	270	0	0	4	360	0	0	10	225	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
12	6	315	0	0	5	360	0	0	0	0	0	0	10	225	8	135	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	0	0	4	315	0	0	6	225	10	315	0	0	0	0
14	0	0	10	315	6	270	4	270	0	0	0	0	4	270	6	360	4	270	8	225	0	0	0	0
15	0	0	0	0	6	90	0	0	0	0	6	225	6	180	8	315	0	0	10	270	0	0	0	0
16	0	0	0	0	10	225	0	0	0	0	0	0	6	270	8	315	6	90	10	270	0	0	0	0
17	0	0	6	45	12	315	0	0	0	0	6	360	8	225	12	360	0	0	6	270	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	8	45	0	0	0	0	6	45	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	10	315	6	315	12	270	0	0	10	270	0	0	12	225	0	0	4	180	0	0
20	0	0	5	360	10	180	6	315	0	0	4	225	0	0	12	180	8	225	10	90	10	225	0	0
21	8	315	0	0	6	135	4	315	0	0	6	90	6	45	12	45	0	0	0	0	6	270	0	0
22	0	0	0	0	4	315	4	225	0	0	8	270	6	45	0	0	10	270	0	0	0	0	0	0
23	0	0	6	315	0	0	6	270	0	0	6	180	6	135	10	315	10	270	10	225	0	0	0	0
24	0	0	0	0	6	315	0	0	4	270	6	270	0	0	10	270	10	225	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	8	270	4	90	0	0	8	270	4	225	6	270	8	180	0	0	0	0	0	0
26	8	315	6	270	8	90	5	270	0	0	0	0	4	360	8	225	8	360	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	4	315	0	0	0	0	0	0	10	225	6	270	12	225	8	45	6	270	0	0
28	0	0	10	360	0	0	0	0	0	0	0	0	12	270	12	360	10	225	0	0	8	315	0	0
29	0	0	x	x	4	45	6	270	0	0	0	0	10	225	10	270	10	270	0	0	0	0	0	0
30	6	225	x	x	0	0	6	315	0	0	0	0	12	360	8	360	8	225	0	0	6	225	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0	x	x	12	270	12	360	x	x	10	360	x	x	0	0
Rata ²	2,00		2,86		5,32		3,27		1,87		3,10		6,97		8,42		7,73		4,19		3,07		0,71	
Max	8		10		12		10		12		14		12		14		12		12		12		8	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2010

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	6	270	0	0	0	0	0	0	5	45	0	0	6	90	0	0	6	225	0	0	10	90	0	0
2	8	225	8	45	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	5	90	6	225	0	0	8	45	5	270
3	0	0	0	0	8	135	0	0	4	315	0	0	4	270	10	315	10	45	5	45	6	270	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	4	360	5	225	5	225	6	45	0	0	0	0
5	0	0	10	45	10	135	0	0	0	0	8	180	5	90	10	360	0	0	4	180	8	90	5	315
6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0	0	0	0	0	6	360	5	360	0	0	0	0
7	0	0	0	0	6	90	0	0	0	0	0	0	6	90	7	270	7	180	5	315	12	360	4	90
8	5	135	6	135	0	0	0	0	0	0	0	0	6	315	5	315	4	180	6	225	0	0	6	180
9	0	0	0	0	10	135	6	45	8	360	4	315	7	360	0	0	4	360	0	0	0	0	5	225
10	0	0	10	45	10	180	0	0	0	0	8	180	5	270	10	360	0	0	4	225	8	90	5	315
11	0	0	0	0	0	0	8	45	4	315	4	45	8	360	0	0	5	225	0	0	0	0	0	0
12	0	0	8	45	0	0	0	0	5	360	6	360	6	315	6	90	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	270	0	0	4	45	0	0	7	270	5	315	6	315	0	0	0	0	5	225	0	0	4	45
14	6	180	8	45	0	0	0	0	0	0	0	0	13	225	6	315	0	0	10	315	0	0	5	90
15	0	0	0	0	0	0	0	0	7	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	315
16	0	0	0	0	0	0	8	90	5	315	5	360	6	270	7	90	0	0	5	270	0	0	4	270
17	0	0	0	0	0	0	0	0	5	45	10	360	0	0	0	0	6	270	4	315	0	0	6	360
18	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	6	135	8	45	6	270	0	0	0	0	0	0	7	225
19	0	0	0	0	0	0	0	0	7	135	0	0	8	45	0	0	11	45	20	270	4	135	6	315
20	0	0	0	0	8	270	6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	8	180	7	225	10	180	4	315
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	5	315	6	270	5	180
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	270	4	270	6	315	0	0	7	225
23	0	0	0	0	0	0	0	0	12	315	0	0	0	0	0	0	4	315	5	315	0	0	6	225
24	0	0	0	0	10	360	0	0	5	315	7	135	0	0	0	0	0	0	5	270	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	9	90	0	0	3	270	0	0	0	0	0	0	7	45	0	0	6	315
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	360	4	315	0	0	4	315
27	0	0	0	0	0	0	4	270	0	0	0	0	8	45	7	225	5	45	9	45	6	270	0	0
28	0	0	8	45	0	0	6	315	5	315	0	0	0	0	6	360	4	135	4	225	8	315	0	0
29	0	0	x	x	0	0	4	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270
30	8	225	x	x	0	0	0	0	0	0	7	270	0	0	0	0	0	0	4	225	6	225	9	270
31	0	0	x	x	0	0	x	x	5	360	x	x	5	360	5	315	x	x	5	135	x	x	4	270
Rata ²	1,323		2,071		2,129		1,7		3,226		2,433		3,71		3,194		3,467		4,516		3,067		3,935	
Max	8		10		10		9		12		10		13		10		11		20		12		9	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2011

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	5	360	6	360	4	270	0	0	4	315	5	180	6	225	0	0	4	315	9	45	0	0
2	0	0	0	0	6	270	0	0	7	315	8	360	8	270	6	315	4	360	7	270	5	270	7	360
3	7	360	0	0	0	0	5	315	5	270	4	315	6	270	10	270	13	315	10	225	6	225	10	315
4	5	90	6	225	6	225	0	0	4	135	8	180	6	225	9	270	8	270	0	0	0	0	5	270
5	10	360	5	45	5	45	4	180	4	315	10	225	6	270	4	225	6	315	10	135	7	180	0	0
6	4	315	4	315	4	45	0	0	6	360	5	360	5	270	10	225	12	360	8	315	6	315	0	0
7	4	45	0	0	10	315	0	0	0	0	14	360	6	270	0	0	6	315	6	270	0	0	0	0
8	0	0	7	45	4	315	0	0	8	45	0	0	5	225	9	45	5	270	5	270	6	315	8	315
9	4	315	8	45	5	315	0	0	8	360	0	0	8	225	5	270	6	45	7	315	5	315	0	0
10	10	315	5	135	5	315	4	270	4	315	10	270	6	360	4	315	6	90	10	315	7	360	0	0
11	4	315	4	360	0	0	0	0	7	90	0	0	4	270	5	315	10	135	5	270	0	0	5	225
12	4	180	0	0	0	0	4	180	4	270	4	225	4	315	0	0	0	0	8	315	0	0	0	0
13	0	0	4	90	7	360	4	315	0	0	5	270	8	180	6	315	6	315	8	90	0	0	0	0
14	11	225	4	315	5	270	4	225	4	90	7	225	0	0	7	90	7	90	4	270	0	0	0	0
15	4	360	0	0	9	180	4	315	4	315	4	270	4	360	6	315	8	270	6	90	5	315	0	0
16	0	0	4	45	0	0	0	0	0	0	11	360	7	225	8	360	6	270	4	45	0	0	0	0
17	0	0	0	0	7	360	0	0	5	90	7	225	7	225	8	180	0	0	6	315	4	135	0	0
18	0	0	0	0	6	315	5	315	8	315	10	225	11	270	8	225	8	270	0	0	8	315	0	0
19	0	0	6	360	4	315	5	45	6	270	6	225	4	360	10	90	8	180	0	0	4	360	0	0
20	4	315	4	270	0	0	6	360	4	315	8	225	8	270	0	0	6	45	8	45	0	0	6	315
21	0	0	0	0	0	0	6	270	4	270	5	225	7	270	6	180	6	225	7	45	5	180	0	0
22	4	135	6	225	0	0	4	225	5	315	8	180	12	315	9	225	7	315	8	360	6	360	0	0
23	4	315	6	315	0	0	0	0	0	0	8	225	10	225	7	270	4	270	0	0	0	0	0	0
24	6	45	4	270	0	0	4	270	5	315	7	270	9	270	8	225	8	270	8	90	5	90	0	0
25	0	0	0	0	4	315	0	0	0	0	4	360	6	315	8	180	4	315	4	225	0	0	0	0
26	0	0	0	0	17	315	4	315	0	0	8	90	7	270	6	180	9	225	0	0	6	270	0	0
27	4	315	6	45	15	315	4	315	4	270	6	360	9	225	7	225	12	270	6	135	8	45	0	0
28	0	0	0	0	4	270	4	225	0	0	4	90	12	270	8	180	8	225	5	180	0	0	0	0
29	0	0	x	x	0	0	0	0	6	360	5	180	8	270	8	180	4	315	0	0	7	360	0	0
30	4	45	x	x	4	180	4	270	4	360	8	45	6	315	4	315	22	360	6	315	0	0	7	225
31	0	0	x	x	0	0	x	x	4	360	x	x	5	180	5		x	x	4	315	x	x		0
Rata ²	3		3,143		4,29		2,633		3,871		6,267		6,742		6,355		6,967		5,29		3,633		1,548	
Max	11		8		17		6		8		14		12		10		22		10		9		10	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "x" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2012

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	0	0	1	315	6	315	5	270	10	225	6	270	11	270	12	225	5	225	10	225	8	360
2	0	0	0	0	7	315	4	270	3	315	8	270	6	180	8	225	5	270	4	270	0	0	11	315
3	0	0	0	0	2	270	8	360	5	270	7	270	4	225	9	270	8	45	6	225	5	45	6	270
4	0	0	5	360	5	270	4	315	0	0	8	225	6	270	9	225	7	270	8	315	14	360	8	360
5	0	0	4	90	8	45	6	135	4	270	14	315	6	315	8	225	6	315	5	180	6	45	8	225
6	4	45	0	0	5	315	6	45	4	315	4	315	6	360	10	225	6	270	8	315	5	270	10	360
7	0	0	4	225	0	0	5	270	6	270	6	225	8	225	8	180	9	90	8	180	6	135	6	45
8	10	360	6	135	3	270	8	90	8	360	0	0	6	180	7	270	8	135	8	315	5	360	3	315
9	0	0	4	90	7	270	7	45	4	270	0	0	6	315	6	315	6	135	10	135	5	360	6	135
10	0	0	4	360	8	315	6	90	4	135	14	270	6	315	8	180	8	45	10	315	8	135	6	360
11	0	0	0	0	2	225	5	135	5	315	4	45	6	360	9	270	8	225	10	45	8	135	6	45
12	0	0	0	0	6	360	5	180	6	180	6	270	0	0	6	225	8	225	8	270	2	360	6	315
13	0	0	0	0	0	0	4	360	6	225	6	45	4	225	8	225	7	135	6	270	8	315	6	135
14	0	0	6	225	0	360	7	45	4	270	5	270	8	360	8	270	8	270	10	225	12	225	8	180
15	0	0	6	90	6	315	8	180	4	225	6	225	5	360	7	225	5	135	8	360	0	0	3	315
16	0	0	10	225	6	360	6	180	4	270	10	225	6	180	7	225	8	45	3	315	0	0	3	360
17	0	0	0	0	6	0	3	360	5	360	6	180	8	270	6	225	5	225	8	360	6	225	6	315
18	0	0	0	0	0	90	6	180	5	315	5	45	6	270	6	315	8	360	6	315	6	315	3	360
19	0	0	0	0	7	225	8	360	5	270	6	270	6	270	5	90	2	225	3	315	8	90	8	45
20	0	0	0	0	10	315	6	45	8	270	7	270	6	180	6	315	8	225	6	225	8	135	6	360
21	0	0	0	0	14	45	8	315	5	270	6	180	7	225	8	270	6	180	5	315	0	0	2	225
22	0	0	0	0	3	225	3	45	6	225	3	315	8	225	7	360	12	315	10	360	8	225	5	45
23	0	0	8	360	6	315	6	270	8	90	8	315	6	225	10	225	6	225	6	315	8	45	4	180
24	0	0	8	360	4	0	4	45	7	225	6	315	2	45	5	270	6	225	0	0	8	360	6	360
25	0	0	2	315	0	315	8	225	8	270	8	225	8	90	6	270	4	270	5	225	8	45	6	360
26	0	0	6	90	8	0	8	225	8	225	6	270	4	270	5	315	5	45	8	270	8	45	5	270
27	0	0	8	360	0	225	0	0	6	315	6	270	6	225	6	315	0	0	12	90	8	45	3	45
28	0	0	7	45	8	315	0	0	6	315	6	225	8	225	5	270	0	0	3	270	10	135	6	360
29	0	0	12	45	4	135	6	135	7	315	7	225	10	225	8	270	2	180	10	270	6	45	6	135
30	0	0	x	x	6	270	6	225	8	270	8	225	9	225	6	270	5	315	3	270	5	270	2	360
31	0	0	x	x	4	360	x	x	8	270	x	x	11	225	6	270	x	x	6	225	x	x	7	360
Rata ²	0,452		3,448		0		5,567		5,548		6,533		6,258		7,226		6,267		6,71		6,367		5,774	
Max	10		12		14		8		8		14		11		11		12		12		14		11	
Min	0		0		0		0		0		0		0		5		0		0		0		2	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

“STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI ALTERNATIF
BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG,
KEC. MARATUA, KAB. BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR”

Nama : Ahmad Yani
Nim : 09.21.049
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	16/5 '14	Lampirkan Bab IV (1, 2, 3) serta Categr = proposal	
2	11/6 '14	Keatikan, over. hari g. ada as. pd selanj. over. di atas data khu, disuplemen. Anter over. selanj.	
3	7/7 '14	semita. Lpe perencana Harbi → f (+kehidupan?)	
4	21/7 '14	Perencanaan + pembaharuan tahun g → keadaban; lampir (+) ⇒ Urut	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

“STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI ALTERNATIF
BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG,
KEC. MARATUA, KAB. BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR”

Nama : Ahmad Yani
Nim : 09.21.049
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	23/7 '14	<p>→ teori umur faktor pejalan faktor → No II</p> <p>→ kondisi kerangka pny? di No II</p> <p>→ beres. kn & keran pny? 2 nilai No II →</p> <p>penulsi → pola peli → stah → rtas</p> <p>→ dan → telu</p> <p>No ✓ → per st. ↓ → per no. → urais.</p>	
	24/7 '14	<p>Supl. Jerau ker</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 Malang 65145

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**“STUDI PERENCANAAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI ALTERNATIF
BANGUNAN PENGAMAN PANTAI MARATUA KAMPUNG PAYUNG-PAYUNG,
KEC. MARATUA, KAB. BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR”**

Nama : Ahmad Yani
Nim : 09.21.049
Pembimbing : Ir. Endro Yuwono, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	7/6/14	Pendahuluan Rumusan Masalah ? Tata cara penulisan → diperbaiki! Umum & Latar belakang masalah ? Lanjutkan!	
2	4/7/14	Koreksi duras → pers. diperbaiki! Analisa Hidro-oceanografi Mawar Gel. maks. pantai payung gbr → lengkapi legenda → daratan (Tabel L-1) dilengkapi Lanjutkan!	
3	21/7/14	Perenc. Bangunan dilengkapi Lanjutkan!	
4	25/7/14	Perenc. Bangunan dilengkapi! Ate seminar	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG KEAIRAN

Nama : AHMAD TANI

NIM : 09.21.049

Hari / tanggal : Ramis / 21 - 08 - 2014

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

Kela rly ?

Perbaiki Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20/08/14
Dosen Penguji
[Signature]

Malang, 21-08-14
Dosen Penguji
[Signature]



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG KEAIRAN

Nama : AHMAD TANI

NIM : 09.21.049

Hari / tanggal : Kamis / 21 - 08 - 2014

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Kela ng ?

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20
Dosen Penguji [Signature]

Malang, 21-08-14
Dosen Penguji [Signature]

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2003

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	10	225	10	360	0	0	12	45
2	0	0	0	0	5	90	0	0	8	315	10	45	0	0	14	225	10	225	6	270	0	0	13	45
3	10	45	0	0	0	0	0	0	10	225	0	0	0	0	10	225	10	90	8	45	0	0	12	315
4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	10	225	0	0	10	225	0	0	8	225	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	0	0	0	0	8	225	0	0	8	360	12	45	13	45
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	90	5	315	10	225	12	225	12	315	0	0	0	0
7	18	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	315	6	225	12	360	0	0	4	45
8	0	0	0	0	0	0	14	45	8	360	4	225	14	270	0	0	6	270	0	0	6	45	0	0
9	0	0	0	0	0	0	6	225	0	0	0	0	4	225	8	180	0	0	12	270	0	0	0	0
10	0	0	0	0	12	45	0	0	0	0	7	225	0	0	12	225	8	225	0	0	0	0	0	0
11	14	360	0	0	6	45	0	0	0	0	10	225	0	0	6	180	8	315	0	0	0	0	0	0
12	0	0	10	45	0	0	0	0	0	0	12	270	0	0	6	360	8	315	0	0	10	45	0	0
13	0	0	0	0	10	360	16	45	16	45	0	0	0	0	6	360	0	0	0	0	8	45	0	0
14	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	0	0	8	225	4	270	6	225	0	0	0	0	8	270
15	8	360	0	0	12	45	0	0	6	315	10	225	0	0	12	270	6	270	0	0	4	225	10	270
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270	8	225	0	0	10	315	6	225	0	0
17	0	0	0	0	0	0	10	45	0	0	0	0	10	270	6	135	0	0	12	225	0	0	0	0
18	8	360	0	0	0	0	10	270	0	0	6	90	10	225	0	0	0	0	0	0	12	315	0	0
19	8	45	0	0	0	0	6	315	6	225	0	0	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	10	45	10	45	0	0	10	225	0	0	6	225	12	135	0	0	14	225	17	135	0	0
21	8	360	10	360	6	360	0	0	6	225	8	270	10	270	8	45	0	0	8	315	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	270	0	0	0	0	0	0	6	90	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	10	135	0	0	0	0	0	0	0	0
24	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	225	5	225	8	360	8	225	6	225	0	0
25	8	45	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	10	360	-	-	0	0	0	0	14	225	0	0	8	45	0	0	4	315	0	0
27	0	0	10	315	10	360	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0
28	4	45	12	360	0	0	18	45	0	0	0	0	0	0	8	360	8	315	8	315	8	315	0	0
29	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	8	360	14	360	0	0	8	45	0	0	4	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	0	0	12	315	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0	x	x	8	360	14	360	x	x	10	90	x	x	0	0
Rata ²	3.3548		1.8571		2.6129		3.7931		2.5806		2.7667		4.5161		7.129		4		4.9677		3.9		2.4516	
Max	18		12		12		18		16		12		14		14		12		14		17		13	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2004

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	0	0	10	225	0	0	8	360	0	0	6	360	10	225
2	0	0	0	0	0	0	8	360	0	0	12	225	0	0	4	45	14	315	15	225	10	360	8	225
3	4	360	0	0	0	0	12	360	0	0	12	360	0	0	14	360	10	270	14	225	8	360	10	360
4	0	0	0	0	0	0	0	0	12	90	12	270	0	0	14	225	8	135	12	270	8	360	4	45
5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0	0	0	12	225	4	270	10	225	8	360	12	270
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	8	135	10	225	10	315	12	225	6	360	10	90
7	10	45	0	0	0	0	12	225	0	0	0	0	0	0	12	45	6	360	12	225	6	360	10	360
8	6	135	0	0	0	0	10	360	0	0	4	270	0	0	12	225	10	360	10	225	10	360	10	315
9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	0	0	0	0	14	225	8	360	8	360	10	360	8	360
10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	225	10	360	10	270	14	225	6	315	16	360	4	360	7	270
11	12	360	0	0	0	0	8	270	10	225	0	0	10	360	12	270	9	360	8	360	8	360	6	45
12	0	0	0	0	0	0	12	360	0	0	0	0	10	270	10	270	10	360	8	360	0	0	8	360
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	270	12	225	8	135	10	360	10	270	8	315
14	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	4	360	0	0	12	225	6	360	4	360	10	360	8	315
15	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	0	0	16	225	10	360	5	270	6	360	10	315
16	6	360	0	0	0	0	0	0	6	180	0	0	10	90	12	225	8	180	8	315	8	360	12	270
17	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270	8	225	8	270	10	270	0	0	8	360	4	360	10	270
18	0	0	0	0	0	0	12	360	8	360	10	225	8	180	12	360	6	360	12	270	10	360	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	0	0	12	225	12	45	0	0	8	360	12	180
20	0	0	0	0	0	0	0	0	8	225	12	225	10	90	12	270	10	225	8	360	6	360	6	315
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	225	8	360	10	360	14	360	14	360	8	360	8	360
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	360	0	0	8	360	10	270	6	225	16	225	12	90
23	0	0	0	0	0	0	12	360	6	45	8	225	0	0	8	360	8	270	10	360	0	0	6	360
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	360	0	0	16	225	8	360	8	315	6	90	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	270	10	270	12	270	12	360	10	360	6	360	4	270
26	0	0	0	0	0	0	0	0	14	315	16	225	0	0	14	360	8	360	0	0	14	360	6	360
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	225	14	360	16	270	10	360	12	360	6	90	8	315
28	0	0	0	0	0	0	6	45	14	45	10	225	0	0	12	360	8	360	8	360	6	225	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	225	0	0	4	315	10	360	8	360	8	360	18	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	5	270	0	0	0	0	8	315	10	360	8	45	6	315	8	45
31	0	0	x	x	0	0	x	x	10	270	x	x	0	0	8	360	x	x	6	135	x	x	6	45
Rata ²	1.2258		0		0		3.3333		4.6129		6.8667		3.9355		11.032		8.7		8.7097		7.4		7.9032	
Max	12		0		0		12		14		16		14		16		14		16		16		18	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2005

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGS		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	360	10	360	6	90	6	315	4	360	8	90	6	90	10	360	8	90	14	225	8	315	12	90
2	8	45	6	360	10	360	10	360	10	360	16	360	10	270	10	270	6	360	10	90	0	0	4	90
3	6	360	14	360	8	360	12	360	10	90	6	180	8	270	10	270	12	90	6	270	0	0	2	270
4	8	270	8	225	12	45	10	315	10	45	8	180	6	360	12	270	0	0	6	360	0	0	14	360
5	4	135	6	225	14	45	0	0	6	315	6	225	10	315	12	225	8	90	10	225	10	45	0	0
6	10	180	18	360	14	45	6	45	0	0	6	315	4	225	12	90	14	135	8	45	0	0	10	360
7	6	360	8	45	6	45	8	360	10	360	8	135	8	270	14	90	10	225	6	270	8	315	0	0
8	10	315	6	360	8	360	10	270	10	45	10	45	6	315	7	225	14	270	9	315	6	225	8	45
9	0	0	8	45	10	45	10	45	10	360	14	360	0	0	6	360	10	225	5	270	0	0	8	315
10	4	45	0	0	14	225	0	0	18	270	6	225	8	315	9	270	12	270	8	45	8	360	6	315
11	0	0	8	360	12	315	12	360	4	360	6	360	0	0	10	270	12	90	10	270	9	225	0	0
12	8	360	8	360	8	270	6	315	0	0	0	0	8	270	8	225	10	315	0	0	0	0	6	45
13	10	180	10	360	8	45	8	225	8	225	10	270	8	225	12	270	6	225	6	360	10	135	8	225
14	8	90	4	225	6	45	8	90	0	0	4	360	10	270	10	270	8	270	4	225	8	135	0	0
15	0	0	8	270	12	45	10	360	0	0	6	360	18	315	6	360	12	360	0	0	0	0	0	0
16	8	45	10	135	12	270	10	45	8	315	6	315	6	180	6	315	14	90	0	0	0	0	4	315
17	4	90	8	45	16	315	0	0	13	315	0	0	10	225	6	225	12	225	8	360	8	45	0	0
18	10	135	8	360	8	360	6	90	6	180	10	360	8	270	8	270	12	270	8	90	10	135	14	180
19	8	45	5	225	6	90	8	225	10	360	10	315	10	360	14	270	0	0	8	270	6	270	0	0
20	6	315	8	360	4	360	8	315	10	270	6	270	8	360	8	315	12	360	0	0	10	180	0	0
21	6	360	6	360	8	360	10	360	4	270	16	270	0	0	8	315	10	315	6	225	7	315	14	45
22	10	360	0	0	10	360	8	270	12	270	10	90	8	270	0	0	10	360	8	45	10	360	8	180
23	8	360	6	360	10	45	0	0	6	180	8	315	12	225	10	270	8	360	0	0	0	0	6	360
24	8	360	0	0	0	0	0	0	0	0	4	270	14	315	10	315	8	270	4	360	0	0	7	225
25	10	135	8	45	8	45	6	225	6	45	8	225	10	315	4	360	8	135	8	360	0	0	0	0
26	8	360	8	360	10	45	10	45	6	225	4	315	10	270	10	180	10	225	0	0	6	270	6	360
27	4	225	14	360	10	225	14	360	10	360	0	0	0	0	8	270	4	225	12	270	8	90	0	0
28	8	45	6	90	0	0	10	360	12	315	8	270	12	225	10	225	12	90	10	270	6	180	8	180
29	6	90	x	x	12	180	8	315	10	180	4	360	10	315	10	270	8	360	10	225	8	225	0	0
30	8	360	x	x	8	360	6	270	6	90	6	315	10	270	8	225	12	45	6	225	6	135	0	0
31	16	90	x	x	6	315	x	x	4	225	x	x	8	315	10	45	x	x	10	270	x	x	6	360
Rata ²	7.0323		0		0		7.3333		7.1935		7.1333		7.9355		8.9677		9.4		6.4516		5.0667		4.871	
Max	16		18		16		14		18		16		18		14		14		14		10		14	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2006

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGS		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	8	135	10	90	0	0	12	90	0	0	0	0	8	225	8	225	8	225	8	225	12	315	10	45
2	8	180	0	0	8	315	0	0	6	270	8	270	10	225	8	225	0	0	12	225	6	270	0	0
3	0	0	6	225	0	0	12	225	8	270	6	270	10	225	10	225	8	225	6	225	8	315	10	315
4	10	225	8	360	8	360	8	360	6	360	0	0	6	45	10	45	0	0	6	225	6	360	6	45
5	0	0	8	360	0	0	6	315	8	90	4	315	6	360	10	360	10	270	10	225	6	360	10	315
6	6	135	0	0	0	0	5	135	8	360	8	90	8	225	0	0	5	315	8	270	10	45	8	360
7	6	180	0	0	8	360	10	360	8	225	4	315	8	270	14	225	0	0	8	270	6	360	0	0
8	0	0	8	225	0	0	0	0	8	270	8	180	10	270	18	225	6	315	0	0	8	360	6	360
9	0	0	8	360	12	360	5	225	8	315	10	270	12	225	18	225	6	360	8	270	6	360	8	225
10	0	0	0	0	8	360	0	0	8	135	6	270	10	270	0	0	0	0	8	360	6	360	0	0
11	8	360	0	0	7	360	0	0	8	360	6	360	10	225	16	225	6	315	6	315	6	360	0	0
12	8	360	6	270	0	0	8	315	8	315	8	270	10	225	16	225	6	360	6	360	4	45	8	360
13	0	0	6	360	8	360	10	360	10	270	6	360	0	0	16	225	0	0	4	225	6	315	4	270
14	0	0	10	225	8	270	0	0	4	45	8	270	12	270	14	225	0	0	8	270	10	45	8	270
15	0	0	0	0	0	0	6	360	12	225	8	270	10	225	8	225	0	0	0	0	6	315	0	0
16	0	0	0	0	0	0	18	360	4	270	4	315	8	360	0	0	0	0	6	225	0	0	8	315
17	6	315	8	315	7	360	8	225	0	0	0	0	8	270	0	0	8	270	4	270	0	0	8	360
18	8	315	0	0	6	315	6	360	4	360	8	360	4	45	12	45	8	225	6	45	4	315	6	360
19	0	0	6	360	0	0	8	270	4	270	0	0	12	225	12	225	8	360	6	90	8	45	0	0
20	6	315	4	360	8	45	12	360	4	90	6	360	16	225	10	45	8	270	6	90	6	360	8	315
21	0	0	8	360	0	0	6	270	6	270	12	315	10	225	0	0	4	360	6	360	8	360	8	360
22	6	225	0	0	6	45	6	360	0	0	0	0	10	225	8	360	8	180	4	315	0	0	6	225
23	0	0	0	0	12	90	4	225	10	270	8	180	10	270	8	360	15	225	0	0	4	270	0	0
24	6	225	0	0	0	0	4	270	0	0	6	360	12	225	0	0	0	0	6	225	0	0	6	315
25	4	135	8	360	0	0	8	270	4	45	8	270	0	0	0	0	10	225	6	45	6	360	12	315
26	0	0	8	360	0	0	6	225	4	225	8	270	6	45	0	0	8	270	4	315	6	360	4	360
27	0	0	6	360	7	45	6	270	6	270	6	225	8	45	0	0	8	270	8	225	4	315	0	0
28	8	135	0	0	12	270	12	270	6	315	6	225	0	0	0	0	6	225	6	360	4	315	4	270
29	0	0	x	x	0	0	6	360	6	360	12	225	8	225	7	360	6	225	0	0	6	360	0	0
30	0	0	x	x	8	360	6	135	6	360	10	225	10	225	8	360	10	225	6	270	4	360	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	6	225	x	x	8	225	4	360	x	x	8	315	x	x	0	0
Rata ²	3.1613		0		0		6.6		5.8065		6.1333		8.3871		7.5806		5.4		5.8065		5.5333		4.7742	
Max	10		10		12		18		12		12		16		18		15		12		12		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2007

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	1	270	6	90	14	360	8	360	10	45	8	135	6	315	9	270	6	225	14	225	5	315	0	0
2	6	45	0	0	0	0	6	270	0	0	0	0	6	315	8	225	8	180	8	225	4	315	6	315
3	0	0	6	315	0	0	0	0	8	90	0	0	0	0	0	0	0	0	3	360	10	270	6	360
4	4	360	10	180	0	0	0	0	6	270	6	45	0	0	8	225	4	180	6	315	5	270	5	225
5	6	180	8	360	0	0	8	90	0	0	6	225	12	225	3	360	4	315	9	315	8	360	5	360
6	6	360	10	360	8	45	8	135	0	0	6	90	6	90	10	225	4	315	12	180	6	270	5	270
7	0	0	8	45	8	315	0	0	6	180	0	0	12	225	8	315	4	270	7	315	8	90	5	45
8	8	180	0	0	10	360	0	0	8	45	0	0	10	225	12	225	11	225	5	270	6	315	12	180
9	4	270	6	90	10	315	0	0	8	360	0	0	12	360	4	135	9	270	5	360	6	270	5	315
10	4	360	4	45	0	0	8	90	0	0	6	225	12	225	3	360	4	315	9	315	8	360	5	360
11	6	225	8	45	8	45	8	45	0	0	0	0	8	225	6	360	9	270	7	270	6	225	6	360
12	6	225	8	360	12	360	8	135	0	0	6	225	10	45	8	315	11	225	6	270	4	315	4	360
13	8	270	10	360	12	90	10	135	0	0	0	0	0	0	6	225	8	270	5	315	8	135	10	360
14	8	45	0	0	10	315	6	45	8	90	0	0	0	0	12	270	12	270	6	315	5	270	6	135
15	4	45	6	45	6	45	8	270	8	225	6	225	8	180	14	225	8	225	5	315	5	315	5	315
16	4	270	10	315	4	45	12	90	8	225	4	225	6	180	12	270	6	225	8	315	4	225	6	180
17	6	90	6	360	8	45	6	360	4	135	0	0	5	135	6	315	6	225	8	315	0	0	8	315
18	8	90	0	0	0	0	8	270	0	0	4	135	6	135	10	360	11	225	9	225	0	0	6	315
19	6	360	16	360	0	0	8	45	6	315	0	0	0	0	6	315	8	270	5	225	12	315	0	0
20	6	180	8	360	0	0	0	0	0	0	4	90	4	315	6	180	9	270	5	360	8	225	0	0
21	6	360	8	315	0	0	0	0	0	0	6	45	9	135	8	360	6	270	8	135	10	225	5	315
22	0	0	0	0	10	360	0	0	8	135	6	45	5	45	7	315	7	270	8	180	9	225	0	0
23	0	0	0	0	0	0	12	45	6	135	6	270	0	0	10	315	0	0	6	270	7	270	3	90
24	10	360	12	360	0	0	16	315	0	0	0	0	3	90	7	225	9	270	10	315	7	225	6	315
25	4	270	8	360	0	0	8	90	6	90	6	315	0	0	8	315	14	360	6	315	10	270	0	0
26	4	315	10	360	6	90	0	0	6	270	8	135	4	225	6	225	6	315	6	360	10	225	0	0
27	8	90	6	315	6	90	12	270	0	0	10	225	7	270	8	315	6	315	5	315	8	225	0	0
28	4	315	8	270	10	270	0	0	6	315	6	180	3	315	7	360	6	270	8	45	0	0	6	270
29	4	180	x	x	10	90	0	0	6	135	0	0	8	180	10	180	11	270	4	315	8	180	4	315
30	0	0	x	x	0	0	0	0	10	90	8	225	5	135	0	0	11	225	4	360	10	315	0	0
31	10	45	x	x	8	45	x	x	0	0	x	x	0	0	10	180	x	x	5	315	x	x	0	0
Rata ²	4.87		6.50		5.16		5.33		4.13		3.73		5.39		7.48		7.27		6.84		6.57		4.16	
Max	10		16		14		16		10		10		12		14		14		14		12		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		3		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2008

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	6	360	0	0	8	90	12	225	0	0	4	270	4	180	3	315	0	0	8	270	0	0
2	0	0	0	0	4	360	0	0	6	180	8	135	14	315	4	270	0	0	0	0	0	0	12	315
3	0	0	6	180	4	315	6	315	0	0	8	90	4	45	3	270	4	315	0	0	6	135	0	0
4	0	0	4	315	0	0	10	90	6	315	0	0	5	270	6	315	5	45	0	0	0	0	5	360
5	0	0	0	0	0	0	10	360	6	270	4	360	0	0	0	0	6	180	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	8	360	3	270	6	270	6	270	0	0	6	315	0	0	0	0
7	0	0	5	45	5	45	8	180	6	315	8	180	0	0	10	270	6	270	6	315	6	315	6	270
8	12	315	12	315	12	315	8	315	10	270	0	0	12	225	6	315	4	135	12	360	0	0	0	0
9	6	315	6	315	6	315	8	315	10	270	4	0	0	0	0	0	0	0	8	270	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	10	360	6	270	4	360	0	0	0	0	6	180	0	0	0	0	0	0
11	3	315	3	315	3	315	6	270	8	225	16	360	6	315	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
12	4	45	4	45	4	45	10	45	6	225	0	0	8	315	6	270	4	360	8	45	4	360	10	270
13	0	0	0	0	0	0	8	180	8	270	12	315	12	45	4	315	4	315	10	135	0	0	8	180
14	4	315	4	315	4	315	8	225	10	270	6	45	4	270	0	0	11	180	4	45	0	0	6	315
15	4	225	4	225	4	315	6	270	10	225	6	225	0	0	8	270	6	225	0	0	8	315	6	225
16	0	0	0	0	0	0	12	180	10	225	5	225	6	315	8	90	5	270	6	45	6	90	8	45
17	6	45	6	45	6	45	4	270	8	225	4	180	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	6	315	8	225	4	360	0	0	6	135	4	315	8	360	0	0	0	0
19	0	0	4	315	0	0	12	90	10	180	6	225	0	0	10	225	12	270	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	8	90	6	270	8	225	5	315	4	270	12	270	6	90	4	270	8	45
21	0	0	0	0	0	0	3	90	4	315	12	225	6	225	4	315	10	270	0	0	6	270	0	0
22	5	90	0	0	5	90	4	270	0	0	10	225	10	270	8	360	6	225	4	360	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	10	315	6	270	10	270	0	0	12	270	4	315	0	0	0	0
24	8	360	10	270	8	360	6	315	8	360	6	45	8	270	6	360	8	135	0	0	6	90	0	0
25	0	0	0	0	0	0	12	135	6	180	4	45	4	270	6	360	0	0	5	270	8	90	0	0
26	6	225	8	270	6	315	0	0	12	270	8	180	0	0	6	180	8	270	10	270	8	90	0	0
27	3	270	8	315	3	90	6	315	0	0	0	0	8	270	4	315	8	315	0	0	4	225	0	0
28	0	0	6	45	0	0	0	0	8	225	0	0	0	0	5	360	8	270	4	270	0	0	0	0
29	4	270	6	315	4	90	10	90	8	360	0	0	0	0	0	0	10	45	8	45	3	270	0	0
30	6	360	x	x	6	360	6	315	4	315	0	0	6	360	0	0	4	225	4	180	0	0	0	0
31	6	360	x	x	6	360	x	x	5	315	x	x	4	360	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0
Rata ²	2.48		3.52		2.90		6.50		7.06		5.07		4.58		4.39		5.53		3.65		2.57		2.23	
Max	12		12		12		12		12		16		14		10		12		12		8		12	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:
- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU-TANJUNG REDEB
TAHUN : 2009

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	4	270	0	0	0	0	4	360	6	360	0	0	5	45	14	225	10	315	0	0	10	90	0	0
2	4	360	0	0	0	0	0	0	6	270	8	270	5	270	14	180	12	270	0	0	8	45	0	0
3	0	0	8	270	10	135	0	0	0	0	4	360	0	0	14	225	12	270	10	90	6	315	0	0
4	4	360	0	0	12	270	0	0	8	360	0	0	0	0	10	270	10	315	12	45	0	0	0	0
5	0	0	6	225	6	360	0	0	5	360	0	0	10	90	8	270	12	225	0	0	8	90	8	45
6	4	315	4	270	6	180	10	45	8	315	6	315	12	90	14	90	12	225	10	225	0	0	0	0
7	0	0	0	0	8	360	6	90	0	0	4	270	6	270	10	225	12	270	6	315	12	360	0	0
8	6	270	8	315	8	315	5	315	0	0	7	135	12	45	7	225	12	315	0	0	0	0	6	315
9	8	225	0	0	0	0	8	360	0	0	14	270	10	45	8	315	0	360	10	270	0	0	0	0
10	0	0	6	315	6	360	0	0	5	360	0	0	10	90	8	270	12	225	0	0	8	90	8	45
11	4	270	5	270	10	270	0	0	4	360	0	0	10	225	6	270	0	0	0	0	0	0	0	0
12	6	315	0	0	5	360	0	0	0	0	0	0	10	225	8	135	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	0	0	4	315	0	0	6	225	10	315	0	0	0	0
14	0	0	10	315	6	270	4	270	0	0	0	0	4	270	6	360	4	270	8	225	0	0	0	0
15	0	0	0	0	6	90	0	0	0	0	6	225	6	180	8	315	0	0	10	270	0	0	0	0
16	0	0	0	0	10	225	0	0	0	0	0	0	6	270	8	315	6	90	10	270	0	0	0	0
17	0	0	6	45	12	315	0	0	0	0	6	360	8	225	12	360	0	0	6	270	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	8	45	0	0	0	0	6	45	0	0	6	270	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	10	315	6	315	12	270	0	0	10	270	0	0	12	225	0	0	4	180	0	0
20	0	0	5	360	10	180	6	315	0	0	4	225	0	0	12	180	8	225	10	90	10	225	0	0
21	8	315	0	0	6	135	4	315	0	0	6	90	6	45	12	45	0	0	0	0	6	270	0	0
22	0	0	0	0	4	315	4	225	0	0	8	270	6	45	0	0	10	270	0	0	0	0	0	0
23	0	0	6	315	0	0	6	270	0	0	6	180	6	135	10	315	10	270	10	225	0	0	0	0
24	0	0	0	0	6	315	0	0	4	270	6	270	0	0	10	270	10	225	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	8	270	4	90	0	0	8	270	4	225	6	270	8	180	0	0	0	0	0	0
26	8	315	6	270	8	90	5	270	0	0	0	0	4	360	8	225	8	360	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	4	315	0	0	0	0	0	0	10	225	6	270	12	225	8	45	6	270	0	0
28	0	0	10	360	0	0	0	0	0	0	0	0	12	270	12	360	10	225	0	0	8	315	0	0
29	0	0	x	x	4	45	6	270	0	0	0	0	10	225	10	270	10	270	0	0	0	0	0	0
30	6	225	x	x	0	0	6	315	0	0	0	0	12	360	8	360	8	225	0	0	6	225	0	0
31	0	0	x	x	0	0	x	x	0	0	x	x	12	270	12	360	x	x	10	360	x	x	0	0
Rata ²	2.00		2.86		5.32		3.27		1.87		3.10		6.97		8.42		7.73		4.19		3.07		0.71	
Max	8		10		12		10		12		14		12		14		12		12		12		8	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2010

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	6	270	0	0	0	0	0	0	5	45	0	0	6	90	0	0	6	225	0	0	10	90	0	0
2	8	225	8	45	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	5	90	6	225	0	0	8	45	5	270
3	0	0	0	0	8	135	0	0	4	315	0	0	4	270	10	315	10	45	5	45	6	270	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	45	0	0	4	360	5	225	5	225	6	45	0	0	0	0
5	0	0	10	45	10	135	0	0	0	0	8	180	5	90	10	360	0	0	4	180	8	90	5	315
6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	360	0	0	0	0	0	0	6	360	5	360	0	0	0	0
7	0	0	0	0	6	90	0	0	0	0	0	0	6	90	7	270	7	180	5	315	12	360	4	90
8	5	135	6	135	0	0	0	0	0	0	0	0	6	315	5	315	4	180	6	225	0	0	6	180
9	0	0	0	0	10	135	6	45	8	360	4	315	7	360	0	0	4	360	0	0	0	0	5	225
10	0	0	10	45	10	180	0	0	0	0	8	180	5	270	10	360	0	0	4	225	8	90	5	315
11	0	0	0	0	0	0	8	45	4	315	4	45	8	360	0	0	5	225	0	0	0	0	0	0
12	0	0	8	45	0	0	0	0	5	360	6	360	6	315	6	90	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	270	0	0	4	45	0	0	7	270	5	315	6	315	0	0	0	0	5	225	0	0	4	45
14	6	180	8	45	0	0	0	0	0	0	0	0	13	225	6	315	0	0	10	315	0	0	5	90
15	0	0	0	0	0	0	0	0	7	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	315
16	0	0	0	0	0	0	8	90	5	315	5	360	6	270	7	90	0	0	5	270	0	0	4	270
17	0	0	0	0	0	0	0	0	5	45	10	360	0	0	0	0	6	270	4	315	0	0	6	360
18	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	6	135	8	45	6	270	0	0	0	0	0	0	7	225
19	0	0	0	0	0	0	0	0	7	135	0	0	8	45	0	0	11	45	20	270	4	135	6	315
20	0	0	0	0	8	270	6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	8	180	7	225	10	180	4	315
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	360	5	315	6	270	5	180
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	270	4	270	6	315	0	0	7	225
23	0	0	0	0	0	0	0	0	12	315	0	0	0	0	0	0	4	315	5	315	0	0	6	225
24	0	0	0	0	10	360	0	0	5	315	7	135	0	0	0	0	0	0	5	270	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	9	90	0	0	3	270	0	0	0	0	0	0	7	45	0	0	6	315
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	360	4	315	0	0	4	315
27	0	0	0	0	0	0	4	270	0	0	0	0	8	45	7	225	5	45	9	45	6	270	0	0
28	0	0	8	45	0	0	6	315	5	315	0	0	0	0	6	360	4	135	4	225	8	315	0	0
29	0	0	x	x	0	0	4	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	270
30	8	225	x	x	0	0	0	0	0	0	7	270	0	0	0	0	0	0	4	225	6	225	9	270
31	0	0	x	x	0	0	x	x	5	360	x	x	5	360	5	315	x	x	5	135	x	x	4	270
Rata ²	1.3226		2.0714		2.129		1.7		3.2258		2.4333		3.7097		3.1935		3.4667		4.5161		3.0667		3.9355	
Max	8		10		10		9		12		10		13		10		11		20		12		9	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2011

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	5	360	6	360	4	270	0	0	4	315	5	180	6	225	0	0	4	315	9	45	0	0
2	0	0	0	0	6	270	0	0	7	315	8	360	8	270	6	315	4	360	7	270	5	270	7	360
3	7	360	0	0	0	0	5	315	5	270	4	315	6	270	10	270	13	315	10	225	6	225	10	315
4	5	90	6	225	6	225	0	0	4	135	8	180	6	225	9	270	8	270	0	0	0	0	5	270
5	10	360	5	45	5	45	4	180	4	315	10	225	6	270	4	225	6	315	10	135	7	180	0	0
6	4	315	4	315	4	45	0	0	6	360	5	360	5	270	10	225	12	360	8	315	6	315	0	0
7	4	45	0	0	10	315	0	0	0	0	14	360	6	270	0	0	6	315	6	270	0	0	0	0
8	0	0	7	45	4	315	0	0	8	45	0	0	5	225	9	45	5	270	5	270	6	315	8	315
9	4	315	8	45	5	315	0	0	8	360	0	0	8	225	5	270	6	45	7	315	5	315	0	0
10	10	315	5	135	5	315	4	270	4	315	10	270	6	360	4	315	6	90	10	315	7	360	0	0
11	4	315	4	360	0	0	0	0	7	90	0	0	4	270	5	315	10	135	5	270	0	0	5	225
12	4	180	0	0	0	0	4	180	4	270	4	225	4	315	0	0	0	0	8	315	0	0	0	0
13	0	0	4	90	7	360	4	315	0	0	5	270	8	180	6	315	6	315	8	90	0	0	0	0
14	11	225	4	315	5	270	4	225	4	90	7	225	0	0	7	90	7	90	4	270	0	0	0	0
15	4	360	0	0	9	180	4	315	4	315	4	270	4	360	6	315	8	270	6	90	5	315	0	0
16	0	0	4	45	0	0	0	0	0	0	11	360	7	225	8	360	6	270	4	45	0	0	0	0
17	0	0	0	0	7	360	0	0	5	90	7	225	7	225	8	180	0	0	6	315	4	135	0	0
18	0	0	0	0	6	315	5	315	8	315	10	225	11	270	8	225	8	270	0	0	8	315	0	0
19	0	0	6	360	4	315	5	45	6	270	6	225	4	360	10	90	8	180	0	0	4	360	0	0
20	4	315	4	270	0	0	6	360	4	315	8	225	8	270	0	0	6	45	8	45	0	0	6	315
21	0	0	0	0	0	0	6	270	4	270	5	225	7	270	6	180	6	225	7	45	5	180	0	0
22	4	135	6	225	0	0	4	225	5	315	8	180	12	315	9	225	7	315	8	360	6	360	0	0
23	4	315	6	315	0	0	0	0	0	0	8	225	10	225	7	270	4	270	0	0	0	0	0	0
24	6	45	4	270	0	0	4	270	5	315	7	270	9	270	8	225	8	270	8	90	5	90	0	0
25	0	0	0	0	4	315	0	0	0	0	4	360	6	315	8	180	4	315	4	225	0	0	0	0
26	0	0	0	0	17	315	4	315	0	0	8	90	7	270	6	180	9	225	0	0	6	270	0	0
27	4	315	6	45	15	315	4	315	4	270	6	360	9	225	7	225	12	270	6	135	8	45	0	0
28	0	0	0	0	4	270	4	225	0	0	4	90	12	270	8	180	8	225	5	180	0	0	0	0
29	0	0	x	x	0	0	0	0	6	360	5	180	8	270	8	180	4	315	0	0	7	360	0	0
30	4	45	x	x	4	180	4	270	4	360	8	45	6	315	4	315	22	360	6	315	0	0	7	225
31	0	0	x	x	0	0	x	x	4	360	x	x	5	180	5		x	x	4	315	x	x	0	
Rata ²	3		3.1429		4.2903		2.6333		3.871		6.2667		6.7419		6.3548		6.9667		5.2903		3.6333		1.5484	
Max	11		8		17		6		8		14		12		10		22		10		9		10	
Min	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN MAKSIMUM
STASIUN METEOROLOGI KALIMARAU - TANJUNG REDEB
TAHUN : 2012

TGL	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah	Kec	Arah
1	0	0	0	0	1	315	6	315	5	270	10	225	6	270	11	270	12	225	5	225	10	225	8	360
2	0	0	0	0	7	315	4	270	3	315	8	270	6	180	8	225	5	270	4	270	0	0	11	315
3	0	0	0	0	2	270	8	360	5	270	7	270	4	225	9	270	8	45	6	225	5	45	6	270
4	0	0	5	360	5	270	4	315	0	0	8	225	6	270	9	225	7	270	8	315	14	360	8	360
5	0	0	4	90	8	45	6	135	4	270	14	315	6	315	8	225	6	315	5	180	6	45	8	225
6	4	45	0	0	5	315	6	45	4	315	4	315	6	360	10	225	6	270	8	315	5	270	10	360
7	0	0	4	225	0	0	5	270	6	270	6	225	8	225	8	180	9	90	8	180	6	135	6	45
8	10	360	6	135	3	270	8	90	8	360	0	0	6	180	7	270	8	135	8	315	5	360	3	315
9	0	0	4	90	7	270	7	45	4	270	0	0	6	315	6	315	6	135	10	135	5	360	6	135
10	0	0	4	360	8	315	6	90	4	135	14	270	6	315	8	180	8	45	10	315	8	135	6	360
11	0	0	0	0	2	225	5	135	5	315	4	45	6	360	9	270	8	225	10	45	8	135	6	45
12	0	0	0	0	6	360	5	180	6	180	6	270	0	0	6	225	8	225	8	270	2	360	6	315
13	0	0	0	0	0	0	4	360	6	225	6	45	4	225	8	225	7	135	6	270	8	315	6	135
14	0	0	6	225	0	360	7	45	4	270	5	270	8	360	8	270	8	270	10	225	12	225	8	180
15	0	0	6	90	6	315	8	180	4	225	6	225	5	360	7	225	5	135	8	360	0	0	3	315
16	0	0	10	225	6	360	6	180	4	270	10	225	6	180	7	225	8	45	3	315	0	0	3	360
17	0	0	0	0	6	0	3	360	5	360	6	180	8	270	6	225	5	225	8	360	6	225	6	315
18	0	0	0	0	0	90	6	180	5	315	5	45	6	270	6	315	8	360	6	315	6	315	3	360
19	0	0	0	0	7	225	8	360	5	270	6	270	6	270	5	90	2	225	3	315	8	90	8	45
20	0	0	0	0	10	315	6	45	8	270	7	270	6	180	6	315	8	225	6	225	8	135	6	360
21	0	0	0	0	14	45	8	315	5	270	6	180	7	225	8	270	6	180	5	315	0	0	2	225
22	0	0	0	0	3	225	3	45	6	225	3	315	8	225	7	360	12	315	10	360	8	225	5	45
23	0	0	8	360	6	315	6	270	8	90	8	315	6	225	10	225	6	225	6	315	8	45	4	180
24	0	0	8	360	4	0	4	45	7	225	6	315	2	45	5	270	6	225	0	0	8	360	6	360
25	0	0	2	315	0	315	8	225	8	270	8	225	8	90	6	270	4	270	5	225	8	45	6	360
26	0	0	6	90	8	0	8	225	8	225	6	270	4	270	5	315	5	45	8	270	8	45	5	270
27	0	0	8	360	0	225	0	0	6	315	6	270	6	225	6	315	0	0	12	90	8	45	3	45
28	0	0	7	45	8	315	0	0	6	315	6	225	8	225	5	270	0	0	3	270	10	135	6	360
29	0	0	12	45	4	135	6	135	7	315	7	225	10	225	8	270	2	180	10	270	6	45	6	135
30	0	0	x	x	6	270	6	225	8	270	8	225	9	225	6	270	5	315	3	270	5	270	2	360
31	0	0	x	x	4	360	x	x	8	270	x	x	11	225	6	270	x	x	6	225	x	x	7	360
Rata ²	0.4516		3.4483		0		5.5667		5.5484		6.5333		6.2581		7.2258		6.2667		6.7097		6.3667		5.7742	
Max	10		12		14		8		8		14		11		11		12		12		14		11	
Min	0		0		0		0		0		0		0		5		0		0		0		2	

Keterangan:

- Kecepatan angin dalam knots
- Tanda "-" Berarti angin Calm