

SKRIPSI

**STUDI KARAKTERISTIK GELOMBANG
PANTAI BAROMBONG KEC. TAMALATE**



**JURUSAN SIPIL PENGAIRAN
FAKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2015**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Studi Karakteristik Gelombang Pantai Barombong Kec. Tamalate**

Nama : Andi Muh. Nur Ilahi

Muh. Asrianto

Stambuk : 105 81 0830 08

105 81 0755 08

Makassar, 16 Juni 2015

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Riswal K, ST., MT.

Pembimbing II

Ir. Nenny T Karim, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Muh. Syafaat S. Kuba, ST

NBM : 975 288





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Muh. Nur Ilahi dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 0830 08 dan Muh. Asrianto dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 0755 08, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 055/05/A.5-II/V/36/2015, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Minggu tanggal 10 Mei 2015

Makassar, 29 Sya'ban 1436 H
16 Juni 2015 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Irwan Akib, M.Pd.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME

2. Penguji

a. Ketua : Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS., M.Eng.

b. Sekertaris : Ir. Hj. Nurnawaty, MT.

3. Anggota

: 1. Dr. Hj. Ir. Fenty Daud S, MT.

2. Amrullah Mansida, ST., MT.

3. Muh. Idris, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Riswal K

Riswal K, ST., MT.

Pembimbing II

Nenny T Karim

Ir. Nenny T Karim, ST., MT.



Ketua Program Studi
Teknik Pengairan

Muh. Syafaat S Kuba, ST.

NBM : 975 288

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehdirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Ujian Komprehensif ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah : “**STUDI KARAKTERISTIK GELOMBANG PANTAI BAROMBONG KEC. TAMALATE”**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terima kasih dengan penghargaan setinggi tingginya kepada :

1. Bapak **Dr. H. Irwan Akib, M.pd.** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak **Muh. Syafaat S. Kuba, ST.** sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak **Riswal K, ST., MT.** selaku pembimbing I dan ibu **Ir. Nenny T. Karim, ST., MT** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2008 dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb

Makassar, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ARTI NOTASI DAN SINGKATAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Gelombang.....	5
1. Teori gelombang Airy.....	6
2. Teori gelombang Stokes	6
3. Teori gelombang Knoidal	6
B. Analisis Statistik Gelombang	6
1. Gelombang Representatif	6

2. Analisis Frekuensi	7
C. Deformormasi Gelombang.....	10
1. Gelombang laut dalam	10
2. Refraksi Gelombang	11
D. Difraksi Gelombang	13
E. Refleksi Gelombang	15
F. Gelombang Pecah	15
G. Angin	19
1. Distribusi Kecepatan Angin	20
2. Konversi Kecepatan Angin	21
3. Fetch	23
4. Prediksi gelombang	24
H. Arus.....	29
I. Batimetri dan Topografi	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan waktu penelitian	34
B. Jenis penelitian dan sumber data.....	35
C. Peralatan Survey.....	34
D. Analisa Data	36
E. Analisa peta topografi dan Bathymetri.....	37
F. Bagan Alir Penelitian.....	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Depskripsi Data.....	39
1. Data Angin.....	39
2. Fetch.....	41
3. Perhitungan tinggi dan periode gelombang berdasarkan <i>fetch</i> dan UA.....	46
4. Perkiraan Gelombang Dengan Periode Ulang.....	51

B. Pengolahan Data Bathimetri.....	57
------------------------------------	----

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Nomor	halaman
Tabel. 1 Koefisien Untuk Menghitung Deviasi Standar	8
Tabel. 2 Klasifikasi lereng.....	37
Tabel. 3 Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi	39
Tabel. 4 Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan.....	40
Tabel. 5 Perhitungan Fetch efektif arah barat	43
Tabel. 6 Perhitungan Fetch efektif arah barat laut.....	44
Tabel. 7 Perhitungan Fetch efektif arah barat daya.....	45
Tabel. 8 Data fetch di lokasi studi.....	46
Tabel 9 Hasil hitungan parameter gelombang selama 10 tahun.....	49
Tabel 10 Hitungan Gelombang dengan periode ulang.....	52
Tabel. 11 Tinggi gelombang laut dalam dengan periode ulang tertentu.....	57

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
Gambar. 1 Refraksi Gelombang (Triatmodjo, 1999).....	14
Gambar. 2 Hukum Snellius untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)....	14
Gambar. 3 Difraksi gelombang di belakang rintangan (Triatmodjo, 1999)....	15
Gambar. 4 Penetuan tinggi gelombang pecah.....	19
Gambar. 5 penetuan kedalaman gelombang pecah.....	19
Gambar. 6 Hubungan antara Kecepatan Angin Di Laut dan di Darat.	22
Gambar. 7 Grafik yang di gunakan untuk melakukan koreksi stabilitas	27
Gambar. 8 Arus dekat pantai.....	31
Gambar. 9 Bathimetri secara manual.....	32
Gambar. 10 Bathimetri secara digital.....	33
Gambar. 11 Peta lokasi penelitian (Google Maps).....	34
Gambar. 12 Bagan alir penelitian.....	38
Gambar. 13 Mawar angin di Perairan Barombong dari tahun 2004 sampai 2013	41
Gambar. 14 Penentuan fetch pada lokasi studi.....	42
Gambar. 15 Panjang fetch dari arah barat.....	43
Gambar. 16 panjang fetch dari arah barat laut.....	44
Gambar. 17 Panjang fetch dari arah barat daya.....	45
Gambar. 18 Grafik peramalan gelombang.....	48
Gambar. 19 Kontur kedalaman di lokasi penelitian.....	59

Gambar. 20 Profil Melintang..... 60



DAFTAR ARTI NOTASI DAN SINGKATAN

- D : Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)
- $\eta(x,t)$: Fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a : Amplitudo gelombang
- H : Tinggi gelombang = $2a$
- L : Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan
- Lo : Panjang gelombang awal
- T : Periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya
- C : Kecepatan rambat gelombang = L/T
- C_0 : Kecepatan rambat gelombang awal
- k : angka gelombang = $2\pi/L$
- σ : frekuensi gelombang = $2\pi/T$
- g : gravitasi = $9,81 \text{ m/d}^2$
- Y_t : jarak dari dasar ke lembah gelombang
- C_n : fungsi cosinus elips
- $K(k)$: integral elips
- K : modulus dari integral elips. (nilai k berkisar antara 0 – 1)
- H : Tinggi gelombang representatif

H^* : Tinggi gelombang dengan nilai tertentu

A : Parameter skala

B : Parameter lokasi

K : Parameter bentuk

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

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke m

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

NT : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan (bisa lebih besar dari gelombang representatif)

H_{sr} : Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr

Tr : Periode ulang (tahun)

K : Panjang data (tahun)

L : Rerata jumlah kejadian per tahun

: Nr/K

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai adalah daerah pertemuan antara darat, laut dan udara dimana terjadi interaksi dinamis antara air, angin, dan material penyusun didalamnya. Hal ini menyebabkan pantai rentan terhadap perubahan, dimana perubahan tersebut dapat menjadi penyebab kerusakan pada daerah pesisir pantai.

Kerusakan pantai dapat diakibatkan oleh gerakan angin, arus sehingga terjadi bangkitan gelombang dan dapat menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai umumnya disebabkan tidak saja oleh faktor alam tetapi juga akibat kegiatan manusia antara lain adalah kegiatan pembangunan pelabuhan, pertambangan, pengerkuan, perusakan vegetasi pantai, pertambakan, perlindungan pantai, reklamasi pantai, dan kegiatan wisata pantai. (Azhar, 2012).

Indonesia adalah Negara dengan jumlah penduduk keempat terbesar di dunia dan juga Negara kepulauan terbesar di dunia, dengan kurang lebih 60% dari sekitar 222 juta penduduknya (dalam pendataan tahun 2006) tinggal didalam radius 50 km di daerah pesisir pantai, memiliki garis pantai ± 81 ribu kilometer panjangnya. Daerah pesisir Pantai banyak dijadikan sebagai tempat pengembangan usaha seperti kawasan pusat perbelanjaan, perkantoran,

pemukiman, tempat wisata dan lain-lain. Seiring dengan berkembangnya aktifitas penduduk disekitar pantai, akan menimbulkan permasalahan yaitu kerusakan terhadap pantai itu sendiri.

Menurut Bambang Triatmodjo, 1999, Kerusakan yang terjadi pada daerah pantai sering dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah seperti arus pantai, angkutan sedimen pantai, perubahan kenaikan muka air laut dan gelombang Laut. Gelombang laut biasanya dibangkitkan oleh banyak hal, misalnya oleh angin, pasang surut, arus dan lain-lain. Gelombang laut yang menghantam pantai terdiri dari suatu rentetan gelombang.

Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang. Terjadinya erosi atau abrasi pun sebagai akibat dari perubahan bentuk gelombang laut. Fenomena tersebut dapat merusak garis pantai dan mengancam infrastruktur wilayah pesisir pantai.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka kami mengusulkan judul skripsi yaitu **“STUDI KARATERISTIK GELOMBANG PANTAI BAROMBONG KECAMATAN TAMALATE KOTA MAKASSAR”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi gelombang yang terjadi di pantai Barombong
2. Bagaimana pengaruh gelombang yang terjadi terhadap pantai Barombong.

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari cakupan penulisan yang lebih luas dan capaian yang diinginkan maka penulisan dibatasi pada:

- a. Wiayah pantai yang diteliti adalah pantai Barombong Kelurahan Barombong Kecamatan Tamalate Kota Makassar
- b. Karateristik gelombang pantai yang terjadi di pantai Barombong

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui serta mendapatkan nilai karakteristik gelombang di perairan Barombong

E. Manfaat Penelitian

Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah untuk :

- a. Memperoleh pengetahuan mengenai teknik pantai khususnya dalam mempelajari karakteristik gelombang dilaut dangkal dan transisi.
- b. Memberikan informasi mengenai sifat-sifat gelombang yang terjadi di lokasi penelitian.
- c. Memberikan informasi kepada warga yang tinggal di Pesisir Pantai Barombong tentang gelombang yang terjadi di Pantai
- d. Sebagai bahan referensi dibidang rekayasa pantai khususnya dalam mempelajari gelombang

F. Sistimatika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran umum isi tulisan, penulis membuat sistimatika penulisan sebagai berikut:

- Bab I** Pendahuluan mencakup pembahasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistimatika penulisan.
- Bab II** Kajian pustaka mencakup, pantai, gelombang, energi gelombang, deformasi gelombang, Refraksi dan pendangkalan gelombang, Difraksi gelombang, Refleksi gelombang, Pembangkitan gelombang angin, Data angin, Konversi kecepatan angin, Fetch, Peramalan gelombang di laut dalam, Perkiraan Gelombang Ekstrim (Gelombang dengan Periode Ulang),
- Bab III** Metodologi penelitian mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian dan sumber data, metode analisa data, bagan alir penelitian.
- Bab IV** Hasil dan pembahasan
- Bab V** Kesimpulan dan Saran

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Gelombang



Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut itu adalah gelombang angin yang diakibatkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak, dan sebagainya. Gelombang dapat menimbulkan energi yang dapat mempengaruhi profil pantai. Selain itu gelombang juga menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus maupun sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Terdapat beberapa teori gelombang dengan beberapa derajat kekomplekan dan ketelitian untuk menggambarkan kondisi gelombang di alam diantaranya adalah teori Airy, Stokes, Gerstner, Mich , Knoidal dan Tunggal. Teori gelombang Airy merupakan teori gelombang amplitude kecil, sedangkan teori gelombang yang lain adalah gelombang amplitude terbatas (*finite amplitude waves*)

a. Teori Gelombang Airy

Teori Gelombang Airy (teori amplitude kecil) diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tidak tak rotasi (irrotational flow) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air (Triatmadja B,1996).

b. Teori Gelombang Stokes

Teori stokes mengembangkan teori orde kedua untuk gelombang yang mempunyai tinggi gelombang kecil tetapi berhingga.

c. Teori gelombang knoidal

Teori gelombang knoidal merupakan teori gelombang amplitudo berhingga yang cocok digunakan pada perairan dangkal dengan perbandingan $d/l < 1/8$. Gelombang knoidal adalah gelombang periodik yang biasanya mempunyai puncak tajam yang dipisahkan oleh lembah yang cukup panjang

B. Analisis Statistik Gelombang

1. Gelombang Representatif

Untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan pantai perlu dipilih tinggi dan periode individu (individual wave) yang dapat diwakili pada spektrum gelombang. Gelombang tersebut dikenal dengan gelombang

representatif. Apabila tinggi gelombang dari suatu pencatatan diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah atau sebaliknya, maka akan dapat ditentukan nilai H_n yang merupakan rerata dari n persen gelombang tertinggi. Dengan bentuk seperti ini akan dapat dinyatakan karakteristik gelombang dalam bentuk gelombang tunggal. Misalnya H_{10} adalah tinggi rerata dari 10 persen gelombang tertinggi dari pencatatan gelombang. Bentuk yang paling banyak digunakan adalah H_{33} atau tinggi rerata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang; yang juga disebut sebagai tinggi gelombang signifikan H_s . Cara yang sama juga dapat digunakan untuk periode gelombang. Tetapi biasanya periode rerata untuk sepertiga gelombang tertinggi.

2. Analisis Frekuensi

Ada dua metode yang digunakan untuk memprediksi gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu distribusi Gumbel (Fisher – Tippett Type I) dan distribusi Weibull (CERC, 1984). Kedua distribusi tersebut mempunyai bentuk berikut ini.

a. Distribusi Fisher – Tippett Type I

$$P(H_s \leq H_s) = e^{-e^{-\frac{H_s-B}{A}}} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

b. Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq H_s) = 1 - e^{-(\frac{H_s-B}{A})} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Keterangan :

$P(H_s \leq H_s^*)$: Probabilitas Bahwa H_s tidak dilampaui

H : Tinggi gelombang representatif

H^* : Tinggi gelombang dengan nilai tertentu

A : Parameter skala

B : Parameter lokasi

K : Parameter bentuk (kolom pertama tabell)

Tabel 1. Koefisien Untuk Menghitung Deviasi Standar

Distribusi	a1	a1	k	C	€
FT - 1	0,64	9,0	0,93	0,0	1,33
Weibull (k=0,75)	1,65	11,4	0,63	0,0	1,15
Weibull (k= 1,0)	1,92	11,4	0,00	0,3	0,90
Weibull (k= 1,4)	2,05	11,4	0,69	0,4	0,72
Weibull (k= 2,0)	2,24	11,4	1,34	0,5	0,54

Sumber : Teknik Pantai Bambang Tri Atmojo, 1999

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

a) Distribusi Fisher - Tippett Type I

b) Distribusi Weibull

Keterangan :

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

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke m

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

NT : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan (bisa lebih besar dari gelombang representatif)

Parameter A dan B di dalam persamaan 24 dihitung dari metode kuadrat terkecil untuk setiap tipe distribusi yang digunakan. Hitungan didasarkan pada analisis regresi linier dari hubungan berikut:

$$H_m = Ay_m + B \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

Dimana y_m diberikan oleh bentuk berikut :

Untuk distribusi Fisher – Tippet tipe I

$$y_m = -\ln\{-\ln F(H_s \leq H_{sm})\} \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

Untuk Distribusi Weibull

$$y_m = [-\ln(1 - F)(H_s \leq H_{sm})]^{1/k} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

Dengan A^* dan B^* adalah perkiraan dari parameter skala dan local yang diperoleh dari analisis regresi linier.

c) Periode ulang

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

$$H_{sr} = A^* yr + B^* \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

Dimana yr diberikan oleh bentuk berikut :

Untuk distribusi Fisher- Type tipe I :

$$y_r = -\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{LT_r} \right) \right\} \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

Untuk Distribusi Weibull :

$$y_r = \{\ln(LT_r)\}^{\frac{1}{k}} \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

Keterangan :

Hsr : Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang Tr

Tr : Periode ulang (tahun)

K : Panjang data (tahun)

L : Rerata jumlah kejadian per tahun

Nr/K

C. Deformasi Gelombang

Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses refraksi dan pendangkalan gelombang, difraksi, refleksi dan gelombang pecah

1. Gelombang Laut Dalam ekivalen

Analisa transformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekuivalen, yaitu tinggi gelombang di laut apabila gelombang tidak mengalami refraksi, difraksi dan transformasi lainnya,

sehingga perkiraan transformasi dan deformasi gelombang dapat dilakukan dengan lebih mudah. Tinggi gelombang laut dalam ekivalen dinyatakan dalam bentuk :

$$H'_0 = K' Kr H_0 \dots \dots \dots \dots \dots \quad (11)$$

Untuk perhitungan gelombang dalam keadaan dimana gelombang tidak mengalami difraksi, dapat digunakan rumus berikut :

$$H'_0 = Kr H_0 \dots \dots \dots \dots \dots \quad (12)$$

Keterangan :

H'_0 = Tinggi gelombang laut dalam ekivalen

H_0 = Tinggi gelombang laut dalam

K' = Koefisien difraksi

Kr = Koefisien refraksi

Konsep tinggi gelombang laut dalam ekivalen ini digunakan dalam analisa gelombang pecah, limpasan gelombang dan proses lain.

2. Refraksi Gelombang

Defraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut.

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

Suatu deretan gelombang yang di laut dalam mempunyai panjang gelombang Lo dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai yang memiliki kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak teratur. Terlihat bahwa garis puncak gelombang berubah bentuk dan berusaha untuk sejajar garis contour dan garis pantai. Garis ortogonal gelombang membentuk dalam arah menuju tegak lurus garis kontur. Pada lokasi 1, garis orthogonal menguncup (konvergen) sedang di lokasi 2, garis orthogonal menyebar (divergen).

Karena energi gelombang di antara dua garis ortogonal adalah konstan sepanjang lintasan, berarti energi gelombang tiap satuan lebar di lokasi 1 adalah lebih besar daripada di lokasi 2 (jarak antara garis orthogonal di lokasi 1 lebih kecil daripada di laut dalam sedangkan di lokasi 2 jarak tersebut lebih besar).

Dalam menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan karena perubahan kedalaman laut, suatu deretan gelombang menjalar dari laut dengan kedalaman d_1 menuju kedalaman d_2 , dianggap tidak ada refleksi gelombang pada kedalaman tersebut. Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_1 dan L_1 menjadi C_2 dan L_2 . Sesuai dengan hukum Snellius, berlaku :

$$\sin \alpha_2 = \left[\frac{\zeta_2}{\zeta_1} \right] \sin \alpha_1 \dots \quad (13)$$

Keterangan :

α_1 : sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar di mana gelombang melintas.

α_2 : sudut yang sama diukur dari garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya.

C_1 : kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama.

Apabila ditinjau gelombang di laut dalam dan di suatu titik yang ditinjau, maka :

dengan α adalah sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau, dan α_0 adalah sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai.

Dari perumusan tersebut diperoleh suatu koefisien yang disebut koefisien refraksi (K_r) yang dinyatakan sebagai berikut :

Selanjutnya tinggi gelombang pada kedalaman tertentu (H') dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$H' o = Kr Ks H_0 \dots \dots \dots \quad (16)$$

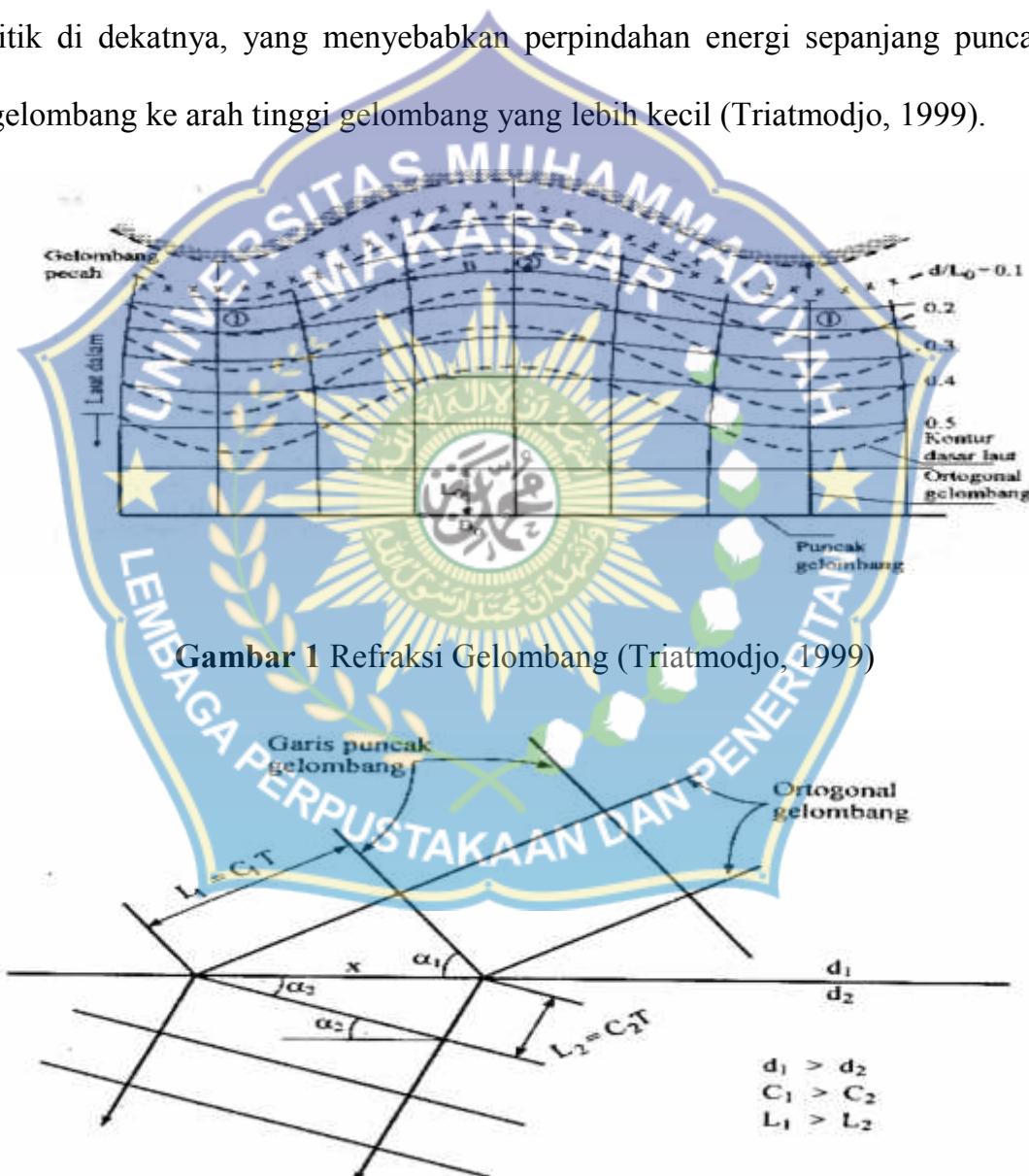
Keterangan :

K_s : koefisien pendangkalan (shoaling), dapat diperoleh secara langsung dari tabel L-1 (Triatmodjo 1999).

Ho : Tinggi gelombang di laut dalam.

3. Difraksi Gelombang

Difraksi gelombang terjadi apabila suatu deretan gelombang terhalang oleh rintangan seperti pemecah gelombang atau suatu pulau, dimana tinggi gelombang di suatu titik pada garis puncak gelombang lebih besar daripada titik di dekatnya, yang menyebabkan perpindahan energi sepanjang puncak gelombang ke arah tinggi gelombang yang lebih kecil (Triatmodjo, 1999).



Gambar 2 Hukum Snellius untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

Pada pemecah gelombang tunggal seperti pada gambar 5, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan r , sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan β , dan sudut antara arah penjalaran gelombang dan rintangan θ . Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung HA dan tinggi gelombang datang HP disebut dengan koefisien difraksi K' .



Gambar 3 Difraksi gelombang di belakang rintangan (Triatmodjo, 1999)

4. Refleksi Gelombang

Gelombang datang yang mengenai breakwater sebagian energinya akan diserap dan sebagiannya akan dipantulkan. Besar kemampuan suatu bangunan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan

antara tinggi gelombang Hr refleksi dan tinggi gelombang datang Hi (CERC, 1984) :

$$X = \frac{H_r}{H_i} \dots \dots \dots \quad (18)$$

Koefisien refleksi bangunan diperkirakan berdasarkan tes model. Dalam Triatmodjo (1999), Koefisien refleksi untuk tipe bangunan tumpukan batu sisi miring diberikan 0,3 sampai 0,6.

5. Gelombang Pecah

Di daerah surf zone, karena kedalaman pantai semakin dangkal, akan terjadi gelombang pecah. Daerah ini menjadi sangat penting, karena pada daerah ini sebagian besar energi pembentuk pantai diperoleh. Berdasar data dari pengamatan Galvin, Battjes (1974) menyimpulkan bahwa tipe gelombang pecah dengan parameter similaritas pantai (offshore similarity parameter)

$$\xi_0 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \dots \dots \dots \quad (19)$$

Keterangan:

α = kelandaian pantai.

Dengan parameter tersebut diatas, tipe gelombang pecah dapat dibedakan sebagai berikut:

a) $0 < \xi_0 < 0.5$: spilling

Biasanya terjadi apabila gelombang dengan kemiringan kecil menuju ke pantai yang datar (kemiringan kecil). Gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya terjadi berangsur-angsur

b) $0.5 < \xi_0 < 3.3$: plunging

Apabila kemiringan gelombang dan dasar bertambah, gelombang akan pecah dan puncak gelombang akan memutar dengan massa air pada puncak gelombang akan terjun ke depan. Energi gelombang pecah dihancurkan dalam turbulensi, sebagian kecil dipantulkan ke laut dan tidak banyak gelombang baru terjadi pada air yang dangkal.

c) $\xi_0 > 3.3$: surging atau collapsing

Surging terjadi pada pantai dengan kemiringan yang besar seperti pada pantai berkarang. Daerah gelombang pecah sangat sempit dan sebagian besar energi dipantulkan kembali ke laut dalam. Gelombang pecah tipe surging ini mirip dengan plunging, tetapi sebelum puncaknya terjun, dasar gelombang sudah pecah.

Berdasarkan analisa Miche, dalam Nizam (1994), gelombang akan pecah apabila memenuhi kriteria berikut:

$$\frac{H_B}{L_B} = 0,142 \tanh \frac{2\pi h_B}{L_B} \dots \dots \dots \quad (20)$$

Dari analisa tersebut, untuk air dangkal (landai) akan didapatkan perbandingan antara tinggi gelombang dan kedalaman air (breaker index γ_B)

sekitar 0.78. Perbandingan tinggi gelombang pecah dan kedalaman air disebut juga indeks **pecah** (γ_B):

$$\gamma_B = \frac{H_B}{d_B} \quad \dots \quad (21)$$

Keterangan :

H_B = Tinggi gelombang pecah

d_B = Kedalaman air untuk gelombang pecah

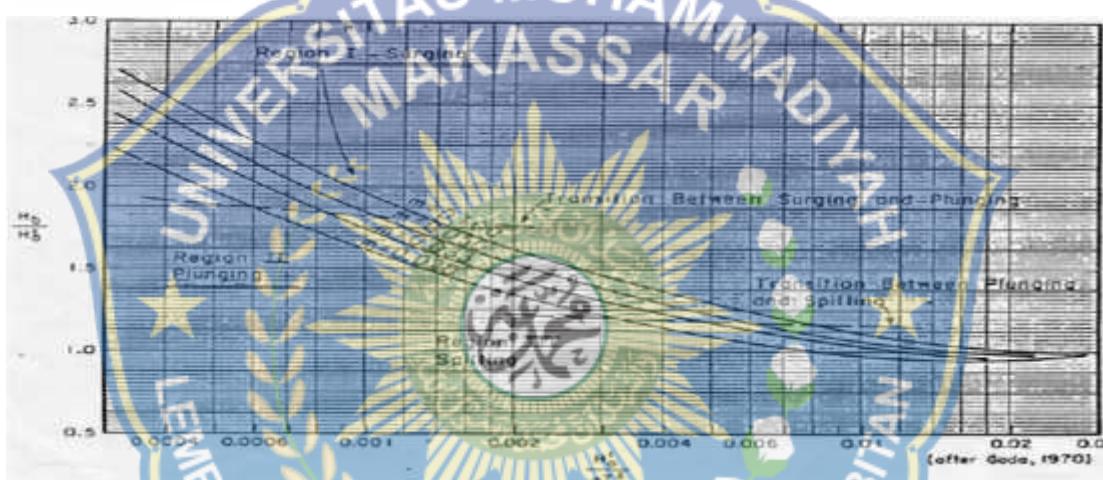
Sedangkan Munk (1949), dalam Coastal Engineering Research Center (CERC, 1984) memberikan persamaan untuk menentukan tinggi kedalaman gelombang pecah sebagai berikut :

Memberikan pengaruh kemiringan dasar laut terhadap gelombang pecah. Beberapa peneliti lain (Iversen, Goda, Galvin : dalam CERC 1984) membuktikan bahwa H_b / H_o dan d_b / H_b tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang. Untuk menunjukkan hubungan antara H_o / H_b dan L_b / L_o untuk berbagai kemiringan dasar laut dibuat grafik.

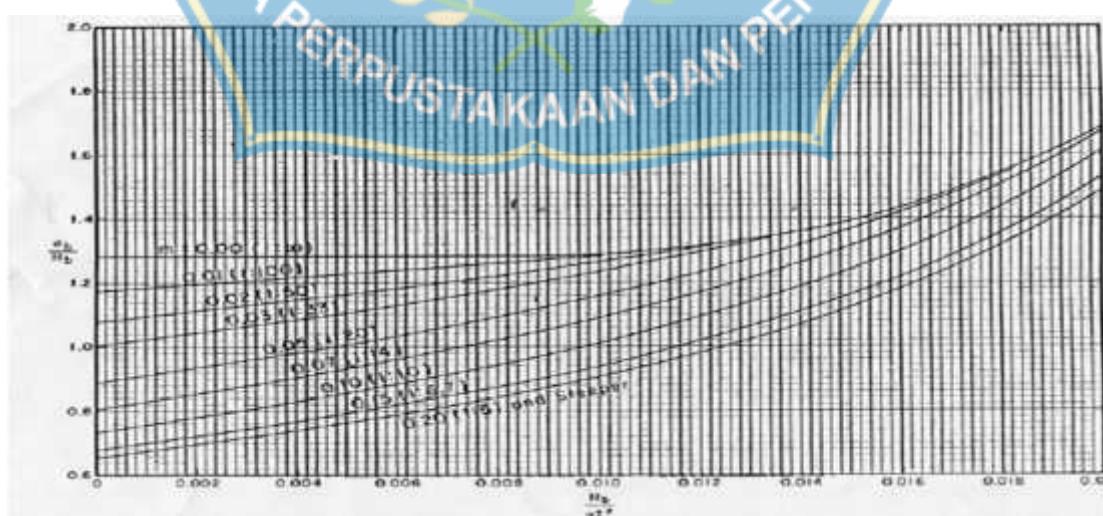
Sedangkan untuk menunjukkan hubungan antara db / Hb dan Hb / gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar laut dibuat grafik. Untuk menghitung kedalaman dan tinggi gelombang pecah, disarankan penggunaan kedua jenis grafik tersebut dari pada menggunakan persamaan 41 dan 42 untuk menghitung

tinggi dan kedalaman gelombang pecah pada kedalaman tertentu. Grafik yang diberikan di bawah ini dapat ditulis dalam bentuk :

$$\frac{d_b}{n_b} = \frac{1}{k - \left(\frac{af_b}{\zeta T^2} \right)} \quad \dots \dots \dots \quad (24)$$



Gambar 4. Penetuan tinggi gelombang pecah



Gambar 5. penetuan kedalaman gelombang pecah

D. Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data angin dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian dikonversi menjadi data angin di laut.

Kecepatan angin dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur yang melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau $1 \text{ knot} = 1,852 \text{ km/jam} = 0,5144 \text{ m/det}$. Data angin dicatat tiap jam sehingga dapat diketahui kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin dan dapat dihitung kecepatan angin rerata harian. Jumlah data angin untuk beberapa tahun pengamatan sangat banyak, untuk itu data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut dengan **mawar angin (wind rose)**.

1. Distribusi Kecepatan Angin

Distribusi kecepatan angin dibagi dalam tiga daerah berdasarkan elevasi di atas permukaan, antara lain daerah geostropik yang berada di atas 1.000 m, daerah Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1.000 m, daerah dimana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 m sampai 100 m. Di daerah tegangan konstan, profil vertikal kecepatan angin dinyatakan dalam bentuk :

$$U(y) = \frac{U^*}{k} \left[\ln \left(\frac{y}{y_0} \right) - \omega \left(\frac{y}{L} \right) \right] \dots \dots \dots \quad (27)$$

Keterangan :

U^* = kecepatan geser

k = koefisien Von Karman (0,4)

y = Elevasi terhadap muka air

y_0 = Tinggi kekasaran permukaan

L = Panjang campur yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara (ΔT_{as})

Ψ = Fungsi yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara

Untuk memperkirakan pengaruh kecepatan angin terhadap pembangkitan gelombang, parameter ΔT_{as} , U^* , dan y_0 harus diketahui. Untuk memudahkan perhitungan dapat digunakan persamaan yang lebih sederhana berikut ini.

$$U_{(10)} = U(y) \left[\frac{10}{y} \right]^{1/7} \dots \dots \dots \quad (28)$$

Yang berlaku untuk y lebih kecil dari 20 m.

2. Konversi Kecepatan Angin

Data angin diperoleh dari pencatatan di permukaan laut dengan menggunakan kapal yang sedang berlayar atau pengukuran di darat, biasanya

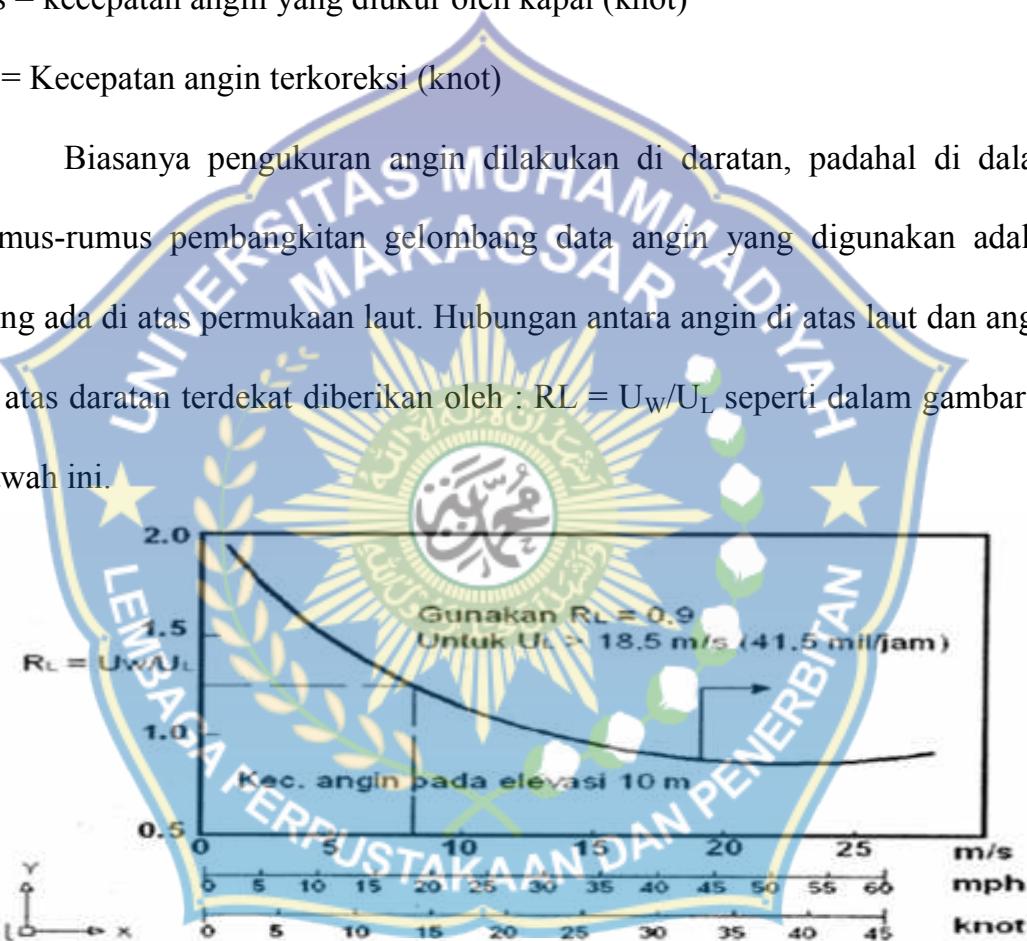
di bandara. Data angin dari pengukuran dengan kapal perlu dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut.

Keterangan :

U_s = kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

U = Kecepatan angin terkoreksi (knot)

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal di dalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh : $RL = U_w/U_L$ seperti dalam gambar di bawah ini.



Gambar 6. Hubungan antara Kecepatan Angin Di Laut dan di Darat

Keterangan:

U_w = Kecepatan angin di atas permukaan laut (m/s)

RL = Nilai yang diperoleh dari grafik hubungan antara kecepatan angin di darat dan di laut

UL = Kecepatan angin di atas daratan (m/s)

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

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \dots \quad \dots \quad (30)$$

Keterangan :

U = kecepatan angin dalam m/dt.

U_A = faktor tegangan angin dalam m/dt

3. Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin relatif konstan. Dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin, maka panjang fetch diukur dari titik pengamatan dengan interval 60° .

Untuk mendapatkan fetch efektif dapat diberikan oleh persamaan berikut (Triatmodjo, 1999) :

$$F_{eff} = \frac{s_i \cos \alpha}{\cos \alpha} \quad \dots \dots \dots \quad (31)$$

Keterangan :

F_{eff} : fetch rerata 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° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

4. Peramalan Gelombang di Laut Dalam

Sebelum merubah kecepatan angin menjadi wind stress factor, koreksi dan konvensi terhadap kecepatan angin perlu di lakukan. Berikut ini merupakan koreksi dan konversi yang perlu di lakukan pada data kecepatan angin untuk mendapatkan nilai wind stress factor.

a) Koreksi Ketinggian

Wind stress factor dihitung dari kecepatan angin yang di ukur dalam ketinggian 10m di atas permukaan. Bila data angin di ukur tidak dalam ketinggian ini, koreksi perlu di lakukan dengan persamaan berikut ini (persamaan jri darat dipakai untuk $z < 20$ cm)

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{\frac{1}{7}} \dots \quad (32)$$

Keterangan :

$U(10)$ = Kecepatan angin pada elevasi 10m (m/s)

$U(z)$ = Kecepatan angin pada ketinggian pengukuran (m/s)

Z = Ketinggian pengukuran (m)

b) Koreksi durasi

Data angin yang tersedia biasanya tidak di sebutkan durasi atau merupakan data hasil pengamatan sesaat. Kondisi sebenarnya kecepatan angin adalah selalu berubah-ubah meskipun pada arah yang sama. Untuk melakukan peramalan gelombang di perlukan durasi angin tertiu di mana selama dalam durasi tersebut dianggap kecepatan angin adalah konstan. Oleh karna itu koreksi ini di lakukan unruk mendapatkan kecepatan angin rata-rata selama durasi angin tertentu dengan prosedur sebagai berikut :

1) Di ketahui kecepatan angin sesaat adalah u_f , akan di tentukan angin dengan durasi t detik (u_t)

2) Menghitung U_{3600}

dengan nilai c adalah sebagai berikut :

$$C=1.277 = 0.296 \tanh(0.9 \log(45/t_l)), \text{ untuk } l < t < 3600 \text{ detik}$$

$C = -0.15 \log t_l + 1.5334$, untuk $3600 \leq t < 36000$ detik

3) Menghitung $U_t, t =$ Durasi yang di tentukan.

$$\frac{U_f}{U_{3600}} = G \quad \dots \dots \dots \quad (36)$$

dengan nilai c adalah sebagai berikut :

$$C=1.277 = 0.296 \tanh(0.9 \log(45/tl)), \text{ untuk } 1 < t < 3600 \text{ detik}$$

$$C = -0.15 \log t_1 + 1.5334, \text{ untuk } 3600 \leq t < 36000 \text{ detik}$$

Keterangan :

U_f = Kecepatan angin maksimum hasil koreksi elevasi (m/s)

U_t = Kecepatan angin rata-rata untuk durasi angin yang diinginkan (m/s)

T = Durasi waktu yang diinginkan (detik)

c) Koreksi Stabilitas

Koreksi stabilitas ini berkaitan dengan perbedaan temperatur udara tempat bertiupnya angin dan air tempat terbentuknya gelombang. Persamaan koreksi stabilitas ini adalah sebagai berikut :

$$U = R_t \ U(10) \dots \quad (38)$$

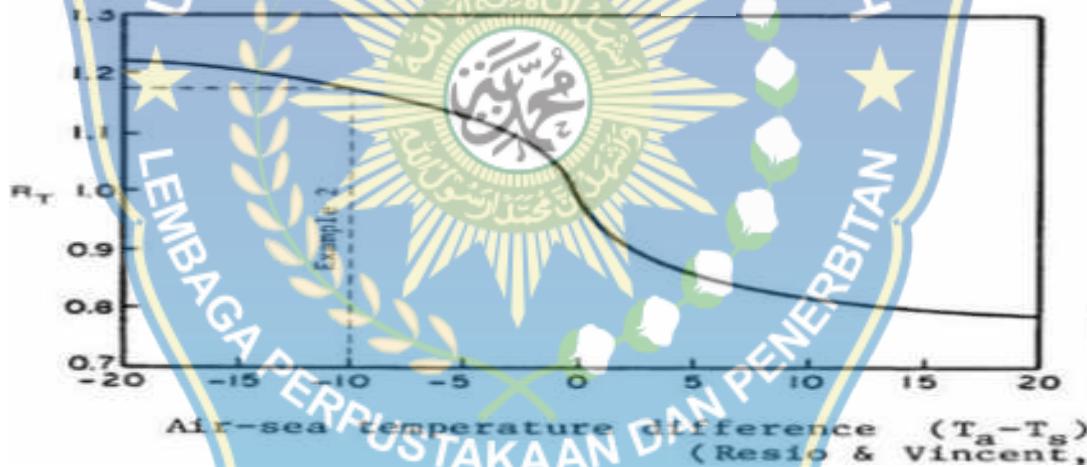
Keterangan :

U = Kecepatan angin setelah di koreksi (m/s)

U(10) = kecepatan angin sebelum dikoreksi (m/s)

R_t = Koefisiensi satbilitas, nilai mya didapat dari grafik pada SPM, atau pada laporan disajikan pada gambar

Jika data temperatur udara dan air (sebagai data untuk membaca grafik) tidak dimiliki maka di anjurkan memakai nilai $R_t = 1.10$



Gambar. 7 Grafik yang di gunakan untuk melakukan koreksi stabilitas

d) Konversi ke Wind Stress Factor

Salah satu koreksi dan konversi kecepatan di atas dilakukan, tahap selanjutnya adalah mengkonversikan kecepatan angin tersebut menjadi wind stress factor, dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$U_A = 0.71 U^{1.23}, \dots \quad (39)$$

Keterangan :

U_A = Wind stress factor (m/s)

U = Kecepatan angin (m/s)

Pembentukan gelombang di laut dalam dianalisis dengan formula-formula empiris yang diturunkan model parametrik berdasarkan spektrum JONSWAP (Shore Protection Manual, 1984) Prosedur peramalan tersebut berlaku baik untuk kondisi fetch terbatas (**fetch limited condition**) maupun kondisi durasi terbatas (**duration limited condition**) sebagai berikut :

Dalam persamaan tersebut, $U_A = 0.71 U_{10}^{1.23}$ adalah faktor tekanan angin (wind stress factor), di mana U_A dan U_{10} dalam m/detik. Hubungan antara T_p dan T_s diberikan sebagai $T_s = 0.95 T_p$. Persamaan tersebut di atas hanya berlaku hingga kondisi gelombang telah terbentuk penuh (fully developed sea condition), sehingga tinggi dan periode gelombang yang dihitung harus dibatasi dengan persamaan empiris berikut :

$$\frac{gF_{mo}}{v_A^2} = 0.243 \dots \quad (43)$$

Keterangan :

H_{mo} = Tinggi gelombang signifikan menurut energi spektral.

Tp = Periode puncak gelombang

Td = durasi angin bertiup (detik)

$F_{\text{eff}} = \text{Panjang fetch efektif (m)}$

G = percepatan gravitasi bumi = 9.81 m/s^2

UA = wind stress factor (m/s)

E. Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transport massa air dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai.

Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah **offshore zone, surf zone dan swash zone**. Di daerah lepas pantai (**offshore zone**), yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut, gelombang

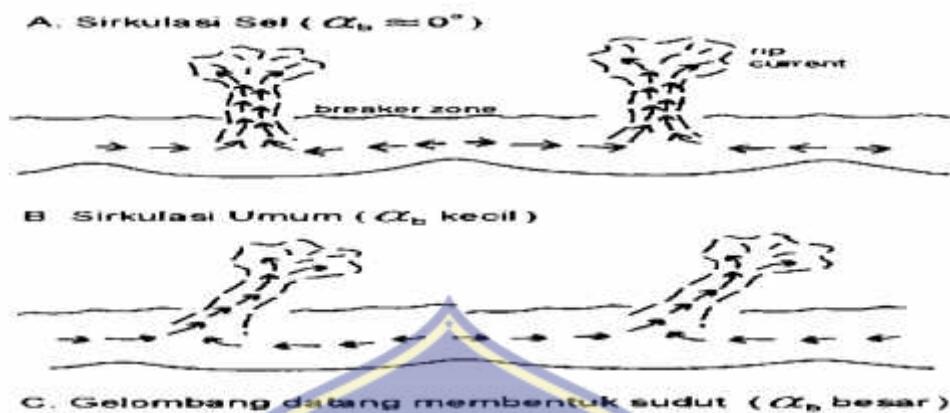
menimbulkan gerak orbit partikel air yang menimbulkan transport massa air disertai terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (onshore) dan meninggalkan pantai (offshore).

Di **surf zone**, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah ke arah pantai.

Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakan sendimen dasar. Setelah pecah, gelombang melintasi surf zone menuju pantai dengan kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjalaran gelombang.

Di **swash zone** gelombang yang sampai di garis pantai pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas kemudian turun lagi pada permukaan pantai disertai dengan terangkutnya sendimen.

Bila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi arus dominan di pantai berupa sirkulasi sel dengan **rip current** yang menuju ke laut. Bila sudut gelombang pecah terhadap garis pantai adalah $\alpha_b > 50^\circ$, akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang pantai. Sedangkan yang umumnya terjadi adalah kombinasi dari kedua kondisi tersebut.



Gambar 8 Arus dekat pantai

F. Batimetri dan Topografi

Peta bathimetri diperlukan untuk mengetahui kedalaman laut (elevasi) di sekitar lokasi pekerjaan/ penelitian yang dapat digunakan pada kegiatan pengeringan yang dilakukan untuk menentukan volume pekerjaan dan akhirnya menentukan biaya.

Pengukuran bathimetri biasanya dilakukan sepanjang pantai, yaitu sekitar 1 km ke arah barat dan 1 km ke arah timur dan dalam arah tegak lurus pantai sepanjang 100 m ke arah darat dan 100 m ke arah laut sampai garis pantai pada muka air surut terendah dan dari hasil pengukuran nantinya bisa didapatkan besar dari kemiringan dasar laut.

Sedangkan tujuan dari pengukuran bathimetri itu sendiri adalah :

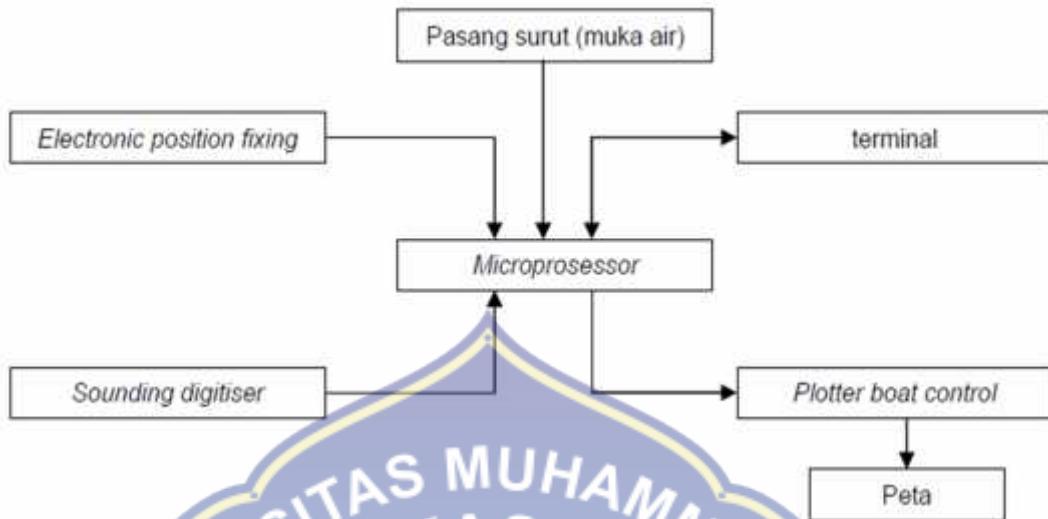
1. Mendapatkan informasi kedalaman dasar laut yang ditentukan dari kedudukan MSL
2. Mendapatkan data yang akan dianalisa lebih lanjut untuk keperluan penelitian dan perencanaan.

Ketidaktelitian dalam pekerjaan pemetaan bathimetri dapat menyebabkan elevasi yang tidak sesuai maupun perbedaan volume aktual pada pekerjaan pengeringan yang cukup besar. Mengingat pentingnya pemetaan bathimetri sehingga harus dilakukan dengan baik. Pemetaan bathimetri dapat dilakukan dengan 2 cara, yakni secara manual dan otomatis.

Gambar di bawah ini merupakan bagan alir dari dua metode yang dapat dilakukan dalam pengukuran pemetaan bathimetri :



Gambar 9 Bathimetri secara manual



Gambar 10. Bathimetri secara digital

Adapun prosedur utama dalam pengukuran pemetaan bathimetri adalah :

1. Penentuan datum untuk beberapa pekerjaan
2. Pemasangan alat ukur atau pencatat pasang surut yang dikaitkan dengan datum yang sudah ditentukan.
3. Pekerjaan sounding yang harus dikorelasikan dengan waktu pelaksanaannya.
4. Penentuan posisi kendaraan pada waktu sounding harus dilakukan dengan cara yang tepat dan benar

Echosounder harus dikalibrasikan sebelum digunakan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai 27 Oktober sampai dengan 29 Oktober 2014 dengan lokasi penelitian di lakukan di Pantai Barombong Kecamatan Tamalate, Kota Makassar



Gambar. 11 Peta lokasi penelitian (Google Maps)

B. Jenis dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah simulasi eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur sendiri oleh penelitian dengan mengacu pada literatur yang berkaitan dengan judul penelitian tersebut.

2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data yang terdiri dari :

- a. Data primer yakni yang diperoleh langsung dari simulasi model di lapangan bathimetri dan Foto dokumentasi lapangan.
- b. Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari literatur, hasil penelitian yang telah ada, baik yang telah dilakukan dilapangan yang berkaitan dengan penelitian Oceanografi seperti pada data
 - Peta LPI (Lingkungan Pantai Indonesia) dengan skala 1 : 10.000
 - Data angin BMKG Paotere

C. Peralatan Survey

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. GPS Antena : Untuk mendapatkan data posisi koordinat
2. B.Tranducer : Alat yang memancarkan sinyal akustik ke dasar laut untuk data kedalaman

3. Echosounder : Alat yang menampilkan angka kedalaman
4. Laptop : Untuk pengoperasian yang mengintegrasikan GPS, tranducer, dan echosounder.

D. Analisa Data

1. Analisis Data angin

Data angin dikelompokkan dalam tabel dari setiap arah pada setiap bulan, dan menentukan persentase arah dan kecepatan angin selama periode pengamatan

2. panjang fetch efektif (grafis)

Data angin dikelompokkan dalam tabel dari setiap arah pada setiap bulan, dan menentukan persentase arah dan kecepatan angin selama periode pengamatan. Untuk perhitungan panjang fetch efektif digunakan persamaan (Latief, 1996):

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

3. Analisis Tinggi dan Periode gelombang

Analisis Tinggi dan periode gelombang dapat diketahui dari panjang *fetch* efektif dan data angin terbesar.

4. Periode Kala Ulang Gelombang

Kala ulang gelombang dapat dihitung dari hasil perhitungan tinggi gelombang dimana pada tinggi gelombang tersebut dihitung mulai dari tinggi gelombang nilai maximumnya sampai nilai minimumnya, hasil perhitungan periode kala ulang gelombang digunakan untuk menentukan tinggi gelombang rencana (Hr) di laut dalam untuk kala n tahun.

E. Analisis peta topografi dan bathymetri

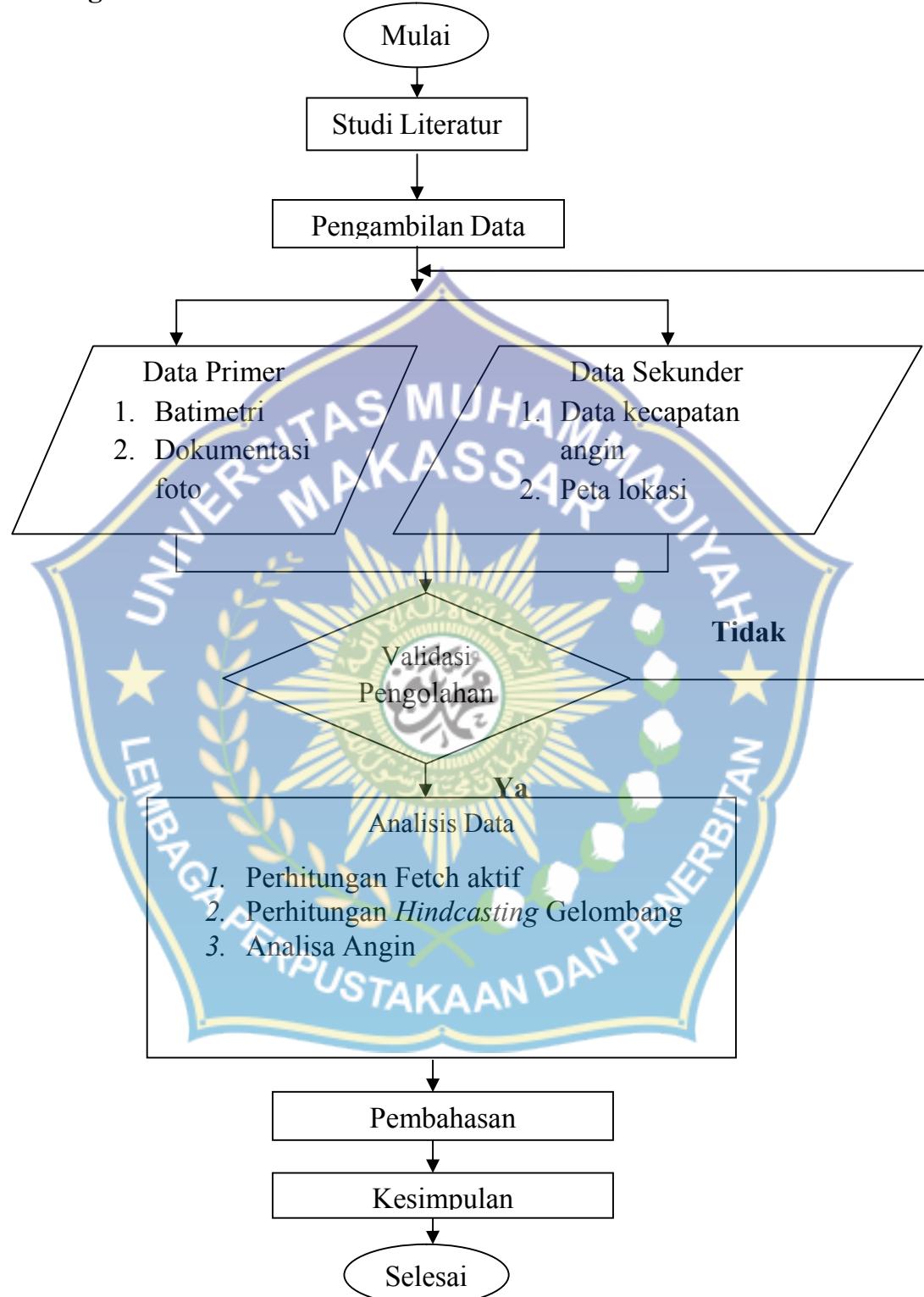
Analisa peta topografi dan bathymetri dilakukan untuk menentukan dan mengetahui kemiringan lereng muka (ϕ) dan dasar pantai (β). Analisis ini dengan menggunakan Metode Wentworth, (Sastroprawiro, S. dan Yudo W., 1996)

Tabel 2. Klasifikasi lereng

Klas diskripsi	0% lereng
Rata hampar / datar	0 - 2
Landai	2 - 6
Miring	6 - 13
Curam menengah	13 - 25
Curam	25 - 55
Sangat curam	> 55

Sumber : US Soil Survey dalam Sastroprawiro dan Yudo (1996)

F. Bagan Alir Penelitian



Gambar 12 Bagan alir penelitian

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Deskripsi Data

1. Data Angin

Data Angin yang digunakan dalam studi ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Paotere Makassar. Ketinggian stasiun dari permukaan tanah adalah 2 m. Data yang diperoleh adalah data angin 2004 sampai 2013. Dari data hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan beberapa parameter penting, yakni arah angin yang dominan, kecepatan angin pada berbagai arah dan kecepatan angin rata-rata sebagai fungsi dari arah hembusan angin. Dari hasil analisis data angin, diperoleh persentasi kejadian angin berdasarkan arah seperti Tabel 3.

Tabel 3. Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi

Arah		Jumlah data	Persentase kejadian (%)
Notasi	(derajat)		
Utara (U)	0	0	0
Timur Laut (TL)	45	0	0
Timur (T)	90	3	4
Tenggara (TG)	135	52	41
Selatan (S)	180	0	0
Barat Daya (BD)	225	7	7
Barat (B)	270	34	28
Barat Laut (BL)	315	24	20

Jumlah	120	100
--------	-----	-----

Sumber : BMKG Sulawesi Selatan 2004 – 2013

Tabel 3. Memperlihatkan bahwa persentasi kejadian angin yang paling besar atau sering terjadi adalah angin yang terhembus dari arah Tenggara (41%), disusul masing-masing dari Barat (28%), Barat Laut (20%) arah Barat Daya (7%), dan arah Timur (4%). Sementara itu, persentasi kejadian menurut interval kecepatan di sajikan pada tabel 4.

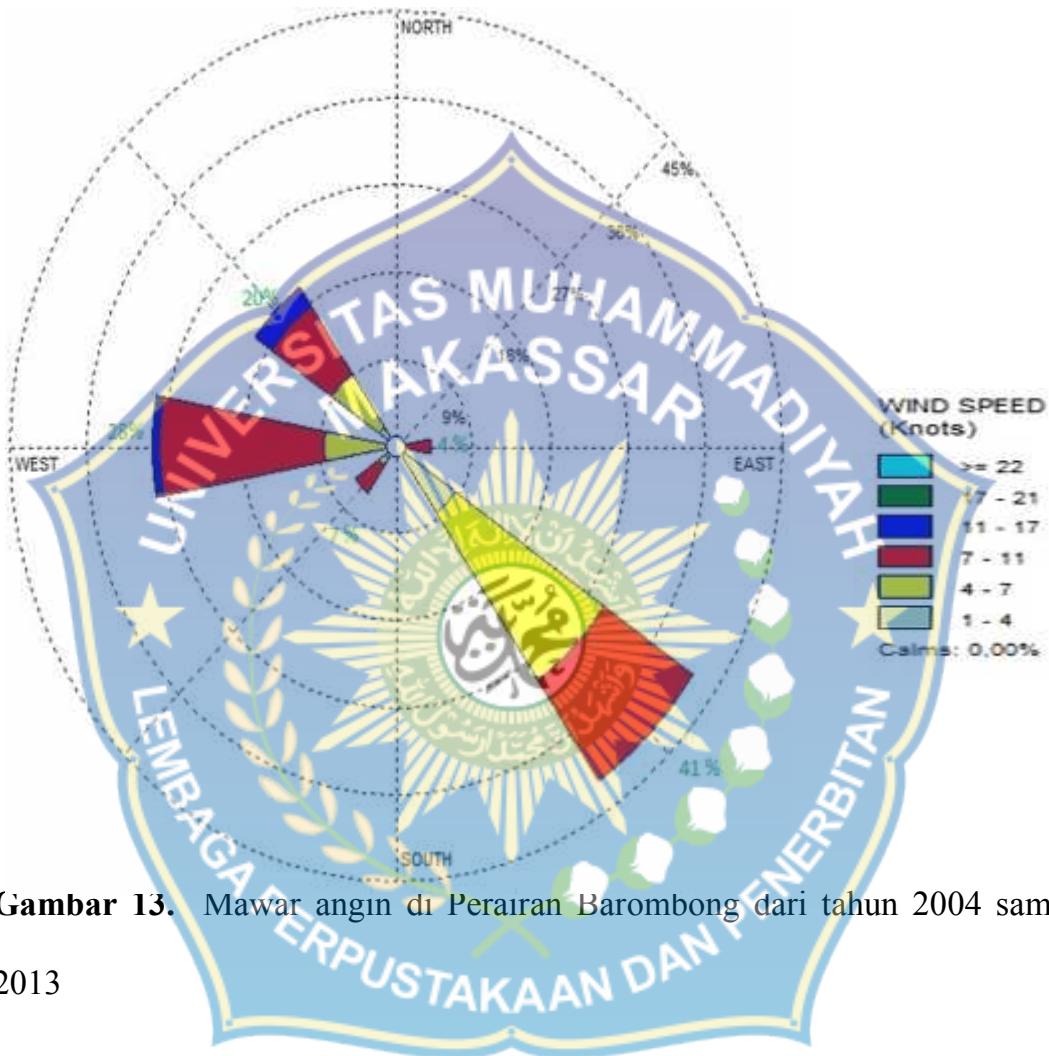
Tabel 4. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

Interval (m/s)	Jumlah data	Persentasi (%)
1 - 4	18	13,3
4 - 7	38	36,7
7 - 11	62	46,7
11 - 17	2	3,3
17 - 22	0	0
≥ 22	0	0
Jumlah	120	100

Sumber : Analisis data

Sekalipun persentase angin dari arah tenggara cukup besar, tetapi tidak berpotensi menimbulkan gelombang karna sudah masuk daratan. Berdasarkan arah fetch gelombang arah mata angin yang berpotensi membangkitkan gelombang ada 3 yaitu barat laut, barat dan barat daya. Selain penyajian data

angin dalam bentuk tabulasi, juga disajikan dalam bentuk mawar angin seperti pada gambar 13



Gambar 13. Mawar angin di Perairan Barombong dari tahun 2004 sampai 2013

2. Fetch

Berdasarkan kondisi geografis lokasi studi, arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang dilokasi studi adalah angin yang bertiup dari arah Barat, Barat daya dan barat timur. Oleh sebab itu, dalam penentuan fetch

efektif, hanya ketiga arah tersebut yang diperhitungkan. Adapun penentuan fetch pada lokasi studi, disajikan pada gambar 14



Gambar. 14 Penentuan fetch pada lokasi studi

Tabel perhitungan fetch untuk masing-masing arah peramalan gelombang laut dalam adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Perhitungan Fetch efektif arah barat

$\alpha (?)$	$\cos \alpha$	X_i (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT	45	0.7071	200
	36	0.8090	200
	30	0.8660	200
	24	0.9135	200
	18	0.9511	200
	12	0.9781	200
	6	0.9945	200
	0	1.0000	200
	-6	0.9945	200
	-12	0.9781	200
	-18	0.9511	200
	-24	0.9135	200
	-30	0.8660	200
	-36	0.8090	200
	-45	0.7071	200
Total		13.4388	2687.7683

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{2687.7683}{13.4388} = 200 \text{ km}$$

$$= 200000 \text{ m}$$

Sumber : Analisis Perhitungan

**Gambar 15.** Panjang fetch dari arah barat

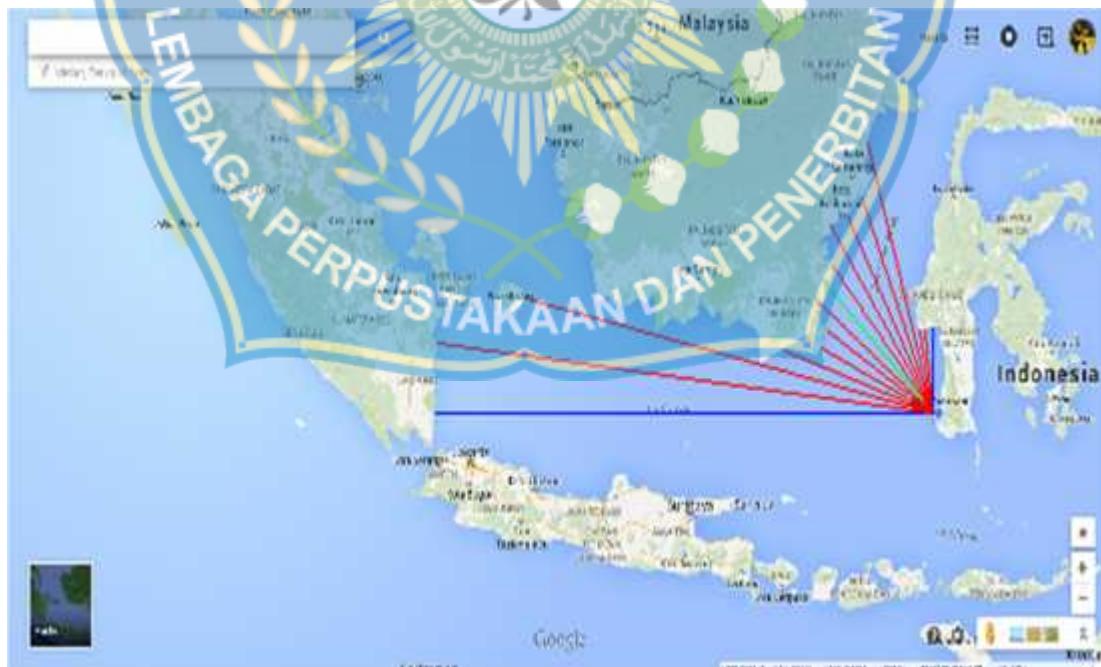
Tabel 6. Perhitungan Fetch efektif arah barat laut

	$\alpha (?)$	$\cos \alpha$	X_i (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT LAUT	45	0.7071	188	132.936
	36	0.8090	184	148.859
	30	0.8660	184	159.349
	24	0.9135	200	182.709
	18	0.9511	200	190.211
	12	0.9781	200	195.630
	6	0.9945	200	198.904
	0	1.0000	200	200.000
	-6	0.9945	200	198.904
	-12	0.9781	200	195.630
	-18	0.9511	200	190.211
	-24	0.9135	200	182.709
	-30	0.8660	200	173.205
	-36	0.8090	200	161.803
	-45	0.7071	200	141.421
Total		13.4388		2652.4823

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{2652.4823}{13.4388} = 197.374$$

km
m

Sumber : Analisis Perhitungan

**Gambar 16.** panjang fetch dari arah barat laut

Tabel 7. Perhitungan Fetch efektif arah barat daya

$\alpha (?)$	$\cos \alpha$	X_i (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT DAYA	0.7071	200	141.421
	0.8090	200	161.803
	0.8660	200	173.205
	0.9135	200	182.709
	0.9511	200	190.211
	0.9781	200	195.630
	0.9945	200	198.904
	1.0000	200	200.000
	0.9945	200	198.904
	0.9781	200	195.630
	0.9511	200	190.211
	0.9135	200	182.709
	0.8660	200	173.205
	0.8090	200	161.803
	0.7071	30	21.213
Total	13.4388		2567.5601

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{2567.5601}{13.4388} = 191.055 \text{ km}$$

$$= 191055 \text{ m}$$

Sumber : Analisis Perhitungan

**Gambar. 17** Panjang fetch dari arah barat daya

Adapun rekapitulasi fetch efektif untuk tiap-tiap mata angin adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Data fetch di lokasi studi

ARAH	FEf (Km)
BARAT (B)	270
BARAT LAUT (BL)	225
BARAT DAYA (BD)	315

Sumber: Hasil Perhitungan

3. Perhitungan tinggi dan periode gelombang berdasarkan *fetch* dan UA

- 1) Berdasarkan kecepatan maksimum yang terjadi tiap bulan dicari nilai RL dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat didapat nilai $RL = 1.11$ (kolom 5 tabel 7).
- 2) $t_1 = \frac{1609}{U} = \frac{1609}{5.87} = 274.19$ (kolom 4 tabel 9)
- 3) $U_{3600} = \frac{U_{10}}{RL} = \frac{5.87}{1.11} = 5.30$ (kolom 6 tabel 9)
- 4) $Us = U_{3600} \times RT$
 $= 5.30 \times 1.10 = 6.73$ (kolom 8 tabel 9)
- 5) Hitung UW dengan rumus:

$$UW = UL \times RL$$

$$= 5,83 \times 1,11$$

$$= 8,05 \text{ m/ det (kolom 9 tabel 9)}$$

6) Hitung UA dengan rumus:

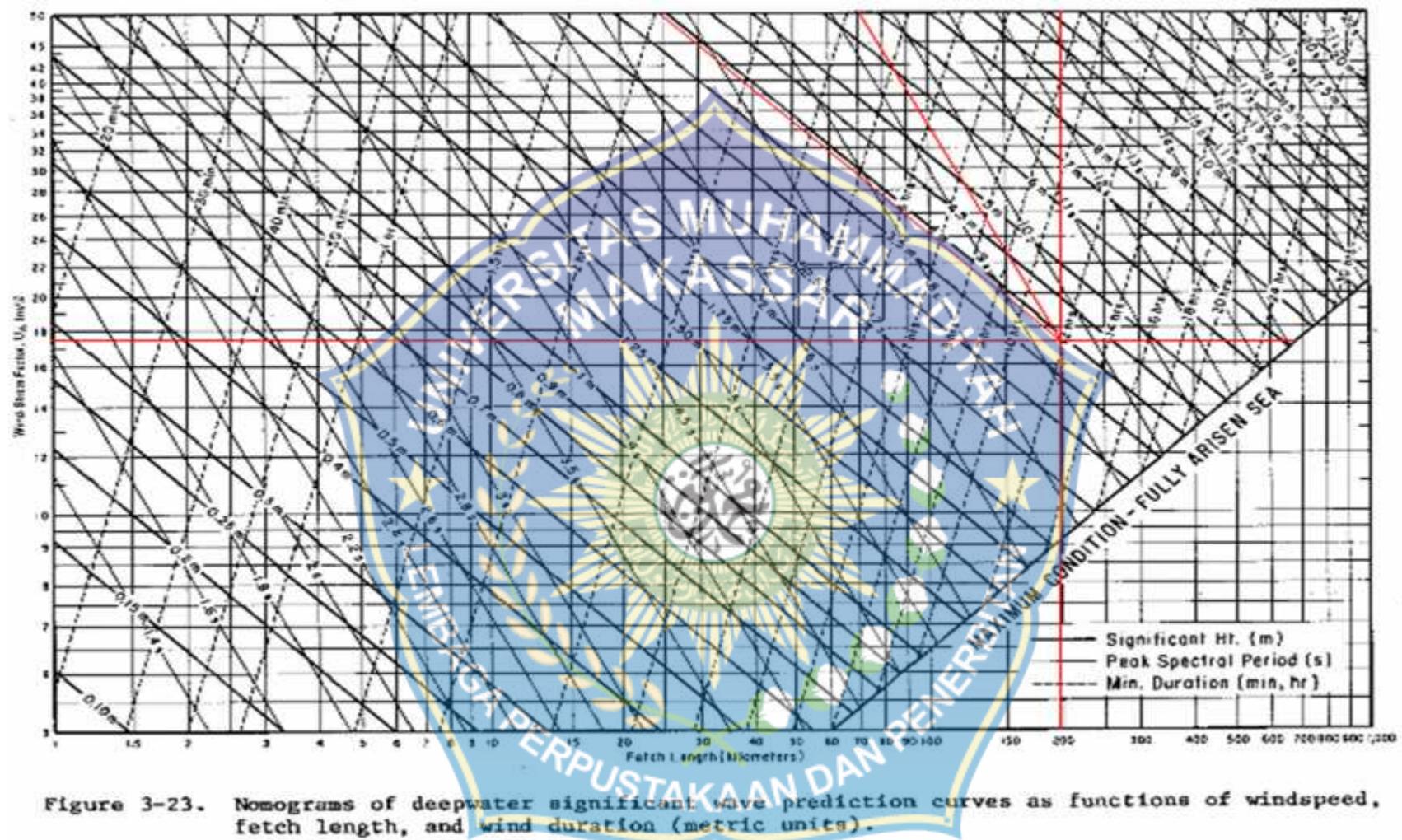
$$UA = 0,71 \times UW^{1,23}$$

$$= 0,71 \times 8,05^{1,23}$$

$$= 10,54 \text{ m/ det (kolom 10 tabel 9)}$$

7) Berdasarkan nilai UA dan besarnya *fetch*, tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan grafik peramalan gelombang (lihat gambar 17).





Gambar. 18 Grafik peramalan gelombang

Tabel 9. Hasil hitungan parameter gelombang selama 10 tahun

Kecepatan (knot)	Arah	U_{10} (m/dtk)	t_1 (dtk)	RL	U_{3600} (m/dtk)	R_T	U_s (m/dtk)	U_w (m/dtk)	U_A (m/dtk)	Fetch (m)	td (dtk)	tc (dtk)	Klasifikasi Gelombang	H (m)	T (dtk)
12	NW	5,87	274,19	1,11	5,30	1,10	5,83	8,05	10,54	197374	87575,55	49689,04	fetch limited	2,39	7,96
18	NW	8,80	182,79	1,14	7,72	1,10	8,49	10,40	14,44	197374	119996,97	44736,79	fetch limited	3,28	8,84
18	NW	8,80	182,79	1,14	7,72	1,10	8,49	10,40	14,44	197374	119996,97	44736,79	fetch limited	3,28	8,84
20	NW	9,78	164,51	1,15	8,51	1,10	9,36	11,00	15,47	197374	128510,77	43726,20	fetch limited	3,51	9,05
9,5	NW	4,65	346,34	1,09	4,25	1,10	4,68	6,87	8,67	197374,000	72006,07	53039,39	fetch limited	1,97	7,46
7,5	NW	3,67	438,70	1,08	3,40	1,10	3,74	5,88	7,16	197374,000	59480,02	56528,12	fetch limited	1,62	7,00
8,5	NW	4,16	387,09	1,08	3,83	1,10	4,21	6,39	7,93	197374,000	65915,55	54625,11	fetch limited	1,80	7,24
6,5	NW	3,18	506,19	1,07	2,97	1,10	3,27	5,33	6,34	197374,000	52663,86	58868,65	fully developed	1,00	5,26
11	W	5,38	299,11	1,10	4,88	1,10	5,37	7,63	9,86	200000,000	81903,93	51260,17	fetch limited	2,25	7,82
12	NW	5,87	274,19	1,11	5,30	1,10	5,83	8,05	10,54	197374,000	87575,55	49689,04	fetch limited	2,39	7,96
13	NW	6,36	253,10	1,11	5,71	1,10	6,28	8,48	11,22	197374,000	93243,14	48661,18	fetch limited	2,55	8,13
14	NW	6,85	235,02	1,12	6,12	1,10	6,73	8,87	11,86	197374,000	98545,66	47772,26	fetch limited	2,69	8,28
12	SW	5,87	274,19	1,11	5,30	1,10	5,83	8,05	10,54	191055,000	87575,55	48622,76	fetch limited	2,35	7,88
11	SW	5,38	299,11	1,10	4,88	1,10	5,37	7,63	9,86	191055,000	81903,93	49720,14	fetch limited	2,20	7,70
17	W	8,31	193,54	1,14	7,32	1,10	8,05	9,87	13,53	200000,000	112445,72	46121,21	fetch limited	3,09	8,69
18	W	8,80	182,79	1,14	7,72	1,10	8,49	10,40	14,44	200000,000	119996,97	45132,72	fetch limited	3,30	8,88
16	NW	7,82	205,64	1,13	6,92	1,10	7,61	9,56	13,01	197374,000	108084,31	46323,43	fetch limited	2,95	8,54
15	NW	7,34	219,35	1,13	6,52	1,10	7,17	9,20	12,41	197374,000	103092,47	47059,35	fetch limited	2,82	8,41
17	W	8,31	193,54	1,14	7,32	1,10	8,05	9,87	13,53	200000,000	112445,72	46121,21	fetch limited	3,09	8,69
16	NW	7,82	205,64	1,13	6,92	1,10	7,61	9,56	13,01	197374,000	108084,31	46323,43	fetch limited	2,95	8,54
23	NW	11,25	143,05	1,16	9,67	1,10	10,64	11,89	17,02	197374,000	141409,72	42354,07	fetch limited	3,86	9,34
23	NW	11,25	143,05	1,16	9,67	1,10	10,64	11,89	17,02	197374,000	141409,72	42354,07	fetch limited	3,86	9,34
13	NW	6,36	253,10	1,11	5,71	1,10	6,28	8,48	11,22	197374,000	93243,14	48661,18	fetch limited	2,55	8,13

Table lanjutan

15	W	7.34	219.35	1.13	6.52	1.10	7.17	9.20	12.41	200000.000	103092.47	47475.84	fetch limited	2.83	8.44
11	W	5.38	299.11	1.10	4.88	1.10	5.37	7.63	9.86	200000.000	81903.93	51260.17	fetch limited	2.25	7.82
17	NW	8.31	193.54	1.14	7.32	1.10	8.05	9.87	13.53	197374.000	112445.72	45716.60	fetch limited	3.07	8.65
16	NW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	197374.000	108084.31	46323.43	fetch limited	2.95	8.54
10	NW	4.89	329.03	1.10	4.47	1.10	4.91	7.21	9.20	197374.000	76404.99	52001.32	fetch limited	2.09	7.61
11	NW	5.38	299.11	1.10	4.88	1.10	5.37	7.63	9.86	197374.000	81903.93	50810.49	fetch limited	2.24	7.79
10	NW	4.89	329.03	1.10	4.47	1.10	4.91	7.21	9.20	197374.000	76404.99	52001.32	fetch limited	2.09	7.61
16	NW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	197374.000	108084.31	46323.43	fetch limited	2.95	8.54
16	NW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	197374.000	108084.31	46323.43	fetch limited	2.95	8.54
20	W	9.78	164.51	1.15	8.51	1.10	9.36	11.00	15.47	200000.000	128510.77	44113.19	fetch limited	3.53	9.09
11	W	5.38	299.11	1.10	4.88	1.10	5.37	7.63	9.86	200000.000	81903.93	51260.17	fetch limited	2.25	7.82
15	W	7.34	219.35	1.13	6.52	1.10	7.17	9.20	12.41	200000.000	103092.47	47475.84	fetch limited	2.83	8.44
16	NW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	197374.000	108084.31	46323.43	fetch limited	2.95	8.54
18	NW	8.80	182.79	1.14	7.72	1.10	8.49	10.40	14.44	197374.000	119996.97	44736.79	fetch limited	3.28	8.84
17	NW	8.31	193.54	1.14	7.32	1.10	8.05	9.87	13.53	197374.000	112445.72	45716.60	fetch limited	3.07	8.65
13	NW	6.36	253.10	1.11	5.71	1.10	6.28	8.48	11.22	197374.000	93243.14	48661.18	fetch limited	2.55	8.13
12	NW	5.87	274.19	1.11	5.30	1.10	5.83	8.05	10.54	197374.000	87575.55	49689.04	fetch limited	2.39	7.96
19	NW	9.29	173.17	1.15	8.11	1.10	8.93	10.71	14.97	197374.000	124353.17	44208.18	fetch limited	3.40	8.95
16	NW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	197374.000	108084.31	46323.43	fetch limited	2.95	8.54
18	NW	8.80	182.79	1.14	7.72	1.10	8.49	10.40	14.44	197374.000	119996.97	44736.79	fetch limited	3.28	8.84
16	SW	7.82	205.64	1.13	6.92	1.10	7.61	9.56	13.01	191055.000	108084.31	45329.37	fetch limited	2.90	8.45
18	W	8.80	182.79	1.14	7.72	1.10	8.49	10.40	14.44	200000.000	119996.97	45132.72	fetch limited	3.30	8.88
12	W	5.87	274.19	1.11	5.30	1.10	5.83	8.05	10.54	200000.000	87575.55	50128.80	fetch limited	2.41	8.00
18	W	8.80	182.79	1.14	7.72	1.10	8.49	10.40	14.44	200000.000	119996.97	45132.72	fetch limited	3.30	8.88

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Perkiraan Gelombang Dengan Periode Ulang

Ada dua metode yang bisa digunakan dalam menentukan suatu tinggi tinggi gelombang yang representatif dengan kala ulang tertentu. Metode yang dimaksud adalah distribusi Fisher-Tippet Tipe I dan distribusi Weibull. Dalam studi ini digunakan metode Weibull.

Langkah-langkah dalam perhitungan perkiraan tinggi gelombang adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan probabilitas bahwa $H(m)$ tidak dilampaui

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,44}{m^2 + 0,12}$$

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{1-0,44}{123+0,12} = 0,995 \text{ (tabel 10, kolom 3)}$$

- 2) Menentukan distribusi *Fisher-Tippett type I*.

$$y_m = -\ln \{-\ln P(H_s \leq H_{sm})\}$$

$$y_m = -\ln \{-\ln 0,995\} = 5,366 \text{ (tabel 10, kolom 4)}$$

- 3) Menentukan nilai-nilai untuk analisis regresi linier.

$$H_{sm} \times y_m = 3,86 \times 5,366 = 20,729 \text{ (tabel 10, kolom 5)}$$

$$y_m^2 = 5,366^2 = 28,794 \text{ (tabel 10, kolom 6)}$$

$$(H_{sm} - H_r)^2 = (3,86 - 1,096)^2 = 7,654 \text{ (tabel 10, kolom 7)}$$

- 4) $\hat{H}_{sm} = \hat{A} y_m + \hat{B} = (0,970 \times 5,366) + 0,540 = 5,75 \text{ (tabel 10, kolom 8)}$

- 5) $H_{sm} - \hat{H}_{sm} = 3,86 - 5,75 = -1,88 \text{ (tabel 10, kolom 9)}$

Tabel 10. Hitungan Gelombang dengan Periode Ulang.

No. urut m	H_{sm} (m)	P	y_m	$H_{sm} \cdot y_m$	y_m^2	$(H_{sm} - H_r)^2$	H_{sm}	$H_{sm} - H_{sm}$
1	3,86	0,995	5,366	20,729	28,794	7,654	5,75	-1,88
2	3,86	0,987	4,337	16,755	18,812	7,654	4,75	-0,89
3	3,53	0,979	3,838	13,562	14,728	5,941	4,26	-0,73
4	3,51	0,970	3,504	12,300	12,276	5,829	3,94	-0,43
5	3,40	0,962	3,252	11,047	10,575	5,293	3,70	-0,30
6	3,30	0,954	3,049	10,062	9,298	4,855	3,50	-0,20
7	3,30	0,945	2,880	9,502	8,292	4,855	3,33	-0,03
8	3,30	0,937	2,733	9,019	7,471	4,855	3,19	0,11
9	3,28	0,929	2,605	8,538	6,784	4,760	3,07	0,21
10	3,28	0,920	2,490	8,161	6,199	4,760	2,96	0,32
11	3,28	0,912	2,386	7,821	5,692	4,760	2,86	0,42
12	3,28	0,904	2,291	7,509	5,248	4,760	2,76	0,51
13	3,09	0,895	2,203	6,813	4,854	3,983	2,68	0,41
14	3,09	0,887	2,122	6,562	4,503	3,983	2,60	0,49
15	3,07	0,879	2,046	6,286	4,187	3,902	2,53	0,55
16	3,07	0,870	1,975	6,067	3,902	3,902	2,46	0,61
17	2,95	0,862	1,908	5,634	3,641	3,446	2,39	0,56
18	2,95	0,854	1,845	5,447	3,404	3,446	2,33	0,62
19	2,95	0,845	1,785	5,270	3,185	3,446	2,27	0,68
20	2,95	0,837	1,727	5,100	2,984	3,446	2,22	0,74
21	2,95	0,829	1,673	4,939	2,798	3,446	2,16	0,79
22	2,95	0,821	1,620	4,784	2,626	3,446	2,11	0,84
23	2,95	0,812	1,570	4,636	2,465	3,446	2,06	0,89
24	2,90	0,804	1,522	4,421	2,316	3,271	2,02	0,89
25	2,83	0,796	1,475	4,182	2,176	3,023	1,97	0,86
26	2,83	0,787	1,430	4,055	2,046	3,023	1,93	0,91
27	2,82	0,779	1,387	3,905	1,923	2,958	1,89	0,93
28	2,69	0,771	1,345	3,620	1,808	2,546	1,85	0,85
29	2,55	0,762	1,304	3,321	1,700	2,105	1,81	0,74
30	2,55	0,754	1,264	3,220	1,598	2,105	1,77	0,78
31	2,55	0,746	1,226	3,122	1,502	2,105	1,73	0,82

32	2,41	0,737	1,188	2,861	1,411	1,721	1,69	0,72
33	2,39	0,729	1,151	2,755	1,326	1,680	1,66	0,73
34	2,39	0,721	1,116	2,669	1,245	1,680	1,62	0,77
35	2,39	0,712	1,081	2,586	1,168	1,680	1,59	0,80
36	2,35	0,704	1,047	2,464	1,096	1,581	1,56	0,80
37	2,25	0,696	1,014	2,283	1,027	1,336	1,52	0,73
38	2,25	0,687	0,981	2,209	0,962	1,336	1,49	0,76
39	2,25	0,679	0,949	2,137	0,900	1,336	1,46	0,79
40	2,24	0,671	0,918	2,053	0,842	1,302	1,43	0,81
41	2,20	0,662	0,887	1,952	0,786	1,221	1,40	0,80
42	2,09	0,654	0,857	1,788	0,734	0,982	1,37	0,72
43	2,09	0,646	0,827	1,726	0,684	0,982	1,34	0,74
44	1,97	0,637	0,798	1,569	0,636	0,758	1,31	0,65
45	1,97	0,629	0,769	1,512	0,591	0,758	1,29	0,68
46	1,80	0,621	0,740	1,333	0,548	0,496	1,26	0,54
47	1,62	0,612	0,713	1,158	0,508	0,279	1,23	0,39
48	1,00	0,604	0,685	0,683	0,469	0,010	1,21	-0,21
49	0,00	0,596	0,658	0,000	0,433	1,202	1,18	-1,18
50	0,00	0,587	0,631	0,000	0,398	1,202	1,15	-1,15
51	0,00	0,579	0,605	0,000	0,366	1,202	1,13	-1,13
52	0,00	0,571	0,578	0,000	0,335	1,202	1,10	-1,10
53	0,00	0,562	0,553	0,000	0,305	1,202	1,08	-1,08
54	0,00	0,554	0,527	0,000	0,278	1,202	1,05	-1,05
55	0,00	0,546	0,502	0,000	0,252	1,202	1,03	-1,03
56	0,00	0,537	0,477	0,000	0,227	1,202	1,00	-1,00
57	0,00	0,529	0,452	0,000	0,204	1,202	0,98	-0,98
58	0,00	0,521	0,427	0,000	0,182	1,202	0,95	-0,95
59	0,00	0,512	0,403	0,000	0,162	1,202	0,93	-0,93
60	0,00	0,504	0,379	0,000	0,143	1,202	0,91	-0,91
61	0,00	0,496	0,355	0,000	0,126	1,202	0,88	-0,88
62	0,00	0,488	0,331	0,000	0,109	1,202	0,86	-0,86
63	0,00	0,479	0,307	0,000	0,094	1,202	0,84	-0,84
64	0,00	0,471	0,283	0,000	0,080	1,202	0,82	-0,82
65	0,00	0,463	0,260	0,000	0,068	1,202	0,79	-0,79
66	0,00	0,454	0,237	0,000	0,056	1,202	0,77	-0,77
67	0,00	0,446	0,214	0,000	0,046	1,202	0,75	-0,75

68	0,00	0,438	0,191	0,000	0,036	1,202	0,73	-0,73
69	0,00	0,429	0,168	0,000	0,028	1,202	0,70	-0,70
70	0,00	0,421	0,145	0,000	0,021	1,202	0,68	-0,68
71	0,00	0,413	0,122	0,000	0,015	1,202	0,66	-0,66
72	0,00	0,404	0,099	0,000	0,010	1,202	0,64	-0,64
73	0,00	0,396	0,076	0,000	0,006	1,202	0,61	-0,61
74	0,00	0,388	0,054	0,000	0,003	1,202	0,59	-0,59
75	0,00	0,379	0,031	0,000	0,001	1,202	0,57	-0,57
76	0,00	0,371	0,008	0,000	0,000	1,202	0,55	-0,55
77	0,00	0,363	-0,014	0,000	0,000	1,202	0,53	-0,53
78	0,00	0,354	-0,037	0,000	0,001	1,202	0,50	-0,50
79	0,00	0,346	-0,060	0,000	0,004	1,202	0,48	-0,48
80	0,00	0,338	-0,082	0,000	0,007	1,202	0,46	-0,46
81	0,00	0,329	-0,105	0,000	0,011	1,202	0,44	-0,44
82	0,00	0,321	-0,128	0,000	0,016	1,202	0,42	-0,42
83	0,00	0,313	-0,151	0,000	0,023	1,202	0,39	-0,39
84	0,00	0,304	-0,174	0,000	0,030	1,202	0,37	-0,37
85	0,00	0,296	-0,197	0,000	0,039	1,202	0,35	-0,35
86	0,00	0,288	-0,220	0,000	0,048	1,202	0,33	-0,33
87	0,00	0,279	-0,243	0,000	0,059	1,202	0,30	-0,30
88	0,00	0,271	-0,267	0,000	0,071	1,202	0,28	-0,28
89	0,00	0,263	-0,290	0,000	0,084	1,202	0,26	-0,26
90	0,00	0,254	-0,314	0,000	0,099	1,202	0,24	-0,24
91	0,00	0,246	-0,338	0,000	0,114	1,202	0,21	-0,21
92	0,00	0,238	-0,362	0,000	0,131	1,202	0,19	-0,19
93	0,00	0,229	-0,387	0,000	0,150	1,202	0,17	-0,17
94	0,00	0,221	-0,412	0,000	0,169	1,202	0,14	-0,14
95	0,00	0,213	-0,437	0,000	0,191	1,202	0,12	-0,12
96	0,00	0,204	-0,462	0,000	0,214	1,202	0,09	-0,09
97	0,00	0,196	-0,488	0,000	0,238	1,202	0,07	-0,07
98	0,00	0,188	-0,514	0,000	0,264	1,202	0,04	-0,04
99	0,00	0,179	-0,541	0,000	0,293	1,202	0,02	-0,02
100	0,00	0,171	-0,568	0,000	0,323	1,202	-0,01	0,01
101	0,00	0,163	-0,596	0,000	0,355	1,202	-0,04	0,04
102	0,00	0,155	-0,625	0,000	0,390	1,202	-0,07	0,07
103	0,00	0,146	-0,654	0,000	0,427	1,202	-0,09	0,09

104	0,00	0,138	-0,684	0,000	0,468	1,202	-0,12	0,12
105	0,00	0,130	-0,715	0,000	0,511	1,202	-0,15	0,15
106	0,00	0,121	-0,747	0,000	0,558	1,202	-0,18	0,18
107	0,00	0,113	-0,780	0,000	0,608	1,202	-0,22	0,22
108	0,00	0,105	-0,814	0,000	0,663	1,202	-0,25	0,25
109	0,00	0,096	-0,851	0,000	0,723	1,202	-0,28	0,28
110	0,00	0,088	-0,888	0,000	0,789	1,202	-0,32	0,32
111	0,00	0,080	-0,929	0,000	0,862	1,202	-0,36	0,36
112	0,00	0,071	-0,971	0,000	0,943	1,202	-0,40	0,40
113	0,00	0,063	-1,017	0,000	1,035	1,202	-0,45	0,45
114	0,00	0,055	-1,067	0,000	1,139	1,202	-0,50	0,50
115	0,00	0,046	-1,123	0,000	1,260	1,202	-0,55	0,55
116	0,00	0,038	-1,185	0,000	1,405	1,202	-0,61	0,61
117	0,00	0,030	-1,258	0,000	1,583	1,202	-0,68	0,68
118	0,00	0,021	-1,348	0,000	1,816	1,202	-0,77	0,77
119	0,00	0,013	-1,469	0,000	2,157	1,202	-0,88	0,88
120	0,00	0,005	-1,681	0,000	2,824	1,202	-1,09	1,09
Jumlah	131,564	60,000	68,756	260,126	229,802	232,681		
Rata-rata	1,096	0,500	0,573	2,168	1,915	1,939		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan menggunakan data H_{sm} dan y_{sm} , selanjutnya dihitung parameter A dan B dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{n \sum H_{sm} y_m - \sum H_{sm} \sum y_m}{n \sum y_m^2 - (\sum y_m)^2} \\
 &= \frac{120 \times 260,126 - 131,56 \times 68,756}{120 \times 229,802 - 4727,4} \\
 &= 0,970
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= 1,096 - 0,97 \times 0,57 \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

Jadi persamaan regresi yang di peroleh adalah

$$H_{sm} = 0,097 y_m + 0,540$$

Dari data tabel diatas di dapatkan beberapa parameter seperti :

N (jumlah tinggi gelombang)	=	120
NT (jumlah kejadian gelombang selama selama pencatatan)	=	120
V (jumlah rata-rata tinggi gelombang dan kejadian gelombang)	=	1
K (panjang data)	=	10
L (rerata jumlah kejadian per tahun)	=	12
Hsm (Tinggi gelombang urutan ke m)	=	1.096
Ym	=	0.573

Dari tabel "koefisien untuk menghitung deviasi standar" (buku teknik pantai, Banbang Tri Mardjo, hal 143), di dapatkan nilai- nilai sebagai berikut

$$\alpha_1 = 0,64, \alpha_9 = 0,9, k = 0,93, c = 0$$

sehingga :

$$\bar{v} = 0,652$$

deviasi standar data tinggi gelombang signifikan :

$$\sigma = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (H_{sm} - \bar{H}_{sm})^2 \right]^{1/2}$$

$$= 1,398$$

Setelah itu kita menghitung standar deviasi yang dinormalkan dari tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang (σ_{nr})

$$\sigma_{nr} = \frac{1}{\sqrt{N}} \left[1 + \alpha (y_r - c + \epsilon \ln v)^2 \right]^{1/2} = 0,364$$

Besaran dari deviasi standard dari tinggi gelombang signifikan (σ_r) dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sigma_r = \sigma_{nr} \sigma_{Hs} = 0,509$$

Tabel 11. Tinggi Gelombang laut dalam dengan Periode Ulang Tertentu

Periode ulang (tahun)	y_r (tahun)	H_{sr} (m)	σ_{nr}	P_e	H_{sig} 1,28 (m)	$H_s + 1,28$ (m)
2	3,157	3,603	0,250	0,349	3,156	4,051
5	4,086	4,505	0,315	0,440	3,942	5,068
10	4,783	5,182	0,364	0,509	4,530	5,833
25	5,702	6,073	0,430	0,601	5,303	6,843
50	6,396	6,746	0,480	0,671	5,887	7,606

Sumeber : Hasil Perhitungan

Untuk Gelombang perencanaan di ambil priode t = 5 tahun

B. Pengolahan Data Bathimetri

Konsep pengukuran kedalaman pada *Echosounder*, untuk pengukuran kedalaman, sensor yang digunakan adalah *Transducer*. *Tranducer* ini dapat ditaruh di samping kapal dan berada dibawah permukaan air. Sensor ini cukup sensitif, karena ada *buble* sedikit saja, sinyal yang dipancarkan sudah terganggu. Sehingga kita perlu mengatur kecepatan kapal sedemikian rupa agar *Tranducer* masih dapat membaca nilai kedalaman (Biasanya kecepatan kapal 3 – 6 Knot saja)

Tranducer memancarkan sinyal2 akustik ke bawah permukaan laut. Sebenarnya prinsipnya hampir sama seperti pengukuran jarak menggunakan total station, dengan rumus : Jarak = (Kecepatan gelombang x Waktu) / 2

Panjang pengukuran topografi pantai Barombong dari Sekolah Pelayaran Barombong sampai kearah Utara adalah 1000 m dan untuk panjang ke laut di mulai dar bibir pantai elevasi (+2,5) sampai kedalam laut dengan elvasi (-8) adalah 670 m dan di dapatkan kemiringan 1%, sesuai Klasifikasi lereng dari 0%

sampai 2% adalah Rata Hampar/datar, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 19 dan 20



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data angin tahun 2004 – 2013 untuk peramalan gelombang. Perencanaan dalam 10 tahun mulai dari tahun 2004 - 2013, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Gelombang tertinggi di pantai Barombong terjadi pada tahun 2008, dengan tinggi gelombang (H) : 3,86 m, waktu (T) : 9,34 detik, serta (U_{10}) kecepatan angin : 11,25 m/dtk dari Barat Laut, gelombang yang terendah terjadi pada tahun 2005, dengan tinggi gelombang (H) : 1,00 m, waktu (T) : 5,26 detik, serta (U_{10}) kecepatan angin : 3,18 m/detik dari Barat Laut.
- 2) Pada tahun 2004 – 2013, terjadi pengikisan bibir pantai sepanjang 200 m dari dermaga yang diakibatkan oleh pengaruh gelombang yang terjadi di Pantai Barombong.

B. Saran

- 1) Untuk penelitian selanjutnya di harapakan dapat meninjau abrasi pantai akibat gelombang yang terjadi di Pantai Barombong
- 2) Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk pengambilan data angin minimal 10 – 15 tahun , untuk lebih efektifnya perhitungam gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 1992, metode Numerik, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset ,Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1992, Pelabuhan, Beta Offset, Yogyakarta.
- Direktorat Sungai, Ditjen Pengairan, 1990, Program Pembinaan Daerah Pantai.
- Fakultas Teknik UGM, 1988, Studi Pengamana Pantai Penahan Gelombang Cilincing dan Sekitarnya, Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- Fakultas Teknik UGM, 1991, Penelitian Dalam Rangka Perencanaan Pengamanan Pantai Kalibaru/Cilincing di DKI Jakarta, Proyek Pengamanan Daerah Jawa Barat dan DKI Jakarta.
- PAU-IT UGM, 1994, Pembuatan Model Konstruksi Pemecah Gelombang Krib dan Sofware, Puslitbang Pengairan Departeman PU.
- Syamsudin, Kardana, 1990, Penggunaan Pipa Beton Bulat Sebagai Unit Konstruksi Pengamana Pantai, Jurnal Teknik Hidraulik No. 5 Tahun V.
- Soetjipto, 1991, Biota Pantai, Khursus Singkat Pengilahan dan Perencanaan Bangunan Pantai, PAU-IT UGM, Yogyakarta.
- Sunarto, 1991, Geomorfologi Pantai, Khursus Singkat Pengilahan dan Perencanaan Bangunan Pantai, PAU-IT UGM, Yogyakarta.
- Nizam, 1987, Refleksi dan Transmisi Gelombang pada Pemecah Gelombang Bawah Air,in Nur Yuwono, 1994, Studi Model Fisis Stabilitas dan Unjuk Kerja Reef Buatan pada Perlindungan Pantai, PAU IT UGM, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1992, Dasar – Dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Lab. Hidraulik dan Hidrologi, PAU IT UGM, Yogyakarta.
- Department of Army 1984, Shore Protection Manual, U.S :Army Corps of Engineers CERC
- Suryana I., 1980, Peramalan Tinggi Gelombang Laut, ITB, Bandung
- Nining S.N, 2000, Gelombang Laut, ITB, Bandung

LAMPIRAN



Echosounder GPSmap 585: Alat yang menampilkan angka kedalaman



B. Tranducer : Alat yang memancarkan sinyal akustik ke dasar laut untuk data kedalam



GPS Antena : Untuk mendapatkan data posisi koordinat



Kabel dan AKI