

**MODEL DISTRIBUSI KECEPATAN ANGIN
DAN PEMANFAATANNYA DALAM PERAMALAN GELOMBANG
DI WILAYAH TIMUR INDONESIA
(PULAU SULAWESI, NUSA TENGGARA, MALUKU DAN PAPUA)**

**Hendry Edy
Staf Pengajar Teknik Sipil
Universitas Gunung Kidul Yogyakarta
(Email : hendry_edy@yahoo.com)**

ABSTRAK

Suatu perencanaan bangunan pantai memerlukan data gelombang. Biasanya data gelombang sulit didapat dan tidak tersedia di lokasi pekerjaan, sehingga untuk mendapatkan tinggi gelombang diramalkan berdasarkan data angin. Data angin yang tersedia biasanya tidak lengkap, sehingga perlu di buat suatu model distribusi kecepatan angin untuk digunakan dalam peramalan tinggi gelombang.

Pembuatan model distribusi kecepatan angin, memerlukan data angin yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Pusat di Jakarta. Data angin yang diambil adalah kecepatan dan arah angin setiap tiga jam di 5 lokasi di wilayah Timur Indonesia (Manado, Kupang, Ternate, Amahai dan Jayapura). Data ini kemudian dianalisis untuk dibuat model distribusi kecepatan angin di wilayah Timur Indonesia.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa peramalan tinggi gelombang menggunakan model distribusi kecepatan angin setara dengan menggunakan kecepatan angin maksimum untuk durasi 4-5 jam.

Kata kunci : model distribusi, kecepatan angin, peramalan gelombang.

PENDAHULUAN

Data gelombang di Indonesia sulit didapat karena sangat minim, hal ini disebabkan karena lama proses pengukuran gelombang di lapangan dan biaya pengukuran mahal. Oleh karena itu banyak bangunan pantai direncanakan berdasarkan data angin. Data angin dapat diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) ataupun stasiun meteorologi yang ada di sekitar lokasi pekerjaan. Namun data angin yang ada biasanya hanya meliputi kecepatan angin maksimum atau rerata dan arahnya. Oleh karena itu banyak bangunan pantai direncanakan berdasarkan tinggi gelombang yang diramalkan berdasarkan data angin. Data angin dapat diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) ataupun stasiun meteorologi yang ada di sekitar lokasi pekerjaan. Namun demikian biasanya data angin yang ada biasanya hanya meliputi kecepatan dan arahnya. Data itu pun kadang tidaklah lengkap.

Berangkat dari permasalahan tersebut maka disampaikan suatu gagasan untuk membuat model distribusi kecepatan angin yang dapat dipakai untuk peramalan tinggi gelombang di wilayah Indonesia, khususnya di wilayah timur Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat suatu model distribusi kecepatan angin di wilayah timur Indonesia, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dan atau pedoman dalam peramalan gelombang sehingga lebih realistis dan akurat.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian model distribusi kecepatan angin pada peramalan gelombang yang akan dilakukan oleh Yuwono (1994), menunjukkan dengan adanya model distribusi kecepatan angin perencanaan akan lebih mudah untuk melakukan analisis tinggi gelombang, karena pola distribusi kecepatan angin setiap jam sudah dibakukan. Hasil dari analisis tinggi gelombang secara kualitatif

lebih baik dibandingkan peramalan gelombang berdasarkan pada kecepatan angin maksimum atau kecepatan angin rerata selama satu hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Budi, B. S. (2000) untuk mencari durasi angin rencana di Laut Jawa yang dihasilkan oleh metode pendugaan gelombang SMB. Dalam penelitian ini juga dilakukan perbandingan angin laut Jawa dengan durasi angin dari pengukuran pantai Utara Jawa. Penelitian ini juga dimaksud untuk pendugaan gelombang sea di Jawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi angin jawa dapat dihitung berdasarkan kecepatan angin maksimum yang bertiup di laut Jawa. Besarnya angin yang terjadi berkebalikan dengan besarnya kecepatan angin permukaan yang bertiup. Dari penelitian di dapatkan bahwa persamaan empiris dan grafik-grafik dari metode SMB dapat diterapkan untuk pendugaan gelombang sea di laut jawa.

Penelitian yang dilakukan oleh Hermawan, S. (2002) untuk mendapatkan model distribusi kecepatan angin di pulau Sumatera yang dapat dipakai untuk peramalan gelombang di wilayah tersebut menunjukkan bahwa bila peramalan gelombang memakai kecepatan maksimum menghasilkan tinggi gelombang yang setara dengan menggunakan model distribusi kecepatan angin adalah pada durasi 4-5 jam.

Sedangkan Thambas (2003) melakukan penelitian untuk mendapatkan model distribusi kecepatan angin di wilayah timur Indonesia. Ada tiga macam model distribusi kecepatan angin yang diusulkan untuk digunakan dalam peramalan gelombang di wilayah tengah Indonesia, yaitu model

distribusi kecepatan angin maksimum, minimum dan rata-rata.

Perhitungan tinggi gelombang menggunakan kecepatan angin maksimum menghasilkan tinggi gelombang yang setara dengan model distribusi kecepatan asli dan model distribusi kecepatan angin rancangan, yaitu pada durasi 4-5 jam.

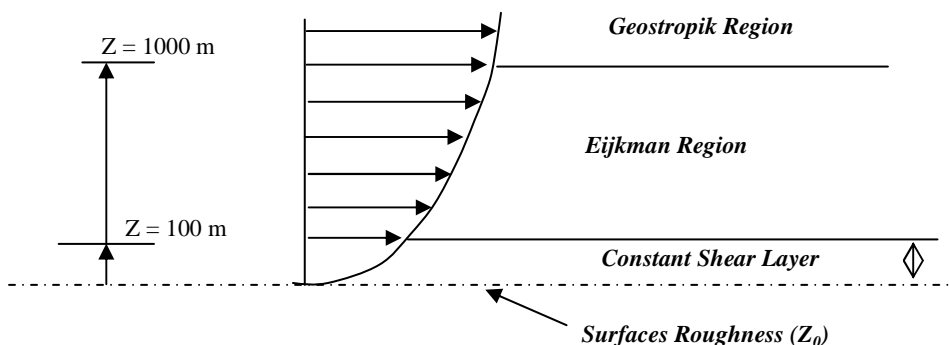
LANDASAN TEORI

Angin Permukaan

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang, akan memindahkan energinya ke air sehingga menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, yaitu dengan timbulnya riak gelombang kecil di atas permukaan. Energi yang diperoleh bergantung pada lamanya angin bertiup, kecepatan angin dan jarak tempuh di atas air yang dilintasi angin selama berhembus. Semakin lama dan semakin kencang angin berhembus semakin besar gelombang yang terbentuk. Daerah dimana gelombang dibentuk disebut daerah pembangkit/pembentukan gelombang (*wave generating area*).

Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah besaran vektor tiga dimensi. Biasanya untuk menggambarkan kecepatan angin ini, yang berdimensi dua, digunakan sistem koordinator polar. Oleh karena itu angin dinyatakan dengan besar dan arahnya, atau laju dan arahnya. Kecepatan angin dinyatakan dalam knot, dimana konversi dari knot ke meter per detik persamaannya adalah $1 \text{ knot} = 0,5144 \text{ m/detik}$.



Gambar 1 : Distribusi kecepatan angin pada arah vertikal (CERC, 1984)

Pada *constant shear layer* (Gambar 1) distribusi kecepatan angin pada arah vertikal dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$U_z = \frac{U^*}{k} \left[\ln\left(\frac{z}{z_0}\right) - \psi\left(\frac{z}{L}\right) \right] \dots\dots (1)$$

dengan :

- U^* : kecepatan gesek,
- k : koefisien Von Karman (= 0,4),
- z : elevasi terhadap permukaan air,
- z_0 : tinggi kekasaran permukaan,
- L : panjang campur yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara,
- ψ : menunjukkan efek stabilitas kolom udara pada kecepatan angin tertentu.

Untuk keperluan peramalan tersebut diperlukan informasi kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila data kecepatan angin tidak pada ketinggian 10 m maka perlu dilakukan koreksi, sebelum dipergunakan untuk peramalan tinggi gelombang dengan menggunakan rumus :

$$U_{10} = U_z \left[\frac{10}{z} \right]^{\frac{1}{7}} \text{ untuk } z < 20 \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- U_{10} = kecepatan angin pada ketinggian 10 m
- U_z = kecepatan angin pada ketinggian z m.
- Z = elevasi terhadap permukaan air

Arah Angin

Tabel 1 : Pengelompokan Arah Angin

Arah Angin	Simbol	Kelas (derajat ⁰)
Utara	U	337,6 – 22,5
Timur Laut	TL	22,6 – 67,5
Timur	T	67,6 – 112,5
Tenggara	TG	112,6 – 157,5
Selatan	S	157,6 – 202,5
Barat Daya	BD	202,6 – 247,5
Barat	B	247,6 – 292,5
Barat Laut	BL	292,6 – 337,5

Jenis Peramalan Gelombang

Ada 2 jenis pendugaan gelombang (*wave prediction*) berdasarkan data meteorologi yaitu : metode prakiraan (*forecasting*) dan metode pasca kiraan (*hind casting*).

Metode *forecasting* adalah : pendugaan gelombang berdasarkan pada kondisi meteorologi pada masa yang akan datang, sedangkan metode *hindcasting* adalah pendugaan gelombang berdasarkan pada kondisi meteorologi di masa lalu.

Metode *forecasting* dan metode *hindcasting* memakai prosedur yang sama pokoknya, hanya terletak pada data meteorologi.

Beberapa ahli memberikan metode untuk pendugaan gelombang di antaranya :

1. Metode Sverdrup, Munk dan Bretschneider (SMB).
2. Metode Pierson, Neuman dan James (PNJ)
3. Metode Pierson dan Moskowitz (PM)
4. Metode Darbyshire.

Peramalan Tinggi Gelombang

Dalam peramalan tinggi gelombang berdasarkan data angin, perlu diketahui beberapa parameter berikut :

- a. kecepatan angin (U) dan arah angin,
- b. panjang *fetch* (F),
- c. lama hembus (t_d).

Untuk keperluan peramalan tinggi gelombang, telah disediakan grafik untuk merubah data angin menjadi tinggi gelombang oleh beberapa peneliti. *Coastal Engineering Research Centre* (1997, 1998) telah menyediakan grafik pada buku *Shore Protection Manual* yang langsung dapat digunakan untuk keperluan peramalan gelombang pada laut dalam. Di samping itu Darbyshire dan Draper (1963) juga telah menyediakan grafik yang serupa untuk peramalan tinggi gelombang di daerah pantai.

Untuk menjadikan data gelombang dari data angin, maka perlu dilakukan peramalan gelombang untuk mengalihragamkan (transformasi) data angin tersebut.

Pada keadaan *fetch limited*, parameter-parameter yang dibutuhkan adalah panjang fetch F dan faktor tegangan angin U_A . Tinggi

dan periode gelombang signifikan ditentukan dengan persamaan yang diberikan oleh metode SMB berikut (CERC, 1984),

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 1.6 \times 10^{-3} \left[\frac{gF}{U_A^2} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots (3)$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2.857 \times 10^{-1} \left[\frac{gF}{U_A^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots (4)$$

$$\frac{gt_d}{U_A} = 6.88 \times 10 \left[\frac{gF}{U_A^2} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots (5)$$

dengan :

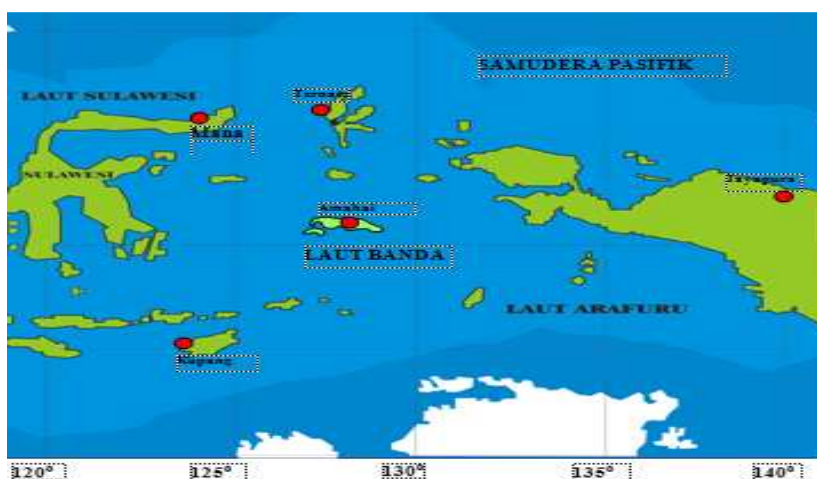
- H_{mo} = tinggi gelombang signifikan (m)
- T_m = periode puncak dari spektrum gelombang (detik)
- F = panjang *fetch* (km)
- t_d = durasi (jam)
- U_A = faktor tegangan angin (m/det)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. mempelajari materi-materi yang berhubungan dengan penelitian seperti : iklim, angin, metode-metode peramalan gelombang yang ada dan penelitian-penelitian yang berkaitan dengan Model Distribusi Angin,

2. memilih lokasi penelitian, dimana lokasi yang diambil adalah daerah yang mempunyai data kecepatan angin dan arah angin yang lengkap serta bisa mewakili distribusi kecepatan angin di wilayah Timur Indonesia,
3. pengambilan data yang representatif berupa data sekunder kecepatan dan arah angin di wilayah Timur Indonesia yang berasal dari Badan Meteorologi dan Geofisika Pusat Jakarta di 5 lokasi berbeda , yaitu : Manado, Kupang, Ternate, Amahai dan Jayapura selama 3 tahun pengamatan, lokasi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.1.,
4. menganalisis distribusi arah angin dilakukan dengan cara meninjau arah dan kecepatan angin yang terjadi pada titik-titik observasi dari berbagai arah dengan bantuan *software SPSS 11*,
5. membuat distribusi kecepatan angin dan Mawar Angin (*Wind Rose*) untuk masing-masing lokasi serta menentukan durasi angin yang digunakan,
6. membuat model distribusi angin rencana untuk masing masing daerah,
7. membuat aplikasi model distribusi kecepatan angin untuk peramalan gelombang di pulau Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua (wilayah Timur Indonesia).



Gambar 2 : Peta lokasi pengambilan data di wilayah Timur Indonesia

Deskripsi Data

Data arah dan kecepatan angin berasal dari 5 lokasi (stasiun) pengamatan, yaitu :

Manado	01 ⁰ 32'LU	124 ⁰ 55' BT	(Elevasi 80 m di atas permukaan laut)
Kupang	10 ⁰ 10'LS	123 ⁰ 40'BT	(Elevasi 108 m di atas permukaan laut)
Ternate	00 ⁰ 47'LU	127 ⁰ 23'BT	(Elevasi 23 m di atas permukaan laut)
Amahai	03 ⁰ 21'LS	128 ⁰ 53'BT	(Elevasi 10 m di atas permukaan laut)
Jayapura	02 ⁰ 34'LS	140 ⁰ 29'BT	(Elevasi 92 m di atas permukaan laut)

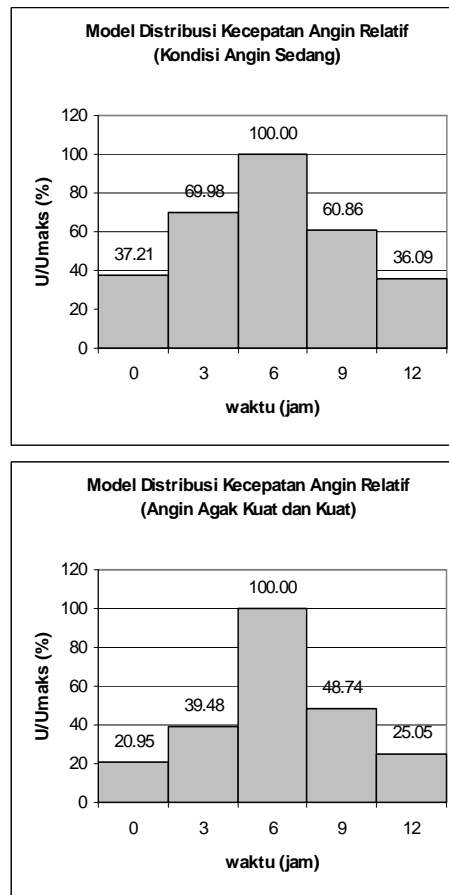
Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 arah angin dinyatakan dalam bentuk derajat dihitung menurut azimuth dengan acuan Utara, yaitu : Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat dan Barat Laut. Kecepatan disajikan dalam satuan knot.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Model Distribusi Kecepatan Angin

Untuk mendapatkan model distribusi kecepatan angin relatif di Pulau sebagian Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini.

- a. Menyaring data angin maksimum harian setiap lokasi titik observasi setiap tahunnya yang diambil dari data harian kecepatan angin per 3 jam di 5 lokasi yang sudah ditentukan untuk diambil data yang mewakili sebagai data distribusi kecepatan angin.
- b. Setelah data distribusi kecepatan angin di masing-masing lokasi tersaring dan dijadikan model distribusi kecepatan angin relatif sesuai dengan skala Beaufort, yaitu untuk angin sedang dengan kecepatan 11-16 knots dan angin agak kuat dan kuat dengan kecepatan 17-27 knots maka dibuat persen relatif rata-rata tiap tahun dari model distribusi kecepatan angin relatif tersebut. Untuk keperluan perencanaan maka distribusi kecepatan angin relatif tersebut dijadikan persen relatif total dari rata-rata pada 3 tahun pengamatan dan dijadikan Model Distribusi Kecepatan Angin Relatif untuk kondisi angin sedang dan penggabungan antara kondisi angin agak kuat dan angin kuat, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 : Model Distribusi Kecepatan Angin 11 – 16 Knot dan 17 – 27 Knot lokasi Manado

Untuk lokasi lainnya, yaitu Kupang, Ternate, Amahai dan Jayapura dilakukan langkah-langkah seperti di atas sehingga mendapatkan model distribusi kecepatan angin relatif di masing-masing lokasi tersebut seperti yang disajikan dalam Gambar-gambar berikut ini.

Tabel 2 : Contoh Data Angin Permukaan di Manado

Nama Stasiun : DR. Sam Ratulangi, Manado
 No. Stasiun : 97014
 Tahun : 2000
 Bulan : Juni

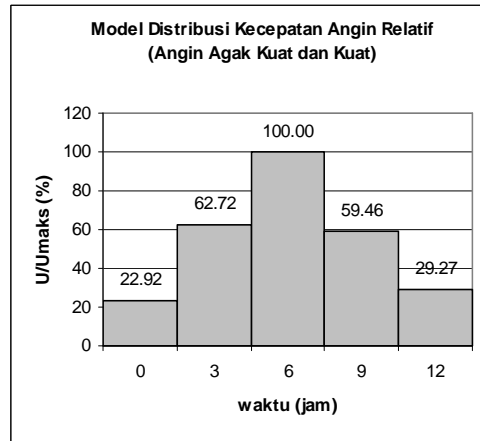
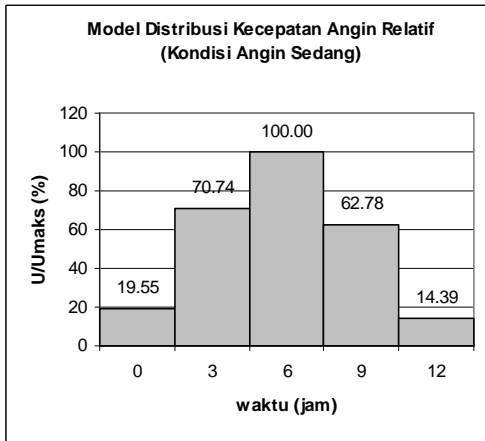
Lintang : 01⁰32'LS
 Bujur : 124⁰55'BT
 Elevasi : 80 m dpl

JAM	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	6	0	0	0	0	0	0
3	32	4	0	0	27	3	27	2	34	5	30	4	27	3	36	5	0	0	0	0
6	6	5	18	7	34	3	32	5	15	6	26	5	27	6	35	4	36	5	36	5
9	34	4	24	3	12	2	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	9	5	35	4
12	12	3	15	5	0	0	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

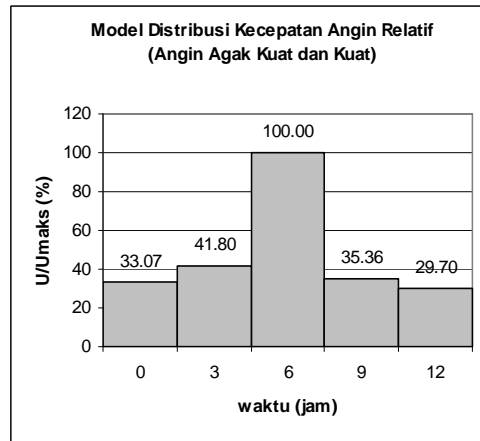
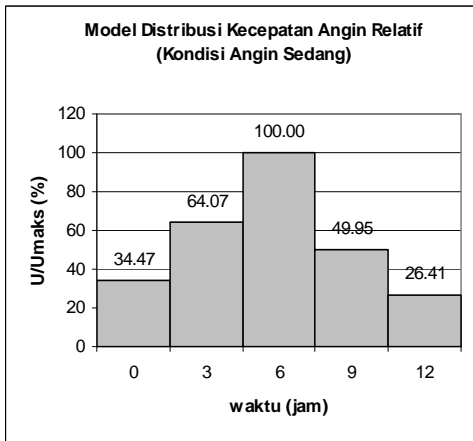
JAM	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
	Dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff
0	0	0	9	3	12	4	18	10	18	12	6	4	18	7	0	0	18	7	15	5
3	35	2	10	5	15	5	18	15	18	14	18	15	18	13	17	7	0	0	17	8
6	32	6	18	6	18	8	18	16	15	12	18	15	18	8	34	8	0	0	32	6
9	30	5	11	3	18	10	0	0	18	10	18	15	18	7	36	4	9	4	24	3
12	12	5	18	0	18	12	18	12	18	12	20	4	0	0	17	6	18	12	0	0
15	0	0	0	0	16	5	17	6	18	5	0	0	0	0	0	0	12	5	0	0
18	0	0	12	4	17	6	18	7	0	0	9	9	0	0	0	0	12	3	0	0
21	0	0	15	5	18	6	18	10	0	0	9	9	0	0	9	4	9	3	0	0

JAM	21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
	Dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff
0	15	5	9	6	17	4	0	0	12	3	0	0	7	1	0	0	9	2	0	0
3	17	8	9	3	15	7	15	10	7	5	20	10	17	3	0	0	15	6	17	8
6	32	6	11	5	18	7	17	7	9	2	32	6	22	4	18	2	17	7	15	2
9	30	5	11	5	17	10	17	6	0	0	24	3	0	0	0	0	18	6	18	5
12	12	5	0	0	18	7	18	5	0	0	0	0	0	0	15	3	18	4	18	4
15	0	0	0	0	17	3	0	0	22	4	0	0	36	3	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	18	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	0	0

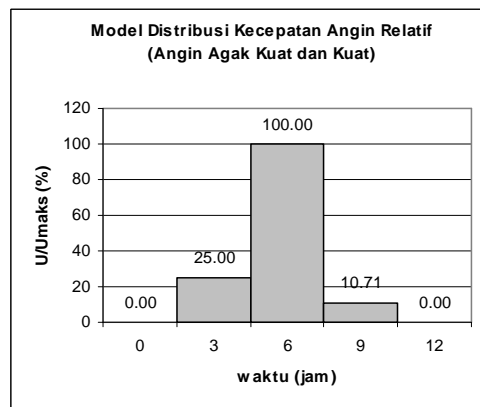
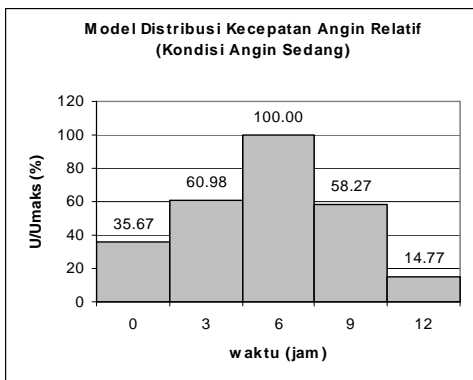
Keterangan : dd = Arah Angin (°) searah jarum jam dari arah utara
 ff = Kecepatan Angin (Knot)
 0 = *Calm*



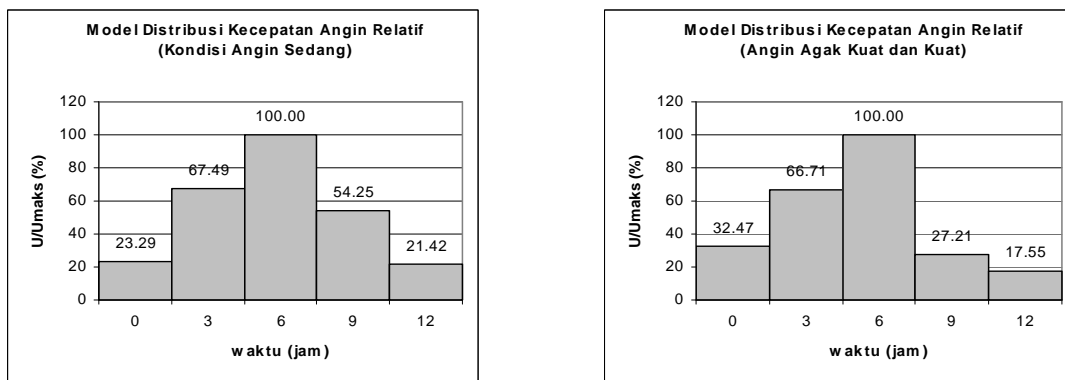
Gambar 4: Model Distribusi Kecepatan Angin 11 – 16 Knot dan 17 – 27 Knot lokasi Kupang



Gambar 5 : Model Distribusi Kecepatan Angin 11 – 16 Knot dan 17 – 27 Knot lokasi Ternate.



Gambar 6 : Model Distribusi Kecepatan Angin 11 – 16 Knot dan 17 – 27 Knot lokasi Amahai.



Gambar 7 : Model Distribusi Kecepatan Angin 11 – 16 Knot dan 17 – 27 Knot lokasi Jakarta.

Berdasarkan model distribusi kecepatan angin tersebut di atas dapat diramalkan tinggi gelombang di lokasi tersebut dan disekitarnya. Untuk dapat meramalkan tinggi gelombang, model distribusi kecepatan angin relatif tersebut dianalisis menjadi distribusi kecepatan angin berdasarkan kecepatan angin maksimum dalam satuan meter per detik. Peramalan gelombang berdasarkan durasi angin 6 jam dan 12 jam. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Kecepatan angin maksimum di Manado yang tercatat dan diambil untuk model distribusi kecepatan angin maksimum pada ketinggian

10 m adalah 22 knots, Kolom 4 menyajikan % relatif total rata-rata dari keseluruhan data, kemudian dihitung menjadi kecepatan dalam mil/jam (kolom 5) dan diubah dalam satuan meter/detik (kolom 6).

Contoh :
 $29,47\% \times 24 = 7,1$ mil/jam
 $7,2$ mil/jam = $0,5144 \times 7,1 = 3,64$ m/det.

Setelah didapat kecepatannya dilakukan pembagian sesuai dengan durasi rencana yang akan dihitung, dapat dilihat pada kolom 7, 8.

Tabel 3 : Perhitungan kecepatan angin berdasarkan model distribusi kecepatan angin di Manado (Umaks = 22 knots)

% Relatif Rata-rata Tahun			% Relatif Total	Kecepatan (mil/jam)	Kecepatan (m/det)	Durasi Rencana	
2000	2001	2002				6 jam	12 jam
1	2	3	4	5	6	7	8
0.00	50.00	12.84	20.95	4.6	2.37		2.37
27.27	67.65	23.53	39.48	8.7	4.47	4.47	4.47
100.00	100.00	100.00	100.00	22.0	11.32	11.32	11.32
36.36	80.29	29.56	48.74	10.7	5.52	5.52	5.52
9.09	52.21	13.86	25.05	5.5	2.84		2.84

Berdasarkan perhitungan pada tabel tersebut, dengan bantuan garfik dari Darbyshire dan Draper (1963) tinggi gelombang dapat diramalkan. Untuk perhitungan tinggi gelombang berdasarkan kecepatan

maksimum dengan metode SMB digunakan persamaan 3 dan persamaan 4 Untuk lokasi lainnya dilakukan perhitungan yang sama dan hasilnya dapat dilihat dalam Tabel berikut ini.

Tabel 4 : Hasil perhitungan peramalan tinggi gelombang di wilayah tengah Indonesia

Durasi (jam)	LOKASI	TINGGI GELOMBANG (m)			Kecepatan Maksimum
		Model Distribusi Kecepatan Angin	Kecepatan Angin Maksimum		
			SMB	Darbyshire	
6	Manado	1,4	1,9	1,7	22 knots
	Kupang	1,8	2,0	1,9	23 knots
	Ternate	1,2	1,8	1,5	20 knots
	Amahai	2,7	2,4	2,7	28 knots
	Jayapura	1,4	1,8	1,5	20 knots
12	Manado	1,9	3,2	2,1	22 knots
	Kupang	2,1	3,3	2,2	23 knots
	Ternate	1,5	2,9	1,9	20 knots
	Amahai	2,7	4,0	3,1	28 knots
	Jayapura	1,6	2,9	1,9	20 knots

Tabel 5 : Hasil perhitungan peramalan tinggi gelombang di wilayah tengah Indonesia untuk durasi 2-5 jam

Durasi (jam)	Manado (Umaks = 22 knots)		Kupang (Umaks = 23 knots)		Ternate (Umaks = 20 knots)	
	SMB	Darbyshire	SMB	Darbyshire	SMB	Darbyshire
2	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6
3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,0	0,9
4	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2
5	1,7	1,6	1,7	1,8	1,5	1,4

Durasi (jam)	Amahai (Umaks = 28 knots)		Jayapura (Umaks = 20 knots)	
	SMB	Darbyshire	SMB	Darbyshire
2	1,1	1,2	0,7	0,6
3	1,4	2,0	1,0	0,9
4	1,8	2,4	1,3	1,2
5	2,1	2,6	1,5	1,4

Rekapitulasi Model Distribusi Kecepatan Angin dan Peramalan Gelombang

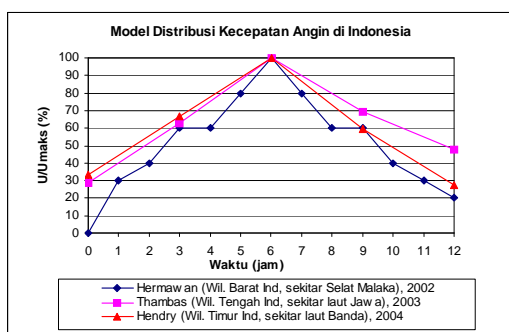
Penelitian tentang distribusi kecepatan angin di Indonesia telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Untuk wilayah barat Indonesia penelitian dilakukan oleh Hermawan (2003), wilayah tengah Indonesia penelitian dilakukan oleh Thambas (2003). Wilayah barat Indonesia lokasi penelitian dilakukan di 5 stasiun pengamatan di wilayah barat Indonesia khususnya di pulau Sumatera (Bengkulu, Tanjung Karang, Tanjung

Pandan, Pangkal Pinang, Jambi). Untuk wilayah Timur Indonesia juga dilakukan di 5 stasiun pengamatan di wilayah Timur Indonesia (Manado, Kupang, Ternate, Amahai dan Jayapura).

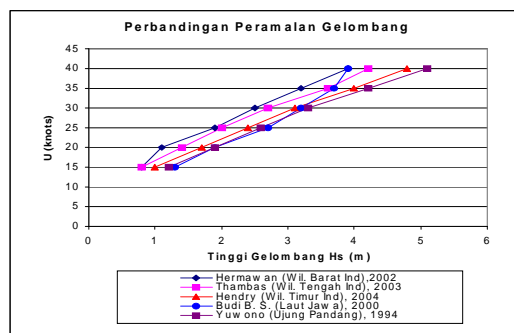
Berdasarkan dari hasil analisis yang sudah diperoleh tentang model distribusi kecepatan angin relatif, maka akan dibandingkan dengan peneliti-peneliti sebelumnya (wilayah Barat dan Timur Indonesia). Wilayah barat Indonesia yang dicakup adalah sekitar selat Malaka, wilayah tengah Indonesia yang

dicakup adalah sekitar laut Jawa, sedangkan untuk wilayah Timur Indonesia yang dicakup adalah sekitar laut Banda.

Adapun perbandingan model distribusi kecepatan angin dari peneliti-peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 8 Sebagai perbandingan hasil peramalan gelombang dari penelitian-penelitian sebelumnya untuk semua wilayah Indonesia, maka disajikan gambar hasil perhitungan peramalan gelombang dengan menggunakan grafik Darbyshire dan Draper memakai model distribusi kecepatan angin dari penelitian wilayah Barat dan Tengah Indonesia serta wilayah timur Indonesia, diperoleh hasil seperti terlihat pada Gambar 8, sedangkan untuk melihat model distribusi kecepatan angin di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 10.

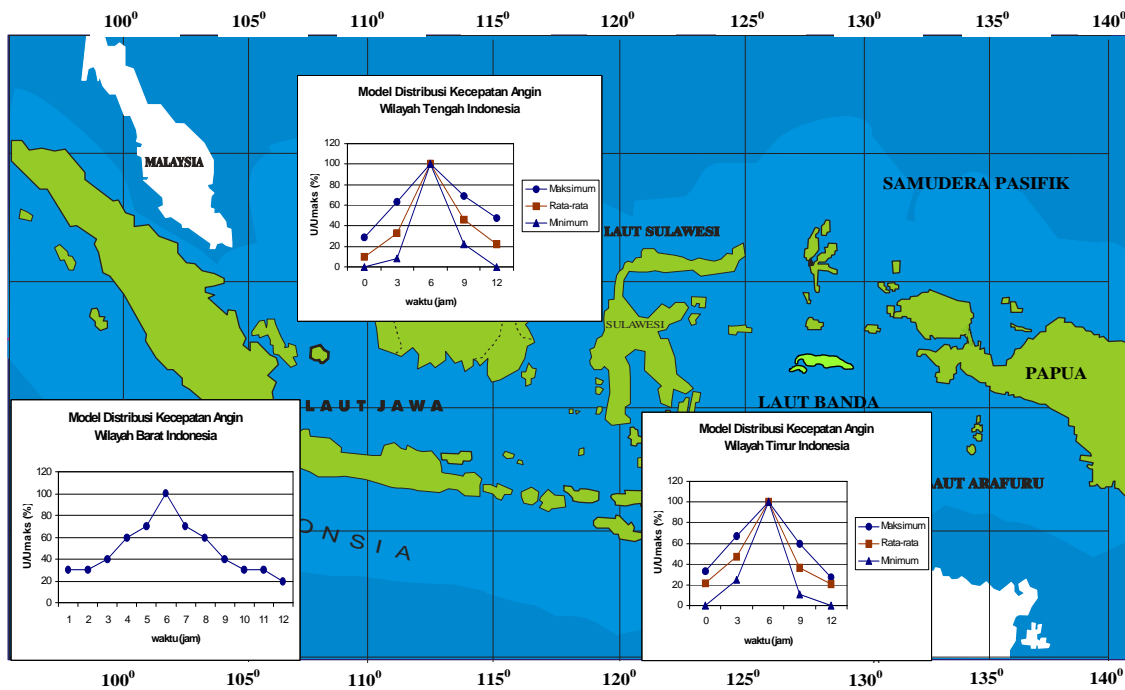


Gambar 8 : Perbandingan Model Distribusi Kecepatan Angin di Indonesia



Gambar 9 : Perbandingan Perhitungan Peramalan Tinggi Gelombang di Indonesia.

Dari Gambar 9. perhitungan tinggi gelombang penelitian Yuwono (1994) didapat tinggi gelombang yang besar bila dibandingkan dengan tinggi gelombang yang dihasilkan oleh peneliti-peneliti lain. Hal yang menyebabkannya adalah distribusi angin yang digunakan oleh Yuwono (1994) merupakan prosentase kecepatan angin maksimum sedangkan peneliti lainnya menggunakan prosentase kecepatan maksimum jam-jaman.



Gambar 10 : Peta Model Distribusi Kecepatan Angin di Indonesia

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Model distribusi kecepatan angin yang diusulkan untuk digunakan dalam peramalan gelombang di wilayah Timur Indonesia, yaitu model distribusi kecepatan angin maksimum, minimum dan rata-rata.
2. Peramalan gelombang dengan menggunakan kecepatan maksimum akan menghasilkan tinggi gelombang yang lebih besar dari model distribusi, baik menggunakan metode SMB dengan cara perhitungan menggunakan persamaan-persamaan empiris (CERC, 1984) maupun metode Darbyshire dengan cara menggunakan grafik dari Darbyshire dan Draper (1963).
3. Perhitungan tinggi gelombang menggunakan kecepatan angin maksimum menghasilkan tinggi gelombang yang setara dengan model distribusi kecepatan asli dan model distribusi kecepatan angin rancangan, yaitu pada durasi 4-5 jam.

4. Dari hasil perbandingan tinggi gelombang dari wilayah Barat, Tengah dan Timur Indonesia, gelombang terbesar terjadi pada wilayah Timur Indonesia yang mencakup pulau Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua (sekitar laut Banda). Sedangkan gelombang yang terkecil terjadi pada wilayah Barat Indonesia yang meliputi pulau Sumatera (sekitar selat Malaka)

Saran

Dari hasil penelitian dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut ini.

1. Data yang didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Pusat Jakarta perlu diuji ketelitiannya dengan data-data yang lain yang diambil langsung dari BMG di lokasi/ daerah pengamatan.
2. Perlu dikaji lebih lanjut lagi apabila diperoleh data angin per jam di lima lokasi pengamatan karena untuk penelitian ini data yang di pakai per tiga jam sesuai dengan data yang ada di BMG Pusat Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, B. S., 2000, *Durasi Angin Rencana untuk Pendugaan Gelombang Sea di Laut Jawa dengan metode Sverdup, Munk, Bretschneider (SMB)*, Tesis S-2 Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- CERC., 1984, *Shore Protection Manual, US Army Engineers Waterways Experiment Station*, Washington DC, USA.
- Dean, R. G., and R.A., Dalrymple., 1984, *Water Waves Mechanics for Engineers and Scientist*, Prentice Hall Inc. Englewood, New Jersey.
- Glenn T. Trewartha and Lyle H. Horn., 1993, *An Introduction To Climate*, Mc Graw-Hill, Inc, University of Wisconsin, Madison.
- Hermawan, S., 2002, *Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Wilayah Barat Indonesia*, Tesis S-2, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hutabarat, S., Steward, M., Evans, 1985, *Pengantar Oseanografi*, Penerbit Universitas Indonesia, UI Press, Jakarta.
- Nizam, 1999, *Ilmu Kelautan*, Diktak Kuliah, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prawiro, S., 1996, *Meteorologi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Triatmodjo, B., 1993, *Teknik Pantai*, Cetakan Pertama, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1993, *Pelabuhan*, Cetakan Pertama, Beta Offset, Yogyakarta.
- Yuwono, N., 1994, *Model Distribusi Kecepatan Angin Pada Peramalan Tinggi Gelombang*, Media Teknik No.1 Tahun XVI Edisi April No. ISSN 0216-3012, PAU Ilmu-ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuwono, N., 1994, *Teknik Pantai*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuwono, N., 1998, *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, PAU-IT UGM, Yogyakarta.