

Wind speed data analysis for predictions of sea waves in Bitung Coastal Waters

Analisis data kecepatan angin untuk peramalan gelombang laut di Perairan Pantai Bitung

Joanes E. Koagouw^{1*}, Gybert E. Mamuaya², Adrie A. Tarumingkeng², and P.A. Angmalisang²

¹ Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Kleak, Manado 95115.

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi

*E-mail: engelmdo@gmail.com

Abstract: Coastal area of Bitung Municipality is one of the economical activities centers in North Sulawesi Province such as for land-uses and the exploitation of natural resources. Those activities are exaggerating day by day and tended to be uncontrollable. The excess of those conditions, it has been recorded the change of waves in Bitung waters that has impacts to coastal areas and can affect the utilization of coastal and marine resources. This research was aimed to observe waves altitude variations in Bitung waters with *Svedrup Munk and Bretchsneider* (SMB) method that had been used to predict waves altitudes. The results showed that the wind speed during West Season was 0.33 m and were dominant to the East, while during East season was 0.91m from South-East to North-West, and then on transition period (March to May) was 1.08m from South-East to East. The results of those wind speed to the waves altitudes in Bitung waters is discussed in this paper©

Keywords: waves; Bitung Municipality; Svendrup-Munk-Bretcheider.

Abstrak: Pesisir pantai Kota Bitung merupakan salah satu pusat aktivitas ekonomi (misalnya pemanfaatan lahan dan eksploitasi sumberdaya) di Provinsi Sulawesi Utara. Aktivitas tersebut semakin hari semakin meningkat dan memiliki kecenderungan tidak terkontrol. Akibat dari keadaan tersebut, telah terjadi perubahan fenomena gelombang di perairan Bitung yang berdampak pada keberadaan daerah pesisir pantai di mana hal ini dapat mengganggu aktivitas pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi tinggi gelombang di perairan Bitung dengan menggunakan metode *Svedrup Munk and Bretchsneider* (SMB) yang biasa digunakan untuk peramalan tinggi gelombang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan angin pada Musim Barat sebesar 0,33 meter dan dominan ke arah Timur, sementara pada Musim Timur sebesar 0,91 meter dari arah Tenggara ke Barat Laut, serta pada Musim Peralihan (antara bulan Maret-Mei) adalah sebesar 1,08 meter dari arah Tenggara dan Timur. Pengaruh kecepatan angin tersebut terhadap gelombang laut di perairan Bitung dibahas dalam tulisan ini©

Kata-kata kunci: gelombang; Kota Bitung; Svendrup-Munk-Bretcheider.

PENDAHULUAN

Pemahaman dasar meteorologi laut dan pesisir merupakan komponen penting dalam perencanaan dan pengembangan pembangunan wilayah pesisir dan di lepas pantai. Pertimbangan meteorologi yang paling penting berkaitan dengan dominan peran angin dalam pembangkitan gelombang (Resio *et al.*, 2003). Beberapa jenis gelombang/ombak yang terjadi di laut dapat diklasifikasikan berdasarkan pada daya pembangkitnya. Gelombang laut yang disebabkan oleh angin (*gelombang angin*), daya tarikan bumi-bulan-matahari (*gelombang pasang-surut*), gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal. Gelombang yang

biasanya terjadi dan dikaji dalam bidang teknik pantai adalah gelombang angin dan pasang-surut (Triatmodjo, 1999). Ada dua sistem pengukuran angin secara matematis yaitu dengan Eulerian dan Langrange yang bebas, yang memberikan informasi tentang atmosfer dan arus laut, untuk prakiraan cuaca lebih menggunakan sistem Eulerian karena lebih khusus untuk memprediksi cuaca di suatu daerah (Wells, 2012). Salah satu perbedaan penting antara gelombang panjang dan gelombang pendek dihitung kecepatan orbital (Scheffner, 2002). Daerah pantai Bitung dan sekitarnya merupakan pusat pertumbuhan ekonomi yang selalu diikuti dengan kecenderungan laju pertumbuhan penduduk yang pesat sehingga memberi dampak pada keseimbangan lahan dan alam.

Di Laut Maluku khusus di sepanjang pantai Bitung, yang merupakan tempat para nelayan mencari ikan di laut serta kegiatan pembangunan lainnya, terkadang keadaan cuacanya tidak menentu, yang disebabkan oleh badai (gelombang laut tiba-tiba). Minimnya informasi serta kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai pengaruh keadaan cuaca, membuat kinerja yang dilakukan masyarakat tidak optimal. Fenomena laut dalam hal tinggi gelombang laut sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan kerja di laut, oleh karena itu diperlukan informasi tentang variasi dan karakteristik pola distribusi arah dan kecepatan angin dan tinggi gelombang laut di sekitar pantai Bitung. Informasi cuaca seperti kecepatan dan arah angin berhubungan secara linier dengan besaran gelombang laut. Secara meteorologis kondisi angin di Sulawesi Utara berhembus secara periodik minimal setiap 3 bulan dan periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah setiap setengah tahun. Secara umum pola angin di Indonesia, terbagi menjadi tiga golongan, yaitu musim barat (Oktober-April), musim timur (April-Oktober), dan musim peralihan (Maret-Mei dan September-November) (Wyrki, 1961).

Dalam menetapkan data gelombang untuk jangka panjang terlalu mahal untuk dilaksanakan, maka digunakan data angin yang tersedia. Dari analisis data arah dan kecepatan angin di pesisir pantai Bitung ini dipakai untuk perencanaan bangunan pantai serta dapat memberikan gambaran distribusi arah dan kecepatan angin yang tepat serta dalam peramalan tinggi gelombang signifikan.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di sekitar daerah Laut Maluku (pantai Bitung dan sekitarnya) (Gambar 1) dengan menggunakan data angin hasil pengamatan selama 11 tahun periode 2006-2011. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data kecepatan angin maksimum dan arah pada saat kecepatan terbesar pada ketinggian 10 m yang merupakan data harian yang diambil dari Stasiun Meteorologi Maritim Bitung. Untuk mendapatkan pola angin digunakan dicari arah angin yang dominan pada kecepatan maksimum dengan diklasifikasikan pada setiap musim, untuk tinggi gelombang dengan metode literatur yaitu metode untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data.

Salah satu hal yang penting pada data angin yang akan menjadi peramalan gelombang di pantai adalah fetch. Fetch adalah panjang daerah di mana angin dapat berhembus dengan kecepatan dan arah konstan. Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Di dalam pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

di mana

- 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 6^0 sampai sudut sebesar 42^0 pada kedua sisi dari arah angin (Triatmodjo, 1999)

Data yang dikumpulkan dibuat tabel series dan dianalisis dengan menggunakan metode SMB (*Svendrup-Munk-Bretcheider*) . Dalam menetapkan data gelombang berhubung data gelombang untuk jangka panjang sulit atau terlalu mahal untuk dilaksanakan, maka digunakan data angin. Di sini akan dilaksanakan peramalan gelombang (*hindcasting*) dengan metode SMB (Svedrup, Munk and Bretchsneider, 1958). Hasil peramalan gelombang ini berupa tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang.

Formulasi metode SMB adalah sebagai berikut:

Untuk kondisi '*fetch limited*'

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2} \dots \dots \dots (1.4)$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2,857 \times 10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \dots \dots \dots (1.5)$$

$$\frac{gt}{U_A^2} = 6,88 \times \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \dots \dots \dots (1.6)$$

Untuk kondisi '*fully developed*'

$$\frac{gH_{m0}}{U_A^2} = 2,4331 \times 10^{-1} \dots \dots \dots (1.7)$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 8,134 \dots \dots \dots (1.8)$$

$$\frac{gt}{U_A^2} = 7,88 \times 10^4 \dots \dots \dots (1.9)$$

Untuk kondisi '*shallow water wave*'

$$H = 0,283 \times \tanh \left[0,53 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right) \right]^{3/4} \times \tanh \left[\frac{0,00565 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)}{\tanh \left[0,53 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right) \right]} \right]^{1/2} \times \frac{U_A^2}{g} \dots\dots\dots(2.0)$$

$$T = 7,54 \times \tanh \left[0,833 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right) \right]^{3/8} \times \tanh \left[\frac{0,00379 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)}{\tanh \left[0,833 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right) \right]} \right]^{1/2} \times \frac{U_A^2}{g} \dots\dots\dots(2.1)$$

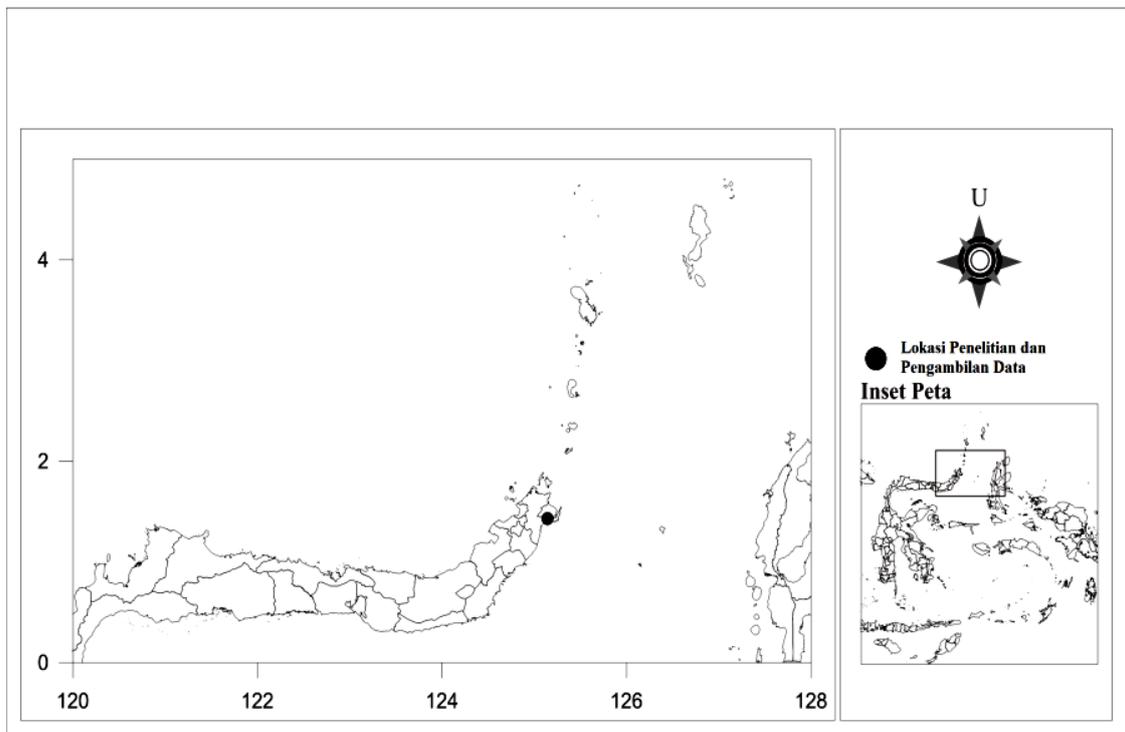
di mana :

- F : panjang fetch (m)
- g : percepatan gravitasi ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)
- H_{m_0} : tinggi gelombang hasil peramalan
- T_m : periode gelombang puncak
- U_A : kecepatan angin yang sudah dikoreksi
- t : lama angin berhembus (Cerc, 1984)

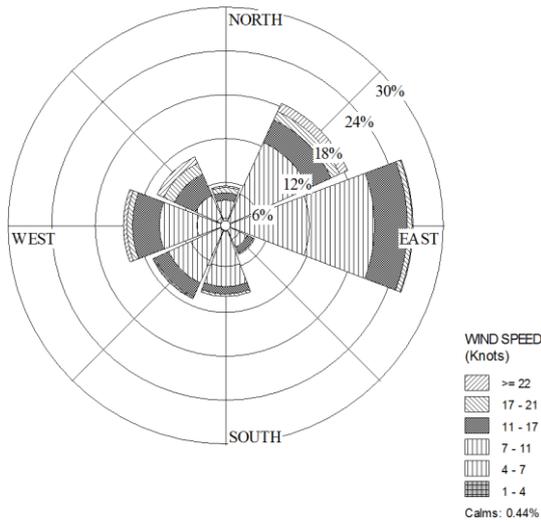
Hasil pengolahan kecepatan angin akan didapatkan nilai tinggi gelombang (H) dan periode (T). Proses pengolahan data yang meliputi analisis data angin data angin yang didapat diolah dan disajikan dalam bentuk diagram yang disebut dengan mawar angin (*windrose*). Langkah-langkah untuk membuat windrose yaitu data angin

dikelompokkan berdasarkan arah dan kecepatannya, kemudian didapatkan prosentase untuk tiap-tiap arah dan kecepatannya, dan disajikan dalam bentuk tabel sehingga dapat membuat gambar mawar angin berdasarkan tabel tersebut.

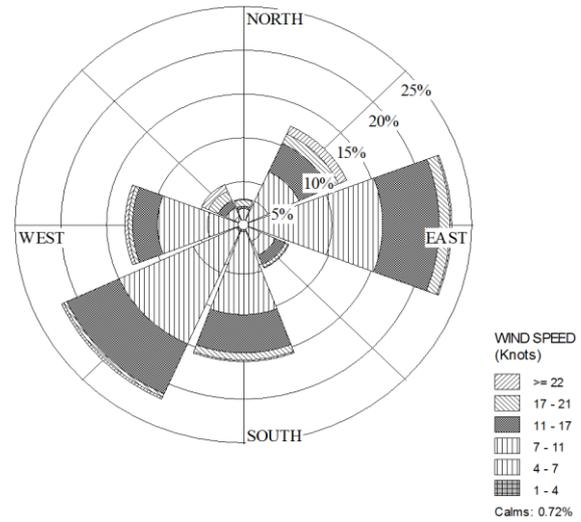
Dalam melakukan analisis data gelombang beberapa tahapan untuk mencari tinggi gelombang yang didapat diolah sehingga menjadi waverose yaitu data gelombang dikelompokkan berdasarkan arah dan tinggi gelombangnya, dicari prosentase untuk tiap-tiap arah dan tinggi gelombangnya, dan disajikan dalam bentuk tabel dan dibuatkan *waverose* berdasarkan tabel tersebut, sehingga akan terlihat tinggi gelombang yang dominan pada periode-periode tertentu. Dalam menganalisis data dilakukan secara deskriptif, membandingkan tinggi gelombang yang dibangkitkan oleh angin terhadap kecepatan angin sebagai pembangkit gelombang, dan menguraikan hasil penelitian sehingga diperoleh informasi-informasi mengenai tinggi gelombang maksimum dan minimum, perbandingan tinggi gelombang untuk setiap musim, perbandingan antara tinggi gelombang terhadap prosentase kejadian gelombang, dan musim di mana terjadinya gelombang besar.



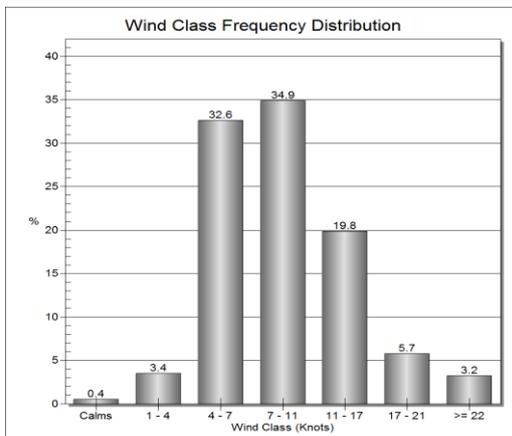
Gambar 1. Lokasi penelitian dan pengambilan data



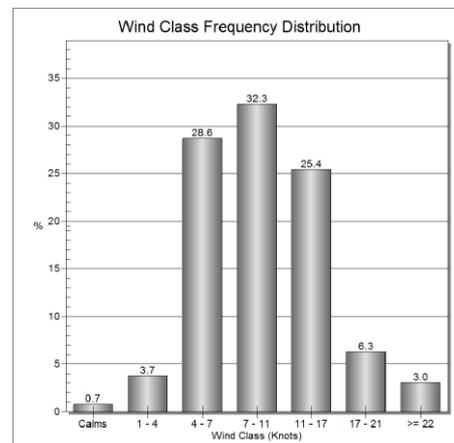
Gambar 2. Mawar angin musim barat tahun 2001-2011.



Gambar 4. Mawar angin peralihan I tahun 2001-2011.



Gambar 3. Histogram arah dan kecepatan angin musim barat



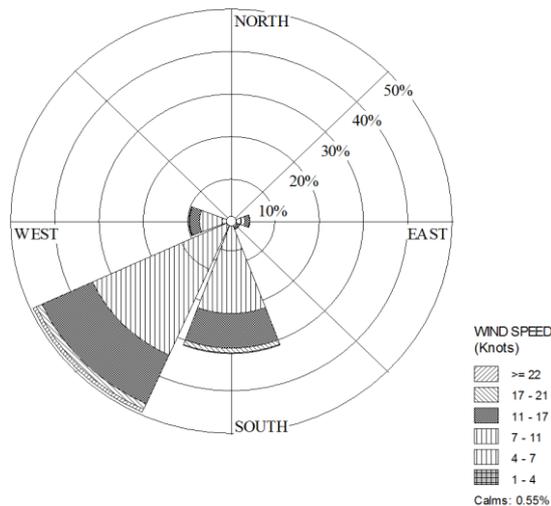
Gambar 5. Histogram arah dan kecepatan angin peralihan

HASIL DAN PEMBAHASAN

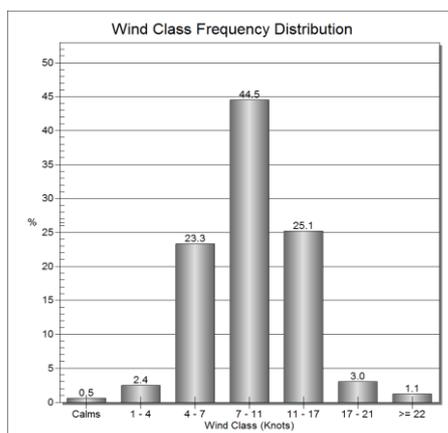
Pada umumnya kecepatan angin yang dominan yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 pada musim barat di wilayah pesisir pantai Bitung kecepatan maksimum dominan 7-11 knot bergerak dari arah timur dengan dengan persentase di atas 34,9% dan kecepatan di atas 22 knot hanya 3,2% pada arah barat serta yang terendah dengan kecepatan di bawah 1 knot yang dikategorikan *calm* sebesar 0,44 %. Sebagaimana diketahui posisi matahari yang berada di belahan bumi selatan sehingga terbentuknya angin yang bergerak dari Asia ke benua Australia di daerah pesisir pantai Bitung mempunyai tinggi gelombang 0,33 meter .

Untuk musim peralihan I antara bulan Maret-Mei yang ditunjukkan dengan Gambar 4 distribusi kecepatan angin pada mawar angin 7-11 knot dengan persentase 32,3% dan kecepatan angin di atas 22 knot persentase 3% dengan arah tenggara.

Untuk tinggi gelombang laut pada saat musim peralihan adalah 0,91 meter. Untuk musim timur yang merupakan kebalikan dari musim barat di mana matahari mulai bergeser ke belahan bumi utara maka antara bulan Maret-Mei yang ditunjukkan dengan Gambar 5 distribusi kecepatan angin pada mawar angin 7-11 knot dengan persentase 44,5% dengan dominan arah tenggara dan kecepatan angin di atas 22 knot persentase 1% dengan arah barat dengan tinggi gelombang 1,08 meter.



Gambar 6. Mawar angin musim timur tahun 2001-2011.



Gambar 7. Histogram arah dan kecepatan angin musim timur

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pengolahan kecepatan angin untuk peramalan tinggi gelombang pada saat musim barat tinggi gelombang signifikan 0,3 meter dan arah angin dominan bergerak ke arah timur, pada saat musim timur tinggi gelombang signifikan 1,81 meter dengan arah tenggara dan pada saat masa peralihan bulan Maret-Mei tinggi gelombang mencapai 0,91 meter.

Ucapan terima kasih. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak BMKG khususnya Kepala Stasiun Meteorologi Maritim Bitung yang telah membantu menyediakan data kecepatan angin.

REFERENSI

- C.E.R.C., (1984) *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center, Washinton (SPM, 1984), pp. 224-227.
- DEMIRBILEK, Z. and VINCENT, C. L. (2002) *Coastal and Hydraulics Laboratory (CHL)*. Vicksburg: Engineer Research and Development Center.
- KURNIAWAN, R., HABIBIE, M. N. and SURATNO. (2011) Variasi Bulanan Gelombang laut di Indonesia. *Jurnal BMKG*, 12(3).
- MUHTADI, A. (2009) Kajian beberapa alternatif layout breakwater Desa Sumber anyar probolinggo. *Neutron*, 9(1).
- RESIO, D.T., BRATOS, S. M. and THOMPSON, E.F. (2003) *Meteorology dan Wave Climate*. Vicksburg: Engineer Research and Development Center.
- SCHEFFINER, N.W. (2002) *Water Levels and Long Waves*, Coastal and Hydraulics Laboratory. Vicksburg: Engineer Research and Development Center (CHL).
- SUGIANTO, D.N. (2010) Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam peramalan gelombang di Perairan laut Pacitan Jawa Timur. *Ilmu Kelautan*, 15, 43-152.
- SHAHIDI, A. ETEMAD., KAZEMINEZHAD, M.H. and MOUSAVI, S.J. (2009) *On The Prediction of Wave Parameters Using Simplified Methods*. Portugal: Lisbon.
- THOMPSON, E.F. (2002) *Hydrodynamic Analysis and Design Conditions*. Coastal and Hydraulics Laboratory. Vicksburg: Engineer Research and Development Center.
- TJASYONO, B. (2006) *Meteorologi Indonesia 1: Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*. Bandung: BMG.
- TRIATMODJO, B. (1999) *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- WELLS, N.C. (2012). *The Atmosphere and Ocean A Physical Introduction Third Edition*. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd.
- WYRTKI, K. (1961) *Physical Oceanography of Southeast Asean Waters*. Naga Report. I. 2. The University of California. California: La Jolla.

Diterima: 22 April 2013
Disetujui: 29 April 2013