

PEMODELAN TINGGI GELOMBANG UNTUK PENENTUAN TINGKAT KERENTANAN PESISIR KABUPATEN SUKABUMI

Ankiq Taofiqurohman

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran (UNPAD),
Bandung*

Jl.Jatinangor-Sumedang Km.21 Bandung

Telp :02292969774 / Email : ankiq109@gmail.com

ABSTRAK

Pemodelan tinggi gelombang di Pesisir Kabupaten Sukabumi telah dilakukan dengan menggunakan program *Wave Exposure Model*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksikan tinggi gelombang berdasarkan data angin serta menentukan tingkat kerentanan pesisir terhadap gangguan gelombang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pesisir Kabupaten Sukabumi memiliki tinggi gelombang rata-rata yang bervariasi antara 1,21 meter sampai dengan 1,77 meter. Berdasarkan tingkat kerentanan terhadap gangguan gelombang, pesisir Kabupaten Sukabumi dikategorikan kedalam tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi.

Kata kunci : Pemodelan, Tinggi gelombang, Kerentanan, Pesisir Kabupaten Sukabumi

ABSTRACT

Modeling of wave heigh in the coastal of Kabupaten Sukabumi was conducted using Wave Exposure Model program. The aim of this study was to predicting wave height based on wind data and to determine vulnerability coastal of Kabupaten Sukabumi to the effects of wave. The results of this study indicate that mean wave high in coastal of Kabupaten Sukabumi variated from 1,21 meter to 1,77 meter. The vulnerability coastal of Kabupaten Sukabumi to the effects of wave categorized on high and very high risk.

Keyword : *Modeling, Wave heigh, Vulnerability, Coastal of Kabupaten Sukabumi*

PENDAHULUAN

Pantai Kabupaten Sukabumi merupakan salah satu daerah pesisir di pantai selatan Jawa Barat yang memiliki aktifitas kelautan yang tinggi jika dibandingkan dengan wilayah lain di pantai selatan Jawa Barat, dengan bentuk pantai berteluk dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia memungkinkan aktifitas bahari seperti aktifitas nelayan, wisata bahari dan penjagaan perbatasan negara dengan intensitas yang tinggi. Tingginya tingkat aktifitas ini akan

mempengaruhi pembangunan infrastruktur di kawasan Pesisir Sukabumi. Setiap pembangunan pada suatu wilayah akan memerlukan suatu perencanaan yang matang, salah satunya adalah dengan pendekatan perencanaan terhadap tingkat resiko yang akan terjadi, terutama untuk daerah pesisir. Salah satu kajian mengenai tingkat resiko dari kawasan pesisir adalah tingkat kerentanan terhadap tinggi gelombang. Keterkaitan fenomena yang terjadi di laut khususnya gelombang memberikan pengaruh terhadap kondisi wilayah pesisir, bangunan pantai, dan

transportasi laut (Trujillo dan Thurman, 2008).

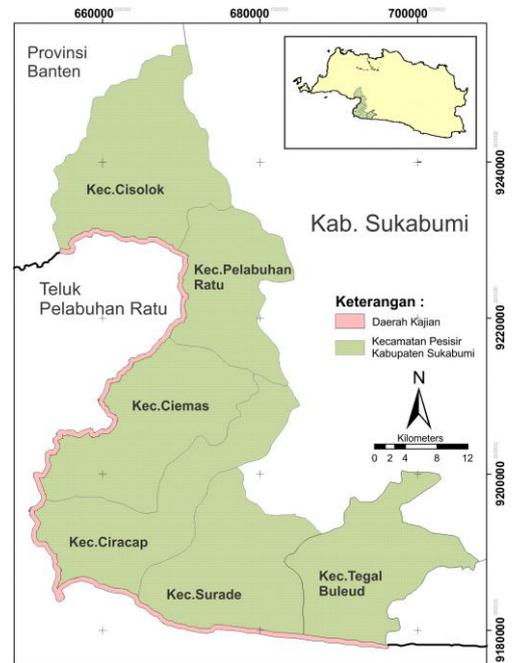
Kerentanan didefinisikan sebagai suatu kondisi yang menggambarkan keadaan “*susceptibility*” (mudah terkena) dari suatu sistem alami serta keadaan sosial pantai (manusia, kelompok atau komunitas) terhadap bencana pantai (Kaiser, 2007).

Seperti halnya pantai-pantai di selatan Pulau Jawa, pesisir Kabupaten Sukabumi memiliki tinggi gelombang yang cukup tinggi. Untuk mengetahui karakteristik gelombang suatu perairan diperlukan data gelombang dalam kurun waktu yang panjang, namun terbatasnya data gelombang menjadikan kendala dalam memahami karakteristik gelombang tersebut. Untuk keperluan perencanaan pantai mutlak diperlukan data gelombang, sedangkan data gelombang yang ada di Indonesia saat ini sangat minim dan umumnya sulit diperoleh (Sugianto, 2010).

Salah satu cara untuk dapat memprediksikan tinggi gelombang adalah dengan menggunakan data distribusi angin. Tinggi dan perioda gelombang yang terjadi dipengaruhi oleh angin yang meliputi kecepatan angin, lama hembus angin, arah angin dan *fetch*. *Fetch* adalah daerah dengan kecepatan dan arah angin yang konstan. Arah angin dianggap konstan apabila perubahan-perubahannya tidak lebih dari 15° . *Fetch* berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan (Triatmodjo, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi gelombang rata-rata dari data angin yang terjadi di wilayah Pantai Kabupaten Sukabumi (Gambar 1) dengan menggunakan pemodelan. Hasil dari pemodelan tinggi gelombang ini digunakan untuk menentukan tingkat kerentanan (ketergangguan) pesisir terhadap gelombang yang terjadi di pesisir Kabupaten Sukabumi. Batasan wilayah pantai pada penelitian ini adalah daerah tunggang pasut, sedangkan tinggi gelombang yang dimaksud adalah tinggi gelombang dari *mean sea level* yang terjadi

pada daerah tunggang pasut sebelum gelombang tersebut pecah.



Gambar 1. Daerah Kajian

DATA DAN METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi data-data sebagai berikut :

- Data raster *bathymetri* dari ftp://topex.ucsd.edu/pub/srtm30_plus/srtm30/erm/
- Data *time series* angin selama 10 tahun dari <http://data-portal.ecmwf.int/>
- Peta Rupa Bumi Indonesia

Pemodelan Tinggi Gelombang

Pengolahan data dilakukan dengan membuat model tinggi gelombang berdasarkan kepada data angin dengan menggunakan program WEMo 4.0.

WEMo adalah singkatan dari *Wave Exposure Model*, yaitu sebuah perangkat lunak gratis yang dikembangkan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) Amerika Serikat, untuk mengklasifikasikan garis pantai berdasarkan perhitungan tinggi gelombang yang ditimbulkan oleh angin (Maholtra & Fonseca, 2010).

Perhitungan tinggi gelombang oleh angin pada perangkat lunak WEMo

didasarkan kepada pendekatan sebagai berikut :

$$H = H_w - (H_{s+B+f}) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- H : Tinggi gelombang yang mendekati daratan
- H_w : Tinggi gelombang yang dibangkitkan oleh angin
- H_{s+B+f} : Fenomena fisik yang berkontribusi terhadap tinggi gelombang. Fenomena tersebut dapat berupa efek dari *shoaling*, gelombang pecah dan gesekan dengan dasar perairan.

Berdasarkan perbandingan antara kedalaman (d) dengan panjang gelombang (l), maka gelombang diklasifikasikan menjadi :

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang

Klasifikasi	d/l
Dalam	> 1/2
Menengah	1/25 s.d 1/2
Dangkal	< 1/25

Untuk klasifikasi gelombang dangkal dan menengah, tinggi gelombang yang dibangkitkan oleh angin (H_w) diprediksikan dengan menggunakan persamaan :

$$H_w = 0,283 \tanh \left[0,53 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0,75} \right] * \tanh \left\{ \frac{0,0125 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0,42}}{\tanh \left[0,530 \left(\frac{gd}{U^2} \right)^{0,75} \right]} \right\} \frac{U^2}{g} \dots\dots(2)$$

Keterangan :

- H_w : Tinggi gelombang oleh angin
- U : Kecepatan angin
- F : Panjang fetch
- G : Gaya gravitasi
- D : Rata-rata kedalaman sepanjang fetch

Sedangkan untuk gelombang perairan dalam, maka persamaan yang digunakan adalah :

$$H_w = 0,283 \tanh \left[0,0125 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{0,42} \right] \frac{U^2}{g} \dots\dots(3)$$

Nilai fenomena fisik yang berkontribusi terhadap tinggi gelombang (H_{s+B+f}), dihitung dengan cara terpisah melalui persamaan sebagai berikut :

$$H_s = H_0 \left[\frac{k}{k_0} \left(\frac{1}{1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd}} \right) \right]^{0,5} \dots\dots\dots(4)$$

$$k_0 = kd \tanh kd \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- H_s : Tinggi gelombang setelah efek *shoaling*
- H₀ : Tinggi gelombang di perairan dalam
- k : Nomor gelombang

Persamaan untuk tinggi gelombang sebelum pecah pada perairan dangkal adalah :

$$\frac{H_b}{L_0} = A \left[1 - \exp \left(-1,5 \frac{\pi d_b}{L_0} (1 + \tan^{4/3} \alpha) \right) \right] \dots\dots(6)$$

Keterangan :

- H_b : Tinggi gelombang pada saat pecah
- L₀ : Panjang gelombang di perairan dalam
- A : Koefisien Goda sebesar 0,17
- d_b : Kedalaman perairan saat gelombang pecah
- tan α : Kemiringan pantai

Sedangkan nilai gesekan dengan dasar perairan dihitung dengan persamaan :

$$K_f = \left[1 + \frac{64\pi^3}{3g^2} \frac{fH_1 \Delta x}{T^4} \frac{K_s^2}{\sinh^2(2\pi d/L)} \right] \dots\dots(7)$$

Keterangan :

- K_f : Koefisien gesekan
- f : Faktor gesekan
- T : Periode gelombang
- K_s : Koefisien pendangkalan
- Δx : Panjang segmen *fetch*

Untuk mengetahui performa dari sebuah pemodelan dengan keadaan sesungguhnya, digunakan perhitungan *performance rate*. (Holthuijsen *et al.*, 1989 dalam Maholtra dan Fonseca, 2007).

Hasil perhitungan *performance rate* pemodelan tinggi gelombang dengan menggunakan WEMo terhadap tinggi gelombang sesungguhnya memberikan

nilai sebesar 0,54 (54%) sedangkan *RMS error*nya adalah sebesar 0,38 (38%).

Kedua nilai tersebut menunjukkan prediksi tinggi gelombang menggunakan WEMo cukup ideal (Weiqi *et al.*, 2002 dalam Maholtra dan Fonseca, 2007)

Penentuan nilai kerentanan

Salah satu parameter kerentanan pesisir adalah tinggi gelombang. Semakin tinggi gelombang yang terjadi pada daerah pesisir, maka pesisir tersebut akan semakin rentan terhadap gangguan gelombang. Klasifikasi tingkat kerentanan oleh tinggi gelombang berdasarkan kepada klasifikasi dari Thieler dan Hammar-Klose (1999) yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi kerentanan pesisir oleh gelombang

Variabel	Kategori				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Rata-rata Tinggi Gelombang (m)	< 0,55	0,55-0,8	0,8-1,05	1,05-1,25	> 1,25

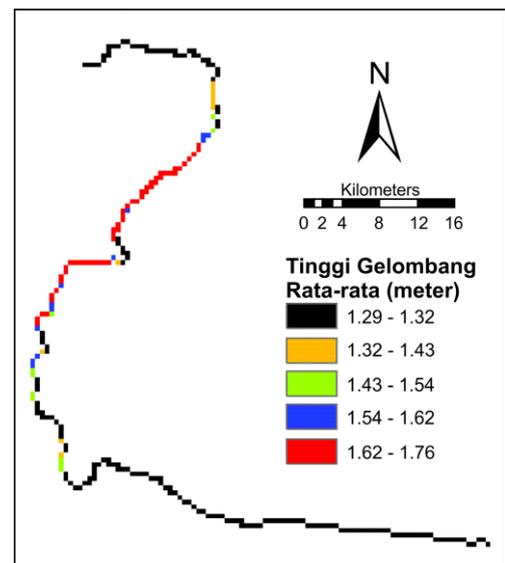
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan memperlihatkan tinggi gelombang rata-rata pesisir Kabupaten Sukabumi dipengaruhi oleh musim. Tinggi gelombang rata-rata yang terjadi di pesisir Kabupaten Sukabumi akan mengalami keadaan yang tinggi pada musim peralihan 2 dan musim barat (Gambar 2 dan 3).

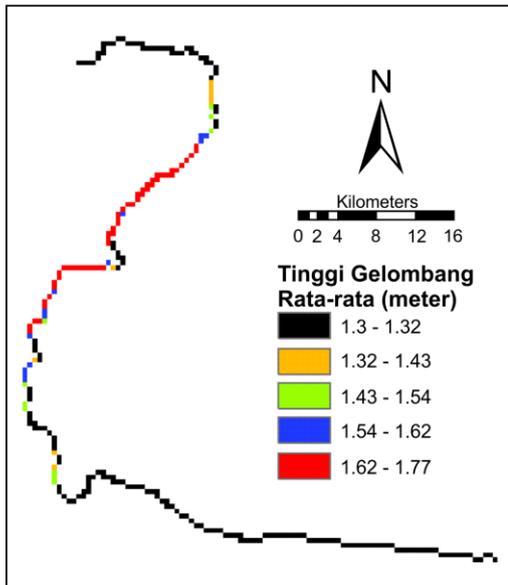
Pada kedua musim ini tinggi gelombang yang terjadi tidak berbeda jauh baik dari posisi maupun keadaannya. Perbedaan terlihat hanya pada tinggi rata-rata gelombang minimum dan maksimum yang terjadi.

Pada musim peralihan 2 yaitu bulan September sampai dengan bulan Oktober, tinggi rata-rata yang terjadi antara 1,29 meter sampai dengan 1,76 meter dan kemudian naik pada musim barat yaitu bulan Desember sampai dengan bulan Februari dengan ketinggian rata-rata yang

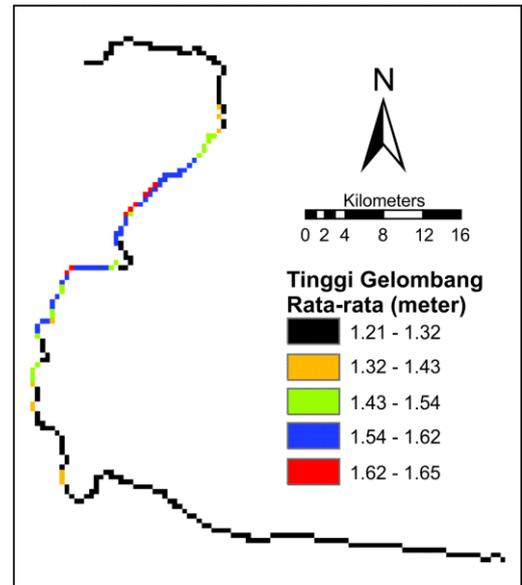
dicapai antara 1,3 meter sampai dengan 1,77 meter.



Gambar 2. Tinggi gelombang rata-rata pada musim peralihan 2



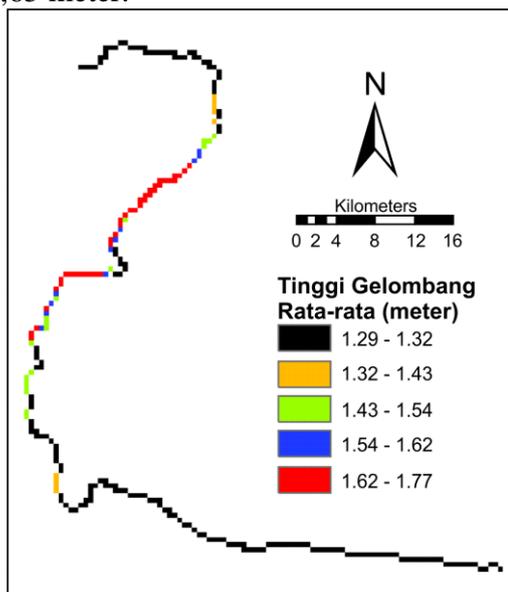
Gambar 3. Tinggi gelombang rata-rata pada musim barat



Gambar 5. Tinggi gelombang rata-rata pada musim timur

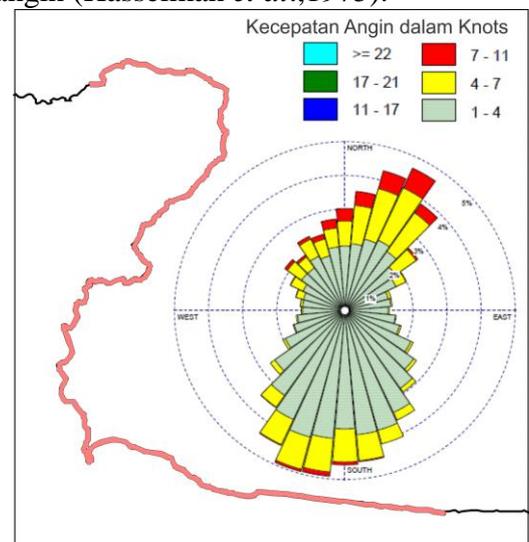
Memasuki musim peralihan 1 yaitu bulan Maret sampai dengan bulan April dan musim timur yang berlangsung dari bulan Juli sampai dengan bulan Agustus, tinggi gelombang rata-rata pesisir Kabupaten Sukabumi mengalami penurunan (Gambar 4 dan 5).

Pada saat musim peralihan 1, tinggi gelombang rata-rata yang terjadi adalah 1,25 meter sampai dengan 1,77 meter sedangkan pada musim timur tinggi gelombang rata-rata mengalami keadaan minimal yaitu 1,21 meter sampai dengan 1,65 meter.



Gambar 4. Tinggi gelombang rata-rata pada musim peralihan 1

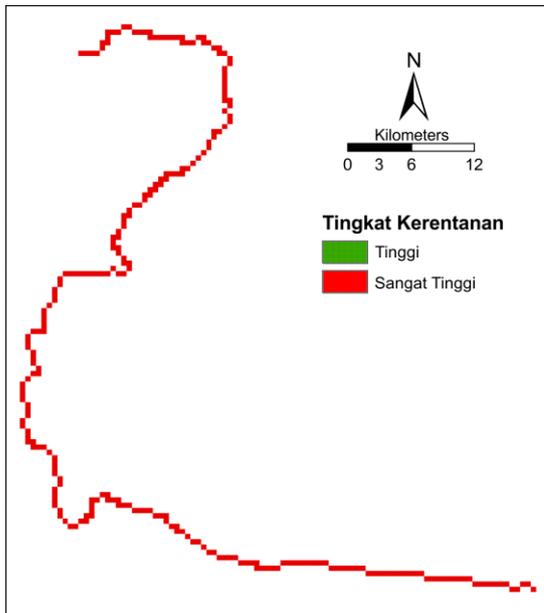
Secara spasial tinggi gelombang rata-rata antara 1,21 meter sampai dengan 1,32 meter mendominasi pesisir Kabupaten Sukabumi. Wilayah yang memiliki gelombang rata-rata yang tinggi (1,63 meter sampai dengan 1,77 meter) ada pada pesisir Kecamatan Ciemas, hal ini dapat terjadi oleh karena arah angin yang memiliki kecepatan yang tinggi bergerak menuju timur laut sehingga menerpa pesisir Kecamatan Ciemas (Gambar 6). Berdasarkan kurva *Sverdrup-Munk-Bretschneider* (SMB), pada keadaan panjang *fetch* yang sama, tinggi gelombang akan berbanding lurus dengan kecepatan angin (Hasselmann *et al.*, 1975).



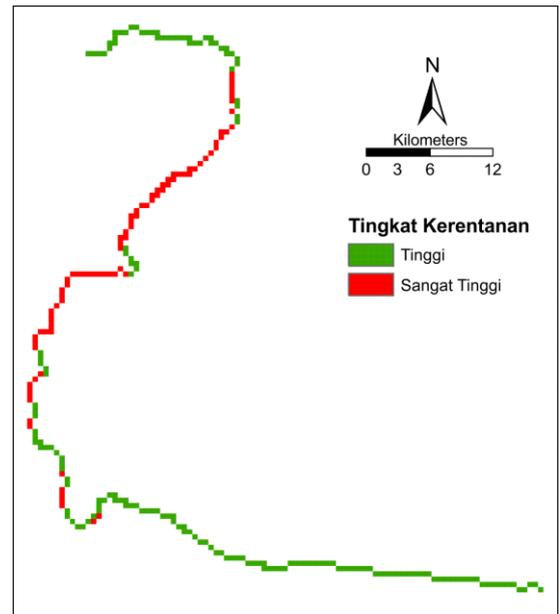
Gambar 6. Wind rose pada daerah kajian

Keadaan tinggi gelombang yang terjadi di Pesisir Sukabumi diklasifikasikan kedalam tingkat kerentanan seperti pada tabel 2.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa sebagian besar dari Pesisir Sukabumi diklasifikasikan kedalam tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi. Seperti halnya tinggi gelombang, keadaan tingkat kerentanan di Pesisir Sukabumi dipengaruhi oleh musim. Pada saat musim peralihan 2 dan musim barat, pesisir Kabupaten Sukabumi memiliki nilai kerentanan sangat tinggi (Gambar 7), hal tersebut dimungkinkan oleh karena tingginya gelombang pada saat kedua musim ini. Memasuki musim peralihan 1 dan musim timur, pesisir Kabupaten Sukabumi diklasifikasikan kedalam keadaan tinggi dan sangat tinggi (Gambar 8).



Gambar 7. Tingkat kerentanan pada musim peralihan 2 dan musim barat



Gambar 8. Tingkat kerentanan pada musim peralihan 1 dan musim timur

Persentasi tingkat kerentanan pesisir Kabupaten Sukabumi dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat kerentanan pesisir Kabupaten Sukabumi terhadap gelombang

Musim	Tingkat Kerentanan	Panjang (km)	%
Musim Peralihan II dan Musim Barat	Sangat Tinggi	7.59	100
	Tinggi	5.04	66.4
Musim Peralihan I dan Musim Timur	Sangat Tinggi	2.55	33.6

Kecamatan Ciemas dan kecamatan Pelabuhan Ratu merupakan kecamatan dengan tingkat kerentanan terhadap gangguan gelombang yang paling tinggi. Berdasarkan penelitian Taofiqurohman (2012) daerah kecamatan Ciemas dan Pelabuhan Ratu termasuk kedalam daerah yang memiliki resiko tinggi terkena banjir rob yang disebabkan oleh gelombang pasang.

KESIMPULAN

- Tinggi rata-rata gelombang di pesisir Kabupaten Sukabumi bervariasi terhadap keadaan musim. Tinggi gelombang rata-rata mencapai nilai tertinggi pada musim barat, yaitu sebesar 1,77 meter sedangkan tinggi gelombang rata-rata paling rendah terjadi pada musim timur yaitu sebesar 1,21 meter.
- Pesisir kecamatan Ciemas merupakan wilayah yang memiliki tinggi gelombang yang lebih tinggi dibandingkan dengan pesisir di kecamatan-kecamatan lainnya.
- Pada musim peralihan 2 dan musim barat, pesisir Kabupaten Sukabumi dikategorikan kedalam klasifikasi kerentanan sangat tinggi terhadap gangguan gelombang, sedangkan memasuki musim peralihan 1 dan musim timur kriteria kerentanan sangat tinggi terhadap gangguan gelombang terjadi pada pesisir kecamatan Ciemas dan kecamatan Pelabuhan Ratu.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasselmann, K., D. B. Ross, P. Muller, & Sell, W. 1975. *A parametric wave prediction model*. Journal of Physical Oceanography 6: 200-228.
- Kaiser, 2007. *Coastal Vulnerability to Climate Change and Natural Hazards*. Forum DKKV/CEDIM: Disaster Reduction in Climate Change. Karlsruhe University.
- Maholtra, A & Fonseca, M.S. 2007. *WEMO (Wave Exposure Model): Formulation, Procedures and Validation*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS #65. www.ccfhr.noaa.gov/docs/.
- Maholtra, A & Fonseca, M.S. 2010. *WEMO (Wave Exposure Model) : User Manual*. Version 4. www.ccfhr.noaa.gov/docs/
- Sugianto, D.N. 2010. *Model distribusi data kecepatan angin dan pemanfaatannya dalam peramalan gelombang di perairan laut paciran, Jawa Timur*. Jurnal Ilmu Kelautan. 15 (3): 143-152.
- Taofiqurohman, A. 2012. *Model spasial daerah potensi banjir rob di pesisir Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat*. Jurnal Depik. 1 (3):155-158
- Theiler, E.R. & Hammar-Klose, E.S. 1999. *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise, U.S. Atlantic Coast*. U.S. Geological Survey, Open-File Report, 99-593 pp.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta. 397 hal.
- Trujillo, A. P. & Thurman, H. V. 2008. *Essentials of Oceanography*. Pearson Prentice Hall, Pearson Education Inc. New Jersey. 534 pp.