

Pemodelan Tinggi Gelombang Akibat Keberadaan Hutan Mangrove di Desa Mayangan, Kabupaten Subang

*The Modelling of Wave Height Fluctuation Effected by Mangrove Forest
in Mayangan Village, Subang District*

Ankiq Taofiqurohman

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Jatinangor Km 21 Sumedang UBR 40600
E-mail korespondensi: ankiq109@gmail.com

Abstrak

Hutan mangrove merupakan salah satu solusi untuk mencegah terjadinya erosi dan abrasi di wilayah pesisir. Pohon mangrove mempunyai kemampuan untuk mengurangi energi gelombang yang datang ke daerah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi perubahan tinggi gelombang yang disebabkan oleh hutan mangrove di Desa Mayangan Kabupaten Subang. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa hutan mangrove dapat mengurangi tinggi gelombang dari 1,7 m menjadi 0,1 m. Jika tidak ada lagi hutan mangrove di Desa Mayangan, pemodelan memprediksi penjalaran gelombang dapat mencapai hingga 1,6 km dari tepi pantai.

Kata Kunci : Desa Mayangan, gelombang, mangrove, pemodelan

Abstract

Mangrove forest is one of the solutions to overcome the erosion and abrasion in the coastal areas. Mangrove trees have ability to reduce the wave energy that towards to shoreline. This research is aimed to predict the wave transformation induced by mangrove forest in Desa Mayangan Kabupaten Subang. The model show that mangrove forest in Desa Mayangan can reduce wave heights from 1.7 to 0.1 m. If the whole mangrove forest will be removed, the model predicts wave swash reach 1.6 km from shoreline.

Keywords : mangrove, Mayangan village, modelling, wave

Pendahuluan

Provinsi Jawa Barat memiliki garis pantai di bagian utara dan selatan, dengan karakteristik morfologi yang berbeda satu sama lain. Pantai di bagian utara Provinsi Jawa Barat lebih landai dibandingkan pada bagian selatan, selain itu gelombang di bagian utara provinsi Jawa Barat lebih rendah dibandingkan dengan pantai di bagian selatan. Keadaan morfologi yang landai serta tinggi gelombang yang lebih rendah, menjadikan kawasan pantai utara Jawa Barat dimanfaatkan untuk kawasan perikanan tambak. Pemanfaatan lahan pesisir menjadi kawasan perikanan tambak dengan merubah hutan mangrove menjadi tambak terbuka mengakibatkan kerusakan lingkungan pesisir, seperti abrasi, akresi maupun intrusi air laut. Kabupaten Subang merupakan salah satu kabupaten yang berada di pantai utara Jawa Barat dan mengalami kemunduran garis pantai.

Berdasarkan analisis menggunakan citra satelit Landsat TM selama kurun waktu 1996 sampai dengan 2010 pesisir di Kabupaten Subang mengalami kemunduran rata-rata sejauh 1206,83 m. Kemunduran ini disebabkan oleh karena berubahnya hutan mangrove menjadi kawasan tambak (Taofiqurohman dan Ismail, 2012).

Pada umumnya vegetasi mangrove yang tumbuh di pesisir pantai utara Jawa Barat adalah *Avicennia* dan *Rhizophora* (Novianty dkk., 2011). Hutan mangrove mempunyai banyak fungsi bagi ekosistem pesisir. Hutan mangrove merupakan penopang ekologis bagi ekosistem pesisir lainnya, selain itu hutan mangrove mempunyai fungsi sebagai penahan gelombang (Tuwo, 2011). Berkurangnya hutan mangrove akan menyebabkan bencana bagi manusia oleh karena kerusakan fisik

pesisir yang mengakibatkan erosi, banjir dan gelombang tinggi (Gilman *et al.*, 2008 dalam Setyawan, 2010). Hutan mangrove mempunyai kemampuan untuk mengurangi energi gelombang yang menuju pesisir, akibatnya kemunduran garis pantai oleh karena erosi dapat berkurang. Erosi dan sedimentasi di daerah pesisir disebabkan oleh energi gelombang yang menghantam daerah pesisir tersebut. Energi gelombang dapat memindahkan sedimen pesisir dalam jarak yang jauh dan jumlah yang cukup banyak, sehingga mengakibatkan erosi yang menyebabkan abrasi (Pratikto dkk., 1997 dalam Lekatompessy dan Tutuhatunewa, 2010).

Pesisir mempunyai kemampuan dinamis terhadap gerak gelombang yang datang, baik gelombang yang normal maupun gelombang badai. Gelombang normal di pesisir terjadi dalam waktu yang lama dan energinya dapat diredam oleh ekosistem alami pesisir. Pada saat terjadi badai, tinggi gelombangnya dapat mencapai keadaan maksimal sehingga energi gelombang menjadi tinggi. Energi gelombang tinggi yang mencapai daerah pesisir dapat mengakibatkan kerusakan di daerah pesisir, terutama jika pesisir tersebut tidak mempunyai mekanisme pertahanan alami (Triatmojo, 1999). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan peredaman tinggi gelombang oleh keberadaan ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Subang. Penelitian dititikberatkan pada koordinat $6,19^{\circ}$ LS – $107,78^{\circ}$ BT di Desa Mayangan (Gambar 1), karena Desa Mayangan mengalami pengurangan hutan mangrove paling besar setiap tahunnya (Taofiqurohman dan Ismail, 2012).



Gambar 1. Daerah kajian Desa Mayangan, Kabupaten Subang (Sumber: Taofiqurohman dan Ismail, 2012)
Figure 1. Research area of Desa Mayangan, Kabupaten Subang (Source: Taofiqurohman and Ismail, 2012)

Bahan dan Metode

Bahan

1. Tinggi gelombang di laut lepas

Gelombang yang digunakan adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Data dari tinggi gelombang pada penelitian ini adalah data tinggi gelombang hasil prediksi dari model Wavewatch III (WW3). Model WW3 merupakan model yang dibangun oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) Amerika untuk memprediksi tinggi gelombang yang dibangkitkan oleh angin pada perairan terbuka (Sofyan dan Wijanarto, 2010). Tinggi gelombang dan periodanya dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$H = H \frac{\tanh 0.343d}{\tanh \dots} \cdot *$$

$$T = T \frac{\tanh 0.1d}{\tanh \frac{2.77 \cdot 10^{-3} F}{\tanh 0.1d}} \cdot *$$

- H : Tinggi gelombang *non-dimensional*
= $0,24 U^2/g$
 T_{∞} : Periode gelombang *non-dimensional*
= $7,69 U^2/g$
 U : Kecepatan angin (m/s)

Tinggi gelombang yang digunakan sebagai *input* pada model ini adalah tinggi gelombang maksimal hasil perhitungan WW3 yang terjadi di lepas pantai dari Perairan Subang. Tinggi gelombang maksimal diambil untuk dapat memperkirakan dampak terburuk yang mungkin terjadi di pesisir.

2. Kerapatan mangrove

Total luasan hutan mangrove di Desa Mayangan adalah 259 Ha dengan rata-rata tinggi 3 m dan kerapatannya adalah 1 individu/m², serta didominasi jenis *Rhizophora* spp. (Soraya, 2013). Untuk mendapatkan rata-rata diameter batang, akar dan kanopi dilakukan pengamatan lapangan, kemudian dibandingkan dengan Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik vegetasi mangrove
Table 1. Mangrove vegetation characteristics

	Tinggi (m)	Diameter (m)	Kerapatan (individu/m ²)
Akar	0,1 - 0,8	0 - 0,07	4 - 131
Batang utama	0,8 - 15	0,12 - 0,5	0,08 - 1,7
Kanopi	0,2 - 3	0,02 - 1	1 - 100

Sumber : Mazda *et al.* (1997) dan Narayan (2009) dalam Guannel (2012)

3. Digital Elevation Model (DEM)

Data DEM digunakan untuk mendapatkan profil melintang dari daerah kajian. Data DEM ini didapatkan dari perekaman *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Resolusi spasial data elevasi hasil pengolahan DEM pada penelitian ini adalah sebesar 900 m.

Metode

Tinggi gelombang yang dimodelkan adalah tinggi gelombang dalam satu dimensi dan dibangun dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10 yang didasarkan kepada asumsi dan persamaan sebagai berikut (Guannel, 2012):

- P : Densitas air laut (1,024 kg/m³)
 g : Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 H : Tinggi gelombang acak (m)
 C_g : Kecepatan energi gelombang (m/s)
 D : Laju perubahan *flux* energi, disebut Disipasi. Efek disipasi adalah mengurangi jumlah energi gelombang yang merambat pada satu atau lebih media. Disipasi yang terjadi di daerah pesisir merupakan penjumlahan dari akibat pendangkalan (*Break*), adanya vegetasi (*Veg*) dan jenis sedimen di dasar pesisir tersebut (*Bot*).

$$D = \dots + \dots + \dots$$

$$\dots - \dots = -D$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right)}} \left[\frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right) + 1 \right]$$

- D_{Break} : Disipasi yang disebabkan oleh gelombang pecah akibat pendangkalan
- erf : Gauss error function
- h : Kedalaman pesisir (m)
- A : Skala sedimen
- H_b : Tinggi gelombang sebelum pecah

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right)}} \left[\frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right) + 1 \right]$$

- k : Nomor gelombang
- γ : Indeks gelombang pecah

$$= 0.5 + 0.4 \tanh \left(\frac{33}{L_0} \right)$$

- L_0 : Panjang gelombang pada perairan dalam (m)
- H_0 : Tinggi gelombang pada perairan dalam (m)
- D_{veg} : Disipasi yang disebabkan oleh vegetasi di pesisir

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right)}} \left[\frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right) + 1 \right]$$

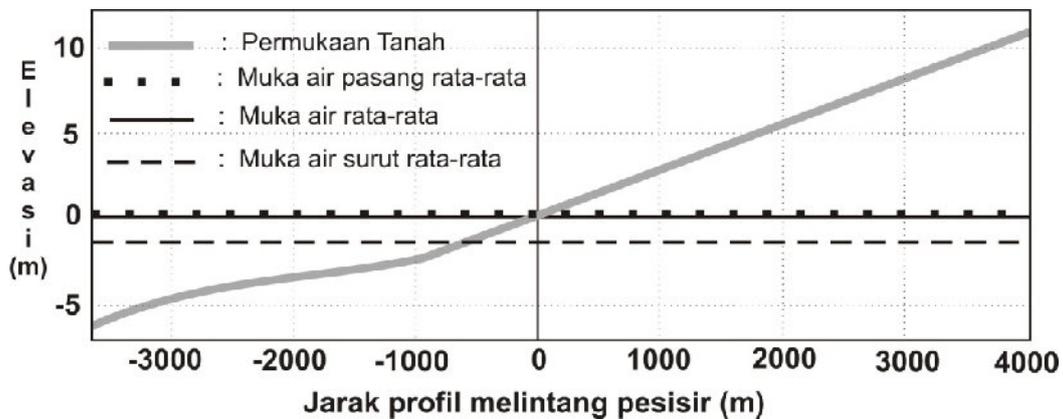
- N : Kerapatan vegetasi (individu/m²)
- d : Diameter vegetasi (m)
- C_d : Koefisien penahan dari vegetasi
- D_{Bot} : Disipasi yang disebabkan oleh gesekan dengan dasar perairan

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right)}} \left[\frac{D_{veg}}{L_0} \exp\left(-\frac{D_{veg}}{L_0} \left(\frac{H_0}{h}\right)^\gamma\right) + 1 \right]$$

- C_f : Koefisien gesekan dasar perairan
- σ : Frekuensi gelombang

Hasil dan Pembahasan

Pasang surut di pesisir Kabupaten Subang memiliki tinggi muka air rata-rata 142,7 cm, muka air pasang rata-rata 153,2 cm dan muka air surut rata-rata 132,2 cm (BAPPEDA Prov. Jawa Barat, 2007), sehingga termasuk kategori pantai *microtidal*. Pantai *microtidal* mempunyai karakteristik umum berlumpur dan biasanya ditumbuhi hutan mangrove. Gambar 2 memperlihatkan profil melintang hasil pengolahan data DEM dari pesisir Desa Mayangan.



Gambar 2. Profil melintang Desa Mayangan
Figure 2. Cross-shore profile of Desa Mayangan

Nilai negatif (-) pada gambar profil melintang menandakan arah menuju laut, sedangkan nilai nol (0) mempunyai arti sebagai tepi pantai. Kemiringan sudut pesisir ini mengalami kenaikan setelah memasuki jarak kurang dari 1000 m ke arah laut dari tepi pantai. Hasil pengamatan lapangan dan perhitungan mengenai diameter pohon mangrove di Desa Mayangan, didapatkan

rata-rata tingginya adalah 3 m dengan diameter batang utama 12 cm.

Tinggi gelombang awal

Hasil perhitungan dengan WW3 diperlihatkan pada Tabel 2. Tabel tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan prediksi tinggi gelombang maksimal.

Tabel 2. Data kecepatan angin dan tinggi gelombang pada 16 arah *fetch* di lepas pantai Perairan Subang
Table 2. Wind speed and height wave of 16 fetch directions in Subang offshore

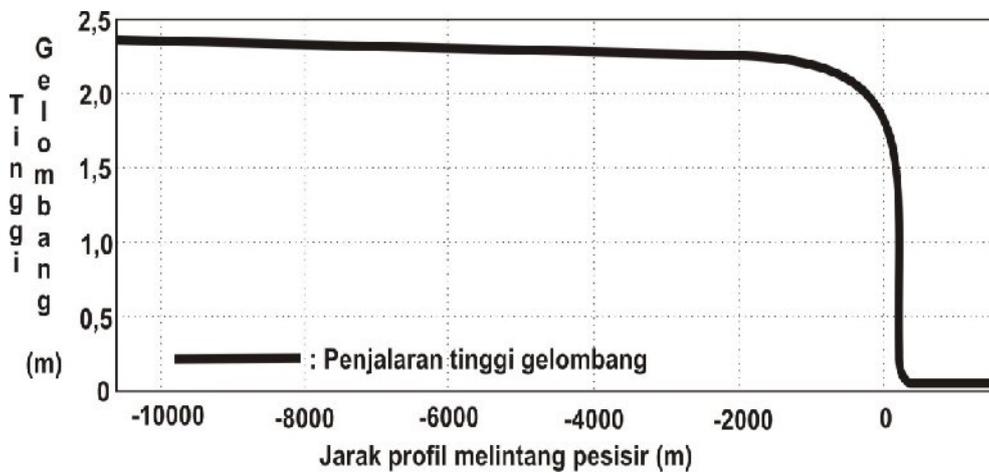
	Arah (Derajat)															
	0	22	45	67	90	112	135	157	180	202	225	247	270	292	315	337
Fetch (km)	50	50	50	3,36	0	0	0	0	0	0	0	3,02	20,54	44,83	50	50
Kecepatan angin maksimal (m/s ¹)	7	7	6	8	11	11	11	9	7	6	9	12	13	13	11	12
Tinggi gelombang (m)	0.84	0.84	0.68	0.31	0	0	0	0	0	0	0	0.45	1.18	1.66	1.44	1.59

Hasil perhitungan gelombang didapatkan bahwa tinggi gelombang maksimal yang disebabkan oleh angin di lepas pantai Perairan Subang adalah 2,48 m dengan periodenya adalah 6,2 detik.

Tinggi gelombang di pesisir

Gelombang mengalami transformasi selama penjalarnya dari perairan dalam ke perairan

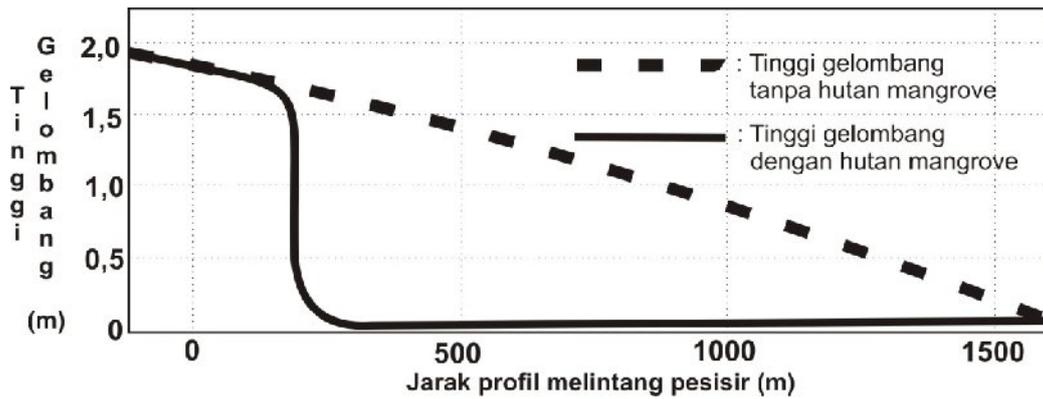
dangkal. Hasil pemodelan menunjukkan tinggi gelombang mengalami penurunan seiring dengan berkurangnya kedalaman dan penurunan tinggi gelombang terlihat mengalami perubahan drastis ketika memasuki jarak kurang dari 1000 m ke arah laut dari tepi pantai (Gambar 3). Hal ini terjadi karena pada jarak 1000 m ke arah laut dari tepi pantai memiliki kedalaman yang berubah dengan cepat terhadap jarak horizontalnya.



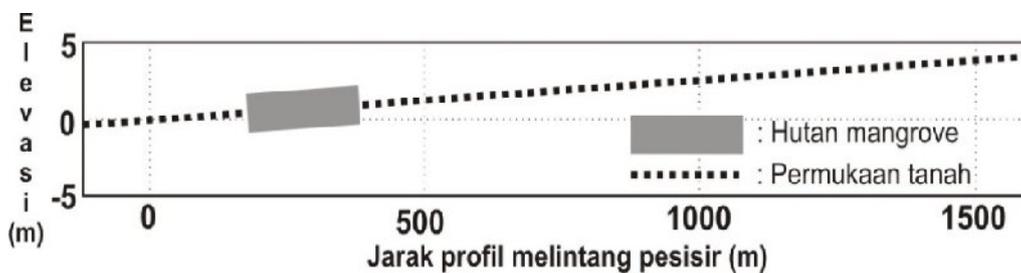
Gambar 3. Penjalaran tinggi gelombang
Figure 3. Wave height spreading

Tinggi gelombang maksimal oleh angin yang mungkin terjadi di lepas pantai dari Perairan Subang adalah 2,48 m dan terus tereduksi hingga mencapai tinggi 1,7 m sebelum melewati hutan mangrove. Selanjutnya tinggi gelombang tereduksi hingga mencapai ketinggian 0,1 m (Gambar 4) oleh keberadaan hutan mangrove di Desa Mayangan yang berjarak kurang lebih 200 m dari tepi pantai ke arah darat (Gambar 5).

Hutan mangrove yang didominasi spesies *Rhizophora* pada kerapatan 1 individu/m² dengan diameter batang 8 cm dapat mereduksi energi gelombang hingga 86% (Muliddin dan Sugianto, 2004). Pada pemodelan ini diperkirakan tinggi gelombang dan jarak penjalaran maksimal gelombang yang dapat terjadi jika hutan mangrove diasumsikan tidak ada, hasilnya adalah gelombang akan mengalami penjalaran hingga jarak 1,6 km dari tepi pantai (Gambar 4).



Gambar 4. Tinggi gelombang hasil pemodelan
Figure 4. Result of wave height modelling



Gambar 5. Posisi hutan mangrove pada profil melintang
Figure 5. Mangrove forest position on Cross-shore profile

Simpulan

1. Perhitungan tinggi gelombang yang dibangkitkan oleh angin hasil pemodelan *Wavewatch* III, menunjukkan tinggi maksimal gelombang yang mungkin terjadi di lepas pantai dari Perairan Subang adalah 2,48 m dengan perioda 6,2 detik.
2. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa hutan mangrove di Desa Mayangan dapat mereduksi tinggi gelombang hingga mencapai 0,1 m.
3. Hilangnya hutan mangrove di Desa Mayangan diprediksi dapat mengakibatkan penjarangan gelombang hingga jarak 1,6 km dari tepi pantai.

Daftar Pustaka

- BAPPEDA Prov. Jawa Barat. 2007. Laporan Akhir Atlas Pesisir dan Laut Utara Jawa Barat. Bandung.
- Guannel, G. 2012. Coastal protection. <http://ncp-dev.stanford.edu/~dataportal/investreleases/>

documentation/current_release/coastal_protection.html (diakses November 2012)

- Lekatompessy, S.T.A. dan A. Tutuhaturunewa. 2010. Kajian kontruksi model peredam gelombang dengan menggunakan mangrove di Pesisir Lateri – Kota Ambon. *Jurnal Arika*.4(1).
- Muliddin dan D.N. Sugianto. 2004. Prediksi peredaman gelombang permukaan yang menjaral melewati hutan mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 9(3): 141-152.
- Novianty, R.,S.Sastrawibawa, D.J. Prihadi. 2011. Identifikasi kerusakan dan upaya rehabilitasi ekosistem mangrove di Pantai Utara Kabupaten Subang. *Jurnal Akuatika*. 2(2): 160-168.
- Setyawan, W.B. 2010. Pengamatan terhadap mangrove yang ditanam di Pesisir Utara, Pulau Jawa Bagian Barat. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 15(2): 91-102.

- Sofian, I. dan A.B. Wijanarto. 2010. Simulation of significant wave height climatology using Wavewatch III. *International Journal of Geoinformatics*. 6(4): 13-19.
- Soraya, D. 2012. Perubahan garis pantai akibat kerusakan hutan mangrove di Kecamatan Blanakan dan Kecamatan Legon Kulon, Kabupaten Sumedang. Skripsi Sarjana (tidak dipublikasikan). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Taofiqurohman, A., dan M.F. Ismail. 2012. Analisis spasial perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2): 280-289.
- Triatmojo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Tuwo, A. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Brilian Internasional. Sidoarjo. 412 hlm.