

**PERANAN HUTAN MANGROVE DALAM MENGURANGI ENERGI
GELOMBANG TSUNAMI**

***IMPORTANCE OF MANGROVE TO REDUCE THE TSUNAMI WAVE
ENERGY***

**Anastasia Neni Candra Purnamasari¹
Universitas Proklamasi 45**

Received February 6, 2016 - Accepted April 9, 2017 - Available online August 30, 2017

ABSTRACT

Mangrove has a very important role to reduce the tsunami wave energy. It is shown that the coastal areas have no vegetation or in this case will have an impact Mangrove forests greater damage due to tsunami waves than the coastal areas of vegetation. The purpose of the Term Paper is proved the importance of Mangrove to reduce the tsunami wave energy by comparing the various methods that have been observed in some case studies on the impact of the tsunami that occurred in several Asian countries in 2004 and case studies on ocean waves on the Gulf coast of south Florida. Based on the research results that could dampen Mangrove Tsunami wave energy. Tsunami wave energy can be reduced by several factors, namely mangrove species, tree size, vast mangrove forest, nature tree structure, and the size limit Mangrove forest (as far as how much of the ocean to the surface).

Key-words: Mangrove, wave energy, Tsunami

INTISARI

Hutan mangrove memiliki peranan yang sangat penting dalam mengurangi energi gelombang Tsunami. Hal ini ditunjukkan bahwa daerah pesisir yang tidak memiliki vegetasi atau dalam hal ini adalah hutan Mangrove akan memperoleh dampak kerusakan yang lebih besar akibat gelombang Tsunami dibandingkan daerah pesisir yang memiliki vegetasi. Tujuan tulisan ini adalah mengemukakan penting peranan hutan mangrove dalam mengurangi energi gelombang Tsunami dengan membandingkan antara daerah yang berdampak terhadap tsunami dalam beberapa studi kasus yang terjadi di Asia pada tahun 2004 dan kawasan Amerika, Teluk Florida selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan mangrove dapat meredam energi gelombang Tsunami. Energi gelombang Tsunami dapat berkurang berdasarkan beberapa faktor, yaitu spesies mangrove, ukuran pohon, luas hutan Mangrove, struktur sifat pohon, dan batas ukuran hutan mangrove.

Kata kunci: Mangrove, energi gelombang, Tsunami

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Anastasia Neni Candra Purnamasari. Universitas Proklamasi 45. E-mail: anastasia.neni@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dan merupakan negara “*Ring of Fire*” yaitu adanya pertemuan lempeng Eurasia dan lempeng Australia (lempeng benua dan lempeng samudera). Hal ini mengakibatkan Indonesia menjadi negara yang rawan akan bencana gempa bumi, gunung meletus, dan tsunami. Indonesia sebagai negara kepulauan tentu saja memiliki daerah pesisir yang luas dan daerah pesisir tidak luput adanya bahaya tsunami. Daerah pesisir yang tidak memiliki vegetasi atau dalam hal ini adalah hutan mangrove, akan memperoleh dampak kerusakan yang lebih besar akibat gelombang tsunami dibandingkan daerah pesisir yang memiliki vegetasi (Kathiresan et al. 2005); Yanagisawa et al. (2009); Limura et al. (2012); Strusinska-Correia et al. (2013); Zhang et al. (2012)).

Tujuan tulisan ini adalah mengemukakan pentingnya peranan hutan mangrove untuk mengurangi energi gelombang tsunami berupa studi kasus di beberapa negara Asia pada tahun 2004 (Kathiresan et al. 2005; Yanagisawa et al. 2009; Limura et al. 2012; Strusinska-Correia et al. 2013) dan Amerika, Teluk Florida selatan oleh Zhang et al. (2012).

Pokok bahasan mengemukakan: 1) kondisi vegetasi mangrove di daerah pesisir akibat bencana tsunami dan karakteristik lokasi pemukiman penduduk untuk berlindung dari bahaya tsunami (Kathiresan et al. 2005); 2) Evaluasi efek reduksi dari mangrove berdasarkan kemungkinan estimasi kerusakan pohon (*Rizophora, sp*) menggunakan model numerik (Yanagisawa et al. 2009); 3) Simulasi numerik dari perubahan distribusi densitas (besar kecil pohon) pada mangrove (Limura et al. 2012);

4) Mangrove mengurangi efek energi gelombang berdasarkan pengamatan di lapangan dengan menggunakan simulasi numerik dari luasan mangrove yang ditanam (Zhang et al. 2012); 5) Karakteristik pohon pada hutan mangrove dalam meredam tsunami menggunakan parameterisasi pohon secara biomekanik dan struktur sifat pohon (Strusinska-Correia et al. 2013).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan berdasarkan studi literatur. Literatur berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya. Kemudian dianalisis berdasarkan data yang sudah ada.

PERANAN MANGROVE TERHADAP DAMPAK TSUNAMI

Pentingnya Vegetasi Mangrove di Daerah Pesisir. Tsunami yang melanda beberapa negara Asia pada tahun 2004 memberikan dampak yang sangat besar, yaitu kerusakan daerah pesisir. Kerusakan daerah pesisir akibat tidak adanya vegetasi mengalami kerusakan yang parah, sedangkan daerah yang terdapat hutan mangrove mengalami kerusakan yang tidak terlalu parah. Hal ini mendorong Kathiresan et al. (2005) melakukan penelitian lebih lanjut. Luas area vegetasi pesisir, jarak, dan ketinggian pemukiman merupakan salah satu faktor untuk mengetahui seberapa besar dampak kerusakan akibat gelombang tsunami terhadap pemukiman yang berada di dekat pesisir. Kathiresan et al. (2005) melakukan penelitian tentang seberapa jauh pemukiman dari pesisir serta beberapa jenis vegetasi yang cocok untuk pesisir pada tiap topografi yang berbeda. Pemukiman penduduk seharusnya terletak lebih dari satu km dari garis pantai dan di tempat yang memiliki

topografi yang tinggi di belakang hutan mangrove atau vegetasi pesisir lainnya. Jenis mangrove yang cocok untuk ditanam di daerah pesisir untuk mitigasi gelombang tsunami dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesies mangrove dan tempat yang cocok untuk ditanami di daerah pesisir (Khatiresan et al. 2005)

<i>Name of plant species</i>	<i>Site of plantation</i>
<i>Rhizophora apiculata,</i> <i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Mangrove intertidal, ertuarine and backwater areas; silty clay soil</i>
<i>Sonneratia alba,</i> <i>Kandelia candel</i>	<i>Be planted along the waterfront</i>
<i>Avicennia marina,</i> <i>Avicennia officinalis</i>	<i>Behind them on landward side</i>

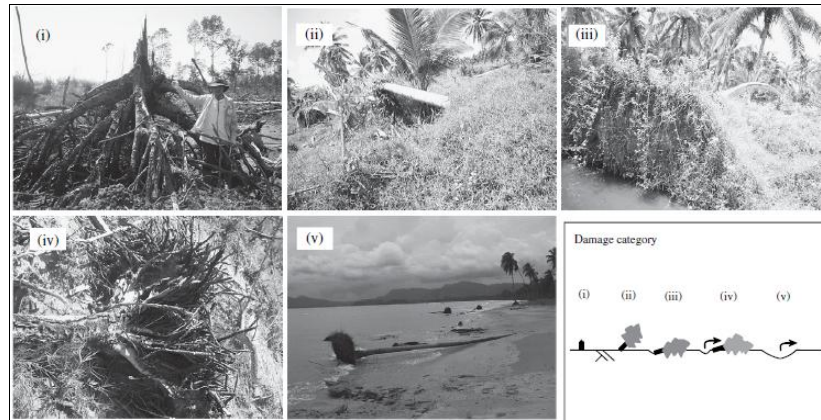
Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa jenis mangrove yang berbeda, tempat pertumbuhannya juga berbeda. Hal ini penting untuk konservasi mangrove ataupun untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan mangrove sebagai peredam gelombang.

Mangrove dapat mengurangi gelombang laut. Pengurangan ini bergantung pada kedalaman air, periode gelombang, tinggi gelombang, spesies pohon mangrove, densitas mangrove serta diameter akar dan batang mangrove (Khatiresan et al. 2005). Namun penelitian yang dilakukan oleh Khatiresan et al. (2005) masih kurang detail untuk membuktikan bahwa mangrove sangat penting untuk mengurangi energi gelombang tsunami. Oleh karena itu,

Yanagisawa et al. (2009) melakukan penelitian berkelanjutan.

Evaluasi Efek Reduksi Mangrove Berdasarkan Kemungkinan Estimasi Kerusakan Pohon (*Rhizophora, sp*) Menggunakan Model Numeric.

Yanagisawa et al. (2009) meneliti kerusakan mangrove akibat tsunami 2004 di Pakarang Cape, Thailand dengan menggunakan pendekatan analisis citra satelit, pengukuran lapangan, dan pemodelan numerik. Citra satelit pra dan pasca tsunami dibandingkan sehingga ditemukan bahwa sekitar 70 persen hutan mangrove hancur akibat tsunami. *Rhizophora* dengan diameter 25 hingga 30 cm ditemukan 72 persen selamat dari dampak tsunami dan diameter 15 hingga 20 cm hanya 19 persen yang selamat. Kemudian Yanagisawa et al. (2009) mengevaluasi efek reduksi tsunami dari mangrove berdasarkan probabilitas estimasi kerusakan dan kerapuhan menggunakan model numerik. Hasil numerik menunjukkan bahwa tsunami menggenangi daerah hutan mangrove saat kecepatan lima m/s. Model menunjukkan bahwa hutan mangrove *Rhizophora sp* dengan densitas 0,2 trees per m², diameter batang 15 cm di luas area 400 m dapat mengurangi genangan tsunami (Yanagisawa et al. 2009). Pola kerusakan pohon pesisir akibat tsunami ditunjukkan pada gambar 1.



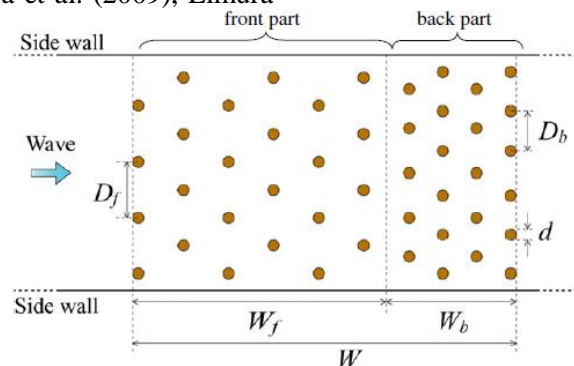
Gambar 1. Pola kerusakan pohon pesisir akibat tsunami (Yanagisawa et al. 2009).

Berdasarkan gambar 1, pola kerusakan pohon dibagi menjadi lima, yaitu (i) rusak dan hanya tersisa akar; (ii) miring; (iii) tumbang dan patah; (iv) tumbang dan tercabut; (v) terkikis dan hanyut.

Simulasi Numerik Perubahan Distribusi Densitas (Besar Kecil Pohon) Mangrove. Efek pengurangan hutan mangrove yang mengandung berbagai ukuran pohon harus diteliti lagi sehingga untuk melengkapi penelitian Yanagisawa et al. (2009), Limura

et al. (2012) melakukan efek mitigasi tsunami terhadap vegetasi menggunakan simulasi numerik dari perubahan distribusi densitas (ukuran besar kecil pohon) pada model hutan mangrove.

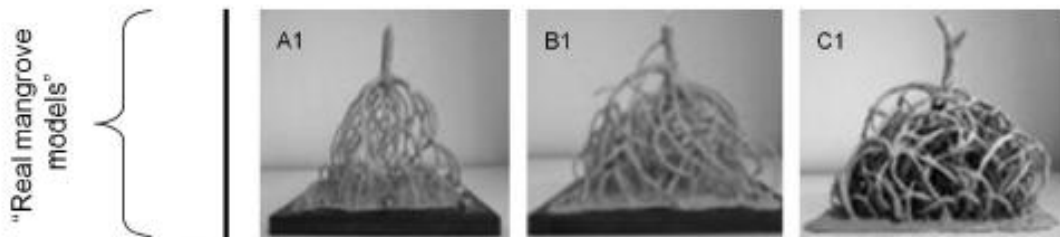
Percobaan laboratorium yang dilakukan Limura et al. (2012) dengan model dari silinder kayu. Gambar 2 menunjukkan rincian pengaturan vegetasi dan definisi.



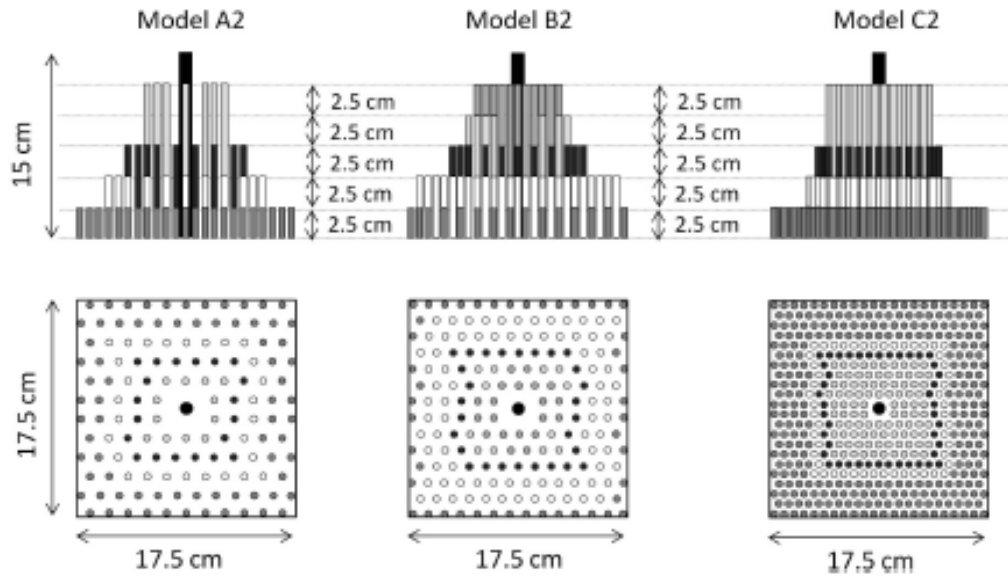
Gambar 2. Rincian pengaturan vegetasi dan definisi (Limura et al. 2012). Dengan W adalah width, D adalah jarak antar-pohon, d adalah diameter pohon. Kecepatan gelombang di belakang vegetasi berkurang sekitar delapan persen sebagai kenaikan densitas sekitar delapan kali.

Mangrove Mengurangi Efek Energi Gelombang Berdasarkan Pengamatan di Lapangan Dengan Menggunakan Simulasi Numerik dari Luasan Mangrove yang Ditanam. Studi kasus di sepanjang teluk Florida Selatan (Zhang et al. 2012) menjelaskan tentang mangrove dalam menahan atau mengurangi energi gelombang tsunami berdasarkan pengamatan di lapangan dan simulasi numerik dari luasan hutan mangrove. Hal ini menindaklanjuti penelitian yang dilakukan oleh Limura et al. (2012) yang berawal dari analisis hubungan antara lokasi dan ukuran hutan mangrove (Kathiresan et al. 2005). Efek dari lebar hutan mangrove untuk mengurangi amplitudo gelombang *non linear* dengan rata-rata pengurangan 15 persen hingga 30 persen. Interaksi pohon terhadap aliran gelombang berkaitan dengan spesies mangrove, misalnya *Rhizophora mangle* lebih efektif dalam menghamburkan energi gelombang.

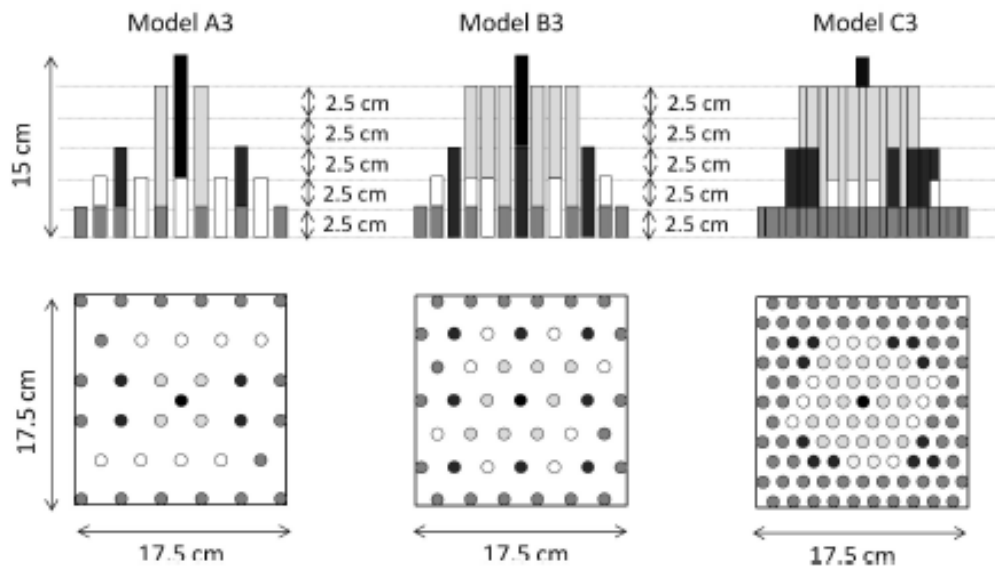
Karakteristik Pohon Pada Hutan Mangrove Dalam Meredam Tsunami Menggunakan Parameterisasi Pohon Secara Biomekanik dan Struktur Sifat Pohon. Penelitian terbaru tentang mangrove untuk meredam tsunami (Strusinska-Correia at al. 2013) berawal dari penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini memperkuat kekurangan penelitian sebelumnya. Strusinska-Correia at al. (2013) meneliti pohon mangrove *Rhizophora sp* menggunakan parameterisasi pohon secara biomekanik dan struktur sifat pohon. Dalam biomekanik sifat vegetasi sangat diperhitungkan misalnya usia pohon dan juga struktur masing-masing pohon. Sebagai contoh struktur akar mangrove *Rhizophora sp* yang memiliki volume akar yang bervariasi. Gambar 3 dan gambar 4 adalah rincian pembangunan parameter model mangrove.



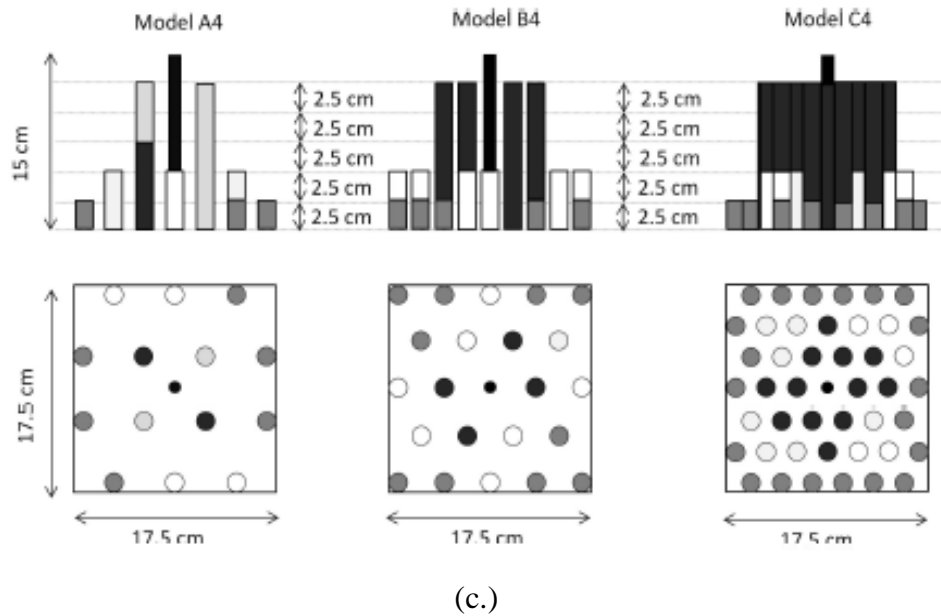
Gambar 3. Model asli akar mangrove (Strusinska-Correia at al. 2013).



(a.)



(b.)



Gambar 4. Parameter area tertinggi frontal (model A2, B2, C2), parameter area medium frontal (model A3, B3, C3), dan parameter area terendah frontal (model A4, B4, C4) dengan skala 1:20. Diameter banyak silinder mewakili akar Mangrove, yaitu (a.) 0.5 cm, (b.) 1.0 cm, dan (c.) 1.5 cm. Diameter silinder mewakili batang, yaitu 1.0 cm (Strusinska-Correia at al. 2013).

Penyusunan pohon pada hutan mangrove ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4. Parameter A adalah *low root density*, B adalah *medium root density*, dan C adalah *high root density*. Berdasarkan susunan pohon di atas tampak bahwa karakteristik pohon pada hutan mangrove sangat berpengaruh dalam meredam gelombang tsunami. Perbedaan densitas akar pohon mangrove ditunjukkan pada gambar 3, banyak sedikitnya pohon serta diameter akar dan batang pohon mangrove ditunjukkan pada gambar 4.

KESIMPULAN

Mangrove memiliki peranan penting untuk mengurangi energi gelombang

tsunami. Pengurangan energi gelombang tsunami terkait dengan beberapa faktor, yaitu spesies mangrove, ukuran pohon, luas hutan mangrove, struktur sifat pohon, dan batas ukuran hutan mangrove (sejauh berapa dari laut ke darat).

DAFTAR PUSTAKA

Kathiresan, K., & N. Rajendran. 2005. Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65: 601-606

Limura, K., & N. Tanaka. 2012. Numerical simulation estimating effects of tree density

distribution in coastal forest on tsunami mitigation. *Ocean Engineering* 54: 223-232

Strusinska-Correia, A., S. Husrin, & H. Oumeraci. 2013. Tsunami damping by mangrove forest: a laboratory study using parameterized trees. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13: 483-503

Yanagisawa, H., S. Koshimura, K. Goto, T. Miyagi, F. Imamura, A. Ruangrassamee, & C. Tanavud. 2009. The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 27-37

Zhang, K., H. Liu, Y. Li, H. Xu, J. Shen, J. Rhome, & T. J. Smith III. 2012. The role of mangroves in attenuating storm surges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 102-103: 11-23.