

## KEMAMPUAN HUTAN MANGROVE RUMPUN *RHIZHOPHORA SP* DAN *AVICENNIA SP* DALAM MEREDAM GELOMBANG LAUT

### *THE PERFORMANCE OF MANGROVE FOREST RHIZHOPHORA SP AND AVICENNIA SP CLUMPS IN MINIMIZING SEA WAVE*

A. Kristiyanto<sup>1\*</sup>, H.D. Armono<sup>2</sup>, Soemarno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan PPS Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>3</sup>Program Pascasarjana Universitas Brawijaya

Diterima: 03 Juni 2013. Disetujui: 20 Juni 2013. Dipublikasikan: Juli 2013

#### ABSTRAK

Proses abrasi yang terjadi di wilayah pantai dapat dicegah dengan meredam gelombang laut menggunakan vegetasi mangrove. Tingkat kemampuan vegetasi mangrove dalam meredam gelombang dapat ditentukan dengan mengetahui karakteristik gelombang laut yang menuju garis pantai. Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan survei lokasi pada mangrove rumpun *rhizophora sp* dan *avicennia sp* yang memiliki dasar pantai yang landai dan fluktuasi pasang surut yang cukup tinggi. Kemudian pada area tersebut dibuat kanal dengan ukuran 30 x 6,5 x 1 meter, selanjutnya dihitung porositasnya melalui pengukuran diameter, panjang akar dan batang pohon yang terendam air laut. Pengukuran tinggi dan periode gelombang datang serta gelombang yang ditransmisikan dengan alat ukur SBE (*Sea Bird Electronic*) pada jarak dan porositas tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padarumpun *Rhizophora sp* dengan tingkat porositas sebesar 0,9828 memiliki kemampuan meredam gelombang laut sebesar 57,73 %, sedangkan pada rumpun *Avicennia sp* dengan tingkat porositas 0,9941 menghasilkan redaman gelombang laut sebesar 39,60 %.

#### ABSTRACT

Abrasion process that occurs at the coastal areas can be prevented by minimizing the sea wave using mangrove vegetation. The ability of mangrove vegetation in minimizing the wave can be determined by studying the sea wave characteristic approaching to the coastal line. The observation starts by finding the location of *Rhizophora sp* class and *Avicennia sp* class which have flat coastal areas with high tide fluctuation. The canal with size of 30 x 6,5 x 1 meter were made on the area. The diameter and length of tree roots as well as submerged trunk were measured to define the porosity. The height and period of both incoming wave and transmitted wave were recorded by SBE (*Sea Bird Electronic*) in a particular distance and porosity. The result of observation showed that on porosity of 0.9828 the ability in minimizing sea wave value of *rhizophora sp* class is 57.73 %, while the *avicennia sp* class with porosity of 0.9941 is 39.60 %.

© 2013 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

**Keywords:** minimizing wave; porosity; mangrove

---

\*Alamat Korespondensi:  
Jalan Veteran, 65145, Indonesia  
E-mail: ambarkristiyanto@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Hutan mangrove dengan sistem perakarannya dapat berfungsi sebagai peredam hempasan gelombang laut dan perangkap sedimen serta menjaga stabilitas garis pantai. Suryawan (2007), Bengen.D.G.(2001) menyatakan secara fisik hutan mangrove menjadi pelindung garis pantai dari proses abrasi yang disebabkan oleh gelombang air laut dan juga menjaga daerah pantai dari intrusi air laut.

Menurut Jan de Vos (2004), hutan mangrove tidak hanya melindungi pantai dari terjangan gelombang dan aliran erosi pada kondisi normal, tetapi juga pada kondisi ekstrim seperti angin topan dan badai. Sedangkan Miyasiwi dan Hendra(2011) mengatakan hutan mangrove dapat mengendalikan abrasi pantai dan mengurangi tiupan angin kencang dan terjangan gelombang laut atau memperkecil energi gelombang tsunami, menyerap dan mengurangi pencemaran (polutan), mempercepat laju sedimentasi sehingga daratan bertambah luas dan mengendalikan intrusi air laut

Thaha M.A. (2003) melakukan penelitian menggunakan skala model 1/10 rumpun *Rhizophora* sp dengan kerapatan 0,4-4%, panjang 100 meter dan lebar 50 meter serta waktu periode gelombang datang 16 detik menghasilkan kemampuan meredam energi sebesar 20% - 90%. Muliddin dan Denny (2004) rumpun *Rhizophora* sp spesies *ceriops* dengan diameter batang 2 cm, dan kerapatan 1/m<sup>2</sup>, 9/m<sup>2</sup>, 16/m<sup>2</sup>, 49/m<sup>2</sup> secara berurutan dapat meredam energi gelombang sebesar 56,03% sampai dengan 85,92%. Sedangkan studi yang dilakukan Mazda,dkk. (1997) di Tong King Delta Vietnam menunjukkan adanya reduksi tinggi gelombang hingga 20 % per 100 meter pada hutan mangrove jenis *Kandelia* sp. Pada tanaman usia enam tahun dan lebar 1500 meter akan mengurangi satu meter tinggi gelombang di laut terbuka dan kurang dari 0,05 m di daerah pantai.

Efektifitas hutan mangrove dalam meredam gelombang laut dan dampaknya terhadap habitat makhluk hidup dipesisir Desa Penunggul Kecamatan Nguling masih perlu diteliti. Untuk mendapatkan data-data karakteristik gelombang di lapangan yang lebih akurat digunakan sarana bantu utama tangki gelombang alam yang merupakan aplikasi dari tangki gelombang yang ada di laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik gelombang laut meliputi periode, tinggi gelombang datang dan gelombang

transmisi, menentukan nilai koefisien transmisi dan kecuraman gelombang laut dan menganalisis hubungan antara koefisien transmisi serta kecuraman gelombang sehingga dapat ditentukan kemampuan hutan mangrove pada rumpun *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp dalam meredam gelombang laut yang melewatinya.

## METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2012 di kawasan hutan mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan, dikarenakan lokasi tersebut memiliki populasi yang cukup seragam dan padat yaitu jenis *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, selain itu kondisi topografi yang sangat memungkinkan untuk pengukuran data-data gelombang diantaranya tinggi dan waktu periode gelombang datang menuju hutan mangrove dan gelombang transmisi yang kemungkinan kecil terjadi interferensi dengan gelombang pantul dari bibir pantai karena *slope* dasar pantai yang landai, menurut Giancoli D.C. (2001), Sears dan Zemansky's (1999) interferensi dapat terjadi apabila dua buah gelombang saling bertemu dan saling melewati, jika fase dari gelombang tersebut berbeda disebut interferensi destruktif dan apabila fase gelombangnya sama disebut interferensi konstruktif. Oleh karena itu dengan mencari lokasi dasar pantai yang landai dan jauh dari bibir pantai diharapkan data tinggi gelombang transmisi yang terukur murni dari hasil redaman oleh hutan mangrove.

Metode yang digunakan dimulai dari kajian teoritis tentang proses fisis dan deskripsi tentang interaksi gelombang laut dengan hutan mangrove sampai pada tahap survei lapangan pada proses pengambilan data. Tahapan penelitian yang dilakukan secara umum meliputi persiapan, perancangan dan pemasangan laboratorium tangki gelombang alam. Untuk mendapatkan data-data karakteristik gelombang yang akurat, diupayakan saat terjadi pasang tertinggi agar volume kanal secara keseluruhan terendam air laut, sesuai data yang terlihat pada Gambar 1. Grafik ramalan pasang daerah alur pelayaran timur Surabaya (Karang Kleta) terjadi pasang tertinggi pada tanggal 14 Desember sampai dengan tanggal 17 setinggi kurang lebih 33 cm.

Adapun kondisi *topografi* dan *bathimetry* pantai yang akan digunakan lokasi pembangunan laboratorium tangki gelombang alam diupayakan memiliki tingkat kedalaman yang sama, seperti terlihat pada peta *Bathimetry*

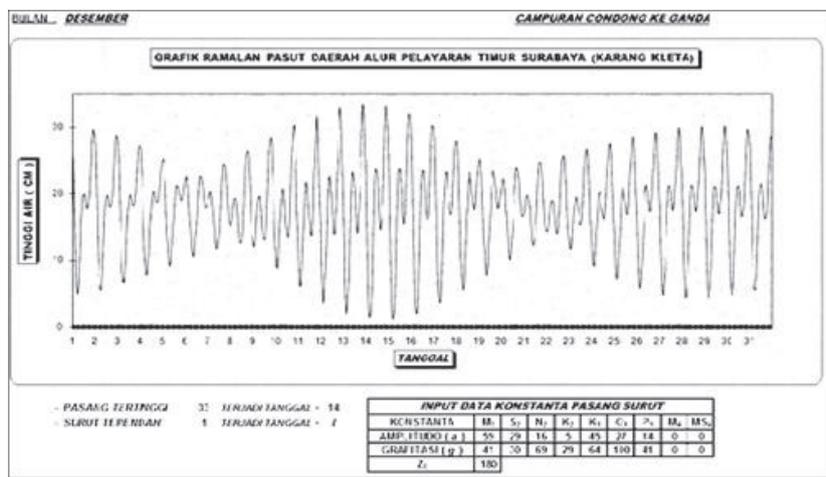
Gambar 2.

Dari Gambar 2 tempat lokasi penelitian yang diberi tanda lingkaran warna hitam, terlihat bahwa lokasi tersebut banyak pohon mangrove dengan kedalaman laut yang relatif sama, hal ini diperlukan karena untuk meminimalisasi terjadinya gelombang yang direfleksikan, sehingga data gelombang transmisi murni berasal dari hasil peredaman gelombang laut oleh hutan mangrove saja.

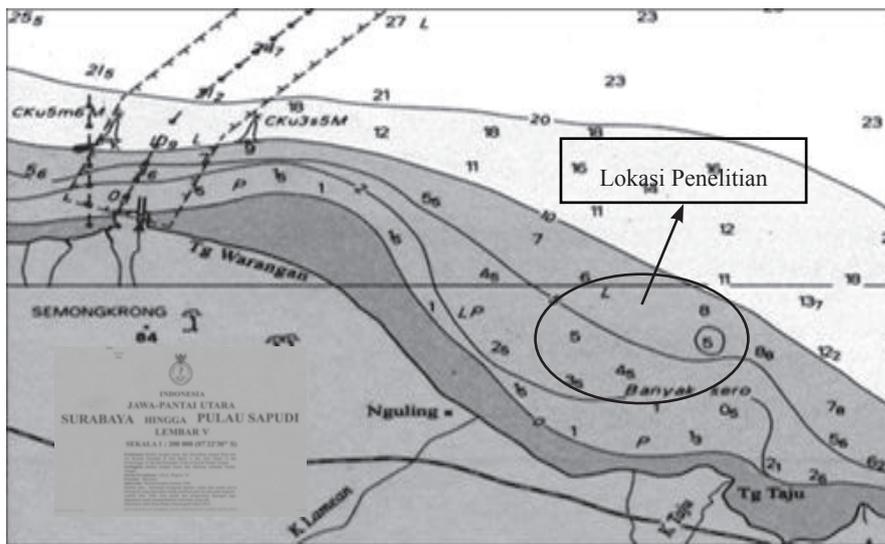
Bahan dan alat yang digunakan untuk mengetahui karakteristik gelombang laut adalah SBE 26 (*Sea Bird Electronic*), stopwatch, printer, laptop. Sedangkan untuk pembuatan laboratorium tangki gelombang alam diperlukan peralatan dan bahan diantaranya meteran roll 25 meter, karpet karet ukuran 1 x 30 meter,

bambu ± 50 batang, selotipe berwarna 5 roll, paku reng, gergaji, martil 5 kg, kawat benderat, benang. Peralatan lainnya yang digunakan untuk mendukung pelaksanaan penelitian adalah kapal kayu, menara pemantau, lampu *emergency* dan accu.

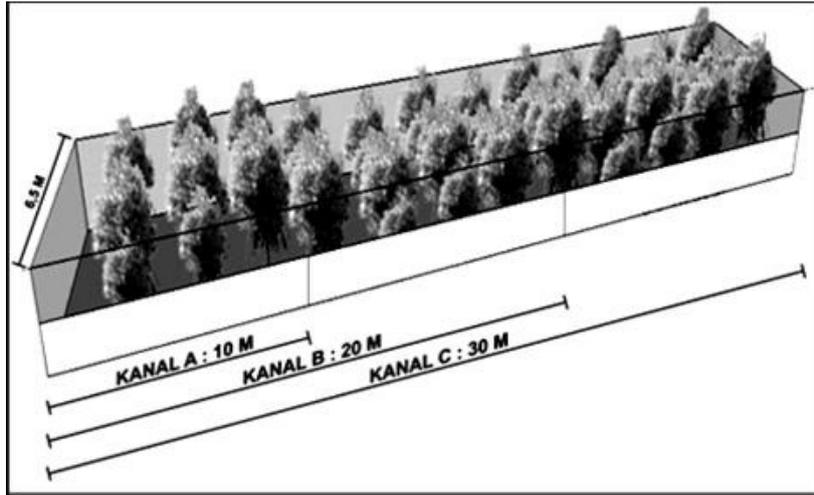
Data fisik mangrove yang diukur pada saat laut sedang surut pada rumpun *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp berupa jumlah pohon, keliling dan tinggi batang dan akar setinggi saat terendam air laut pada Laboratorium Tangki Gelombang Alam, yang merupakan sebuah kanal setinggi satu meter dengan panjang tiga puluh meter, terbuat dari karpet karet dan dibangun di wilayah pantai yang masih dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut air laut. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan tiga



Gambar 1. Ramalan pasang surut di lokasi penelitian ( Kristiyanto ,2013).



Gambar 2. Peta Bathimetry di perairan kecamatan Nguling



**Gambar 3.** Model Laboratorium Tangki Gelombang Alam.( Kristiyanto ,2013 )

ukuran kanal yang berbeda yaitu Kanal A : 1 m x 10 m x 6,5 m, Kanal B : 1 m x 20 m x 6,5 m dan Kanal C : 1 m x 30 m x 6,5 m.Selanjutnya data yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai porositas pada masing-masing kanal. Adapun Tangki Gelombang Alam yang dimaksud dapat diabstraksikan seperti pada Gambar 3.

Tahap berikutnya dilakukan pengukuran periode gelombang datang ( $T_i$ ), tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) dengan alat SBE 360 yang diletakan saat gelombang akan masuk kanal dan tinggi gelombang transmisi ( $H_t$ ) dengan alat SBE 370 yang diletakan pada kanal dengan jarak pengamatan 10 m, 20 m dan 30 m. Selanjutnya data yang diperoleh diolah menggunakan program *Software Seasoft For Waves*. Setelah itu data yang diperoleh digunakan untuk menghitung koefisien transmisi gelombang laut dan kecuraman gelombang pada masing-masing rumpun *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp.

Data-data yang diperoleh diproyeksikan untuk menggambar grafik hubungan antara koefisien transmisi gelombang laut ( $K_t$ ) dengan  $T_i$ ,  $K_t$  dengan  $H_i$ ,  $K_t$  dengan kecuraman gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ) dan grafik gabungan hubungan antara koefisien transmisi ( $K_t$ ) dan kecuraman gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ) pada masing-masing kanal rumpun *Rhizophora* sp maupun *Avicennia* sp.Selanjutnyadialisa hasil penelitian berdasarkan pada grafik yang ditampilkan. Analisa data dilakukan dengan tahapan menghitung nilai porositas ( $N_p$ ) pada masing-masing rumpun mangrove *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp(La Thi C, dan Vo Luong H.P., 2001) :

$$N_p = 1 - \frac{V_t}{V_o} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan  $N_p$  : nilai porositas (-),  $V_t$  : volume batang dan akar *Rhizophora* sp atau *Avicennia* sp yang terendam air ( $m^3$ ),  $V_o$  : volume kontrol total ( $m^3$ ),  $N_p = 1$  menunjukkan ketiadaan mangrove, dan  $N_p = 0$  menunjukkan dinding sepenuhnya reflektif.

Selanjutnya menghitung kecuraman gelombang (*wave steepness*) (Park, 1999):

$$wave\ steepness = \frac{H_i}{gT_i^2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan  $H_i$  : tinggi gelombang datang (m),  $g$  : percepatan gravitasi ( $m/det^2$ ), dan  $T_i$  : periode gelombang datang (det).

Sedangkan tahap terakhir adalah menghitung koefisien transmisi gelombang laut ( $K_t$ ) (Sidek dan M.A. Wahab, 2007) :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan  $K_t$  : Koefisien transmisi (-),  $H_i$  : Tinggi gelombang datang (m), dan  $H_t$  : Tinggi gelombang transmisi (m). Besaran Koefisien transmisi yang nilainya merupakan perbandingan antara tinggi gelombang transmisi dan gelombang datang inilah yang menunjukkan tingkat kemampuan hutan mangrove dalam meredam gelombang laut yang melaluinya.

Menurut Triatmodjo,B.(1999) parameter-parameter yang berpengaruh terhadap penentuan koefisien transmisi gelombang pada

penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = f ( H_i, T_i, g, N_p ) \dots\dots\dots(4)$$

Sedangkan variabel tak berdimensi yang digunakan untuk menganalisa data hasil penelitian adalah :

$$K_t = \left[ \frac{H_t}{H_i} \right] = f \left( \frac{H_i}{g T_i^2}, N_p \right) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :  $K_t$  : Koefisien transmisi (-),  $H_i$  : Tinggi gelombang datang (m), dan  $H_t$  : Tinggi gelombang transmisi (m),  $g$  : percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>) dan  $T_i$  : periode gelombang datang (det) dan  $N_p$  : nilai porositas (-)

Analisa data hasil penelitian yang akan digunakan untuk menyusun model persamaan yang diinginkan dapat dipermudah dengan melakukan analisa dimensi terlebih dahulu, selanjutnya hasil yang diperoleh berupa variabel variabel tak berdimensi dijadikan acuan dalam mengilustrasikan dan menginformasikan hasil - hasil pengukuran di lapangan, selanjutnya data tersebut dianalisa dengan *software* SPSS untuk mendapatkan nilai dan model persamaan koefisien tranmisi gelombang.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Redaman Gelombang Laut Pada Rumpun *Rhizophora sp.***

Hasil Penelitian menunjukkan karakteristik gelombang laut pada hutan mangrove rumpun *Rhizophora sp* menunjukkan data gelombang pada kanal A memiliki waktu periode rata-rata ( $T_i$ ) sebesar 0,7343 detik, tinggi gelombang datang rata-rata ( $H_i$ ) sebesar 0,2026 m dan tinggi gelombang yang ditransmisikan rata - rata ( $H_t$ ) 0,1316 m memiliki kemampuan meredam gelombang laut dengan koefisien transmisi sebesar 0,6977. Kanal B mampu meredam gelombang laut dengan koefisien transmisi sebesar 0,6612 dan waktu periode rata-rata ( $T_i$ ) sebesar 0,0621 detik serta tinggi gelombang datang rata-rata ( $H_i$ ) sebesar 0,2270 m dan tinggi gelombang yang di transmisikan rata-rata ( $H_t$ ) sebesar 0,1445 m. Sedangkan pada kanal C memiliki waktu periode rata-rata ( $T_i$ ) sebesar 0,8994 detik, tinggi gelombang datang rata-rata ( $H_i$ ) sebesar 0,2069 m, serta tinggi gelombang transmisi rata-rata ( $H_t$ ) sebesar 0,1106 m menghasilkan koefisien transmisi sebesar 0,5773.

Armono D.H.dkk,(2011) menyatakan

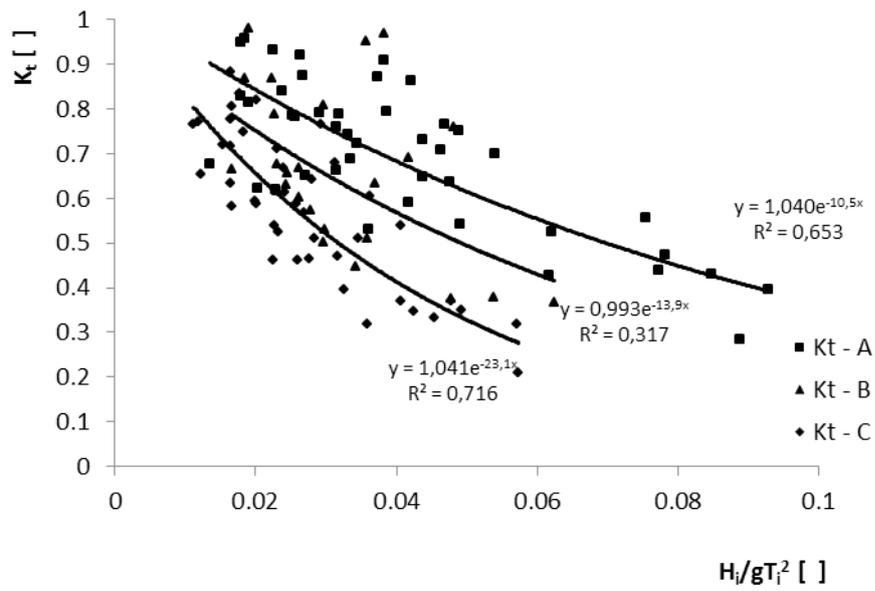
bahwa hubungan Koefisien Transmisi ( $K_t$ ) terhadap Kecuraman Gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ) pada rumpun *Rhizophora sp* menunjukkan adanya kecenderungan menurunnya koefisien transmisi ( $K_t$ ) sebanding dengan semakin meningkatnya nilai kecuraman gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ). Pada kanal A dengan porositas 0,9920 menghasilkan kemampuan meredam gelombang laut dengan persamaan koefisien transmisi  $K_t = 1,040^{-10,5 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata 0,0411. Kanal B yang memiliki porositas 0,9833 menghasilkan persamaan koefisien transmisi  $K_t = 0,993^{-13,9 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata 0,0319. Sedangkan kanal C dengan porositas 0,9828 memiliki peredaman dengan nilai koefisien transmisi  $K_t = 1,041^{-23,1 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata 0,0276. Untuk lebih memperjelas hubungan antara koefisien transmisi dan kecuraman gelombang dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil pengukuran dan pengolahan data gelombang yang melewati rumpun *Rhizophora sp* menunjukkan peningkatan periode gelombang ( $T_i$ ) menyebabkan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ), sedangkan pengaruh peningkatan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) menyebabkan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ) dan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ) berkurang seiring dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang.

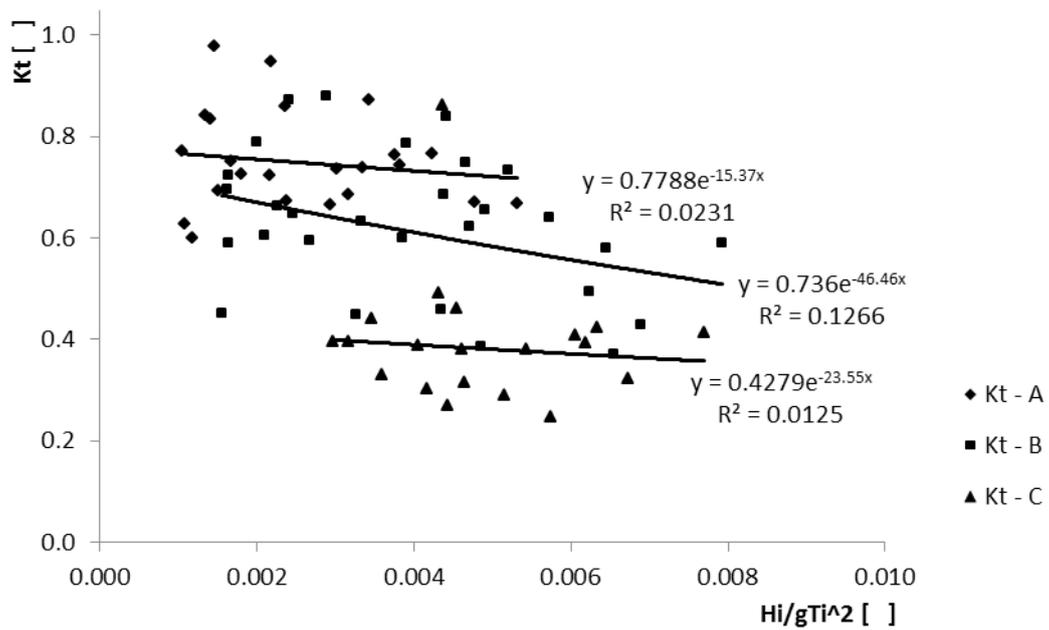
**Redaman Gelombang Laut Pada Rumpun *Avicennia sp.***

Karakteristik gelombang laut pada hutan mangrove rumpun *Avicennia sp* menunjukkan dengan pengaruh periode gelombang rata-rata sebesar 1,5725 detik dan tinggi gelombang datang sekitar 0,0538 m yang menuju pada kanal A menghasilkan koefisien transmisi sebesar 0,7542. Pada kanal B dihasilkan koefisien transmisi sebesar 0,6281 dengan periode gelombang sekitar 1,2722 detik dan tinggi gelombang datang sekitar 0,0541 m. Sedangkan pengaruh periode gelombang sekitar 1,2100 detik dan tinggi gelombang datang sekitar 0,0679 m yang menuju pada kanal C menghasilkan koefisien transmisi sebesar 0,3960. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan peningkatan periode gelombang ( $T_i$ ) menyebabkan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ), sedangkan pengaruh peningkatan tinggi gelombang datang menyebabkan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ).

Pada rumpun *Avicennia sp* menunjukkan adanya kecenderungan menurunnya koefisien transmisi ( $K_t$ ) seiring dengan sema-



**Gambar 4.** Hubungan Koefisien Transmisi Dengan Kecuraman Gelombang pada rumput *Rhiphys sp* ( Kristiyanto, 2013 )



**Gambar 5.** Hubungan Koefisien Transmisi Dengan Kecuraman Gelombang pada rumput *Avicennia sp.*

kin besarnya nilai kecuraman gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ). Pada kanal A dengan tingkat porositas 0,9960 diperoleh kemampuan meredam gelombang laut dengan persamaan koefisien transmisi  $K_t = 0,778^{-15,3 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata sebesar 0,0026. Kanal B yang memiliki porositas 0,9945 menghasilkan peredaman dengan persamaan koefisien transmisi  $K_t = 0,736^{-46,4 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata sebesar 0,0040. Sedangkan kanal C dengan porositas 0,9941 memiliki kemampuan peredaman dengan persamaan koefisien transmisi  $K_t = 0,427^{-23,5 H_i/gT_i^2}$  dan kecuraman gelombang rata-rata sebesar 0,0049.

Hasil pengukuran dan perhitungan data gelombang yang melewati rumpun *Avicennia* sp menghasilkan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ) berkurang seiring dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang ( $H_i/gT_i^2$ ). Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kecuraman gelombang, maka koefisien transmisi pada rumpun *Avicennia* sp yang dihasilkan cenderung semakin besar.

#### Model Persamaan Koefisien Transmisi Gelombang Laut Rumpun *Rhizophora* sp

Model persamaan koefisien transmisi gelombang laut pada rumpun *Rhizophora* sp adalah

$$K_t = 1 - \left\{ e^{0,836} \left( \frac{H_i}{gT_i^2} \right)^{0,771} N_p^{-55,990} \right\} \dots (6)$$

Keterangan  $K_t$ : Koefisien transmisi gelombang (-),  $H_i$ : Gelombang datang (m),  $T_i$ : Waktu periode gelombang datang (det),  $g$ : Percepatan gravitasi ( $m/det^2$ ) dan  $N_p$ : Porositas (-)

Model persamaan koefisien transmisi gelombang yang dihasilkan dari rumpun *Rhizophora* sp memiliki arti fisis yang cenderung menunjukkan trend model eksponensial yang besarnya ditentukan oleh dua variabel yaitu porositas dengan pangkat negatif yang cukup signifikan dan variabel kecuraman gelombang yang berpangkat positif, hal ini menunjukkan bahwa tinggi gelombang datang yang melewati hutan mangrove akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya nilai porositas, yang berarti kemampuan hutan mangrove semakin meningkat dalam meredam gelombang laut.

Menurut Draper, N.R. dan Smith, H. (1996) persamaan koefisien transmisi gelombang tersebut dapat dikatakan signifikan karena nilai batas atas dan batas bawah tidak melewati nilai : 0 dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  sebesar 1,124 (kurang dari

10). Analisa uji kuantitatif persamaan gelombang transmisi melalui pengujian secara bersama-sama melalui uji statistik yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas dan uji multikolinieritas yang diperoleh pada rumpun *Rhizophora* sp sebagai berikut uji kenormalan residualnya berdistribusi normal : 46,6 % (lebih besar dari 5%) sehingga memenuhi asumsi.

Uji Homogenitas Varians. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa  $H_i/gT_i^2$  dan porositas  $N_p$  memiliki taraf signifikansi sebesar 78,2 % dan 19,9 % (lebih besar dari 5%) sehingga tidak ada hubungan antara abs\_residu dengan  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  (homogen). Uji multikolinieritas antar variabel bebas, karena nilai *Variance Inflation Factor* (VIF)  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  sebesar 1,124 (kurang dari 10) maka tidak terjadi multikolinieritas antar variabel.

#### Uji Transmisi Gelombang Dan Perbandingan Dengan Model Lainnya

Pengujian koefisien transmisi hasil pengukuran dan perhitungan dilakukan pengujian lanjutan dengan menggunakan hasil persamaan koefisien transmisi yang didapatkan, kemudian dirumuskan persamaan koefisien transmisinya berdasarkan nilai prediktor yang diperoleh dari pengukuran selanjutnya dibandingkan hasilnya dengan persamaan koefisien transmisi yang didapatkan dari hasil pengukuran dan perhitungan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari Gambar 6 tersebut uji transmisi gelombang pada Rumpun *Rhizophora* sp diabstraksikan bahwa pengujian koefisien transmisi hasil pengukuran terhadap perhitungan didapatkan sebaran titik yang diperoleh dari representasi koefisien transmisi hasil perhitungan yang cenderung berada pada interval garis lurus (tren garis *best-fit*), namun belum sepenuhnya sebaran titik berada pada garis *best-fit* dikarenakan data yang digunakan merupakan superposisi dari tiga kanal yang berbeda porositasnya.

Untuk mengetahui sejauh mana penelitian ini telah dicapai diperlukan perbandingan dengan para peneliti lainnya. Perbandingan sebaran titik antara peneliti dengan model penelitian Bao (2011) di Hoang Tan, Tien Lang, dan Can Gio menunjukkan kecenderungan berada pada interval garis lurus (trend garis *best-fit*), kondisi ini menunjukkan bahwa model persamaan koefisien transmisi yang diperoleh memiliki sebaran data yang cenderung mendekati garis prediksi (pada garis *best-fit*), seperti terlihat pada Gambar 7.

**Rumpun *Avicennia* sp**

Model persamaan koefisien transmisi gelombang laut pada rumpun *Avicennia* sp yang diperoleh adalah :

$$K_t = 1 - \left\{ \left( \frac{H_i}{g T_i^2} \right)^{0,242} (N_p)^{-396,521} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan  $K_t$  : Koefisien transmisi (-),  $H_i$  : Gelombang datang (m),  $T_i$  : Waktu periode gelombang datang (det),  $g$  : Percepatan gravitasi bumi (m/det<sup>2</sup>) dan  $N_p$  : Porositas (-).

Arti fisis persamaan koefisien transmisi gelombang yang dihasilkan dari rumpun *Avicennia* sp yang cenderung menunjukkan trend model eksponensial dengan pangkat negatif yang cukup signifikan pada variabel porositas dan pangkat yang positif pada variabel kecuraman gelombang, hal ini menunjukkan bahwasanya dengan bertambahnya nilai porositas maka tinggi gelombang yang ditransmisikan akan mengalami penurunan dengan kata lain kemampuan hutan mangrove dalam meredam gelombang makin meningkat.

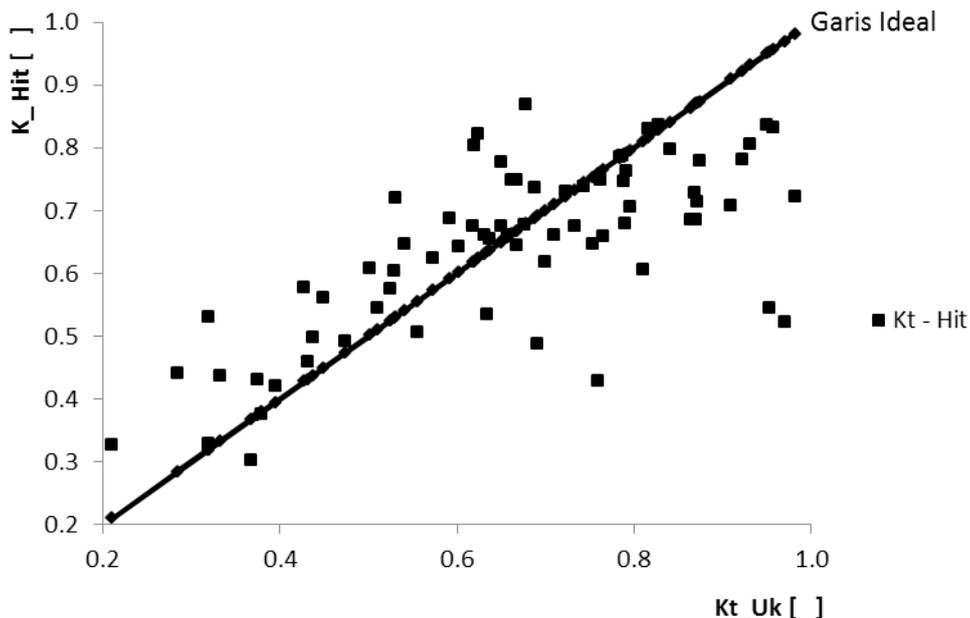
Persamaan transmisi gelombang tersebut dapat dikatakan signifikan karena nilai batas atas dan batas bawah tidak melewati nilai : 0 dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF)  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  sebesar 1,311 (kurang dari 10). Uji kenormalan residualnya berdistribusi normal : 65,8 % (lebih besar dari 5%) sehingga memenu-

hi asumsi. Uji Homogenitas Varians menunjukkan bahwa  $H_i/gT_i^2$  dan porositas  $N_p$  memiliki taraf signifikansi sebesar 57,7 % dan 53,1 % (lebih besar dari 5%) sehingga tidak ada hubungan antara abs\_residu dengan  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  (homogen). Uji multikolinieritas antar variabel bebas, karena nilai Variance Inflation Factor (VIF)  $H_i/gT_i^2$  dan  $N_p$  sebesar 1,311 (kurang dari 10) maka tidak terjadi multikolinieritas antar variabel.

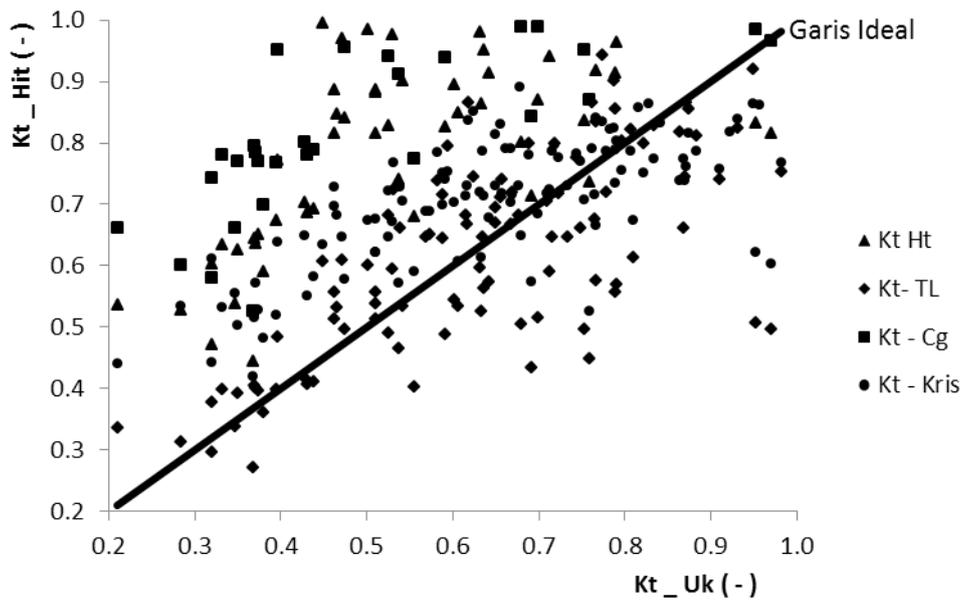
**Uji Transmisi Gelombang Dan Perbandingan Dengan Model Lainnya**

Pengujian koefisien transmisi hasil pengukuran terhadap perhitungan didapatkan sebaran titik yang cenderung berada pada interval garis lurus (tren garis *best-fit*), namun belum sepenuhnya sebaran titik berada pada garis *best-fit* karena data yang digunakan merupakan perlakuan pada porositas yang berbeda pada tiap-tiap kanal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.

Perbandingan sebaran titik antara peneliti dengan peneliti lain yang sama Armono (2013) dan McIvor (2012) digunakan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan penelitian yang telah dilakukan. Pada Gambar 9 diperlihatkan kecenderungan sebaran titik berada pada interval garis lurus (trend garis *best-fit*), visualisasi ini menunjukkan usulan model persamaan koefisien transmisi yang diperoleh memiliki sebaran data yang cenderung memiliki



**Gambar 6.** Perbandingan  $K_t$  ukur terhadap  $K_t$  hitung rumpun *Rhizophora* sp. ( Kristiyanto, 2013 )  
Keterangan :  $K_t$ -Hit : Koefisien Transmisi Hasil Perhitungan.



**Gambar 7.** Pengujian Data Hasil Uji Koefisien Transmisi Terhadap Model Lainnya ( Kristiyanto, 2013 )

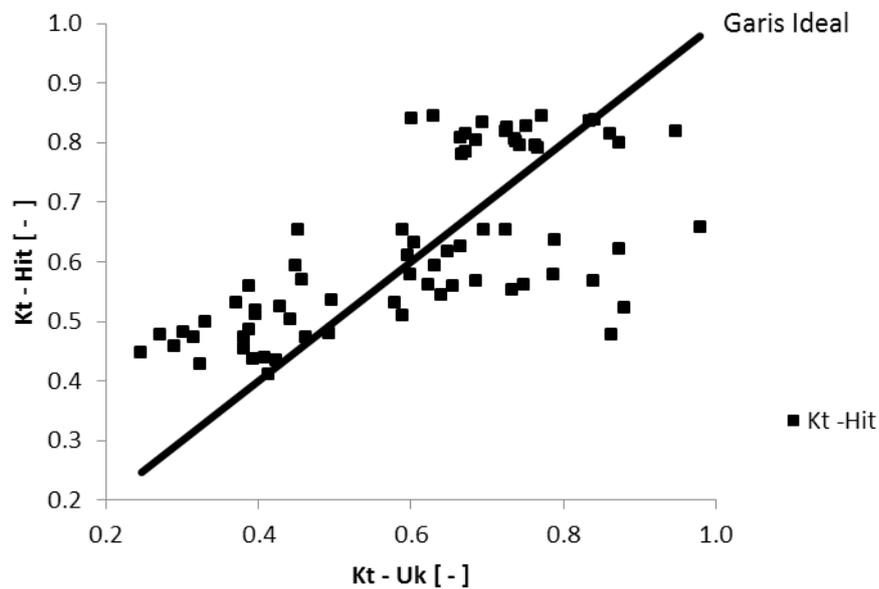
Keterangan :

$K_t$  - HT: Koefisien transmisi penelitian Bao, 2011 di HoangTan.

$K_t$  - TL: Koefisien transmisi penelitian Bao, 2011 di Tien Lang.

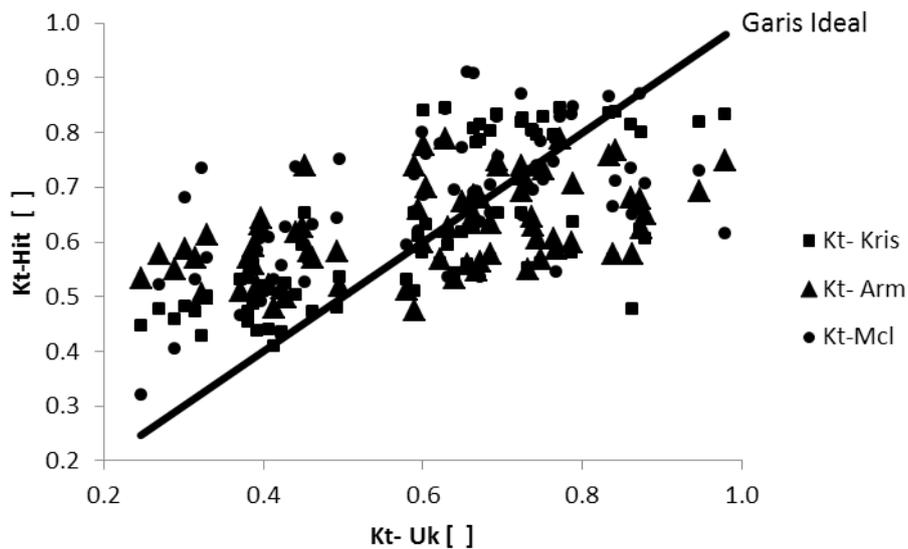
$K_t$  - Cg: Koefisien transmisi penelitian Bao, 2011 di Can Gio.

$K_t$  - Kris: Koefisien transmisi penelitian Kristiyanto, 2013.



**Gambar 8.** Perbandingan  $K_t$  ukur terhadap  $K_t$  hitung rumpun *Avicennia Sp*

Keterangan :  $K_t$ -Hit :Koefisien Transmisi Hasil Perhitungan.



**Gambar 9.** Pengujian Data Hasil Uji Terhadap Model Peneliti Lainnya

Keterangan :

Kt - Arm : Koefisien transmisi penelitian Armono, 2013.

Kt-Mcl : Koefisien transmisi penelitian Mclvor, 2012.

Kt - Kris : Koefisien transmisi penelitian Kristiyanto, 2013.

prediksi nilai  $K_t$  yang sama antar para peneliti yang sama.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil kajian secara teoritik dan temuan secara empirik dapat disimpulkan bahwa karakteristik gelombang laut pada rumpun *Rhizophora* sp diperoleh data - data gelombang waktu periode gelombang datang antara 0,0621-0,8994 det ; tinggi gelombang datang antara : 0,2026-0,2270 m ; dan tinggi gelombang yang ditransmisikan antara : 0,1106-0,1445 m sedangkan pada rumpun *Avicennia* sp data - data gelombang yang diperoleh waktu periode gelombang datang antara : 1,2100-1,5725 det ; tinggi gelombang datang antara : 0,0538-0,0679 m ; dan tinggi gelombang yang ditransmisikan antara : 0,0261-0,0406 m.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan hutan mangrove tiap-tiap kanal dalam meredam gelombang laut pada rumpun *Rhizophora* sp ditentukan oleh koefisien transmisi sebesar 69,77% dan kecuraman gelombang sebesar 0,0411 pada tingkat porositas 0,9920, untuk porositas 0,9833 menghasilkan koefisien transmisi sebesar 66,12% dan kecuraman gelombang sebesar 0,0319 sedangkan pada porositas 0,9828 diperoleh koefisien transmisi sebesar 57,73% dan kecu-

raman gelombang sebesar 0,0276. Sedangkan rumpun *Avicennia* sp memiliki nilai koefisien transmisi sebesar 75,42% dan kecuraman gelombang 0,0026 pada porositas 0,9960, kecuraman gelombang 0,0040 dan koefisien transmisi 62,81% dihasilkan pada tingkat porositas 0,9944, sedangkan pada porositas 0,9941 diperoleh koefisien transmisi sebesar 39,60% dan kecuraman gelombang sebesar 0,0049.

Peningkatan periode gelombang ( $T_i$ ) pada rumpun *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp, menunjukkan kecenderungan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ). Sedangkan peningkatan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) pada rumpun *Rhizophora* sp dan *Avicennia* sp memiliki kecenderungan menyebabkan terjadinya peningkatan nilai koefisien transmisi ( $K_t$ ).

Kemampuan meredam gelombang laut pada hutan mangrove rumpun *Rhizophora* sp dengan tingkat porositas 0,9828 ditentukan oleh persamaan matematik

$$K_t = 1 - \left\{ e^{0,836 \left( \frac{H_i}{g T_i^2} \right)^{0,771}} N p^{-55,990} \right\}$$

, sedangkan hutan mangrove rumpun *Avicennia* sp dengan porositas 0,9941 mempunyai kemampuan meredam gelombang laut sesuai dengan persamaan

$$K_t = 1 - \left\{ \left( \frac{H_i}{g T_i^2} \right)^{0,242} (N_p)^{-396,521} \right\}$$

Pada kanal sepanjang 30 meter untuk rumpun *Rhizophora* sp dihasilkkan porositas sebesar 0,9828 dengan kemampuan meredam gelombang laut sebesar 57,73 %, sedangkan pada rumpun *Avicennia sp* dengan tingkat porositas 0,9941 menghasilkan redaman gelombang laut sebesar 39,60 %, hal ini menunjukkan bahwa kinerja porositas hutan mangrove rumpun *Rhizophora sp* dalam meredam gelombang laut lebih besar dibandingkan dengan rumpun *Avicennia sp*.

### Saran

Berdasarkan hasil-hasil temuan saat penelitian dan manfaat hutan mangrove di wilayah pesisir, maka dapat disarankan sebagai berikut : (1) Dari hasil penelitian redaman gelombang laut pada mangrove perlu penelitian lanjutan terkait pengaruhnya rapat massa air laut, jenis tanah dan kemiringan dasar pantai diduga berpengaruh terhadap besarnya nilai koefisien transmisi. (2) Perlu pengembangan lanjut pembuatan Laboratorium Tangki Gelombang Alam yang lebih komperhensif dengan dilengkapi peralatan pengukur kecepatan dan arah arus serta angin, viskosimeter, sehingga diharapkan ke depan muncul adanya Laboratorium Hidrodinamika Alamiah (*Natural Hydrodynamic Laboratory*). (3) Dalam perencanaan penyusunan tata ruang daerah pantai khususnya daerah perbatasan dengan negara lain perlu diperhatikan aspek karakteristik gelombang laut pada daerah tersebut karena sesuai UNCLOS tahun 1982 peran pohon mangrove di daerah perbatasan sangat signifikan dalam menjaga stabilitas garis pantai untuk penentuan batas wilayah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Armono D.H., 2011. Sholihin, Yogi Rezkirana. *Transmisi Gelombang pada Floating Breakwater Polyethylene bentuk zig zag* <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-15395-Paper-pdf.pdf> diakses tanggal 04 Maret 2013.
- Bao, T. Q., 2011. *Effect of Mangrove Forest Structures on Wave Attenuation in Coastal Vietnam*. Polish Academy of Sciences, Institute of Oceanology 2011.
- Bengen, D.G. 2001. *Ekosistem Dan Sumberdaya Pesisir Dan Laut Serta Pengelolaan Secara Terpadu Dan Berkelanjutan*. Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu Bogor, 29 Oktober - 3 November 2001. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor
- Draper, N.R. & Smith, H. 1996. *Applied Regression Analysis*, 2nd edition. New York : John Wiley & Sons. Chapman and Hall
- Giancoli D.C., 2001. *Fisika Jilid 1* Edisi Kelima . Penerbit Erlangga Jakarta.
- Jan de Vos, W. 2004. *Wave Attenuation In Mangrove Wetlands Red River Delta, Vietnam*. Master Thesis. Delft University of Technology Faculty of Civil Engineering and Geosciences Section of Hydraulic Engineering.
- Kristiyanto A, Armono H.D. dan Soemarno 2013. *Sea Wave Transmission At The Mangrove Forest off Rhizophora Sp*, The Internasional Journal of Engineering and Sciences (IJES) Vol.2 Issue 7 : 09-17.
- La Thi. C., dan H. P. Vo Luong, 2001. *Influence of Wave Motion in Mangrove Forest*. <http://ivy3.epa.gov.tw/OMISAR/Data/OMISAR/wksp.mtg/WOM9/02-0830Cang.htm>. diakses tanggal 23 Oktober 2012.
- Mazda Y, Michimasa Magi, Motohiko Kogo and Phan Nguyen Hong. 1997. *Mangrove as coastal protection from waves in the Tong King delta, Vietnam. Mangroves and Salt Marshes* 1: 127-135, 1997. © 1997 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Mclvor, A.L., Möller, I., Spencer, T. and Spalding. M. 2012. *Reduction of wind and swell waves by mangroves. Natural Coastal Protection Series: Report 1*. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 40. Published by *The Nature Conservancy and Wetlands International* 27 pages. ISSN 2050-7941. URL: <http://www.naturalcoastalprotection.org/documents/reduction-of-wind-and-swell-waves-by-mangroves>
- Miyasiywi dan Hendra, 2011. *Penanggulangan Abrasi, Erosi, Dan Tsunami Dengan Optimalisasi Vegetasi Dan Kontrol Biologis*. Aceh Development International Conference 2011 (ADIC 2011) 26-28 March 1, UKM-Bangi, Malaysia
- Muliddin dan Denny. 2004. *Prediksi Peredaman Gelombang Permukaan yang Menjalar Melewati Hutan Mangrove*. *Ilmu Kelautan*. September 2004. Vol. 9 (3) : 141-152
- Park, D. (1999) *Waves, Tides and shallow-water processes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Sears & Zemansky's 1999. *University Physics With Modern Physics*. ISBN 0 - 201 - 70059-X . Addison-Wesley Publishing Company .USA
- Sidek, F.J. dan M. A. Wahab, 2007. *The Effects of Porosity of Submerged BW Structures on Non Breaking Wave Transformations*, *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 19 (1) : 17-25.
- Suryawan. 2007. *Keanekaragaman Vegetasi Mangrove Pasca Tsunami di Kawasan Pesisir Pantai Timur Nangroe Aceh Darussalam*.
- Thaha, M. A. 2003. *Konservasi Energi Gelombang Melalui Rumpun Bakau (Rhizophora sp)*. *Jurnal Penelitian Engineering*, Vol.9, No.2, Mei-Agustus, 2003, 251-264.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.