

**POTENSIALITAS PENGGUNAAN MANGROVE SEBAGAI
COUNTERMEASURES TSUNAMI DI PESISIR TELUK PALU**

SKRIPSI

Diajukan Guna memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Strata 1

(S1)

*Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin*



**OLEH:
TAUFIQ ASHARWAN RACHMAT
D 081 17 1302**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

ABSTRAK

Taufiq Asharwan R., “Potensialitas Penggunaan Mangrove Sebagai *Countermeasures* Tsunami di Pesisir Teluk Palu. (Dibimbing oleh Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT. dan Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT).

Gempa bumi Palu pada tahun 2018 menyebabkan menyebabkan terjadinya gelombang tsunami mencapai 12 m. Gelombang tsunami tersebut menyebabkan korban jiwa dan harta benda masyarakat yang berdomisili di sekitar pesisir Teluk Palu. Berdasarkan pengamatan, diperoleh bahwa pada daerah pesisir yang terdapat hutan Mangrove kerusakan akibat tsunami relatif kecil. Hal ini mendasari sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan hutan Mangrove dalam mereduksi tinggi gelombang tsunami.

Penelitian ini dimulai dari pengumpulan referensi yang terkait dengan potensi hutan Mangrove dalam meredam gelombang tsunami dan diperoleh 2 (dua) penelitian yang mengkaji hal tersebut, yaitu penelitian Eldina, et all (2010) dan Thaha (2001). Kedua penelitian tersebut mengusulkan formula untuk menghitung nilai peredaman tinggi gelombang yang melalui hutan Mangrove. Setelah semua referensi yang mendukung diperoleh, selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengukuran lapangan untuk memperoleh data teknis yang dibutuhkan dalam analisis. Data yang diperoleh dan digunakan dalam analisis adalah lebar Mangrove, diameter batang dan akar Mangrove dan kerapatan Mangrove dan pengamatan. Lokasi pengukuran dan pengamatan lapangan dilakukan di daerah wisata hutan Mangrove Kabonga Kecil. Selain pengukuran dan pengamatan lapangan, juga dilakukan pengumpulan data sekunder terkait bangkitan gelombang tsunami yang diperoleh dari situs BMKG. Dengan menggunakan formula Eldina, at all dan Thaha, data lapangan dan data sekunder selanjutnya dilakukan perhitungan reduksi tinggi gelombang tsunami setelah melewati hutan Mangrove.

Berdasarkan data lapangan dan data sekunder diperoleh bahwa tinggi gelombang Tsunami tahun 2018 di daerah Kabonga Kecil sebesar 5,1m dengan ketebalan Hutan Mangrove 75m dan diameter batang dan akar Mangrove rata-rata masing-masing adalah $D_u = 0,08m$, dan $D_i = 0,01m$. Sedangkan nilai porositas hutan Mangrove adalah 0,65. Dengan menggunakan data tersebut dan mengaplikasikan formula Eldina dan Thaha diperoleh nilai *reduction* untuk hutan Mangrove 34,16%-99,81% untuk formula Eldina, et al. (2010) dan 51,13%-58,20%. untuk formula Thaha, 2001.

Kata Kunci: Tsunami, Hutan Mangrove, Koefisien Transmisi, *Wave Reduction*, Teluk Palu.

ABSTRACT

Taufiq Asharwan R., ‘Potensialitas Penggunaan Mangrove Sebagai Countermeasures Tsunami di Pesisir Teluk Palu. (Supervised by Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT. and Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT).

The Palu earthquake in 2018 caused a tsunami wave of up to 12 m. The tsunami wave caused the loss of life and property of the people who live around the coast of Palu Bay. Based on observations, it is found that in coastal areas where there are Mangrove forests, the damage caused by the tsunami is relatively small. This is the reason why a study was conducted to determine the ability of Mangrove forests to reduce tsunami wave heights.

This study started from collecting references related to the potential of Mangrove forests in reducing tsunami waves and obtained 2 (two) studies that examined this, namely Eldina et al (2010) and Thaha (2001). The two studies propose a formula to calculate the attenuation value of wave heights passing through Mangrove forests. After all the supporting references are obtained, then observations and field measurements are carried out to obtain the technical data needed in the analysis. The data obtained and used in the analysis are Mangrove width, Mangrove stem and root diameter and Mangrove density and observations. The location of measurements and field observations were carried out in the Kabonga Kecil Mangrove forest tourism area. In addition to field measurements and observations, secondary data collection related to tsunami wave generation was also carried out from the BMKG site. By using Eldina, at all and Thaha formulas, field data and secondary data are then calculated to reduce the height of the tsunami waves after passing through the Mangrove forest.

Based on field data and secondary data, it was obtained that the height of the 2018 Tsunami in the Kabonga Kecil area was 5,1m with a thickness of 75m of Mangrove Forest and the average diameter of Mangrove roots and stems was each $D_u = 0,08m$, dan $D_i = 0,01m$. While the porosity value of Mangrove forest is 0.65. By using these data and applying the Eldina and Thaha formulas, the reduction value for Mangrove forests is 34,16%-99,81% for the Eldina, et al. (2010) and 51,13%-58,20%. for the Thaha formula, 2001.

Keywords: Tsunami, Mangrove Forest, Transmission Coefficient, Wave Reduction, Palu Bay.

LEMBAR PENGESAHAN

**“POTENSIALITAS PENGGUNAAN MANGROVE SEBAGAI
COUNTERMEASURES TSUNAMI DI PESISIR TELUK PALU”**

Disusun dan diajukan oleh:

**TAUFIQ ASHARWAN RACHMAT
D081171302**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program Sarjana Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 10 Juni 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT.
NIP. 197307092000031001

Pembimbing Pendamping.



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP. 197506052002121003

Ketua Departemen Teknik Kelautan,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP. 197506052002121003

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

**“POTENSIALITAS PENGGUNAAN MANGROVE SEBAGAI
COUNTERMEASURES TSUNAMI DI PESISIR TELUK PALU”**

Disusun dan diajukan oleh:

**TAUFIQ ASHARWAN RACHMAT
D081171302**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : Juni 2022

Di : Gowa

Dengan Panel Ujian Skripsi

1. Ketua : Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, ST., MT.
2. Sekertaris : Dr. Chairul Paotonan, ST., MT.
3. Anggota 1 : Sabaruddin Rahman, ST., MT.
4. Anggota 2 : Dr. Hasdinar Umar, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.

Nip: 197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN SKripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Taufiq Asharwan Rachmat
NIM : D081171302
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi saya berjudul

“Potensialitas Penggunaan Mangrove Sebagai Countermeasures Tsunami di Pesisir Teluk Palu”

Adalah skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil dan karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari saya terbukti atau tidak dapat dibuktikan bahwa atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Juni 2022

g menyatakan,



Taufiq Asharwan Rachmat

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	1
ABSTRAK	2
LEMBAR PENGESAHAN	4
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR GAMBAR	8
DAFTAR TABEL	9
BAB I	10
PENDAHULUAN	10
1.1. Latar Belakang	10
1.2. Rumusan Masalah	12
1.3. Tujuan	13
1.4. Manfaat	13
1.5. Batasan Masalah	13
1.6. Sistematika Penulisan	14
BAB II	15
TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1. <i>Definisi Tsunami</i>	15
2.2. <i>Gempa Pembangkit Tsunami</i>	18
2.3. <i>Kondisi Tektonik Regional</i>	19
2.4. <i>Mekanisme Tsunami</i>	21
2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tinggi Tsunami	22
2.6. Definisi Hutan Mangroves	24
2.7. Reduksi Gelombang	27
2.8. Porositas (N_p)	31

BAB III	33
METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1. Studi Literatur	33
3.2. Studi Lapangan	33
3.3. Kompilasi Data	33
3.4. Perhitungan	34
3.5. Kesimpulan dan Saran	34
3.6. Diagram Alur	34
BAB IV.....	36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1. Data Gelombang Tsunami	36
4.2. Karakteristik Hutan Mangrove.....	38
4.4. Analisis Peredaman Gelombang Tsunami pada Hutan Mangrove .	40
BAB V	45
PENUTUP	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peta Gempa dan Patahan Palu Koro	11
Gambar 2.1. Proopagasi Gelombang Tsunami	17
Gambar 3.1. Pengambilan data lapangan Diameter Batang dan Akar Mangrove .	33
Gambar 3.2. Alur pikir penelitian.....	35
Gambar 4.1. Peta Inundasi Tsunami di Teluk Palu	36
Gambar 4.2. Peta sebaran lokasi survey tsunami tim BMKG	37
Gambar 4.3. Lokasi Mangrove di Teluk Palu.....	39
Gambar 4.4. Grafik hubungan ketebalan hutan Mangrove dengan nilai Wave Reduction menggunakan persamaan Eldina, et al. (2010).....	41
Gambar 4.5. Grafik hubungan ketebalan hutan Mangrove dengan nilai Wave Reduction menggunakan persamaan Thaha (2001)	42
Gambar 4. 6. Peta Inundasi Tsunami di Teluk Palu dan dampaknya	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	17
Tabel 2. 2. Kelandaian Pantai	23
Tabel 2. 3. Perhitungan Kerapatan Hutan Mangrove, Eldina, et al.(2010)	28
Tabel 2.4. Pengaruh Kerapatan pada <i>Wave Reduction: dense case</i> , Eldina, et al.(2010).....	29
Tabel 4. 1. Tsunami Donggala 2018 Berdasarkan Survey Lapangan Tim BMKG	37
Tabel 4. 2. Data Lapangan Diameter Batang (<i>Du</i>).....	39
Tabel 4. 3. Data Lapangan Diameter Akar (<i>Dl</i>)	40
Tabel 4. 4. Hasil Porositas (<i>Np</i>) pada Hutan Mangrove.....	40
Tabel 4. 5. Nilai Koefisien Transmisi (<i>Kt</i>) dan Wave Reduction (%)	40
Tabel 4. 6. Hubungan <i>KEt</i> dengan <i>Hi/B</i> untuk $KEt = f(NPHi/B)$ dengan $0,0012 \leq NPHi/B \leq 0,1409$	42
Tabel 4. 7. Nilai Inundasi Setelah melewati Hutan Mangrove	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia yang memiliki laut terluas (3,9 juta km^2), pulau terbanyak (17.508 buah), dan terpanjang ke-2 di dunia setelah Kanada (81.000km). Namun seperti yang disampaikan Diposaptono dan Budiman (2005), kondisi ini harus diwaspadai, karena Kawasan maritim Indonesia merupakan daerah yang secara tektonik sangat labil, selain bahwa kawasan ini juga terkenal sebagai salah satu pinggiran benua yang sangat aktif di muka bumi. Selain itu, Indonesia juga memiliki kekayaan gunung berapi, setidaknya dari 240 buah sekitar 70 di antaranya masih aktif.

Dalam pemetaan gempa, wilayah pesisir Indonesia termasuk rawan terhadap bahaya tsunami. Ismail (1982) dan Kertapati (1991) dalam Diposaptono dan Budiman (2005), telah menetapkan sekitar 89 daerah rawan tsunami yang tersebar di seluruh Indonesia, mulai dari barat Pulau Sumatera, selatan Pulau Jawa, selatan Pulau Bali, selatan Sumbawa, selatan dan utara Flores, pulau-pulau di Maluku Utara, sebagian di selatan Papua, dan Pulau Sulawesi.

Secara geografis, Kota Palu terletak antara $0^{\circ}36''$ - $0^{\circ}56''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}45''$ – $121^{\circ}1''$ Bujur Timur, sehingga tepat berada digaris Khatulistiwa dengan ketinggian 0-700m dari permukaan laut. Palu merupakan kota yang terletak di Provinsi Sulawesi Tengah, berbatasan dengan kabupaten Donggala di barat dan utara, kabupaten Sigi di selatan, dan Kabupaten Parigi Moutong di sebelah timur. Kawasan Sulawesi Tengah khususnya Kota Palu dan kabupaten Donggala merupakan daerah yang rawan dilanda gempa dan tsunami, hal itu disebabkan karena daerah-daerah tersebut dilalui jalur sesar Palu Koro.

Sesar Palu Koro merupakan suatu sistem zona patahan sesar mendatar besar aktif yang memanjang dari utara-barat laut ke selatan-tenggara di pulau Sulawesi. Dekat kota Palu, sesar ini membentuk sisi barat cekungan Palu, suatu cekungan Tarik terpisah kecil yang berkembang sejalan sistem sesar. Sesar ini membatasi dua mikro blok besar yang membentuk Pulau Sulawesi-blok Sula Utara dan Blok Makassar. Saat ini laju pergerakan di sepanjang Sesar Palu Koro diperkirakan berada di kisaran 30-40mm per tahun, dibandingkan dengan laju rata-rata 40-50mm per tahun selama kurun waktu 5 juta tahun terakhir.



Gambar 1. 1. Peta Gempa dan Patahan Palu Koro

(Sumber: www.bbc.com 2018)

Tsunami merupakan salah satu risiko ikutan gempa yang sangat ditakuti oleh umat manusia. Pengalaman gempa yang disusul dengan tsunami pada 28 September 2018, dan telah memakan korban jiwa dan harta benda yang luar biasa menyebabkan warga kota palu trauma dengan tsunami. Gambar 1.1 menunjukkan pusat gempa yang terjadi pada tanggal 28 September 2018, Gempa berkekuatan 7,4 pada skala Richter mengguncang Palu dan sejumlah daerah di Sulawesi Tengah, Gempa ini memicu tsunami di kota Palu yang

menyebabkan korban jiwa dan kerugian yang besar. Bencana tersebut menjadi contoh kerusakan yang dapat disebabkan oleh gempa dan tsunami di kota Palu.

Dampak tsunami bisa sangat menghancurkan terutama ke masyarakat yang tinggal di daerah yang rawan terhadap kemungkinan bahaya tsunami. Untuk mengurangi dampak tsunami bagi masyarakat pesisir, beberapa mitigasi tsunami dapat dilaksanakan oleh pemerintah seperti pembangunan pemecah gelombang tsunami dan tembok laut seperti di Jepang. Struktur tersebut efektif untuk mitigasi, tetapi mahal. Sebagai gantinya, hutan Mangrove dapat digunakan sebagai penghalang alami untuk mengurangi energi gelombang tsunami. Namun, efektivitas hutan Mangrove untuk menghalau energi gelombang tsunami menimbulkan banyak pertanyaan penelitian, seperti seberapa efektif hutan Mangrove dalam mengurangi gelombang tsunami, jenis Mangrove yang optimal untuk mengurangi gelombang tsunami, dan kerapatan serta lebar hutan Mangrove yang perlu untuk mengurangi gelombang tsunami tertentu dengan efektif.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan suatu studi untuk menganalisis Potensialitas penggunaan Mangrove guna untuk mengurangi dampak dari tsunami di kota palu yang dituangkan dalam penelitian tugas akhir (skripsi) dengan judul “**Potensialitas Penggunaan Mangrove sebagai Countermeasures Tsunami di Pesisir Teluk Palu**”.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Apa Saja Jenis- jenis Mangrove serta lebar Hutan Mangrove di teluk kota palu?
2. Bagaimana Potensi Hutan Mangrove dalam mengurangi dampak dari Tsunami di Teluk Palu ?

1.3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini meliputi :

1. Mengidentifikasi Jenis-jenis dan lebar hutan Mangrove di teluk Palu
2. Menganalisis kemampuan Mangrove dalam mengurangi dampak tsunami di teluk palu.

1.4. Manfaat

Dalam penulisan tugas akhir ini diharapkan memiliki manfaat bagi banyak pihak yang berkepentingan. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan Mangrove sebagai pelindung alami tsunami di Indonesia.
2. Dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian mengenai Mangrove dan tsunami di Indonesia.
3. Dapat dijadikan sebagai landasan berpikir untuk penelitian lanjutan yang relevan.

1.5. Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini adalah mengidentifikasi Jenis-jenis, Kerapatan dan lebar hutan Mangrove yang ada di teluk Palu serta mengkaji efektivitas Mangrove dalam mengurangi kekuatan gelombang tsunami. Agar penelitian tetap dalam lingkup kajian yang telah ditentukan maka batasan penelitian ini adalah perambatan gelombang tsunami dari lokasi pembangkitan ke pantai tidak dikaji.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

BAB II ` TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan penelitian yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan penelitian sampai selesai dan pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil-hasil analisis dan data-data potensialitas penggunaan Mangrove sebagai countermeasure tsunami di teluk kota palu.

BAB V PENUTUP

Berisikan hasil analisis dan evaluasi yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat dalam penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Definisi Tsunami*

Tsunami berasal dari kata jepang yang terdiri dari 2 huruf kanji yang artinya, "Tsu" yang berarti pelabuhan dan "Nami" yang berarti gelombang. Secara harfiah yang memiliki arti gelombang besar atau tinggi yang menghantam pelabuhan/pantai. Tsunami terjadi karena adanya perubahan atau perpindahan massa air secara tiba-tiba yang dipicu oleh perubahan vertikal permukaan bumi, gempa tektonik yang memiliki kekuatan besar, tanah longsor, letusan gunung api dasar laut, serta akibat jatuhnya meteor di laut.

Tsunami terjadi pada dasarnya akibat Bergeraknya patahan/rekahan vertikal memanjang sehingga air laut terisap masuk dalam patahan dan kemudian terlempar kembali setelah patahan mencapai keseimbangan.

Gelombang tsunami dapat merambat ke segala arah. Kekuatan yang terkandung dalam gelombang tsunami tetap terhadap fungsi ketinggian dan kelajuannya. Di laut dalam gelombang tsunami dapat merambat dengan kecepatan 500-1000km per jam.

Ketinggian gelombang di laut dalam berkisar 1 meter. Ketika mendekati pantai kecepatan gelombang tsunami menurun berkisar 30km per jam, namun ketinggiannya meningkat hingga mencapai ketinggian puluhan meter dan menghantam bibir pantai hingga masuk sampai puluhan kilo meter.

Berikut adalah persamaan perambatan gelombang tsunami yang dirumuskan oleh gangguan yang berasal dari rantai samudra. Gelombang massa air laut yang menjalar dari koordinat tempat terjadinya gangguan sampai

ke garis pantai yang sangat dipengaruhi Oleh kondisi bathymetri dasar samudra (Setyonegoro, 2011).

$$v = \sqrt{gh} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- v = Kecepatan gelombang (m/s)
- g = Percepatan gravitasi (9,81m/s²)
- h = Ketinggian gelombang (m)

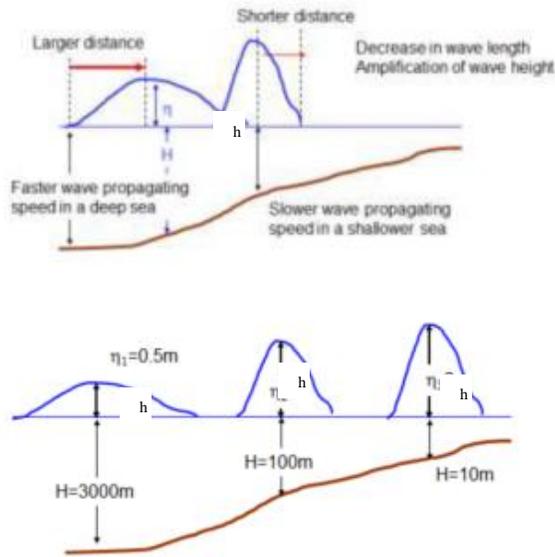
Pembangkitan gelombang tsunami memiliki puncak gelombang yang rendah di pusat gempa dan akan mengalami kenaikan amplitudo puncak gelombangnya saat mencapai daratan (Radianta, 2010). Hal ini disebabkan penjalaran gelombang yang dipengaruhi oleh struktur batimetri dasar laut dari pusat gempa Bumi ke daratan periode awal penjalaran gelombang tsunami di pengaruhi oleh lokasi koordinat. Semakin dekat dengan sumber gempa, waktu penjalaran tsunami dimulai lebih cepat dan singkat.

$$nh^{1/4} = \text{const} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$n_1 \cdot h_1^{1/4} = n_2 \cdot h_2^{1/4} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan

- h₁ = Kedalaman di lokasi pembangkitan (m)
- n₁ = Elevasi muka air tsunami pada lokasi pembangkitan (m)
- h₂ = Kedalaman di lokasi tinjauan di perairan pantai (m)
- n₂ = Elevasi muka air tsunami pada tinjauan di perairan pantai (m)



Gambar 2.1. Propagasi Gelombang Tsunami

(Sumber: Setyonegoro, 2011)

Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal/skripsi terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Putri Febri Hardianti (2014)	Analisa Kemampuan Hutan Mangrove Dalam Meredam Gelombang di Pantai Kejeran Surabaya	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan Mangrove <i>Rhizophora</i> sp., dalam meredam gelombang di Pantai Kenjeran Surabaya.

Perbedaan: Penelitian yang dilakukan oleh Putri Febri Hardianti pada tahun 2014 membahas tentang kemampuan Mangrove <i>Rhizophora</i> sp., dalam mengurangi Gelombang di Pantai Kejeran Surabaya. Berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu Potensialitas Penggunaan Mangrove Sebagai Countermeasures Tsunami di Teluk Palu.		
Novindio Dwi Arnanda Putra (2016)	Peredaman Gelombang Oleh Mangrove <i>Avicennia Marina</i> Ditinjau dari Pengaruh Lumpur (Studi Kasus di Pantai Indah Kapuk, Jakarta)	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan Mangrove <i>Avicennia marina</i> dalam meredam gelombang di Pantai Indah Kapuk dan bagaimana faktor lumpur mempengaruhi Mangrove <i>avicennia marina</i>
Perbedaan: Penelitian yang dilakukan oleh Novindio Dwi Arnanda Putra pada tahun 2016 yaitu mereka lebih fokus terhadap kemampuan Mangrove <i>Avicennia Marina</i> dan bagaimana Pengaruh Lumpur.		

2.2. *Gempa Pembangkit Tsunami*

Secara umum karakteristik gempa yang dapat menimbulkan tsunami adalah sebagai berikut (Disaptono dan Budiman, 2006) :

1. Episentier (Pusat gempa) berada di laut
2. Kedalaman pusat gempa (hiposentier) adalah dangkal, pada umumnya kurang dari 60km dari permukaan
3. Mekanisme patahan gempa tektonik bertipe sesar naik (reverse fault) atau sesar turun (normal fault)
4. Magnitudo gempa besar, pada umumnya di atas $M=7$ SR
5. Batimetri, kelandaian, dan bentuk dari pantai yang sesuai.
6. Gerakan vertikal ini dapat terjadi pada patahan bumi atau sesar ketika hal ini terjadi air laut akan berupaya untuk kembali pada kondisi seimbang mengikuti gravitasi. Sehingga gerakan ini akan menyebabkan terjadinya energi yang dapat mendorong gelombang laut naik secara vertikal dan memunculkan tsunami.

2.3. *Kondisi Tektonik Regional*

Di kawasan Pulau Sulawesi terdapat sedikitnya 9 unsur tektonik dan struktur yang dapat memicu terjadinya gempa dan tsunami yaitu patahan Walanae, patahan PaluKoro, patahan MatanoLawanoppo, patahan Kolaka, patahan Paternoster, patahan Gorontalo, patahan naik Batui-Balantak, subduksi lempeng Laut Sulawesi dan subduksi lempeng Maluku. Struktur - struktur tersebut merupakan dampak dari pada aktivitas tektonik Neogen yang bekerja di kawasan Sulawesi sebagai berikut (Hamilton, 1979) :

- 1 Patahan Walanae berada di bagian selatan Sulawesi Selatan membentang dari selatan (sebelah timur Pulau Selayar) ke utara melalui Bulukumba, Sinjai, Bone, Soppeng, Sidrap, Pinrang dan Majene - Mamuju dan berakhir di Selat Makassar. Sifat pergerakan adalah sinistral atau mengiri. Patahan Walanae merupakan percabangan dari lanjutan patahan Palu-Koro yang melalui Teluk Bone dan di ujung barat laut menerus hingga patahan Paternoster di Selat Makassar.
- 2 Patahan Palu-Koro memanjang dari utara (Palu) ke selatan (Malili) hingga teluk bone sepanjang ± 240 Km. Bersifat sinistral dan aktif dengan kecepatan sekitar 25-30 mm/tahun (Kertapati, 2001 dan Permana, 2005). Patahan PaluKoro berhubungan dengan patahan Matano-Sorong dan Lawanoppo-Kendari, sedang di ujung utara melalui Selat Makassar berpotongan dengan zona subduksi lempeng Laut Sulawesi.
- 3 Patahan Matano dan Lawanoppo berpotongan atau menyatu di ujung utara dengan patahan PaluKoro, yang mendapat energi dari perpanjangan patahan Sorong dan Tukang Besi di Laut Banda. Kedua patahan ini bersifat sinistral dan aktif, berhubungan dengan pembentukan danau Matano, Towuti dan beberapa depresi kecil lainnya.

- 4 Patahan Kolaka Dampak dari pada perkembangan tektonik Kuartar Laut Banda membentuk patahan geser Kolaka yang bersifat sinistral dan aktif. patahan ini memanjang dari tenggara ke barat laut melalui Kolaka hingga Teluk Bone memotong patahan Palu-koro (bawah laut) berlanjut ke kota Palopo ke arah puncak Palopo-Toraja.
- 5 Patahan Paternoster Patahan ini terbentang memanjang dari tenggara ke barat laut di Selat Makassar bersifat destrual (menganan) dan aktif. Patahan ini berhubungan dengan patahan Walanae di daratan Sulawesi. Pada bagian selatannya sejajar dengan patahan Flores Barat yang memotong patahan naik Selat Makassar yang juga sifatnya destrual.
- 6 Patahan Gorontalo terbentang melalui kota Gorontalo dari tenggara ke barat laut. Pembentukannya berhubungan dengan keaktifan subduksi lempeng Laut Sulawesi. Sifatnya destrual dan aktif.
- 7 Patahan Batui-Balantak terbentuk oleh pengaruh pergerakan lempeng Pasifik Barat ke barat melalui patahan Sorong dan Matano membentuk patahan naik yang aktif.
- 8 Subduksi lempeng Laut Sulawesi Terletak di laut Sulawesi sebelah utara Pulau Sulawesi memanjang dari barat ke timur. Subduksi lempeng ini menunjam masuk ke selatan di bawah Sulawesi Utara dan Gorontalo. Subduksi lempeng laut Sulawesi yang aktif diduga membentuk gunung api Una-una dan deretan gunung api Manado-Sangihe.
- 9 Zona subduksi lempeng Laut Maluku terbentang di utara Sulawesi dari utara ke selatan di sebelah timur Manado. Lempeng Laut Maluku menunjam ke barat masuk di bawah busur Manado-Sangihe, berhubungan dengan vulkanisme dan gempa di kawasan ini.

2.4. *Mekanisme Tsunami*

Mekanisme tsunami akibat gempa bumi dapat diuraikan dalam 4 (empat) tahap yaitu kondisi awal, pemisahan gelombang, amplifikasi, dan rayapan.

1. Kondisi Awal.

Gempa bumi biasanya berhubungan dengan guncangan permukaan yang terjadi sebagai akibat perambatan gelombang elastic (elastic waves) melewati batuan dasar ke permukaan tanah. Pada daerah yang berdekatan dengan sumber-sumber gempa laut (patahan), dasar lautan sebagian akan terangkat (uplifted) secara permanen dan sebagian lagi turun ke bawah (down-dropped), sehingga mendorong kolom air naik dan turun. Energi potensial yang diakibatkan dorongan air ini, kemudian berubah menjadi gelombang tsunami atau energi kinetik di atas elevasi muka air laut rata-rata (mean sea level) yang merambat secara horizontal. Kasus yang diperlihatkan adalah keruntuhan dasar lereng continental dengan lautan yang relatif dalam akibat gempa. Kasus ini dapat juga terjadi pada keruntuhan lempeng continental dengan kedalaman air dangkal akibat gempa.

2. Pemisahan Gelombang.

Setelah beberapa menit kejadian gempa bumi, gelombang awal tsunami akan terpisah menjadi tsunami yang merambat ke samudera yang disebut sebagai tsunami jauh (distant tsunami), dan sebagian lagi merambat ke pantai-pantai berdekatan yang disebut tsunami dekat (local tsunami). Tinggi gelombang di atas muka air laut rata-rata dari kedua gelombang tsunami yang merambat dengan arah berlawanan ini, besarnya kira-kira setengah tinggi gelombang tsunami awal. Oleh karena itu, kecepatan rambat tsunami di samudera dalam akan lebih cepat daripada tsunami lokal.

3. Amplifikasi

Pada waktu tsunami lokal merambat melewati lereng continental, sering terjadi hal-hal seperti peningkatan amplitude gelombang dan penurunan panjang gelombang setelah mendekati daratan dengan lereng yang lebih tegak, akan terjadi rayapan gelombang.

4. Rayapan

Pada saat gelombang tsunami merambat dari perairan dalam, akan melewati bagian lereng continental sampai mendekati bagian pantai dan terjadi rayapan tsunami. Rayapan tsunami adalah ukuran tinggi air di pantai terhadap muka air laut rata-rata yang digunakan sebagai acuan. Dari pengamatan berbagai kejadian tsunami, pada umumnya tsunami tidak menyebabkan bore (gelombang akibat angin yang dimanfaatkan oleh peselancar air untuk meluncur di pantai). Namun, tsunami datang berupa gelombang kuat dengan kecepatan tinggi di daratan yang berlainan seperti diuraikan pada Amplikasi, sehingga rayapan gelombang pertama tidak akan selalu menjadi rayapan tertinggi.

2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tinggi Tsunami

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketinggian tsunami yakni (Natawidjaja, 2007) :

1 Bentuk Pantai atau Morfometri Pantai

Refraksi adalah transformasi gelombang akibat adanya perubahan geometri dasar laut. Di tempat dimana terjadi penyempitan maka akan terjadi konsentrasi yang lebih, sehingga timbul gelombang di tempat itu akan membesar.

2 Kelandaian Pantai

Jarak jangkauan terjadinya tsunami ke daratan juga ditentukan oleh terjal dan landainya morfologi pantai dimana pada pantai terjal tsunami

tak akan terlalu jauh mencapai daratan karena tertahan dan dipantulkan kembali oleh tebing pantai, sementara dipantai landai, tsunami menerjang sampai beberapa kilometer masuk ke daratan. Bila tsunami menjalar ke pantai maka ia akan mengalami perubahan kecepatan, tinggi dan arah, suatu proses yang sangat kompleks meliputi shoaling, refraksi, difraksi, dan lain-lain. Shoaling adalah proses pembesaran tinggi gelombang karena pendangkalan dasar laut. Gempa bumi biasanya terjadi di dekat pertemuan lempeng benua dan samudera di laut dalam, lalu menjalar ke pantai yang lebih dangkal. Aliran ini akan ter amplifikasi ketika mendekati daratan akibat efek shoaling. Sedangkan difraksi merupakan perubahan gelombang akibat ada struktur penghalang atau bangunan. Ini terjadi bila gelombang terlantangi sehingga dipantulkan kembali. Suatu bangunan tegak dan padat akan lebih mampu memecah daripada yang miring dan tembus air. Bangunan tembok laut (breakwater) seperti di Jepang, memang efektif menghalangi terjangan tsunami.

Tabel 2. 2. Kelandaian Pantai

Satuan	Sudut (%)
Datar	0-2
Miring Landai	3-7
Miring	8-13
Miring Sedang	14-20
Miring Terjal	21-55
Miring Sangat Terjal	55-140
Pegunungan Miring sangat terjal	>140

3 Vegetasi dan Struktur Penghalang di sekitar Pantai

Kekuatan hutan pantai meredam tsunami makin terbukti jika hutan semakin tebal, misalnya hutan dengan lebar 400 meter dihantam tsunami dengan ketinggian 3 meter maka jangkauan Run up tinggal 57%, tinggi genangan setelah melewati hutan pantai tersisa 18%, arus tinggal 2%.

4 Arah Gelombang Tsunami

Gelombang tsunami yang datang dengan arah tegak lurus dengan pantai tentu akan menyebabkan tinggi gelombang tsunami lebih tinggi jika dibandingkan tinggi gelombang tsunami dengan arah sejajar atau dengan sudut tertentu. Seperti datang dari arah barat, timur, barat daya ataupun dari arah tenggara.

5 Efek Pemantulan Dari Pulau Lain

Gelombang tsunami yang terjadi tidak langsung berasal dari sumbernya, akan tetapi terjadi karena akibat adanya pemantulan gelombang dari sekitar pulau yang terkena dampak gelombang tsunami.

2.6. Definisi Hutan Mangroves

Kata Mangrove merupakan kombinasi antara bahasa Portugis mangue dan bahasa Inggris grove. Dalam bahasa Inggris kata Mangrove digunakan baik untuk komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah pasang-surut. Sedangkan dalam bahasa Portugis kata Mangrove digunakan untuk menyatakan komunitas tumbuhan yang hidup di daerah pasang surut. Tidal forest, coastal woodland, vloedbosschen dan hutan payau (bahasa melayu) adalah nama lain dari hutan Mangrove yang sering disebut oleh masyarakat Indonesia dan Asia Tenggara (Kusmana, 2008). Hutan Mangrove adalah sekumpulan komunitas vegetasi di pantai tropis dan sub tropis, yang didominasi beberapa jenis pohon Mangrove yang mampu hidup dan beradaptasi pada pantai berlumpur serta mendapat pengaruh pasang surut (Bengen, 2002) .

Mangrove merupakan suatu tempat yang bergerak akibat adanya pembentukan tanah lumpur dan daratan secara terus-menerus sehingga secara perlahan berubah menjadi semi daratan. Berbagai pengertian Mangrove yang berbeda-beda sebenarnya memiliki arti yang sama yaitu formasi hutan daerah

tropika dan subtropika yang terdapat di pantai rendah dan tenang, berlumpur serta mendapat pengaruh pasang surut air laut. Hutan Mangrove juga merupakan mata rantai penting dalam pemeliharaan keseimbangan siklus biologi suatu perairan (Arief, 2003). Menurut Wightman (1989) dalam Gunarto (2004), mendefinisikan Mangrove sebagai tumbuhan yang terdapat di daerah pasang surut maupun sebagai komunitas .

Ekosistem Mangrove adalah suatu sistem alam yang berfungsi untuk berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem Mangrove adalah suatu ekosistem khas wilayah pesisir yang merupakan tempat berlangsungnya hubungan timbal balik antara komponen abiotik seperti senyawa anorganik, organik, pasang surut, salinitas dengan komponen biotik seperti produsen (vegetasi dan plankton), konsumen makro (serangga, ikan, burung, dan buaya).

Menurut Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Mangrove, ekosistem Mangrove adalah kesatuan antara komunitas vegetasi Mangrove berasosiasi dengan fauna dan mikro organisme sehingga dapat tumbuh dan berkembang pada daerah sepanjang pantai terutama di daerah pasang surut, laguna, muara sungai yang terlindung dengan substrat lumpur atau lumpur berpasir dalam membentuk keseimbangan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Ekosistem Mangrove merupakan sumberdaya lahan basah wilayah berpasir dan sistem penyangga kehidupan dan kekayaan alam yang nilainya sangat tinggi. Vegetasi ini umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan supratidal yang cukup mendapatkan aliran air, dan arus pasang surut yang cukup kuat. Oleh karena itu, ekosistem Mangrove biasanya banyak ditemukan di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuaria, delta, dan daerah pantai yang terlindung.

2.6.1 Jenis- jenis Hutan Mangrove

Di dunia dikenal banyak jenis Mangrove yang berbeda-beda. Tercatat telah dikenali sebanyak sampai dengan 24 famili dan antara 54 sampai dengan 75 spesies, (Tomlinson, 1986 dan Field,1995).

Asia merupakan daerah yang paling tinggi keanekaragaman dan jenis Mangrovenya. Di Thailand terdapat sebanyak 27 jenis Mangrove, di Ceylon ada 32 jenis, dan terdapat sebanyak 41 jenis di Filipina. Di Benua Amerika hanya memiliki sekitar 12 spesies Mangrove, sedangkan di Indonesia disebutkan memiliki sebanyak tidak kurang dari 89 jenis pohon Mangrove, atau paling tidak menurut FAO terdapat sebanyak 37 jenis. Dari berbagai jenis Mangrove tersebut, yang hidup di daerah pasang surut, tahan air garam dan berbuah vivipar terdapat sekitar 12 famili (Irwanto,2006).

Jenis Mangrove yang banyak ditemukan di Indonesia antara lain adalah jenis api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tanjang (*Bruguiera* asp.), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp.), merupakan tumbuhan Mangrove utama yang banyak dijumpai Jenis-jenis Mangrove tersebut adalah kelompok Mangrove yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwanto,2006).

2.6.2 Kerapatan Hutan Mangrove

Besarnya suatu populasi di suatu kawasan tertentu biasanya dinyatakan dalam suatu peristilahan kerapatan. Menurut Kusuma (1997) kerapatan tumbuhan merupakan jumlah individu suatu spesies tumbuhan dalam suatu luasan tertentu, misalnya 100 individu/ha. Di sisi lain, kerapatan kerapatan individu yang menempati suatu ruang tertentu dapat dinyatakan sebagai jumlah individu organisme per satuan ruang dengan diberi notasi K (Indriyanto, 2006).

Salah satu tumbuhan yang sangat terlihat kerapatannya adalah tumbuhan Mangrove. Kerapatan jenis Mangrove merupakan parameter untuk menduga kepadatan jenis Mangrove pada suatu komunitas. Kerapatan jenis pada suatu area dapat memberikan gambaran ketersediaan dan potensi

tumbuhan Mangrove (Feronika, 2011). Supardjo (2008), menyatakan bahwa tinggi rendahnya kerapatan Mangrove disebabkan oleh banyak sedikitnya energi matahari yang dapat diterima untuk kebutuhan berfotosintesis. Selain itu kerapatan jenis juga dipengaruhi oleh jenis vegetasi Mangrove yang toleran terhadap kondisi lingkungan.

2.7. Reduksi Gelombang

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode perkiraan reduksi gelombang di sekitar Mangrove terdahulu, antara lain:

2.7.1. Metode Eldina, et al. (2010)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Eldina, et al. (2010) ini bertujuan untuk menganalisis parameter vegetasi Mangrove dan gelombang yang mempengaruhi kemampuan hutan Mangrove dalam meredam gelombang. Pada tahun 2004, pohon bakau menunjukkan peranannya dalam kejadian tsunami Samudra Hindia. Penelitian Eldina, et al. (2010) berfokus pada kinerja pohon Mangrove *Rhizophora* sp. pada usia 10 tahun. Penelitian Eldina, et al. (2010) terdiri dari kunjungan lapangan, pengukuran lapangan serta percobaan laboratorium. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengamati perilaku gelombang terhadap hutan Mangrove dan mengukur dimensi pohon Mangrove khususnya *Rhizophora* sp. Dimensi kemudian diperkecil sampai 1:10 dan dimodelkan dalam flume gelombang di laboratorium.

Dalam metode ini, penelitian meliputi kerapatan hutan Mangrove, penataan pohon, usia, tinggi gelombang datang, kedalaman air, dan menggunakan model bakau buatan. Pada kedalaman air dangkal, semakin tinggi ketinggian gelombang, semakin banyak pengurangan gelombang yang terjadi. Hasil penelitian Eldina, et al. (2010) membandingkan dengan observasi lapangan di Pantai Teluk Tiga, Perak. Ketinggian gelombang di depan dan di dalam hutan Mangrove dengan parameter banyaknya pohon,

kerapatan hutan Mangrove, kedalaman air laut dan tinggi gelombang yang terjadi. Parameter-parameter tersebut diukur dan diplot.

Laju wave reduction (r) dihitung dengan persamaan :

$$H_x = H_i e^{(-r, x)} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana, x adalah tebal hutan Mangrove; H_x merupakan tinggi gelombang pada tebal hutan Mangrove x , sedangkan H_i adalah tinggi gelombang yang terjadi.

Perubahan laju wave reduction (r) dianggap sangat kecil di seluruh bidang hutan Mangrove. Oleh karena itu, dapat digunakan untuk lebih memperkirakan total reduksi gelombang dengan masing-masing tebal hutan Mangrove yang ditentukan dan sesuai 4 jenis hutan Mangrove, sebagai berikut.

Tabel 2. 3. Perhitungan Kerapatan Hutan Mangrove, Eldina, et al.(2010)

Parameter	Super Dense	Dense	Medium	Sparse
Jarak antar pohon	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m
Luas hutan	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m
Tebal hutan	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m
Jumlah pohon/models	90 pohon	90 pohon	60 pohon	60 pohon
Kerapatan	35,5 models/m	22,2 models/m ²	16 models/m ²	11 models/m ²
Kerapatan (lapangan)	0,335 models/m	0,222 models/m ²	0,16 models/m ²	0,11 models/m ²

Dari perhitungan kerapatan pada Tabel 3, maka dengan Persamaan 2.4 dapat menghitung *wave reduction* (r) untuk jenis hutan Mangrove *dense case*.

Tabel 2. 4. Pengaruh Kerapatan pada *Wave Reduction: dense case*, Eldina, et al.(2010)

Jarak dari Depan Hutan Mangrove (m)	Tinggi gelombang (cm)	r
0	6,270	-
0,5	6,151	0,038014
1,0	5,726	0,090612
1,5	5,354	0,134522
2,0	5,267	0,083581
2,5	4,988	0,108763
3,0	4,446	0,169429

Menggunakan formulasi dari metode Eldina, et al. (2010) untuk penelitian ini dengan mengambil sampling dengan tebal hutan Mangrove (x) adalah 2 m, maka dari perhitungan Tabel 4 didapatkan persamaan tinggi gelombang transmisi (H_t), sebagai berikut :

$$H_t = H_i \cdot e^{-0,083581x} \dots\dots\dots(2.5)$$

selanjutnya menghitung koefisien transmisi (K_t), dengan rumus :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots(2.6)$$

2.7.2. Metode Thaha (2001)

Eksplorasi yang berlebihan pada Lahan konservasi untuk penggunaan tertentu tanpa perhitungan, akan menyebabkan hilangnya peranan penting dari Lahan konservasi. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya erosi pantai. Penelitian oleh Thaha (2001) untuk mengisi kekurangan informasi tersebut, khususnya kemampuan rumpun bakau (*Rhizophora sp.*) meredam energi gelombang.

Pada penelitian Thaha (2001) menggunakan simulasi model fisik dan data dianalisis dengan regresi non-linier dengan fungsi eksponensial.

Penelitian Thaha (2001) menunjukkan bahwa besarnya energi gelombang yang diredam dipengaruhi oleh besaran kerapatan relatif perakaran bakau, ketebalan rumpun dan panjang gelombang. Persamaan yang dihasilkan digunakan untuk merencanakan kerapatan tanam dan ketebalan rumpun untuk mencegah erosi akibat gelombang. Koefisien gerak perakaran bakau juga telah dirumuskan dalam fungsi kerapatan relatif perakaran bakau, untuk memudahkan penggunaannya pada persamaan-persamaan terkait.

Transmisi gelombang berdasarkan kombinasi parameter tak berdimensi untuk memberikan gambaran secara sistematis terhadap hasil penelitian, dikembangkan suatu fungsi yang menggabungkan parameter-parameter tak berdimensi. Dengan menganalisis serta mengkombinasi parameter yang paling signifikan menyebabkan peredaman energi gelombang. Dari analisa, diperoleh suatu persamaan hubungan antara koefisien energi gelombang transmisi (KE_t) dengan penetapan bilangan tak terdimensi masing-masing B/gT^2 , H_l/B dan B/L serta kerapatan relatif perakaran bakau (ξ). Dalam penelitian ini menggunakan variabel tinggi gelombang (H_l), periode (T_0), dan porositas (N_p). Oleh karena itu, persamaan regresi yang dihasilkan dari masing-masing hubungan parameter menjadi :

Hubungan dengan B/gT_0^2

Untuk $KE_t = f(N_p, B/T_0^2)$ dengan batas $0,0029 \leq N_p B/gT_0^2 \leq 0,7872$

$$KE_t = 0,8555e^{-2,9371(N_p, B/T_0^2)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Hubungan KEt dengan H_l/B

Untuk $KE_t = f(N_p, H_l/B)$ dengan batas $0,0012 \leq N_p, H_l/B \leq 0,1409$

$$KE_t = 0,8267e^{-11,627(N_p, H_l/B)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Hubungan KE_t dengan B/L

Untuk $KE_t = f(N_p, B/L)$ dengan batas $0,0792 \leq N_p, B/L \leq 11,1039$

$$KE_t = 0,9277e^{-0,2527(N_p, B/L)} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dari persamaan regresi dalam koefisien energi gelombang transmisi (KE_t), maka untuk mendapatkan nilai flt menggunakan persamaan :

$$KE_t = \frac{H_t^2}{H_i^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

Sedangkan bagian gelombang yang diteruskan melalui hutan Mangrove, dinyatakan dengan koefisien transmisi (K_t) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.8. Porositas (N_p)

Pada hutan Mangrove Rhizophora SP. dihitung menggunakan rumus (La Thi, dan Vo Luong, 2001), sebagai berikut:

$$N_p = 1 - \frac{v_t}{v_o} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana, v_t merupakan volume batang dan akar Rhizophora SP. yang terendam air (m^3) pada hutan maangove, sebagai brikut:

$$v_t = v + v_l \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

v_u = volume batang (m^3) = jumlah batang x luas batang (m^2) x kedalaman air (m)

v_l = volume akar (m^3) = jumlah akar x luas akar (m^2) x kedalaman air (m)

v_o = volume kontrol total (m^3) yaitu luas lahan pengambilan sampel dikalikan kedalaman air (h).

dengan nilai porositas, sebagai berikut:

$N_p = 1$; menunjukkan ketiadaan mangrove

$N_p = 0$; menunjukkan dinding sepenuhnya reflektif

Jika nilai porositas 1, maka nilai kerapatan 0. Sedangkan jika nilai porositas 0, maka nilai kerapatan 1. Nilai porositas dengan kerapatan saling berlawanan.

Dengan perhitungan wave reduction (%) menggunakan persamaan:

$$\text{Wave reduction (\%)} = (1 - K_t) \times 100\%$$