

Analisis Pengaruh Mangrove Terhadap Perlindungan Pantai di Desa Aboru Kecamatan Pulau Haruku.*Grasiano. W. Lailossa¹, Ch. Joseph², Christo. B. Akihary³**^{1,2} Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**Email: grasianolailossa@gmail.com, josephinchristin@gmail.com**³ Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil,**Email: christoakihary19@gmail.com***Abstract**

The mangrove forest ecosystem is an important habitat for marine organisms and a natural barrier against coastal erosion. Aboru Village, located in Pulau Haruku District, Central Maluku Regency, is one of the areas with historically significant mangrove forests. Mangroves in this area play an important role in protecting the coastline from the adverse effects of waves and wind, thereby preventing land degradation. However, in recent years, human activities such as deforestation, land conversion, and pollution have caused a significant decline in the mangrove population in Aboru Village, making the area vulnerable to coastal erosion. This research, entitled "Analysis of the Influence of Mangroves on Coastal Protection in Aboru Village, Haruku Island District," aims to assess the current condition of mangrove forests, their impact on coastal damage, and identify factors that influence their effectiveness in coastal protection. This research uses qualitative and quantitative descriptive methods, combines field surveys, data calculations using the MS.Office Excel program, Wplot, and uses the method of Flow Science (2016), as well as literature observations. The results of this research show that mangroves are in a damaged condition, the wave energy that can be absorbed by mangroves in return periods 1, 2 and 5 is 71.50%, 68.22% and 67.35%, and factors that influence effectiveness. mangroves in protecting beaches, namely climate change, human influence, and the influence of the age of the mangrove itself.

Kata Kunci: Beach, Mangrove, Waves**1. PENDAHULUAN**

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki garis pantai yang panjang dan ekosistem pesisir yang beragam. Salah satu komponen penting dari ekosistem pesisir adalah hutan mangrove. Mangrove adalah pohon tropis yang tumbuh subur dalam kondisi yang tidak dapat ditoleransi sebagian besar kayunya bersifat asin, perairannya yang pesisir, dan pasang surut yang tak ada habisnya. Berkat kemampuannya menyimpan karbon dalam jumlah besar, bakau adalah senjata utama dalam perang melawan perubahan iklim, tetapi terancam di seluruh dunia. Mangrove tidak hanya berfungsi sebagai habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna, tetapi juga memiliki peran penting dalam melindungi pantai dari erosi dan kerusakan akibat gelombang laut.

Hutan mangrove tergolong sumber daya hutan yang mempunyai peranan penting bagi pembangunan Nasional. Hal ini karena lokasinya yang strategis dan potensi yang terkandung di dalamnya, serta fungsi perlindungannya yang secara langsung ataupun tidak langsung mempengaruhi eksistensi dan berfungsinya sumberdaya alam lain. Ekosistem

Ini dicirikan oleh produktivitasnya yang tinggi dan daur nutrisi yang cepat, sehingga mangrove dianggap penyedia nutrisi bagi kontinuitas sebagian besar energi yang diperlukan oleh berbagai biota akuatik di

ekosistem pantai. Ekosistem ini juga berperan sebagai pendukung eksistensi lingkungan fisik, yaitu sebagai penyangga abrasi pantai oleh gelombang, intrusi air laut ataupun hembusan angin yang dapat merusak ekosistem darat.

Desa Aboru, yang terletak di Kabupaten Maluku Tengah, Kecamatan Pulau Haruku, adalah salah satu daerah yang memiliki hutan mangrove yang tumbuh puluhan hingga jutaan tahun lalu bahkan termuat dalam buku sejarah Negeri Aboru (Bpk J. M. Manusiwa selaku kepala dusun), hutan mangrove ini terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Pantai tempat terjadinya kerusakan sendiri berhadapan langsung dengan teluk Negeri Aboru.

2. KAJIAN PUSTAKA**2.1. Pengertian Mangrove**

Mangrove merupakan ekosistem unik yang terdiri dari pepohonan dan tumbuhan lain yang tumbuh di daerah pasang surut pantai tropis dan subtropis. Ekosistem ini memiliki adaptasi khusus yang memungkinkan mereka bertahan di lingkungan dengan salinitas tinggi, kondisi anaerobik pada tanah, dan fluktuasi pasang surut. Tumbuhan mangrove memiliki akar yang khas, seperti akar napas dan akar lutut, yang membantu mereka bertahan di lingkungan yang dinamis ini. Menurut (Tomlinson 1986),

mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang luar biasa terhadap lingkungan yang ekstrim, seperti kadar garam tinggi dan perubahan pasang surut yang tajam. Hal ini membuat mangrove menjadi salah satu ekosistem paling tahan banting di bumi.

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa mangrove adalah ekosistem unik yang terdiri dari pepohonan dan tumbuhan lain yang tumbuh di daerah pasang surut pantai tropis dan subtropis. Mangrove juga merupakan salah satu bentuk ekosistem hutan yang unik dan khas, terdapat di daerah pasang surut di wilayah pesisir, pantai, atau pulau-pulau kecil, dan merupakan potensi sumber daya alam yang sangat potensial. Selain itu mangrove juga memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi.

2.2. Jenis-Jenis Mangrove

Hutan mangrove sebagai kawasan pelindung pantai memiliki beberapa jenis mangrove di dalamnya antara lain :

1. Api - Api (*Avicennia spp*) : Di Indonesia *avicennia* dikenal dengan nama api- api. Akar napas mangrove ini berbentuk seperti pensil atau kerucut yang menonjol ke atas. Akar napas mereka terbentuk dari perluasan akar yang tumbuh secara horizontal. Terdapat lima jenis *avicennia* yang ditemukan di Indonesia, yaitu *A. alba*, *A. eucalyptifolia*, *A. lanata*, *A. marina*, dan *A. officinalis*. Kelimanya dibedakan dari bentuk bunga, buah dan daunnya, sebagaimana dikutip dari situs Kementerian Kelautan Pesisir.
2. Lacang (*Bruguiera sp*) : *Bruguiera* adalah salah satu family penyusun hutan mangrove. Perawakan berupa pohon mencapai 23 meter, berakar lutut, dan akar papan yang melebar ke samping di bagian pangkal pohon, kulit kayu abu-abu, relatif halus dan memiliki sejumlah lentisel kecil. Daun berwarna hijau cerah bagian bawahnya hijau agak kekuningan. Letak daun sederhana dan berlawanan. Bentuk elips, ujung agak meruncing, ukuran 7-17 berukuran 2-8 cm. Bunga mengelompok 3, letaknya di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Mahkota berwarna putih, kelopak bunga berjumlah 8 berwarna hijau kekuningan, berukuran 3-4 mm bawahnya seperti tabung. Hipokotil berbentuk silindris memanjang, sering juga berbentuk kurva berukuran Panjang 8-15 cm dan berdiameter 5-10 mm berwarna hijau.
3. Pepada (*Sonneratia*) : Pepada merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh di bagian yang kurang asin, tanah lumpur yang dalam, sering kali sepanjang Sungai kecil dengan air yang mengalir pelan dan terpengaruh pasang surut. Jenis ini tidak pernah tumbuh pada pematang atau daerah

berkarang. Pedada berbentuk pohon dengan ketinggian mencapai 15 m, memiliki akar napas seperti kerucut yang banyak dan sangat kuat. Ujung cabang/ranting terkulai dan berbentuk segi empat pada saat muda.

4. Bakau (*Rhizophora sp*) : Bakau banyak berkembang di bagian luar hutan bakau yang menghadap ke ombak. Flora ini tumbuh di atas lumpur yang tidak hanya berfungsi menghalau tingginya ombak lautan, tetapi juga menjadi habitat serta sumber makanan berbagai macam makhluk hidup di hutan bakau. Untuk mengenalinya, ciri utama pohon bakau ada pada jenis akarnya. Akar tunjang (*still root*) pada tanaman bakau-bakauan berfungsi untuk mempertahankan posisi pohon bakau ketika ombak dan pasang-surut air laut menerjangnya. Jenis pohon bakau sendiri di Indonesia dibagi menjadi tiga, yaitu bakau minyak (*Rhizophora apiculata*), bakau hitam (*Rhizophora mucronata*), dan *Rhizophora stylosa*.
5. Nyirih (*Xylocarpus spp*) : Mangrove jenis ini berupa pohon dan memiliki akar papan yang melebar ke samping, meliuk-liuk, dan membentuk celah. Kulit kayu berwarna coklat muda kekuningan, tipis, dan mengelupas. Daun agak tebal dengan susunan berpasangan dan ada yang soliter pada tangkai. Helai daun berbentuk elips hingga bulat telur terbalik dengan ujung membundar. Buah seperti bola atau kelapa yang bergelantung pada dahan, dengan kulit berwarna hijau kecoklatan. Di dalam buah terdapat biji-biji besar, berkayu, dan berbentuk tetrahedral. Kayu jenis mangrove ini biasanya dimanfaatkan untuk bahan bangunan.

2.3. Fungsi dan Manfaat Mangrove

Mangrove memiliki peran penting dalam melindungi pantai dari erosi. Sistem akar mangrove yang luas dan padat mampu memperlambat aliran air, mengurangi kekuatan gelombang, dan menangkap sedimen, yang secara efektif mengurangi laju erosi pantai. (Ellison and Simmonds 2003) Ellison menyatakan bahwa keberadaan mangrove di pesisir dapat mengurangi kecepatan arus air hingga 66%, yang berdampak signifikan dalam mengurangi erosi pantai. Demikian pula, (Mazda, Kanazawa, and Wolanski 1995) menunjukkan bahwa akar mangrove mampu menahan tanah dan sedimen, sehingga mencegah abrasi.

Mangrove menyediakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna, termasuk spesies ikan, burung,

dan invertebrata. Ekosistem ini berfungsi sebagai tempat pembibitan dan pengasuhan bagi banyak spesies ikan yang penting secara ekonomis, yang kemudian berkembang biak di laut lepas. Menurut Alongi (2008), mangrove adalah tempat yang sangat penting bagi keanekaragaman hayati karena menyediakan berbagai sumber daya dan habitat bagi banyak organisme.

Mangrove memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang tinggi, baik di biomassa atas (pohon dan daun) maupun di bawah tanah (akar dan sedimen). Ini menjadikan mangrove sebagai salah satu ekosistem kunci dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon dioksida dari atmosfer. Donato et al. (2011) menemukan bahwa hutan mangrove memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hutan daratan, dengan sekitar 1.023 Mg karbon per hektar. Hal ini menunjukkan pentingnya mangrove dalam upaya global untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer.

2.4. Kerapatan Mangrove

Ketebalan mangrove menjadi salah satu faktor pendukung dalam melindungi pantai. Berdasarkan KepMen LH No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, indikator kerusakan hutan mangrove dapat diamati berdasarkan standar kerapatan pohon per hektar dan persentase penutupan. Nilai kerapatan suatu jenis menunjukkan kelimpahan jenis dalam suatu ekosistem dan dapat menggambarkan bahwa jenis dengan kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar. Hutan mangrove yang mengalami kerusakan ringan memiliki kerapatan lebih atau sama dengan dari 1500 pohon per hektar dengan penutupan $\geq 75\%$, hutan mangrove yang mengalami kerusakan sedang memiliki kerapatan antara 1000 – 1500 pohon per hektar dengan penutupan $\geq 50\%$ – $<75\%$, sedangkan hutan mangrove yang mengalami kerusakan berat memiliki kerapatan dibawah 1000 pohon per hektar dengan penutupan $< 50\%$. Tingkat kerusakan hutan mangrove tersebut digunakan sebagai acuan dalam kegiatan rehabilitasi.

2.5. Metode Flow Science (2016)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Flow Science (2016) 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 Flow Science (2016) berfokus pada kinerja pohon mangrove, terdiri dari kunjungan lapangan, dan pengukuran lapangan. Kunjungan lapangan bertujuan untuk mengamati

perilaku gelombang terhadap hutan mangrove dan mengukur dimensi pohon mangrove.

Dalam metode ini meliputi kerapatan hutan mangrove, tinggi gelombang datang, dan kedalaman air. Pada kedalaman air dangkal, semakin tinggi ketinggian gelombang, semakin banyak pengurangan gelombang yang terjadi. Hasil penelitian (Flow Science 2016) 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 :

$$H_x = H_i e(r \cdot x) \dots\dots\dots (2.1)$$

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 diseluruh 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 2.1. Perhitungan Kerapatan Hutan Mangrove, Flow Science (2016)

Parameter	Super Dense	Danse	Mediu m	Sparse
Jarak antar Pohon	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m
Luas Hutan	1,5m	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/Mo dels	60 Pohon	90 pohon	60 pohon	60 pohon
Kerapatan	35,5 models/ m ²	22,2 models/ m ²	16 models/ m ²	11 models/ m ²
Kerapatan (lapangan)	0,335 models/ m ²	0,222 models/ m ²	0,16 models/ m ²	0,11 models/ m ²

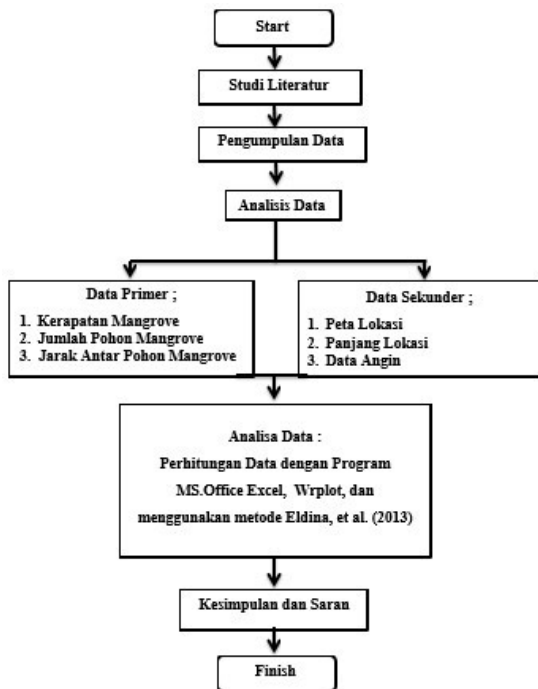
Dari perhitungan kerapatan pada Tabel 2.1, maka dengan Persamaan 2.1 dapat menghitung *wave reduction* (r) untuk jenis hutan mangrove *dense case*.

Tabel 2.2. Pengaruh Kerapatan pada *Wave Reduction: danse case*, Flow Science (2016)

Jarak dari Depan Hutan Mangrove (m)	Tinggi Gelombang (cm)	<i>r</i>
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

3. METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Waktu

Waktu yang diperlukan dalam penulisan ini adalah sekitar 3 (tiga) bulan yaitu dari bulan Juni sampai dengan Agustus 2024.

3.3. Lokasi

Lokasi pada Pantai yang terdapat di Desa Aboru, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Penentuan lokasi ini dikarenakan terdapat kondisi kerusakan pada hutan mangrove.

Gambar 3.2. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2024

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan yang digunakan yaitu meter roll, alat tulis, handphone, kertas.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer : Data primer meliputi kerapatan mangrove, jumlah dan jarak antar pohon mangrove di lokasi.
2. Data Sekunder meliputi panjang lokasi dan data angin yang di peroleh dari BMKG Maluku Tengah.

3.6. Teknik Analisa Data

Data dikumpulkan melalui kombinasi metode observasi lapangan dan studi literatur yang akan di analisis dengan menggunakan teknik analisis kombinasi antara kualitatif dan kuantitatif serta menggunakan metode *Flow Science*. Pertama melakukan pengolahan data angin menggunakan *software Wrplot* untuk mengetahui karakteristik gelombang yang ada di Lokasi, kemudian melakukan pemrograman *software MS. Office Excel* dengan memasukan rumus model matematik yang digunakan. Dan akan didapatkan nilai kemampuan mangrove dalam meredam gelombang. Setelah itu penentuan kondisi hutan mangrove di buat menggunakan acuan Berdasarkan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Tingkat Kerusakan Mangrove

Penentuan tingkat kerusakan dapat ditentukan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

Tabel 4.1 Jumlah dan Jarak antar Mangrove di Pantai Aboru (*MS.Office Excel*).

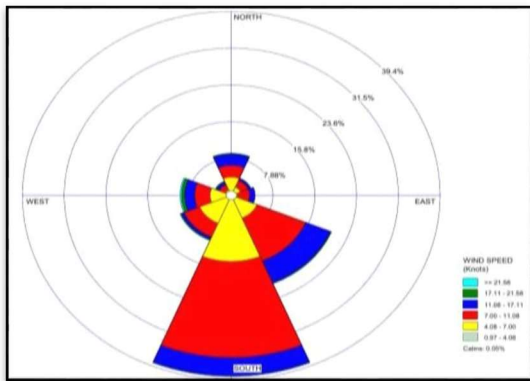
Pantai Aroa (MS. Office Excel).		
No.	Jumlah Mangrove	Jarak Antar Mangrove
1	877 pohon	6,20
2		3,60
3		2,70
4		2,80
Rata-rata		3.83

4.2. Pengaruh Mangrove Dalam Melindungi Pantai

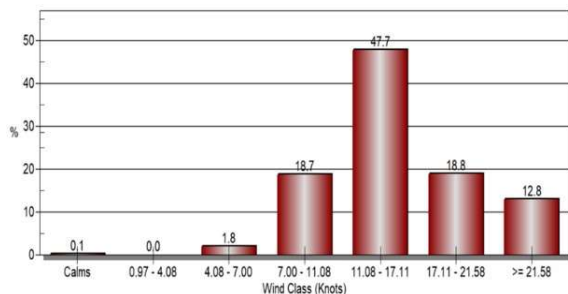
Untuk menganalisis pengaruh mangrove dalam melindungi pantai ada beberapa factor yang perlu di analisis menggunakan Metode *Flow Science* (2016) agar dapat mengetahui seberapa besar mangrove dapat menyerap energi gelombang yang datang ke pantai dalam kala ulang 1, 3, dan 5 tahun.

4.2.1 Data Angin

Arah angin dominan yang terjadi di Pantai Aboru adalah arah selatan, seperti pada Gambar 4.1. Dan pada Gambar 4.2. ditampilkan dalam bentuk diagram batang sesuai dengan *wind class*, dimana terlihat bahwa nilai calms 0,05 % atau 0,1%.



Gambar 4.1 Hasil dari *WindRose* menunjukkan Arah Angin Dominan ke Arah Selatan (Wrplot).



Gambar 4.2 *Wind Class Frequency Distribution* (Wrplot).

4.2.1.2 Periode Ulang Angin

Didalam perhitungan ini menggunakan kecepatan angin rata-rata (U) tiga terbesar setiap tahun 2019-2023 dengan arah dominan selatan (180°). Data tersebut diurutkan mulai dari nilai terbesar sampai yang terkecil dan kecepatan gelombang yang sama dicatat satu kali. Selanjutnya melakukan perhitungan periode ulang angin berdasarkan distribusi Weibull dengan nilai $k=2,0$. Kemudian

Data angin yang digunakan merupakan data angin di Amahai dan sekitarnya, data didapatkan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) Amahai, Maluku Tengah tahun 2019 - 2023. Pada daerah Amahai memiliki Latitude $-3,34640S$ dan Longitude $128,92840E$. Pengolahan data angin menggunakan software

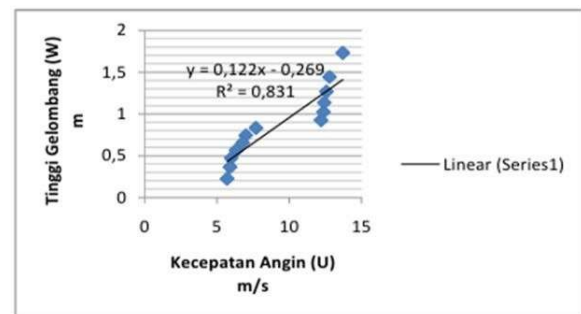
4.2.1.1 Frequency

Dalam pengolahan data angin tahun 2019-2023 kecepatan angin dikelompokkan dalam range-range yang disebut kelas angin.

menggunakan formulasi dari Kamphuis, 2010 untuk mendapatkan nilai korelasi (R^2) yang maksimal dalam hasil regresi persamaan yaitu 0,831.

Tabel 4.5 Periode Ulang Amahai dan Sekitarnya, Maluku Tengan Tahun 2019-2023 dengan Arah Dominan Selatan (180°) (MS.Office Excel).

No data (i)	$U(m/s)$	$c1$	$c2$	Q	W
1	13.71	0.335	0.315	0.050	1.731
2	12.79	0.335	0.315	0.125	1.442
3	12.58	0.335	0.315	0.200	1.268
4	12.42	0.335	0.315	0.275	1.136
5	12.38	0.335	0.315	0.350	1.024
6	12.21	0.335	0.315	0.425	0.924
7	7.71	0.335	0.315	0.501	0.832
8	7	0.335	0.315	0.576	0.743
9	6.79	0.335	0.315	0.651	0.655
10	6.33	0.335	0.315	0.726	0.566
11	6	0.335	0.315	0.801	0.741
12	5.92	0.335	0.315	0.876	0.364
13	5.71	0.335	0.315	0.951	0.224



Gambar 4.3 Grafik Garis Regresi dengan Nilai $K=2,0$ (Ms. Office Excel)

Grafik garis regresi dengan nilai $k = 2,0$ didapatkan persamaan

$$y = 0,122x - 0,269 \text{ yang berarti dalam persamaan: } U = y + B \dots \dots \dots (4.1)$$

Maka didapatkan hasil:

$$U = y$$

$$y = x$$

$$A = 0,122$$

$$B = -0,269$$

Dengan nilai β dan γ sebagai berikut (Kamphuis, 2010)

$$B = 1/Y \dots \dots \dots (4.2)$$

$$= 8,197$$

$$-Y = B \cdot \beta \dots \dots \dots (4.3)$$

$$= 2,205$$

4.2.1.3 Tinggi dan Periode Gelombang Laut

Tinggi dan periode gelombang dihitung berdasarkan formula menurut SPM (Shore Protection Manual), 1984 vol 1 sebagai berikut:

$$H_0 = 5,112 \times 10^{-04} \times U_A \times F_{eff}^{0,5} \dots \dots \dots (4.4)$$

$$U_L = \gamma + \beta (InLTr) \frac{1}{k} \dots \dots \dots (4.5)$$

$$L = \frac{N_T}{k} \dots \dots \dots (4.6)$$

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1,23} \dots \dots \dots (4.7)$$

$$T_0 = 6,238 \times 10^{-2} \times (U_A \times F_{eff})^{0,33} \dots \dots \dots (4.8)$$

$$R_L = \frac{U_W}{U_A} \dots \dots \dots (4.9)$$

Keterangan:

H_0 = Tinggi gelombang laut dalam (m)

T_0 = Periode gelombang laut dalam (s)

T_r = Periode ulang (tahun)

F_{eff} = Fetch efektif

L = Rerata jumlah kejadian pertahun

U_A = Faktor tegangan gelombang

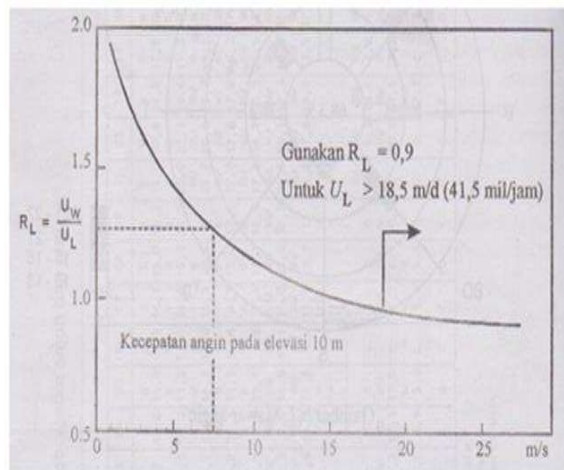
U_W = Kecepatan angin diatas permukaan laut (m/s)

U_L = Kecepatan angin diatas daratan (m/s)

$K = 2,0$ Distribusi Weibull

R_L = Hubungan U_L dan U_W (kecepatan angin di darat dan di laut)

1Knot = 0,515 m/s



Gambar 4.4 Hubungan antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat (Triatmodjo,1999)

Maka didapatkan hasil tinggi dan periode gelombang dari periode ulang selama tahun 2019-2023, sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil H_0 dan T_0 sesuai dengan Periode Ulang (MS.Office Excel).

T_r (Tahun)	L	k	U_L (m/s)	R_L	U_W (Tahun)	U_A (m/s)	180°		
							F_{eff} (m)	H_0	T_0
1	1.86	2.0	8.7	1.22	10.64	13.01	19449.11	0.93	3.79
3	1.86	2.0	12.9	1.10	14.24	18.62		1.33	4.26
5	1.86	2.0	14.4	1.00	14.44	18.95		1.35	4.29

Didapatkan tinggi gelombang laut dalam (H_0) dan periode gelombang laut dalam (T_0) sesuai kala ulang 1, 3 dan 5 tahun. Kemudian menghitung tinggi gelombang laut dangkal dengan cara refraksi gelombang di laut dalam. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah hutan mangrove Pantai Aboru memiliki dasar laut yang dangkal. Dengan menggunakan persamaan :

$$L_0 = 1,56 \times T_0^2 \dots \dots \dots (4.10)$$

$$C_0 = \frac{L_0}{T_0} \dots \dots \dots (4.11)$$

$$C = \frac{L_0}{T_0} \dots \dots \dots (4.12)$$

$$K_r = \left(\frac{\cos a_0}{\cos a} \right)^{0,5} \dots \dots \dots (4.13)$$

$$H_i = K_s K_r H_0 \dots \dots \dots (4.14)$$

$$\sin a = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin a_0 \dots \dots \dots (4.15)$$

$$C_0 > C \text{ dan } L_0 > L \dots \dots \dots (4.16)$$

Dimana, d Adalah kedalaman air laut pada hutan mangrove dan tinggi d/L dan K_s terdapat pada tabel L-1 buku Teknik Pantai Triatmodjo 1999. Dengan hasil perhitungan tinggi gelombang laut dangkal (H_i) pada tabel 4.7.

Keterangan:

L_0 = panjang gelombang di laut dalam (m).

T_0 = periode gelombang.

C_0 = kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama (m/s).

C = kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua (m/s).

L = panjang gelombang di laut dangkal (m).

a_0 = Sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai

a = Sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau.

K_r = koefisien refraksi

H_i = tinggi gelombang laut dangkal (m)

K_s = keffisien pendangkalan

H_0 = Tinggi gelombang laut dalam (m)

Tabel 4.7 Hasil H_i dengan Kala Ulang Tahun
(*MS.Office Excel*).

Tr (Tahun)	1	3	5
$H_0(m)$	0,93	1,33	1,35
flow T_0	3,79	4,26	4,29
$L_0(m)$	22,36	28,33	28,65
$C_0(m/s)$	5,91	6,65	6,69
D(m)	0,5	0,5	0,5
d/L0	0,022	0,018	0,017
d/L	0,06057	0,05456	0,05296
L(m)	8,25	9,16	9,44
C(m/s)	2,18	2,15	2,20
a_0	12	12	12
a	4,40	3,86	3,93
K_r	0,9905	0,9901	0,9902
K_s	1,201	1,255	1,271
$H_i(m)$	2,10	1,65	1,70

4.2.2 Metode Flow Science (2016)

Menggunakan rumus metode dari Flow Science (2016) dengan tebal mangrove (x) Adalah 2m pada samling, maka aka didpatlan hasil:

Tabel 4.8 Nilai Koefisien Transmisi (K_t) dan *Wave Reduction* (%) (*MS Office Excel*)

Kala Ulang Tahun	$H_i(m)$	x (m)	$H_t(m)$	$K_t = H_t/H_i$	Wave Reduction (%)
1	1.10	2.00	0.7865	0.71498	71.50
3	1.65	2.00	1.1256	0.68216	68.22
5	1.70	2.00	1.1450	0.67355	67.35

Dengan menggunakan formulasi Flow Science (2016) dapat dilihat dari tabel bahwa mendapatkan *wave reduction* (%) pada kala ulang tahun 1 sebesar 71,50%, pada kala ulang tahun ke 3 sebesar 68%, pada kala ulang tahun ke 5 sebesar 67,35%.

4.3. Faktor-faktor Efektivitas Mangrove Dalam Melindungi Pantai

Ada 3 faktor yang mempengaruhi mangrove dalam melindungi pantai di Desa Aboru. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

4.3.1 Climate Change Factors

Perubahan iklim secara tiba-tiba yang merupakan efek dari pemanasan global sangat mempengaruhi cuaca yang cepat berubah termasuk kenaikan suhu air laut dan intensitas badai yang lebih besar, dapat mengancam kesehatan mangrove dan menurunkan kemampuannya untuk melindungi pantai dari terjangan gelombang laut.

4.3.2 Human Factors

Aktivitas warga Desa Aboru seperti penebangan kayu mangrove, pembuangan limbah, dan

penggunaan lahan untuk meti (penangkapan ikan dan biota laut lainnya saat terjadi air surut atau penurunan air laut) secara terus menerus serta anak-anak warga di sekitar pantai tempat ekosistem mangrove berada sering memotong akar mangrove untuk di jadikan permainan ketapel. Hal-hal ini seperti ini dapat merusak ekosistem mangrove dan mengurangi kemampuannya untuk melindungi pantai.

4.3.3 Age Factor Of Mangroves

Pengaruh usia dari mangrove turut menjadi salah satu faktor efektifitas mangrove dalam melindungi pantai di karenakan mangrove yang berada di Desa Aboru tumbuh ribuan hingga jutaan tahun lalu secara alami tanpa campur tangan manusia sehingga hutan mangrove sudah sangat rentan di makan usia yang menyebabkan kehancuran jika mangrove terkena gelombang yang kencang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Hutan mangrove di Desa Aboru termasuk dalam kondisi rusak hal ini di karenakan jumlah pohon mangrove dalam 1 hektar kurang dari 1000 pohon atau hanya 877 pohon.
2. Arah Angin pada hutan mangrove di Pantai Desa Aboru dominan ke arah selatan. Setelah menganalisi data – data yang di perlukan di dapatkanlah tinggi gelombang laut dangkal (m) dalam kala ulang yaitu, 1,10 pada tahun 1; 1,65 pada tahun ke 3; dan 1,70 pada tahun ke 5. Setelah itu dengan menggunakan Metode Flow Science (2016) di dapatlah nilai *Wave Reduction* (%) dari hutan mangrove di desa aboru yaitu, 71,50% untuk tahun 1; 68,22% untuk tahun ke 3; dan 67,35% untuk tahun ke 5. Semakin besar tinggi gelombang laut dangkal (H_i) memiliki nilai *wave reduction* (%) semakin kecil, dikarenakan tidak mempertimbangkan umur pohon mangrove, tetapi sesuai tinggi gelombang laut dangkal (H_i) pada periode kala ulang.

3. Ada 3 faktor yang mempengaruhi efektifitas mangrove dalam melindungi pantai di Desa Aboru yaitu perubahan iklim, pengaruh manusia, dan pengaruh usia dari mangrove itu sendiri sehingga mengurangi kemampuan mangrove dalam menahan gelombang dan melindungi pantai.

5.2 Saran

1. Untuk masyarakat Desa aboru agar secepatnya melakukan reboisasi pada

hutan mangrove karena mengingat peran hutan mangrove dalam melindungi pesisir pantai atau bangunan pantai sangat besar. Selain itu, hutan mangrove juga sangat mendukung tumbuh kembangnya biota laut.

2. Untuk peneliti selanjutnya di sarankan lebih baik menggunakan alat ukur gelombang seperti SBE (Sea Bird Electronic) untuk mengetahui nilai tinggi gelombang transmisi (Ht) sesuai kondisi di lapangan. Disarankan juga untuk menghitung pertumbuhan dari pohon mangrove tersebut, karena diameter batang dan akar sangat mempengaruhi dalam meredam gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, Daniel M. 2008. "Mangrove Forests: Resilience, Protection from Tsunamis, and Responses to Global Climate Change." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76(1):1–13. doi:10.1016/j.ecss.2007.08.024.
- Ellison, J. C., and S. Simmonds. 2003. "Structure and Productivity of Inland Mangrove Stands at Lake MacLeod, Western Australia." *Journal of the Royal Society of Western Australia* 86(1):25–30.
- Flow Science, Inc. 2016. "FLOW-3D Website." Diakses Tgl 30 juli 2024
- KepMen LH No. 201 Tahun. 2004. "Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove." *Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove* 1–10.
- Mazda, Yoshihiro, Nobuyuki Kanazawa, and Eric Wolanski. 1995. "Tidal Asymmetry in Mangrove Creeks." *Hydrobiologia* 295(1–3):51–58. doi:10.1007/BF00029110.
- Tomlinson, P. B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press.