



Alternatif Penanganan Kerusakan Pantai Buloh Di Kecamatan Mandolang

Brendi M. Rahasia^{#a}, M. Ihsan Jasin^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia
^abrendirahasia@gmail.com, ^bsanyjasin02@yahoo.com, ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Buloh terletak di Desa Tateli Weru Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa. Pantai ini juga dilewati jalan trans sulawesi yang merupakan jalan raya nasional, jalan ini juga adalah salah satu jalan yang menghubungkan Manado di Utara dan Makassar di Selatan Pulau Sulawesi. Namun Pantai Buloh terjadi Gelombang tinggi sehingga telah menyebabkan Abrasi pada pesisir Pantai. Terkait masalah yang terjadi maka diperlukan Alternatif penanganan kerusakan pada pantai, Berdasarkan hasil analisa pasang surut, pantai mengalami muka air pasang yang paling tinggi (MHWL) yaitu 3.41 meter, maka air rata-rata (MSL) 1.9 meter, dan maka air surut (MLWL) 0.4 meter. Selain itu salah satu prosedur untuk penentuan bangunan pelindung pantai adalah keadaan gelombang (tinggi gelombang, arah gelombang, periode gelombang) dan besar angin yang bertiup (arah datangnya angin ke pantai). Dari hasil analisa arah angin yang paling dominan untuk Pantai Buloh adalah arah barat laut. Dengan tinggi gelombang pecah yang paling besar adalah 1.38 meter dan tinggi gelombang pecah pada kedalaman sebesar 1.49 meter. Maka dapat disimpulkan bahwa pantai Buloh mengalami gelombang yang cukup besar dan akan menjadi masalah yang serius jika tidak diberikan penanggulangan. Sehingga dapat disimpulkan Alternatif penanganan kerusakan yaitu berupa Pengaman Pantai. Dari berbagai jenis bangunan pengaman pantai jika dipertimbangkan dari berbagai sisi dan masalah yang ada pada Pantai Buloh maka bangunan pengaman pantai yang tepat berupa seawall.

Kata kunci: Pantai Buloh, pengaman pantai, seawall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Utara adalah provinsi di Indonesia yang memiliki banyak kawasan Pantai. Wilayah Pantai ini merupakan daerah yang dimanfaatkan untuk kegiatan manusia sebagai Kawasan pemukiman ataupun sebagai daerah nelayan. Pantai adalah daerah yang sering terkena kerusakan seperti gerusan karena gelombang tinggi, berupa Abrasi, dimana Abrasi adalah suatu peristiwa pengikisan tanah yang disebabkan oleh gelombang air laut serta pasang surut air laut.

Pantai Buloh terletak di Desa Tateli Weru yang berada di Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa dengan batas-batas wilayah sebagai berikut.

- Sebelah Utara, Desa Tateli
- Sebelah Barat, Laut Manado
- Sebelah Selatan, Desa Tanawangko
- Sebelah Timur, Pegunungan

Pantai ini juga dilewati Jalan Trans Sulawesi yang merupakan Jalan raya nasional, Jalan ini adalah Jalan yang menghubungkan Manado di Utara dan Makassar di Selatan Pulau Sulawesi. Pada Pantai Buloh Telah terjadi Gelombang tinggi sehingga menyebabkan Abrasi yang memungkinkan terganggunya Infrastruktur berupa Jalan, maka diperlukan penanganan lebih lanjut berupa Pengaman Pantai untuk menanggulangi Abrasi serta mencegah terjadinya longsor.

Terkait masalah yang terjadi, maka diperlukan desain perencanaan konstruksi struktur pengaman yang tepat di pantai guna mencegah dan menghentikan kerusakan yang terjadi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah di utarakan sebelumnya, maka diperlukan Perencanaan pengaman pantai yang tepat, guna mencegah dan menghentikan kerusakan berupa Abrasi yang terjadi akibat Gelombang air laut yang menerjang di daerah Pesisir Pantai.

1.3. Tujuan Penelitian

Mengidentifikasi penyebab kerusakan yang terjadi dan mencari solusi penanganannya, serta menentukan pengaman pantai yang tepat.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai teknik pantai khususnya dalam mempelajari kerusakan pantai yang terjadi di pantai Buloh.
2. Untuk bahan referensi dalam mempelajari bangunan pengaman pantai.

1.5. Batasan Masalah

Dalam rangka membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, digunakanlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisa dilakukan hanya pada pantai Buloh.
2. Mencari faktor kerusakan di Pantai Buloh.
3. Menghitung salah satu faktor kerusakan pantai yaitu analisa karakteristik gelombang.
4. Mengabaikan faktor-faktor bencana alam yang terjadi..

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

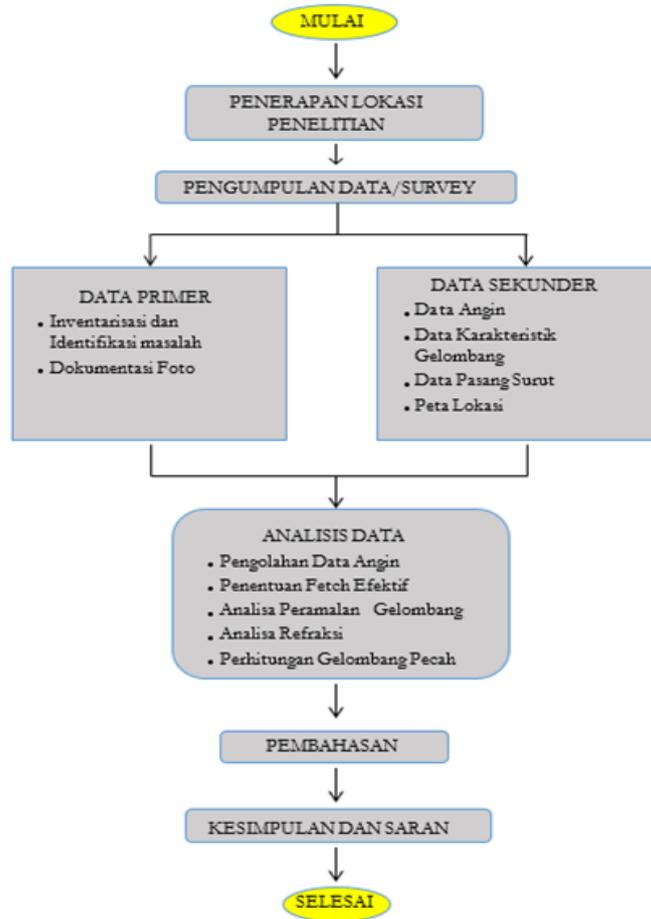
Lokasi Penelitian terletak di Pantai Buloh, Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa yang secara geografis berada $1^{\circ}26'06''N$ $124^{\circ}44'18''E$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Tahap Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



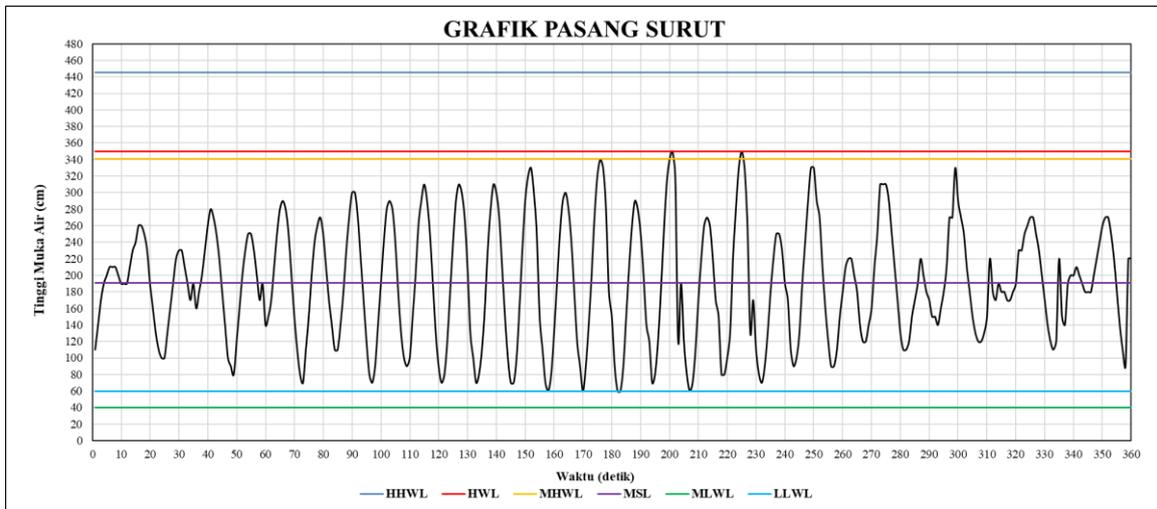
Gambar 2. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Pasang Surut

No	Tanggal	Jam																				Jumlah Bacaan	Bacaan Rata-rata				
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00			20:00	21:00	22:00	23:00
1	1-Apr-2023	1.1	1.4	1.7	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6	2.6	2.5	2.3	1.9	1.6	1.3	1.1	1.0	45.8	191
2	2-Apr-2023	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	2.8	2.7	2.5	2.2	1.8	1.4	1.0	0.9	45.5	190
3	3-Apr-2023	0.8	1.2	1.6	2.0	2.3	2.5	2.5	2.3	2.0	1.7	1.4	1.4	1.5	1.7	2.1	2.5	2.8	2.9	2.8	2.5	2.0	1.5	1.1	0.8	45.9	191
4	4-Apr-2023	0.7	1.1	1.5	2.0	2.4	2.6	2.7	2.5	2.1	1.7	1.3	1.1	1.1	1.4	1.8	2.3	2.7	3.0	3.0	2.7	2.2	1.7	1.2	0.8	45.6	190
5	5-Apr-2023	0.7	0.9	1.4	1.9	2.4	2.8	2.9	2.8	2.4	1.8	1.3	1.0	0.9	1.0	1.5	2.0	2.6	2.9	3.1	2.9	2.5	1.9	1.3	0.9	45.8	191
6	6-Apr-2023	0.7	0.8	1.2	1.8	2.4	2.9	3.1	3.0	2.7	2.1	1.5	1.0	0.7	0.8	1.1	1.6	2.3	2.8	3.1	3.0	2.7	2.1	1.5	1.0	45.9	191
7	7-Apr-2023	0.7	0.7	1.0	1.6	2.3	2.9	3.2	3.3	3.0	2.5	1.8	1.1	0.7	0.6	0.8	1.3	1.9	2.5	2.9	3.0	2.8	2.4	1.8	1.2	46	192
8	8-Apr-2023	0.9	0.6	0.9	1.4	2.0	2.7	3.2	3.4	3.3	2.8	1.2	1.5	0.9	0.6	0.6	0.9	1.5	2.1	2.6	2.9	2.8	2.5	2.0	1.4	44.7	186
9	9-Apr-2023	1.2	0.7	0.8	1.2	1.8	2.5	3.1	3.4	3.5	3.2	2.6	1.9	1.2	0.8	0.6	0.7	1.1	1.7	2.2	2.6	2.7	2.6	2.2	1.7	46	192
10	10-Apr-2023	1.5	0.8	0.8	1.0	1.5	2.2	2.8	3.3	3.5	3.3	2.9	1.3	1.7	1.1	0.8	0.7	0.9	1.3	1.8	2.2	2.5	2.5	2.3	1.9	44.6	186
11	11-Apr-2023	1.7	1.1	0.9	1.0	1.3	1.9	2.4	2.9	3.3	3.3	3.1	2.7	2.1	1.6	1.2	0.9	0.9	1.1	1.5	1.8	2.1	2.2	2.2	2.0	45.2	188
12	12-Apr-2023	1.8	1.4	1.2	1.2	1.3	1.6	2.1	2.5	3.1	3.1	3.3	2.9	2.5	2.1	1.7	1.3	1.1	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	2.0	45.6	190
13	13-Apr-2023	1.8	1.7	1.5	1.5	1.4	1.6	1.8	2.1	2.7	2.7	2.9	2.9	2.7	2.5	2.1	1.8	1.5	1.3	1.2	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	45.2	188
14	14-Apr-2023	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.9	2.3	2.3	2.5	2.6	2.7	2.7	2.5	2.3	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.2	1.3	1.5	45.6	190
15	15-Apr-2023	1.4	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.7	2.5	2.2	1.8	1.4	1.1	0.9	1.0	2.2	46.4	193



Gambar 3. Grafik pasang surut Pantai Buloh

Perhitungan untuk tipe pasang surut di Pantai Buloh, Kecamatan Mandolang, Minahasa, berdasarkan data pasang surut yang tertera pada Tabel 1 dan Gambar 3.

3.2. Tipe Pasang Surut

Tabel 2. Komponen Pasang Surut hasil Analisis Untuk Lokasi Pengukuran Di Pantai Buloh Kecamatan Mandolang, Minahasa (Analisis Data, 2023)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	191	98	53	17	25	28	1	10	14	8
g ^o	0.00	330.3	204.0	34.6	104.0	184.6	199.3	150.4	204.0	104.0

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{42 + 26}{110 + 35} = 0.468$$

Pasang surut tipe Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi - Diurnal) dengan nilai $F = 0,25 < 1,50$.

3.3 Penentuan Elevasi Muka Air

Tabel 3. Elevasi Muka Air (Analisa Data, 2023)

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	445.05
HWL	cm	350.00
MHWL	cm	341.16
MSL	cm	190.62
MLWL	cm	40.07
LLWL	cm	60.00
Range	cm	254.43

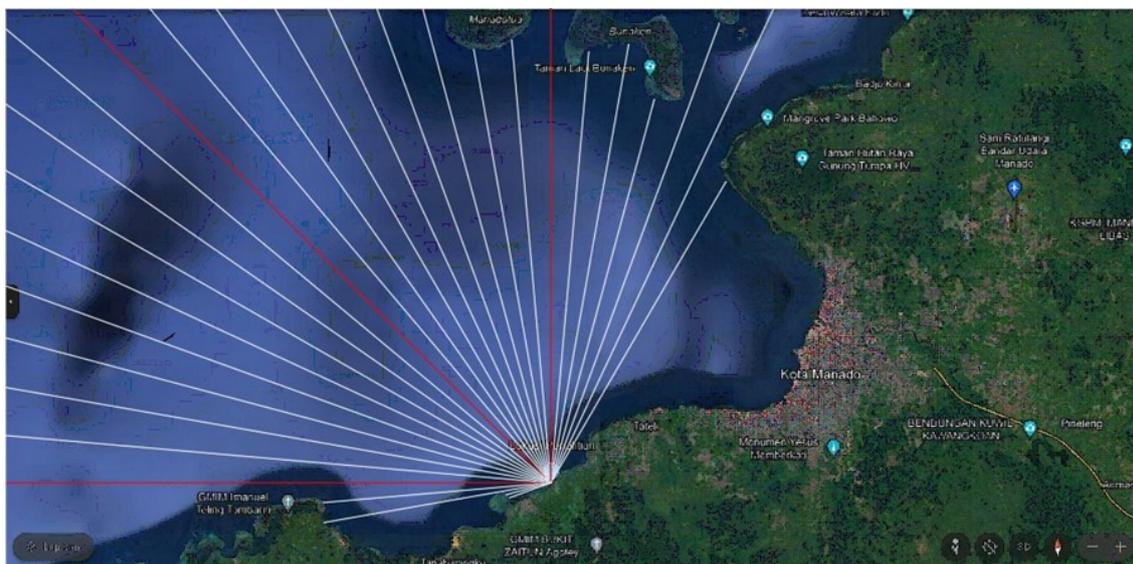
Perhitungan angin, arah angin dan tekanan angin menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pantai Buloh, Kecamatan Mandolang, Minahasa.

Tabel 4. Perhitungan Tegangan Angin Tahun 2020
(Analisa Data, 2023)

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	1.1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_{10} = Uz \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7}$	R _L	U _A = R _r . R _L . U ₁₀
2019						
Januari	S	5.067	5.1	5.07	1.4	7.80
Februari	NW	5.496	5.5	5.50	1.38	8.34
Maret	S	4.167	4.2	4.17	1.48	6.78
April	SE	3.459	3.5	3.46	1.55	5.90
Mei	S	2.357	2.4	2.36	1.69	4.38
Juni	S	2.224	2.2	2.22	1.71	4.18
Juli	S	3.201	3.2	3.20	1.59	5.60
Agustus	S	3.884	3.9	3.88	1.51	6.45
September	S	3.855	3.9	3.86	1.51	6.40
Oktober	S	1.947	1.9	1.95	1.79	3.83
November	SW	2.699	2.7	2.70	1.65	4.90
Desember	SW	3.482	3.5	3.48	1.55	5.94

3.4 Hindcasting Gelombang

Gambar interpretasi fetch dan hasil perhitungan untuk lokasi perencanaan Pantai Buloh, Kecamatan Mandolang, Minahasa. ditampilkan dalam Gambar 4 dan Tabel 5.



Gambar 4. Fetch Lokasi Penelitian

Tabel 5. Perhitungan Fetch Efektif Hasil dari Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin
(Analisa Data, 2023)

PERHITUNGAN FETCH						
Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos(α)	cos(α)	Feff (km)
UTARA (N)	-20	200000	200.000	188	0.940	79.708
	-15	22127	22.127	21	0.966	
	-10	21788	21.788	21	0.985	
	-5	200000	200.000	199	0.996	
	0	20879	20.879	21	1.000	
	5	21429	21.429	21	0.996	
	10	20800	20.800	20	0.985	
	15	19301	19.301	19	0.966	
TIMUR LAUT (NE)	20	200000	200.000	188	0.940	0.209
	-20	1162	1.162	1	0.940	
	-15	769	0.769	1	0.966	
	-10	0	0.000	0	0.985	
	-5	0	0.000	0	0.996	
	0	0	0.000	0	1.000	
	5	0	0.000	0	0.996	
	10	0	0.000	0	0.985	
TIMUR (E)	15	0	0.000	0	0.966	0.000
	20	0	0.000	0	0.940	
	-20	0	0.000	0	0.940	
	-15	0	0.000	0	0.966	
	-10	0	0.000	0	0.985	
	-5	0	0.000	0	0.996	
	0	0	0.000	0	1.000	
	5	0	0.000	0	0.996	
TENGGAH (SE)	10	0	0.000	0	0.985	0.000
	15	0	0.000	0	0.966	
	20	0	0.000	0	0.940	
	-20	0	0.000	0	0.940	
	-15	0	0.000	0	0.966	
	-10	0	0.000	0	0.985	
	-5	0	0.000	0	0.996	
	0	0	0.000	0	1.000	
SELATAN (S)	5	0	0.000	0	0.996	0.000
	10	0	0.000	0	0.985	
	15	0	0.000	0	0.966	
	20	0	0.000	0	0.940	
	-20	0	0.000	0	0.940	
	-15	0	0.000	0	0.966	
	-10	0	0.000	0	0.985	
	-5	0	0.000	0	0.996	
BARAT DAYA (SW)	0	0	0.000	0	1.000	0.000
	5	0	0.000	0	0.996	
	10	0	0.000	0	0.985	
	15	0	0.000	0	0.966	
	20	0	0.000	0	0.940	
	-20	0	0.000	0	0.940	
	-15	0	0.000	0	0.966	
	-10	0	0.000	0	0.985	
BARAT (W)	-5	0	0.000	0	0.996	135.578
	0	200000	200.000	200	1.000	
	5	200000	200.000	199	0.996	
	10	200000	200.000	197	0.985	
	15	200000	200.000	193	0.966	
	20	200000	200.000	188	0.940	
	-20	200000	200.000	188	0.940	
	-15	200000	200.000	193	0.966	
BARAT LAUT (NW)	-10	200000	200.000	197	0.985	200.000
	-5	200000	200.000	199	0.996	
	0	200000	200.000	200	1.000	
	5	200000	200.000	199	0.996	
	10	200000	200.000	197	0.985	
	15	200000	200.000	193	0.966	
	20	200000	200.000	188	0.940	
Feff (total)						415.495
Feff (dominan)						200.000

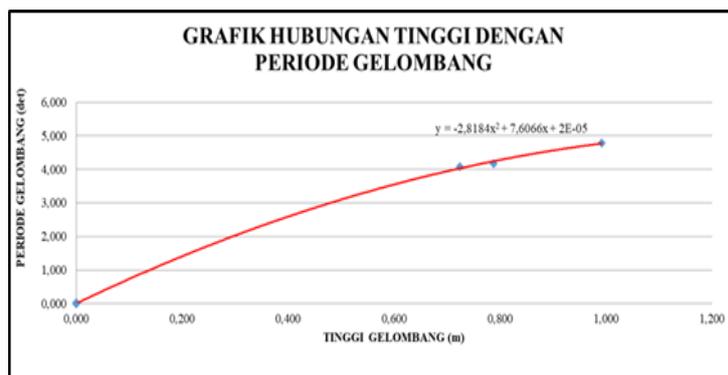
Tabel 6. Perhitungan Fetch Efektif Hasil dari Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin (Analisa Data, 2023)

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		NW	W	-	-	Arah	H - T
JANUARI	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
FEBRUARI	H (m)	0.992				NW	0.992
	T (det)	4.785					4.785
MARET	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
APRIL	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
MEI	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
JUNI	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
JULI	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
AGUSTUS	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
SEPTEMBER	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
OKTOBER	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
NOVEMBER	H (m)						0.000
	T (det)						0.000
DESEMBER	H (m)		0.833			W	0.833
	T (det)		4.337				4.337
MAX TIAP ARAH	H (m)	0.992	0.833	0.000	0.000	NW	0.992
	T (det)	4.785	4.337	0.000	0.000		4.785

Berdasarkan rekapitulasi Tinggi Gelombang Signifikan (H) dan Periode Gelombang Signifikan (T) dari hasil Hindcasting Gelombang, didapatkan nilai Tinggi Gelombang Signifikan H = 0.992 m, dan Periode Gelombang Signifikan T = 4.785 m dengan arah dominan Timur (*East*).

3.5 Analisa Transformasi Gelombang

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka dibuat hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (5 tahun data masukan) yang telah dihitung dengan metode hindcasting (Tabel 6) untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan.



Gambar 5. Hubungan Tinggi dengan Periode Gelombang

Berikut merupakan hasil perhitungan shoaling berdasarkan grafik hubungan

Tabel 7. Perhitungan Shoaling (*Analisa Data, 2023*)

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
35,541	0,281	0,295	33,885	0,500	0,591	1,030	0,887	0,907
32,746	0,244	0,262	30,557	0,500	0,623	1,043	0,860	0,814
29,178	0,171	0,201	24,899	0,500	0,704	1,096	0,833	0,743
26,164	0,076	0,120	16,731	0,500	0,852	1,272	0,918	0,867
31,264	0,032	0,074	13,541	0,500	0,935	1,532	1,235	1,641
37,365	0,013	0,046	10,841	0,500	0,973	1,860	1,771	5,403

Tabel 8. Perhitungan Refraksi (*Analisa Data, 2023*)

a _o	d	H _o	T	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	sin a	a	cos a _o /cos a	Kr
45	10	0,992	4,773	35,541	0,2814	0,29512	33,885	7,446	7,099	0,674	42,388	1,062	1,030
42,3880	8	0,907	4,582	32,746	0,2443	0,26181	30,557	7,147	6,669	0,629	38,982	1,087	1,043
38,9824	5	0,814	4,325	29,178	0,1714	0,20081	24,899	6,747	5,757	0,537	32,468	1,201	1,096
32,4685	2	0,743	4,095	26,164	0,0764	0,11954	16,731	6,389	4,085	0,343	20,077	1,617	1,272
20,0767	1	0,867	4,477	31,264	0,0320	0,07385	13,541	6,984	3,025	0,149	8,550	2,348	1,532
8,5505	0,5	1,641	4,894	37,365	0,0134	0,04612	10,841	7,635	2,215	0,043	2,472	3,458	1,860

Tabel 9. Perhitungan Gelombang Pecah (*Analisa Data, 2023*)

H'o	H'o/gT ²	m	Hb/H'o	Hb
1.1181	0.0050	0.0348	1.24	1.386
1.0543	0.0051	0.0354	1.29	1.360
0.9775	0.0053	0.0345	1.27	1.241
0.8092	0.0049	0.0335	1.28	1.036
0.7020	0.0036	0.0333	1.30	0.913
0.9264	0.0039	0.0334	1.31	1.214

3.6 Perhitungan Angkutan Sedimen dengan Metode CERC

Analisis angkutan sedimen sepanjang pantai menggunakan metode CERC (*Army Coastal Engineering Research Center*). Berdasarkan rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing-masing fetch (Tabel 6) dan Hindcasting Gelombang tahun 2022, diperoleh arah dominan yaitu arah Timur pada bulan Maret.

- Angkutan Sedimen Sejajar Pantai (*Longshore Transport*)

Diketahui:

$$H_b = 1.386 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$db = 1.492 \text{ m}$$

$$K = 0.39 \text{ (Shore Protection Manual, chapter 4-96)}$$

$$n = 0.4$$

$$\alpha_b = 45^\circ$$

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$$

Penyelesaian :

$$Q_s = \frac{K}{(\rho_s - \rho) \times g \times (1 - n)} \times P_1$$

$$P_1 = \frac{\rho \cdot g}{8} \times H_b^2 \times C_b \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b$$

$$C_b = \sqrt{g \cdot db}$$

Jawaban :

$$C_b = \sqrt{9.81 \times 1.089} = 3.826 \text{ m/d}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{1025 \times 9,81}{8} \times 0,844^2 \times 3,269 \times \sin 45 \times \cos 45 \\
 &= 4621,328 \text{ kg m/d} \\
 Q_s &= \frac{0,39}{(2650-1025) \times 9,81 \times (1-0,4)} \times 4621,328 \\
 &= 0,1884 \text{ kgm}^3/\text{d} \\
 &= 0,0001884 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 0,0001884 \times 24 \times 3600 = 16,281 / \text{hari} \\
 &= 16,281 \times 365 = 5942,434 \text{ m}^3 / \text{tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai angkutan sedimen untuk sejajar pantai adalah **5942.434 m³/tahun**

- **Angkutan Sedimen Tegak Lurus Pantai (*Onshore-Offshore Transport*)**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 f=d(D) &= 0,49 \\
 g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 H_b &= 1,386 \text{ m} \\
 \alpha_b &= 45^\circ \\
 \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$Q_s = \frac{\tau b}{(\rho_s - \rho) \times g \times D}$$

$$\tau b = \rho_s \times U_*^2$$

$$U_* = \sqrt{D/2}$$

Jawaban :

$$\begin{aligned}
 U_* &= \sqrt{0,49/2} \\
 &= 0,495
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tau b &= 2650 \times 0,495^2 \\
 &= 649,250
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{649,250}{(2650-1025) \times 9,81 \times 0,49} \\
 &= 0,0831 \text{ kg m}^3/\text{d} \\
 &= 0,0000831 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 0,0000831 \times 24 \times 3600 = 7,1814 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 2621,200 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai angkutan sedimen untuk tegak lurus pantai adalah **2621,200 m³/tahun**.

Dari Hasil Perhitungan angkutan sedimen didapat:

Tabel 10. Perhitungan Gelombang Pecah
(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Angkutan Sedimen	Qs (m ³ /tahun)
Sejajar Pantai	5942,434
Tegak Lurus Pantai	2621,200

3.7 Alternatif Penanganan Kerusakan Pantai

Berdasarkan masalah yang terjadi berupa Gelombang tinggi yang menyebabkan terjadinya Abrasi, maka dari itu sebagai solusi untuk menanggulangi masalah tersebut diperlukan bangunan pengaman pantai. Dilihat dari kondisi Pantai tersebut maka untuk menanggulangi masalah ini, bangunan pantai yang dipilih diharapkan dapat melindungi pantai dari terjangan gelombang, dan melindungi daratan yang berada didekat pantai.

Berdasarkan hasil analisa pasang surut, pantai mengalami muka air pasang yang paling tinggi (MHWL) yaitu 3.41 meter, maka air rata-rata (MSL) 1.9 meter, dan maka air surut (MLWL) 0.4 meter. Selain itu salah satu prosedur untuk penentuan bangunan pelindung pantai adalah keadaan gelombang (tinggi gelombang, arah gelombang, periode gelombang) dan besar angin yang bertiup (arah datangnya angin ke pantai). Dari hasil analisa arah angin yang paling

dominan untuk Pantai Buloh adalah arah barat laut. Dengan tinggi gelombang pecah yang paling besar adalah 1.38 meter dan tinggi gelombang pecah pada kedalaman sebesar 1.49 meter. Maka dapat disimpulkan bahwa pantai Buloh mengalami gelombang yang cukup besar dan akan menjadi masalah yang serius jika tidak diberikan penanggulangan.

Berdasarkan hasil analisa ini diperlukan bangunan pelindung pantai yang dapat melindungi pantai khususnya daratan yang berada di dekat pantai. Dari berbagai jenis bangunan pelindung pantai jika dipertimbangkan dari berbagai sisi dan masalah yang ada pada Pantai Buloh maka bangunan pelindung pantai yang tepat berupa seawall.

4. Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan di Pantai Buloh Kecamatan Mandolang, Telah terjadi Abrasi di pesisir pantai Buloh yang disebabkan oleh gelombang tinggi, Maka dari itu diperlukan solusi penanganan, serta menentukan struktur pengaman yang tepat. Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- a. Besar gelombang pecah yang terjadi pada Pantai Buloh akibat gelombang adalah tinggi gelombang pecah arah barat laut (H_b) = 1.386 m dan kedalaman gelombang pecah arah barat laut (db) = 1.492 m.
- b. Bangunan pantai yang digunakan untuk mengatasi masalah kerusakan garis pantai di Pantai Buloh Kecamatan Mandolang , Minahasa adalah bangunan seawall.

Referensi

- Fridolin Manuel, M. Ihsan Jasin, Jeffry D. Mamoto, *Perencanaan bangunan pengaman pantai pada daerah pantai Bulu Desa rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (325-334) ISSN: 2337-6732325. Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.9 No.4 Juli 2021 (699-708) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- O. B. A. Sompie, Ariestides K. T. Dundu , M. Ihsan Jasin, *Alternatif Pengaman Pantai Wisata Di Kawasan Ekonomi Khusus Likupang Sulawesi Utara*. 80 Volume 21, No. 84, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado.
- Irene Christie Rosang, Jeffry D. Mamoto, M. Ihsan Jasin, *Studi Karakteristik Gelombang di Pantai Buloh Tateli Weru Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa*. TEKNO, Vol. 13 No. 62 (2015), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Nur Yuwono, 1982, *Teknik Pantai*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1992, *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Vol 2, Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1996. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Injilia Christy Mamanua, Tommy Jansen, A. K. T. Dundu, *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (335-344) ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.