



## Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat

Faron V. H. Sumampouw<sup>#a</sup>, Arthur H. Thambas<sup>#b</sup>, M. Ihsan Jasir<sup>#c</sup>

<sup>#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia</sup>  
<sup>a</sup>faron.sumampouw25@gmail.com; <sup>b</sup>arthurthambas@unsrat.ac.id ; <sup>c</sup>sanyjasin02@yahoo.com

### Abstrak

Pantai Bahoi berada di Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara, adalah salah satu pantai yang pesisirnya dijadikan sebagai pemukiman serta tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. umumnya perkembangan daerah pantai lebih pesat dibandingkan dengan daerah pedalaman, namun beriringan dengan perkembangan ada pula masalah yang terjadi. Menurut informasi warga, sejak dulu tidak ada bangunan pengaman pantai yang terpasang di daerah tersebut sehingga apabila gelombang pasang datang sebagian rumah warga tergenang air laut, saat tertentu pula faktor alam berupa tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai ini yang menyebabkan Abrasi serta dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai yang berdampak di kawasan pemukiman. Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka perlu untuk melakukan perencanaan pengaman pantai yang tepat di pantai Bahoi, Likupang Barat. Perencanaan pengaman pantai direncanakan dengan mengumpulkan data sekunder yang didapatkan dari BMKG Kota Bitung dan Pangkalan Utama TNI AL VIII Kairagi berupa data angin, pasang surut, juga melalui software penunjang yang ada. Data tersebut di analisis agar mendapatkan desain dari pengaman pantai yang diperlukan. Dari hasil analisis data didapatkan pengaman pantai tipe (*Hard*) jenis *Revetment* menggunakan Block Beton modifikasi, dengan Tinggi Mercu 3.89 m, Lebar Puncak 2.3 m, dengan Kemiringan Pengaman 1:3, Lebar *Toe Protection* 4.2 m, serta Tinggi *Toe Protection* 1.57 m

*Kata kunci: pantai Bahoi, gelombang, abrasi, pengamanan pantai, revetment*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan memiliki banyak daerah pantai. Pada umumnya perkembangan daerah pantai lebih pesat dibandingkan dengan daerah pedalaman, oleh karena itu pantai di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia.

Akibat adanya peningkatan pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia diiringi oleh timbulnya masalah yang terjadi di daerah pantai, salah satu masalah yaitu Abrasi yang disebabkan oleh gelombang yang mengakibatkan mundurnya garis pantai sehingga berdampak bagi kawasan pemukiman di pesisir pantai.

Pantai Bahoi yang berada di Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara, adalah salah satu pantai yang pesisirnya dijadikan sebagai pemukiman serta tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Menurut informasi, sejak dulu tidak ada pengaman pantai yang terpasang di daerah tersebut sehingga apabila gelombang pasang datang sebagian rumah warga tergenang air laut.

Pada saat-saat tertentu pula faktor alam berupa tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai ini. Kondisi gelombang diperparah oleh Abrasi, sehingga membuat garis pantai berkurang setiap tahunnya dan menyebabkan kerusakan di area pesisir serta pemukiman warga. Sehubungan dengan kondisi tersebut maka diperlukan perencanaan pengaman pantai untuk mencegah bahkan menghentikan kerusakan yang ada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Menentukan pengaman pantai yang tepat serta efektif, untuk mencegah bahkan menghentikan, kerusakan pantai dan kemunduran garis pantai yang terjadi akibat gelombang tinggi serta abrasi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menentukan tipe pengaman pantai yang tepat sesuai dengan analisa permasalahan yang ada serta dapat merencanakan pengaman pantai yang sesuai pada pantai Bahoi, Likupang Barat.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Untuk memperoleh pengetahuan tentang teknik pantai khususnya dalam mendesain pengaman pantai dan dapat menjadi referensi sebagai alternatif penanganan kerusakan pantai bagi pemerintah maupun pihak terkait.

## 1.5 Batasan Penelitian

Untuk membatasi permasalahan yang ditinjau, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan dilakukan hanya pada Pantai Bahoi, Likupang Barat
2. Perencanaan pengaman pantai menggunakan data yang sudah ada.
3. Tidak memperhitungkan Rincian Anggaran Biaya .

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

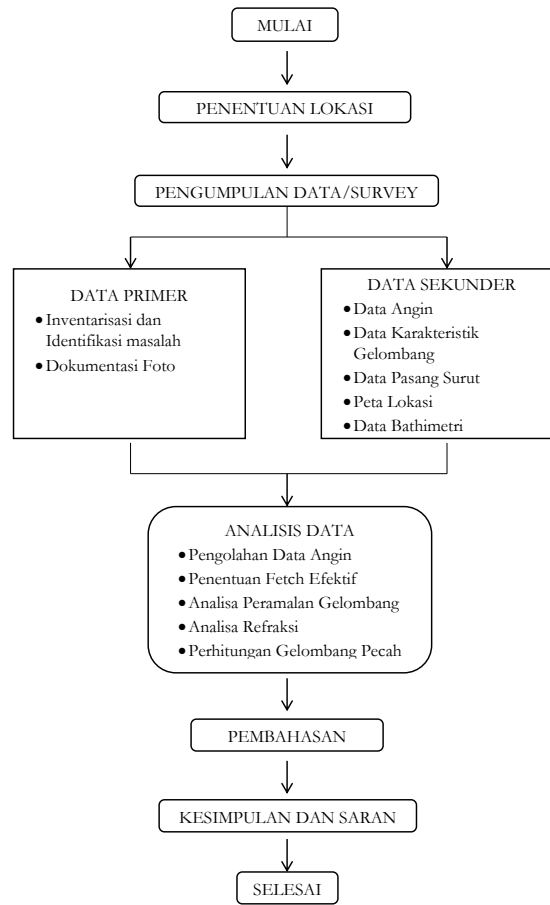
Lokasi Penelitian terletak di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara yang secara geografis berada 01043'13''N dan 125001'09'' E



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Google Earth)

## 2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



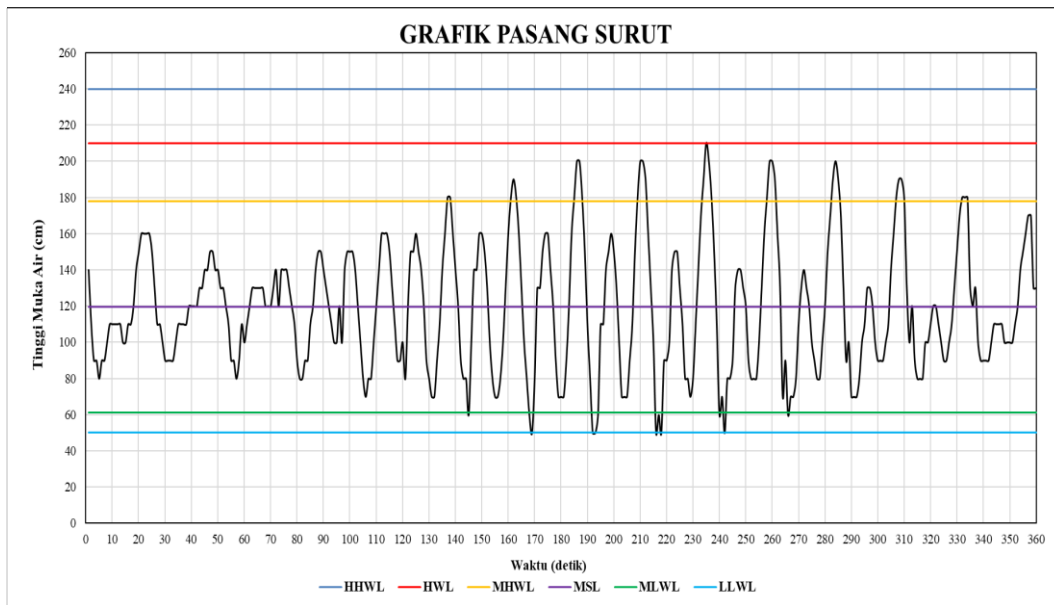
Gambar 2. Bagan Alir

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Pasang Surut (Analisa Data, 2023)

No	Tanggal	Jam																							Jumlah Bacaan	Bacaan Rerata/jam	
		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-Nov-2022	1.4	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	28.1	1.17
2	2-Nov-2022	1.5	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	28.2	1.18
3	3-Nov-2022	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	28.2	1.18
4	4-Nov-2022	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2	28.1	1.17
5	5-Nov-2022	1.0	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	0.9	0.9	1.0	28.6	1.19
6	6-Nov-2022	0.8	1.2	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.2	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	1.8	1.6	1.4	1.2	0.9	0.8	0.8	29.1	1.21
7	7-Nov-2022	0.6	1.0	1.4	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	1.9	1.8	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	29.1	1.21
8	8-Nov-2022	0.5	0.8	1.3	1.3	1.5	1.6	1.6	1.4	1.2	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	1.2	1.6	1.8	2.0	2.0	1.8	1.5	1.1	0.8	0.5	29.4	1.23
9	9-Nov-2022	0.5	0.6	1.1	1.1	1.4	1.5	1.6	1.5	1.3	1.0	0.8	0.7	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.0	2.0	1.9	1.6	1.3	1.0	0.5	29.4	1.23
10	10-Nov-2022	0.6	0.5	0.9	0.9	1.2	1.4	1.5	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.1	2.0	1.8	1.5	1.1	0.6	29.3	1.22
11	11-Nov-2022	0.7	0.5	0.8	0.8	1.0	1.3	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.0	2.0	1.9	1.6	1.3	0.7	29	1.21
12	12-Nov-2022	0.9	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	1.9	1.7	1.4	0.9	28.8	1.20
13	13-Nov-2022	1.0	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.0	28.7	1.20
14	14-Nov-2022	1.2	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.2	28.7	1.20
15	15-Nov-2022	1.3	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6	1.3	28.4	1.18



**Gambar 3.** Grafik Pasang Surut Pantai Bahoi

Di bawah ini adalah perhitungan untuk tipe pasang surut yang ada di lokasi pengukuran, yaitu di Pantai Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara, berdasarkan data pasang surut yang tertera pada Tabel 1 dan Gambar 3.

3.2 Penentuan Tipe Pasang Surut

**Tabel 2.** Komponen Pasang Surut Hasil Analisis untuk Lokasi Pengukuran di Pantai Bahoi Likupang Barat (Analisis Data, 2023)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
<b>A cm</b>	120	32	26	6	23	13	1	4	7	8
<b>g°</b>	0.00	52.6	215.3	301.7	324.0	50.6	3.9	243.9	215.3	324.0

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{23 + 13}{52.60 + 215.3} = 0.135$$

Pasang Surut termasuk tipe harian ganda (semi diurnal tide) dengan nilai **F<0,25**, dimana **F= 0,135**

3.3 Penentuan Elevasi Muka Air

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

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	239.75
HWL	cm	210.00
MHWL	cm	177.90
MSL	cm	119.56
MLWL	cm	61.21
LLWL	cm	50.00
Range	cm	120.19

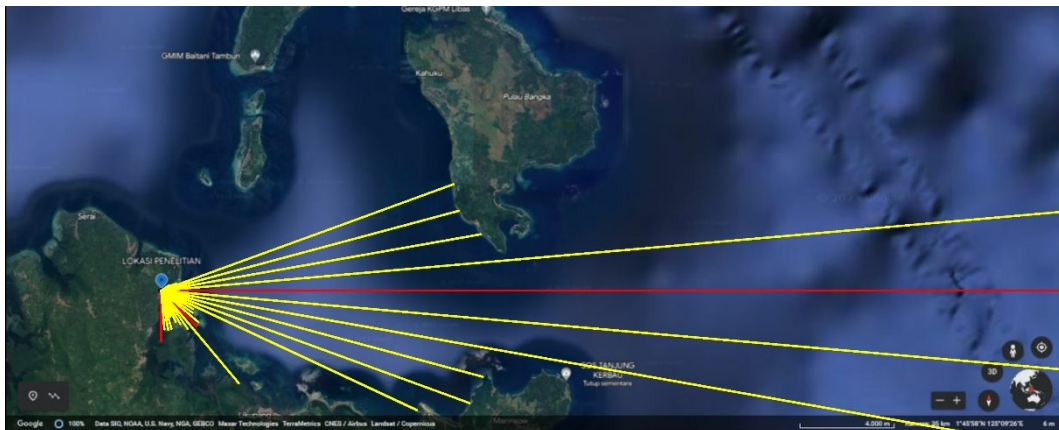
Untuk perhitungan dibawah ini menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pantai Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara.

**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)	$U_{10} = Uz \left(\frac{10}{Z}\right)^{\frac{1}{7}}$	R <sub>L</sub>	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$
<b>2020</b>						
Januari	E	3.809	3.8	3.81	1.52	6.37
Februari	NE	5.508	5.5	5.51	1.38	8.36
Maret	E	4.380	4.4	4.38	1.47	7.08
April	E	2.962	3	2.96	1.61	5.25
Mei	SE	2.757	2.8	2.76	1.63	4.94
Juni	S	2.816	2.8	2.82	1.63	5.05
Juli	SE	3.551	3.6	3.55	1.54	6.02
Agustus	S	3.708	3.7	3.71	1.53	6.24
September	S	3.050	3.1	3.05	1.61	5.40
Oktober	S	2.797	2.8	2.80	1.63	5.02
November	S	3.141	3.1	3.14	1.61	5.56
Desember	SW	3.621	3.6	3.62	1.54	6.13

3.4 Hindcasting Gelombang

Gambar interpretasi Fetch dan hasil perhitungan untuk lokasi perencanaan Pantai Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Minahasa Utara. 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)

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos(α)	cos(α)	Feff (km)
UTARA (N)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	

Arah Mata Angin	( $\alpha$ )	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos( $\alpha$ )	cos( $\alpha$ )	Feff (km)
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
<b>TIMUR LAUT (NE)</b>	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	<b>0.172</b>
	5	0	0	0	0.996	
	10	395	0.395	0	0.985	
	15	481	0.481	0	0.966	
	20	695	0.695	1	0.940	
	-20	13219	13.219	12	0.940	
	-15	13103	13.103	13	0.966	
	-10	13800	13.800	14	0.985	
<b>TIMUR (E)</b>	-5	200000	200.000	199	0.996	
	0	200000	200.000	200	1.000	<b>98.124</b>
	5	200000	200.000	199	0.996	
	10	200000	200.000	197	0.985	
	15	14141	14.141	14	0.966	
	20	13941	13.941	13	0.940	
	-20	11994	11.994	11	0.940	
	-15	1570	1.570	2	0.966	
	-10	1633	1.633	2	0.985	
<b>TENGGARA (SE)</b>	-5	2078	2.078	2	0.996	
	0	2132	2.132	2	1.000	<b>3.264</b>
	5	5143	5.143	5	0.996	
	10	1984	1.984	2	0.985	
	15	1630	1.630	2	0.966	
	20	1471	1.471	1	0.940	
	-20	1158	1.158	1	0.940	
	-15	1682	1.682	2	0.966	
	-10	1698	1.698	2	0.985	
<b>SELATAN (S)</b>	-5	1643	1.643	2	0.996	
	0	2141	2.141	2	1.000	<b>0.930</b>
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
<b>BARAT DAYA (SW)</b>	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	<b>0.000</b>
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	

Arah Mata Angin	( $\alpha$ )	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos( $\alpha$ )	cos( $\alpha$ )	Feff (km)
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
<b>BARAT (W)</b>	0	0	0	0	1.000	<b>0.000</b>
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
<b>BARAT LAUT (NW)</b>	0	0	0	0	1.000	<b>0.000</b>
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
Feff (total)						<b>102.490</b>
Feff (dominan)						<b>98.124</b>

**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	
		NE	E	SE	S	Arah	H - T
<b>JANUARI</b>	H (m)		0.625	0.235	0.131	E	<b>0.625</b>
	T (det)		3.847	1.883	1.362		<b>3.847</b>
<b>FEBRUARI</b>	H (m)	0.094		0.211		SE	<b>0.211</b>
	T (det)	0.997		1.830			<b>1.830</b>
<b>MARET</b>	H (m)		0.683	0.213	0.124	E	<b>0.683</b>
	T (det)		3.939	1.834	1.344		<b>3.939</b>
<b>APRIL</b>	H (m)		0.532	0.191	0.120	E	<b>0.532</b>
	T (det)		3.684	1.782	1.331		<b>3.684</b>
<b>MEI</b>	H (m)			0.163	0.112	SE	<b>0.163</b>
	T (det)			1.707	1.308		<b>1.707</b>
<b>JUNI</b>	H (m)			0.168	0.127	SE	<b>0.168</b>
	T (det)			1.723	1.350		<b>1.723</b>
<b>JULI</b>	H (m)			0.192	0.139	SE	<b>0.192</b>
	T (det)			1.783	1.386		<b>1.783</b>
<b>AGUSTUS</b>	H (m)				0.155	S	<b>0.155</b>
	T (det)				1.425		<b>1.425</b>
<b>SEPTEMBER</b>	H (m)				0.155	S	<b>0.155</b>

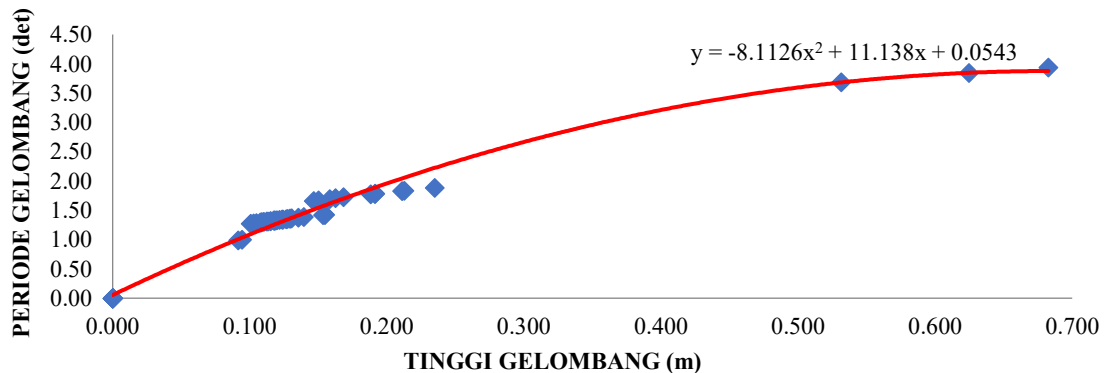
Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		NE	E	SE	S	Arah	H - T
OKTOBER	T (det)				1.425		1.425
	H (m)			0.188	0.128	SE	0.188
	T (det)			1.775	1.353		1.775
NOVEMBER	H (m)			0.122		SE	0.122
	T (det)			1.336			1.336
DESEMBER	H (m)				0.154	S	0.154
	T (det)				1.422		1.422
<b>MAX</b>	H (m)	<b>0.094</b>	<b>0.683</b>	<b>0.235</b>	<b>0.155</b>		<b>0.683</b>
<b>TIAP ARAH</b>	T (det)	<b>0.997</b>	<b>3.939</b>	<b>1.883</b>	<b>1.425</b>	<b>E</b>	<b>3.939</b>

Berdasarkan rekapitulasi Tinggi Gelombang Signifikan (H) dan Periode Gelombang Signifikan (T) dari hasil Hindcasting Gelombang, didapatkan nilai Tinggi Gelombang Signifikan H = 0.683 m, dan Periode Gelombang Signifikan T = 3.939 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.

GRAFIK HUBUNGAN TINGGI DENGAN PERIODE GELOMBANG



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
23.450	0.426	0.430	23.243	0.500	0.524	1.006	0.962	0.661
22.428	0.357	0.364	21.971	0.500	0.548	1.013	0.932	0.624
21.191	0.236	0.256	19.555	0.500	0.630	1.050	0.861	0.564
19.014	0.105	0.145	13.747	0.500	0.802	1.201	0.863	0.584
19.770	0.051	0.095	10.561	0.500	0.899	1.387	1.041	0.843
27.106	0.018	0.055	9.097	0.500	0.962	1.734	1.548	2.264

Tabel 8. Perhitungan Refraksi (Analisa Data, 2023)



$a_o$	$d$	$H_o$	$T$	$Lo$	$d/Lo$	$d/L$	$L$	$Co$	$C$	$\sin a$	$a$	$\frac{\cos a_o}{\cos a}$	$Kr$
45.000	10	0.683	3.877	23.450	0.426	0.430	23.243	6.048	5.995	0.701	44.496	1.011	1.006
44.496	8	0.661	3.792	22.428	0.357	0.364	21.971	5.915	5.794	0.687	43.360	1.026	1.013
43.360	5	0.624	3.686	21.191	0.236	0.256	19.555	5.750	5.306	0.634	39.315	1.103	1.050
39.315	2	0.564	3.491	19.014	0.105	0.145	13.747	5.446	3.938	0.458	27.264	1.442	1.201
27.264	1	0.584	3.560	19.770	0.051	0.095	10.561	5.553	2.967	0.245	14.165	1.925	1.387
14.165	0.5	0.843	4.168	27.106	0.018	0.055	9.097	6.503	2.182	0.082	4.711	3.007	1.734

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

$H'o/gT^2$	$m$	$Hb/H'o$	$Hb$
0.0048	0.0106	1.19	0.844
0.0050	0.0136	1.17	0.829
0.0054	0.0124	1.16	0.841
0.0055	0.0120	1.16	0.758
0.0045	0.0108	1.20	0.673
0.0032	0.0192	1.28	0.697

### 3.6 Perhitungan Angkutan Sedimen Metode CERC

Rumus yang di pakai dalam hal pengangkutan sedimen sepanjang pantai adalah mengikuti perhitungan CERC (dari *Army Coastal Engineering Research Center*). Di ambil sampel tinggi dan Periode gelombang pada bulan Maret dari arah Timur.

#### 1. Angkutan Sedimen Sejajar Pantai (*Longshore Transport*)

Bulan Maret Arah Timur

Diketahui:

$$Hb = 0.844 \text{ m}$$

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

$$db = 1.089 \text{ m}$$

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

$$n = 0.4$$

$$\alpha_b = 45^\circ$$

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

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

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:

$$C_b = \sqrt{9.81 \times 1.089}$$

$$= 3.269 \text{ m/d}$$

$$P_1 = \frac{1025 \times 9.81}{8} \times 0.844^2 \times 3.269 \times \sin 45 \times \cos 45$$

$$= 1464.959 \text{ kg m/d}$$

$$Q_s = \frac{0.39}{(2650 - 1025) \times 9.81 \times (1 - 0.4)} \times 501,4$$

$$= 0.0579 \text{ kgm}^3/\text{d}$$

$$= 0.0000579 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$= 0.0000579 \times 24 \times 3600 = 5.159/\text{hari}$$

$$= 5.159 \times 365 = 1883.153 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Nilai angkutan sedimen untuk sejajar pantai adalah **1883.153 m<sup>3</sup>/tahun**.

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

Nilai  $f=d$  dipakai 0.49 yang di ambil dari refrensi penelitian terdahulu dikarenakan ausmsi distribusi ukuran butiran sedimen lokasi penelitian berdekatan dengan refrensi yang digunakan.

Diketahui:

$$\begin{aligned} D &= 0.49 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ H_b &= 0.844 \text{ m} \\ \alpha_b &= 45^\circ \\ \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} U_* &= \sqrt{0.49/2} \\ &= 0.495 \\ \tau_b &= 2650 \times 0.495^2 \\ &= 649.250 \\ Q_s &= \frac{649.250}{(2650-1025) \times 9.81 \times 0.49} \\ &= 0.0831 \text{ kg m}^3/d \\ &= 0.0000831 \text{ m}^3/d \\ &= 0.000083 \times 24 \times 3600 = 7,1814 \text{ m}^3/hari \\ &= 2621.200 \text{ m}^3/tahun \end{aligned}$$

Didapat nilai angkutan sedimen tegak lurus pantai adalah **2621,200 m<sup>3</sup>/tahun**.

### 3.7 Perhitungan Gelombang Rencana dan Gelombang Pecah untuk Revetment

Tinggi gelombang rencana terpilih adalah tinggi gelombang maksimum yang mungkin terjadi dilokasi pekerjaan, maka gelombang rencana yang dipakai adalah tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) dilokasi pekerjaan. Tinggi gelombang pecah ini biasanya dikaitkan dengan kedalaman perairan ( $d_s$ ) dan landai dasar pantai(m). maka tinggi gelombang pecah dapat ditentukan dengan rumus (CERC,1984):

$$H_b = 0,875d_s$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} H_b &= \text{Tinggi gelombang pecah} \\ d_s &= \text{Kedalaman air lokasi bangunan} \end{aligned}$$

Dengan demikian tinggi gelombang rencana ( $H_d$ ) dapat ditentukan dengan rumus :

$$H_d = H_b$$

Elevasi dasar *revetment* direncanakan LLWL= 0,5 m . Ketinggian muka air pada ujung bangunan sebesar HHWL= 2,4 m dari dasar laut, sehingga didapatkan  $d_s = HHWL$ . dari penjelasan diatas maka untuk perhitungan gelombang rencana pada *revetment* Pantai Bahoi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} d_s = HHWL &= 2,4 \text{ m} \\ H_b &= 0,875 \times d_s = 0,875 \times 2,4 = 2,25 \text{ m} \\ H_d = H_b &= \mathbf{2,098 \text{ m}} \end{aligned}$$

### 3.8 Perhitungan Elevasi Mercu

$$\text{Elevasi Mercu} = DWL + Ru + F_b$$

Dimana :

DWL : *Design Water Level* (elevasi muka air rencana)

Ru : Run-up gelombang (Rayapan gelombang) merupakan fungsi bilangan *Irrabaren* (Ir)

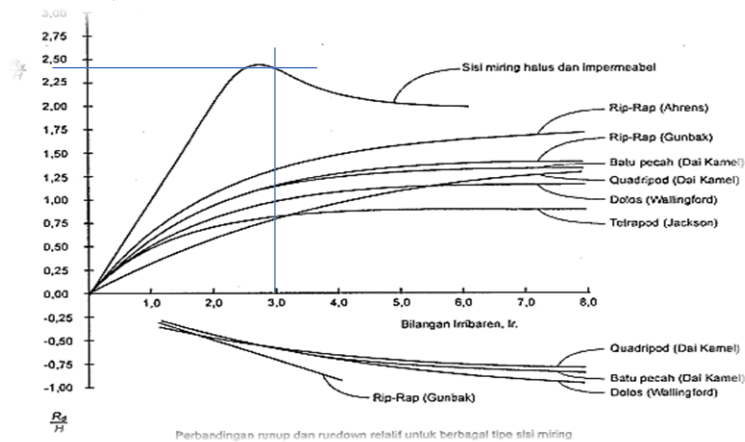
Fb : Tinggi jagaan direncanakan = 0,5 meter

*Run-up* gelombang

Direncanakan :

$$\text{Jenis bangunan} = \text{Revetment}$$

$$\begin{aligned} \text{Lapis lindung} &= \text{Blok beton} \\ \text{Tinggi gelombang (Hd)} &= 2,098 \text{ meter} \\ \text{Lo} = 1,56 T^2 = 1,56 \times 3,939^2 &= 23,450 \text{ meter} \\ I_r = \frac{\text{tg } \theta}{\left(\frac{T}{\text{Lo}}\right)^{0.5}} = \frac{1/2}{\left(\frac{3,939}{23,450}\right)^{0.5}} &= 2,93 \end{aligned}$$



**Gambar 6.** Grafik Run Up Gelombang

Bilangan *Irrabaren* di atas, maka didapat :

$$\frac{Ru}{H} = 2,4 \quad Ru = 2,4 / 2,098 = 1,14$$

$$\text{Elevasi Mercu} = \text{DWL} + Ru + \text{Fb} = 2,25 + 1,14 + 0,5 = \mathbf{3,89 \text{ m}}$$

### 3.9 Perhitungan Lapis Lindung

Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson berikut ini. Untuk lapis lindung dari Beton kubus modifikasi dengan  $n = 2$ , penempatan random, gelombang pecah dan  $K_D$  lengan bangunan = 6,5.

Perhitungan sebagai berikut :

Lapis pelindung luar (*armour stone*)

$$W_1 = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2,3 \times 2,098^3}{6,5 \times \left(\frac{2,3}{1,025} - 1\right)^3 \times 2} = 0,849 \text{ ton} = \mathbf{849 \text{ kg}}$$

Tebal Lapis Lindung ( $t_1$ )

Untuk nilai dari Koefisien Lapis ( $K_\Delta$ ) = 1,10

$$t_1 = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = 2 \times 1,10 \times \left(\frac{0,849}{2,3}\right)^{1/3} = \mathbf{1,58 \text{ m}}$$

Lapis pelindung kedua (*secondary stone*)

$$W_2 = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2,65 \times 2,098^3}{6,5 \times \left(\frac{2,65}{1,025} - 1\right)^3 \times 2} = 1.535 \text{ ton} = \mathbf{1535 \text{ kg}}$$

Dikarenakan pada lapis 2 menggunakan Batu Boulder, maka untuk nilai  $W$  pada Perhitungan  $W_2$  diambil **1535 kg**

Diameter batu

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = \left(\frac{0,1535}{2,65}\right)^{1/3} = \mathbf{0.387 \text{ m}}$$

Tebal Lapis Lindung ( $t_2$ )

Untuk nilai dari Koefisien Lapis ( $K_\Delta$ ) = 1,10. (lih. Lampiran)

$$t_2 = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = 2 \times 1,10 \times \left(\frac{0,1535}{2,65}\right)^{1/3} = \mathbf{0,85 \text{ m}}$$

Lebar Puncak *Revetment*

Lebar puncak *Revetment* untuk  $n = 3$  (minimum) dan koefisien lapis ( $K_\Delta$ ) = 1.10 maka  $B$  puncak:

$$B = n K_{\Delta} \left[ \frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 3 \times 1,10 \times \left[ \frac{0,849}{2,3} \right]^{1/3} = \mathbf{2,5 \text{ m}}$$

#### Jumlah Block Beton Pelindung

Jumlah butir Beton pelindung tiap satu satuan luas ( $10 \text{ m}^2$ ) dan porositas = 47, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = A \cdot n \cdot K_{\Delta} \cdot \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[ \frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} = 10 \times 2 \times 1,10 \times \left[ 1 - \frac{47}{100} \right] \times \left[ \frac{2,3}{0,849} \right]^{2/3} = \mathbf{34 \text{ buah}}$$

#### 3.10 Toe Protection

Perhitungan tinggi *Toe Protection* dengan r (tebal lapis pelindung ( $r \sim 2H$ ) = 1,58 m, tinggi gelombang rencana Hd = 2,098 m, maka:  
 Tinggi *Toe Protection* (t) = **1,58 m**  
 Lebar *Toe Protection* = Diambil B =  $2H = 2 \times 2,098 = \mathbf{4,20 \text{ m}}$   
 Berat batu lapis lindung toe protection dipergunakan kira-kira setengah dari yang dipergunakan pada dinding tembok (0.5W)  
 Berat butir *Toe Protection* =  $W_{\text{toe}} = 0.5 \times 1393 = 0,696 \text{ ton} = \mathbf{696 \text{ kg}}$

## 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan permasalahan yang ada di pantai Bahoi Likupang Barat yaitu terjadi kemunduran garis pantai karena adanya abrasi maka direncanakan Revetment untuk mempertahankan garis pantai dari abrasi dan mengurangi limpasan gelombang ke arah darat. Pemilihan pengaman ini juga dikarenakan agar nelayan tetap dapat menaikkan atau memarkirkan perahu mereka dengan mudah.

Dari hasil perhitungan dimensi Revetment diperoleh:

- Elevasi mercu = 3,89 m.
- Lebar puncak = 2.3 m
- Kemiringan = 1 : 3
- Tinggi toe protection = 1,578 m
- Lebar toe protection = 4,20 m

## Referensi

- Anggi Cindy Wakkary M. Ihsan Jasin, A.K.T. Dundu, Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3 Mei 2017 (167-174) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Arthur H. Thambas, Jeffry Dantje Mamoto, Studi Karakteristik Gelombang Pada Pantai Manembo-Nembo Kecamatan Matuari Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara. TEKNO – Volume 20 Nomor 80 – April 2022. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- CERC, 1984, Shore Protection Manual, US Army Coastal Of Engineering Research Center (CERC), Washington. (SPM 1984) .
- Goda Foley, 1993, Pemanasan Global (terjemahan), Yayasan Obor Indonesia Jakarta.
- Kirsty McConnell, 1998 Revetment systems against wave attack. A design manual.
- Masita Aisza Mokodongan, Muh. Ihsan Jasin, Arthur H. Thambas, Analisis Karakteristik Gelombang Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat. Jurnal Sipil Statik Vol.9 No.4 Juli 2021 (699-708) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Natania Rorimpandey, Muh. Ihsan. Jasin, A. K. T. Dundu, Perencanaan Pengamanan Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.5 Agustus 2020 (795-808) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Nur Yuwono, 1982, Teknik Pantai, Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1992, Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Vol 2, Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.
- Theodorus Pasomba, M. Ihsan Jasin, Tommy Jansen, Analisis Pasang Surut Pada Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1515-1526) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta