



## Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Paerentek Kecamatan Lembean Timur

Jendry M. O. Bernadus<sup>#a</sup>, Jeffry D. Mamoto<sup>#b</sup>, Nicolaas J. A. Tangkudung<sup>#c</sup>

<sup>#a</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>jendryw5@gmail.com; <sup>b</sup>jeffrymamoto@unsrat.ac.id ; <sup>c</sup>tangkudungnicolaas@yahoo.com

### Abstrak

Pantai Parentek yang berada di Desa Parentek, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Secara geografis terletak pada koordinat 1°08'02"N 125°01'07"E Pantai Parentek merupakan pantai yang terletak dekat pemukiman warga. Penduduk yang sebagian besar berprofesi sebagai nelayan. Hal ini tentunya dapat memberikan dampak bagi kehidupan masyarakat ketika terjadi gelombang dan pasang air laut yang tinggi. Pada saat saat tertentu kondisi gelombang air laut di pantai tersebut menjadi tinggi hal ini menyebabkan masuknya air laut pada pemukiman dan merusak pemukiman serta mengganggu aktivitas warga. Sehubungan dengan kondisi yang ada di pantai tersebut, maka diperlukan data atau informasi untuk perencanaan pengaman pantai untuk mencegah dan menghentikan kerusakan yang ada. Perencanaan pengaman pantai harus direncanakan dengan mengumpulkan data sekunder yang di dapatkan dari BMKG kota Bitung, dan Pangakalan Utama TNI AL VIII Kairagi berupa data angin, Pasang surut, juga melalui software penunjang yang ada. Kemudian data tersebut di analisis sehingga didapatkan desain dari pengaman pantai yang diperlukan. Dari hasil analisis data maka didapatkan perencanaan bangunan pengaman pantai jenis bangunan Revetment dengan tinggi mercu 4,9 m, lebar puncak 3,8 m, kemiringan bangunan 1:3. Fungsi bangunan pengaman pantai untuk mencegah gelombang tinggi masuk ke pemukiman penduduk.

*Kata kunci: pantai Parentek, gelombang, 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. Pantai Parentek yang berada di kecamatan Lembean Timur adalah salah satu pantai yang dipergunakan sebagai sektor pariwisata. Selain itu Sebagian penduduk di desa parentek berprofesi sebagai nelayan karena hasil laut yang melimpah namun di lokasi tersebut juga tidak luput dari masalah. Pada saat-saat tertentu faktor alam berupa tinggi gelombang yang cukup besar pada daerah pantai ini. Kondisi pantai diperparah oleh Abrasi, sehingga membuat garis pantai berkurang setiap tahunnya dan menyebabkan kerusakan di area pesisir serta pemukiman warga. Sehubungan dengan kondisi pantai tersebut, maka diperlukan data untuk perencanaan bangunan pengaman pantai untuk mencegah dan menghentikan kerusakan yang terjadi pada daerah pantai Parentek Kecamatan Lembean Timur.

### 1.2 Rumusan Masalah

Abrasi pantai dapat di sebabkan oleh gelombang yang sampai dan merusak pantai. abrasi pantai Parentek mengakibatkan kerusakan dan mengganggu aktivitas warga. Oleh karena itu dalam Menentukan pengaman pantai yang tepat serta efektif, untuk mencegah bahkan

menghentikan, kerusakan pantai dan kemunduran garis pantai yang terjadi akibat gelombang tinggi.

### 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 Parentek Kecamatan Lembean Timur

### 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

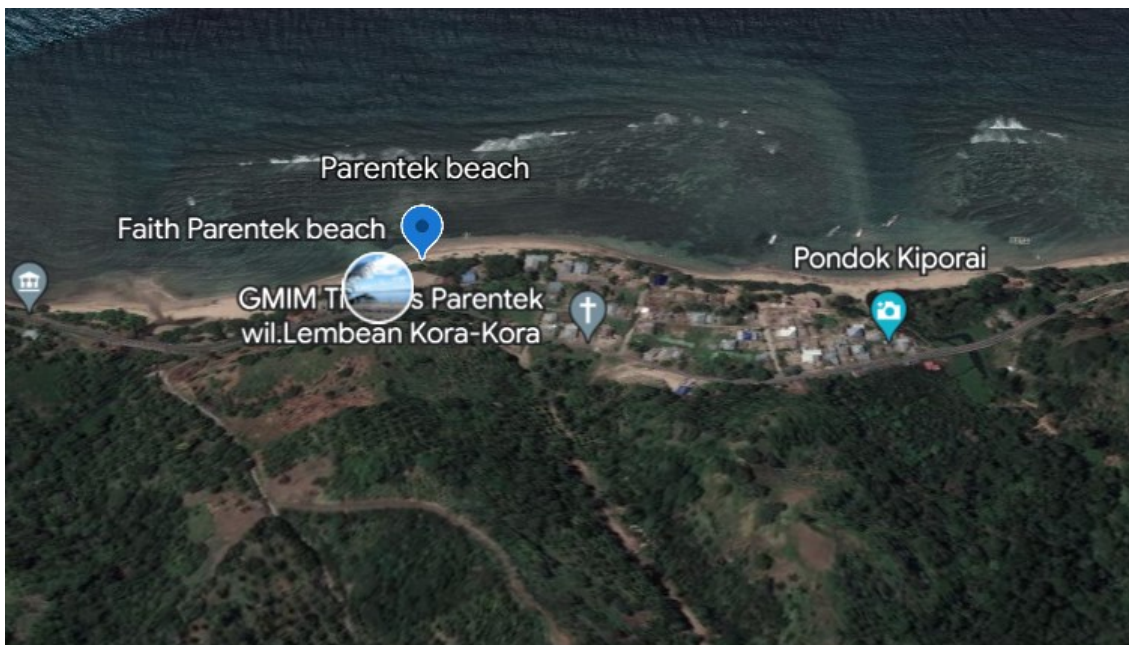
Untuk membatasi permasalahan yang ditinjau, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan dilakukan hanya pada Pantai Parentek, Lembean Timur
2. Perencanaan bangunan pantai menggunakan data yang sudah ada
3. Tidak memperhitungkan Rincian Anggaran Biaya

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

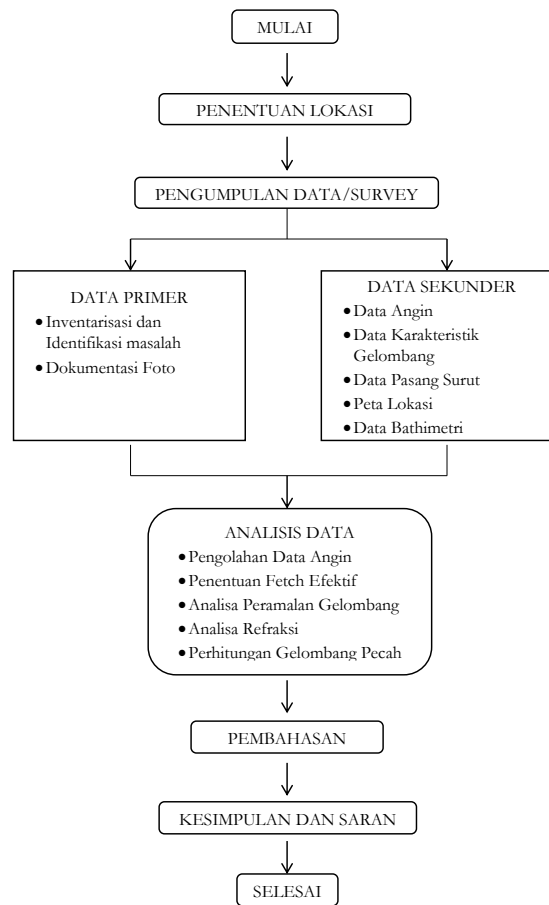
Lokasi Penelitian terletak di Pantai Parentek Kecamatan Lembean Timur, Minahasa yang secara geografis berada 01°0'02''N dan 125°01'07'' E.



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

## 2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



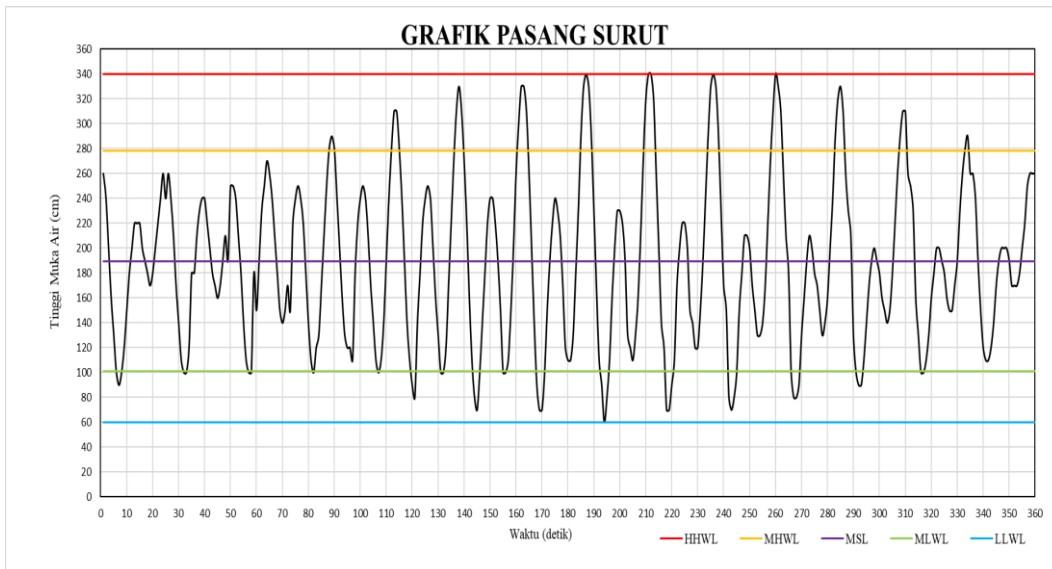
Gambar 2. Bagan Alir

## 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	
		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	2.6	2.4	2.0	1.6	1.3	1.0	0.9	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	44.3	1.85	
2	2-Nov-2022	2.4	2.6	2.4	2.1	1.7	1.4	1.1	1.0	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7	1.6	1.7	1.9	2.1	44.4	1.85
3	3-Nov-2022	1.9	2.5	2.5	2.4	2.1	1.8	1.4	1.1	1.0	1.0	1.2	1.5	1.9	2.3	2.5	2.7	2.6	2.4	2.1	1.8	1.5	1.4	1.5	1.7	44.8	1.87
4	4-Nov-2022	1.5	2.2	2.4	2.5	2.4	2.2	1.8	1.4	1.1	1.0	1.0	1.3	1.7	2.1	2.5	2.8	2.9	2.8	2.4	2.0	1.6	1.3	1.2	1.2	45.3	1.89
5	5-Nov-2022	1.1	1.8	2.2	2.4	2.5	2.4	2.1	1.7	1.4	1.1	1.0	1.1	1.4	1.9	2.4	2.8	3.1	3.1	2.8	2.4	1.9	1.4	1.1	0.9	46	1.92
6	6-Nov-2022	0.8	1.4	1.8	2.2	2.4	2.5	2.4	2.0	1.6	1.3	1.0	1.0	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	3.3	3.1	2.7	2.2	1.6	1.1	0.8	46.1	1.92
7	7-Nov-2022	0.7	1.0	1.4	1.8	2.2	2.4	2.4	2.2	1.9	1.5	1.2	1.0	1.1	1.5	2.0	2.6	3.0	3.3	3.3	3.1	2.6	2.0	1.4	0.9	46.5	1.94
8	8-Nov-2022	0.7	0.7	1.0	1.5	1.9	2.2	2.4	2.3	2.1	1.7	1.3	1.1	1.1	1.3	1.8	2.3	2.9	3.3	3.4	3.3	2.9	2.3	1.7	1.1	46.27	1.93
9	9-Nov-2022	0.9	0.6	0.8	1.1	1.6	2.0	2.3	2.3	2.2	1.9	1.5	1.2	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.2	3.4	3.4	3.2	2.6	2.0	1.4	46.4	1.93
10	10-Nov-2022	1.2	0.7	0.7	0.9	1.3	1.7	2.0	2.2	2.2	2.0	1.7	1.4	1.2	1.2	1.5	1.9	2.4	2.9	3.3	3.4	3.3	2.9	2.3	1.7	46	1.92
11	11-Nov-2022	1.5	0.8	0.7	0.8	1.1	1.5	1.8	2.1	2.1	2.0	1.8	1.5	1.3	1.3	1.4	1.7	2.2	2.7	3.1	3.4	3.3	3.1	2.6	2.1	45.9	1.91
12	12-Nov-2022	1.8	1.0	0.8	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.3	1.4	1.6	2.0	2.4	2.9	3.2	3.3	3.1	2.8	2.3	45.7	1.90
13	13-Nov-2022	2.1	1.3	1.0	0.9	0.9	1.1	1.4	1.7	1.9	2.0	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.1	3.1	2.9	2.5	45.2	1.88
14	14-Nov-2022	2.3	1.6	1.3	1.0	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.5	1.7	1.9	2.3	2.6	2.8	2.9	2.9	2.6	45	1.88
15	15-Nov-2022	2.4	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.2	1.4	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.7	1.8	2.0	2.2	2.5	2.6	2.7	2.6	44.8	1.87



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

Di bawah ini adalah perhitungan untuk tipe pasang surut yang ada di lokasi pengukuran, yaitu di Pantai Parentek, Kecamatan Lembean Timur, Minahasa, 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 Pengukuran di Pantai Parentek, Lembean Timur (Analisis Data, 2023)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	189	73	32	13	50	29	1	6	9	16
g <sup>o</sup>	0.00	52.6	215.3	301.7	324.0	50.6	3.9	243.9	215.3	324.0

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{50 + 29}{52.60 + 215.3} = 0.29$$

Pasang Surut termasuk tipe campuran condong harian ganda dengan nilai  $0.25 < F \leq 1.5$ , dimana **F= 0,29**

3.3 Penentuan Elevasi Muka Air

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

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	340
MHWL	cm	277.86
MSL	cm	189
MLWL	cm	101.10
LLWL	cm	60
Z0	cm	176.77

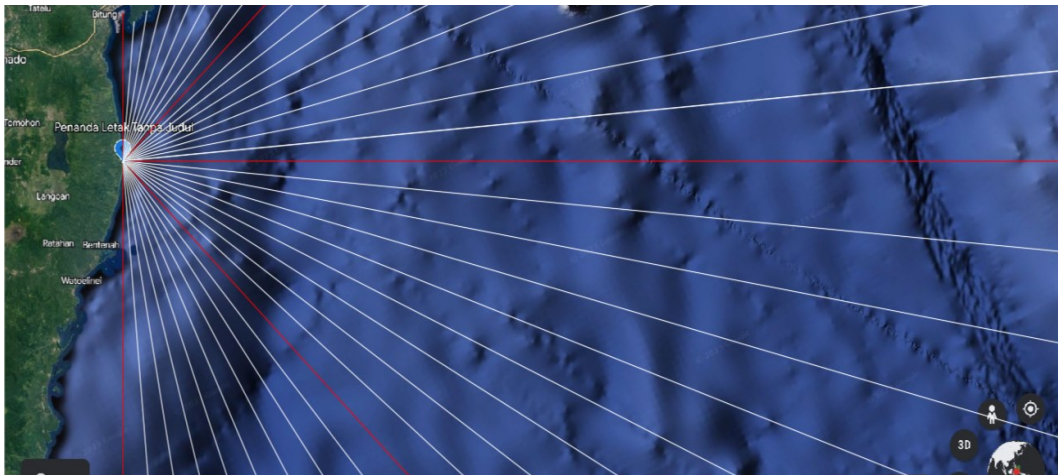
Untuk perhitungan dibawah ini menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pantai Parentek, Kecamatan Lembean Timur, Minahasa.

**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 )	$U_{10} = Uz \left( \frac{10}{Z} \right)^{\frac{1}{7}}$	R <sub>L</sub>	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$
<b>2018</b>						
Januari	SW	2.715	2.7	2.72	1.65	4.93
Februari	SW	2.402	2.4	2.40	1.69	4.47
Maret	SW	2.888	2.9	2.89	1.62	5.15
April	S	1.689	1.7	1.69	1.83	3.40
Mei	S	2.807	2.8	2.81	1.63	5.03
Juni	S	3.836	3.8	3.84	1.52	6.41
Juli	SW	4.859	4.9	4.86	1.42	7.59
Agustus	S	5.053	5.1	5.05	1.4	7.78
September	SW	5.106	5.1	5.11	1.4	7.86
Oktober	S	2.528	2.5	2.53	1.68	4.67
November	S	1.891	1.9	1.89	1.79	3.72
Desember	SW	2.688	2.7	2.69	1.65	4.88

### 3.4 Hindcasting Gelombang

Gambar interpretasi Fetch dan hasil perhitungan untuk lokasi perencanaan Pantai Parentek, Kecamatan Lembean Timur, 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)

Arah Mata Angin	$(\alpha)$	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fcos( $\alpha$ )	cos( $\alpha$ )	F <sub>eff</sub> (km)
		(m)	(km)			
<b>UTARA (N)</b>	-20	0	0	0	0.940	<b>0.000</b>
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-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	

Arah Mata Angin	$(\alpha)$	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fcos( $\alpha$ )	cos( $\alpha$ )	Feff
		(m)	(km)			(km)
	20	0	0	0	0.940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-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	
TIMUR (E)	-20	0	0	0	0.940	55.899
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	37000	37.000	37	1.000	
	5	35000	35.000	35	0.996	
	10	38000	38.000	37	0.985	
	15	200000	200.000	193	0.966	
	20	200000	200.000	188	0.940	
TENGGARA (SE)	-20	200000	200.000	188	0.940	192.502
	-15	200000	200.000	193	0.966	
	-10	200000	200.000	197	0.985	
	-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	130000	130.000	122	0.940	
SELATAN (S)	-20	200000	200.000	188	0.940	200.000
	-15	200000	200.000	193	0.966	
	-10	200000	200.000	197	0.985	
	-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	
BARAT DAYA (SW)	-20	200000	200.000	188	0.940	200.000
	-15	200000	200.000	193	0.966	
	-10	200000	200.000	197	0.985	
	-5	200000	200.000	199	0.996	
	0	200000	200.000	200	1.000	
	5	200000	200.000	199	0.996	

Arah Mata Angin	$(\alpha)$	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	$F\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	Feff
		(m)	(km)			(km)
	10	200000	200.000	197	0.985	
	15	200000	200.000	193	0.966	
	20	200000	200.000	188	0.940	
BARAT (W)	-20	200000	200.000	188	0.940	111.398
	-15	200000	200.000	193	0.966	
	-10	200000	200.000	197	0.985	
	-5	200000	200.000	199	0.996	
	0	200000	200.000	200	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	
BARAT LAUT (NW)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-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	
			Feff (total)		759.799	
			Feff (dominan)		55.899	

**Tabel 6.** Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Dari Masing-Masing *Fetch* Berdasarkan *Hindcasting* Gelombang Tahun 2018-2022 (Analisis Data 2023)

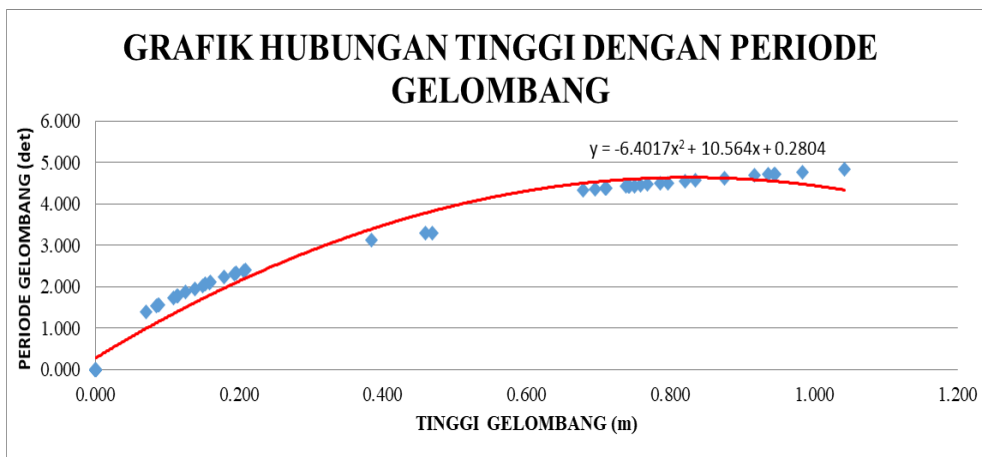
Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		NE	E	SE	S	Arah	H - T
JANUARI	H (m)		0.469	0.758	0.679	E	0.758
	T (det)		3.307	4.454	4.324		4.454
FEBRUARI	H (m)	0.000		0.744		SE	0.744
	T (det)	0.000		4.431			4.431
MARET	H (m)		0.459	0.768	0.138	E	0.768
	T (det)		3.288	4.469	1.959		4.469
APRIL	H (m)		0.384	0.149	0.160	E	0.384
	T (det)		3.134	2.031	2.108		3.134
MEI	H (m)			0.153	0.196	SE	0.196
	T (det)			2.061	2.330		2.330
JUNI	H (m)			0.696	0.821	SE	0.821
	T (det)			4.353	4.549		4.549
JULI	H (m)			0.750	0.946	SE	0.946
	T (det)			4.441	4.725		4.725
AGUSTUS	H (m)				1.042	S	1.042
	T (det)				4.849		4.849

SEPTEMBER	H (m)				0.984	S	<b>0.984</b>
	T (det)				4.774		<b>4.774</b>
OKTOBER	H (m)			0.710	0.207	SE	<b>0.710</b>
	T (det)			4.376	2.396		<b>4.376</b>
NOVEMBER	H (m)			0.115		SE	<b>0.115</b>
	T (det)			1.788			<b>1.788</b>
DESEMBER	H (m)				0.179	S	<b>0.179</b>
	T (det)				2.229		<b>2.229</b>
MAX TIAP ARAH	H (m)	<b>0.000</b>	<b>0.469</b>	<b>0.768</b>	<b>1.042</b>	E	<b>1.042</b>
	T (det)	<b>0.000</b>	<b>3.307</b>	<b>4.469</b>	<b>4.849</b>		<b>4.849</b>

Berdasarkan rekapitulasi Tinggi Gelombang Signifikan (H) dan Periode Gelombang Signifikan (T) dari hasil Hindcasting Gelombang, didapatkan nilai Tinggi Gelombang Signifikan H = 1,042 m, dan Periode Gelombang Signifikan T = 4,849 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
12.664	0.790	0.790	12.664	0.500	0.501	1.000	0.999	1.041
28.765	0.278	0.293	27.346	0.500	0.593	1.032	0.887	0.953
28.498	0.175	0.205	24.442	0.500	0.698	1.095	0.836	0.872
27.578	0.073	0.116	17.204	0.500	0.698	1.292	1.149	1.294
25.305	0.040	0.083	12.107	0.500	0.920	1.459	1.136	2.144

Tabel 8. Perhitungan Refraksi (Analisa Data, 2023)



Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
12.664	0.790	0.790	12.664	0.500	0.501	1.000	0.999	1.041
28.765	0.278	0.293	27.346	0.500	0.593	1.032	0.887	0.953
28.498	0.175	0.205	24.442	0.500	0.698	1.095	0.836	0.872
27.578	0.073	0.116	17.204	0.500	0.698	1.292	1.149	1.294
25.305	0.040	0.083	12.107	0.500	0.920	1.459	1.136	2.144

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

H'o/gT <sup>2</sup>	m	Hb/H'o	Hb
0.0131	0.0058	0.90	0.939
0.0065	0.0053	1.10	1.291
0.0064	0.0047	1.05	1.197
0.0044	0.0133	1.20	0.911
0.0072	0.0145	1.10	1.254

### 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 Agustus dari arah Timur.

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

Bulan Agustus Arah Timur

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 H_b &= 0.939 \text{ m} \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 d_b &= 1.212 \text{ m} \\
 K &= 0.39 \text{ (Shore Protection Manual, chapter 4-96)} \\
 n &= 0.4 \\
 \alpha_b &= 45^\circ \\
 \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{K}{(\rho_s - \rho) \times g \times (1-n)} \times P_1 \\
 P_1 &= \frac{\rho \cdot g}{8} \times H_b^2 \times C_b \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b \\
 C_b &= \sqrt{g \cdot d_b}
 \end{aligned}$$

Jawaban:

$$\begin{aligned}
 C_b &= \sqrt{9.81 \times 1.212} \\
 &= 3.448 \text{ m/d} \\
 P_1 &= \frac{1025 \times 9.81}{8} \times 0.844^2 \times 3.269 \times \sin 45 \times \cos 45 \\
 &= 1.912,343 \text{ kg m/d} \\
 Q_s &= \frac{0.39}{(2650 - 1025) \times 9.81 \times (1 - 0.4)} \times 501,4 \\
 &= 0.078 \text{ kgm}^3/\text{d} \\
 &= 0.078 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 0.078 \times 24 \times 3600 = 6,737/\text{hari} \\
 &= 6,737 \times 365 = 2.459,028 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai angkutan sedimen untuk sejajar pantai adalah **2.459,028m<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:

$$\begin{aligned}
 f=d \text{ (D)} &= 0.49 \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 H_b &= 0.939 \text{ m} \\
 \alpha_b &= 45^\circ
 \end{aligned}$$

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

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

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:

$$U_* = \sqrt{0.49/2}$$

$$= 0.495$$

$$\tau b = 2650 \times 0.495^2$$

$$= 649.250$$

$$Q_s = \frac{649.250}{(2650 - 1025) \times 9.81 \times 0.49}$$

$$= 0.0831 \text{ kg m}^3/d$$

$$= 0.0000831 \text{ m}^3/d$$

$$= 0.000083 \times 24 \times 3600 = 7,1814 \text{ m}^3/hari$$

$$= 2621.200 \text{ m}^3/tahun$$

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 (Hb) dilokasi pekerjaan. Tinggi gelombang pecah ini biasanya dikaitkan dengan kedalaman perairan (ds) dan landai dasar pantai(m). maka tinggi gelombang pecah dapat ditentukan dengan rumus (CERC,1984):

$$H_b = 0,78ds$$

Keterangan :

Hb = Tinggi gelombang pecah

ds = Kedalaman air lokasi bangunan

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

$$H_d = H_b$$

Elevasi dasar *revetment* direncanakan LLWL= 0,6 m . Ketinggian muka air pada ujung bangunan sebesar HHWL= 3,4 m dari dasar laut, sehingga didapatkan ds = HHWL. dari penjelasan diatas maka untuk perhitungan gelombang rencana pada *revetment* Pantai Bahoi adalah sebagai berikut:

$$ds = HHWL = 3,4 \text{ m}$$

$$H_b = 0,78 \times ds = 0,78 \times 3,4 = 2,65 \text{ m}$$

$$H_d = H_b = \mathbf{2,65 \text{ m}}$$

### 3.8 Perhitungan Elevasi Mercu

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

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 :

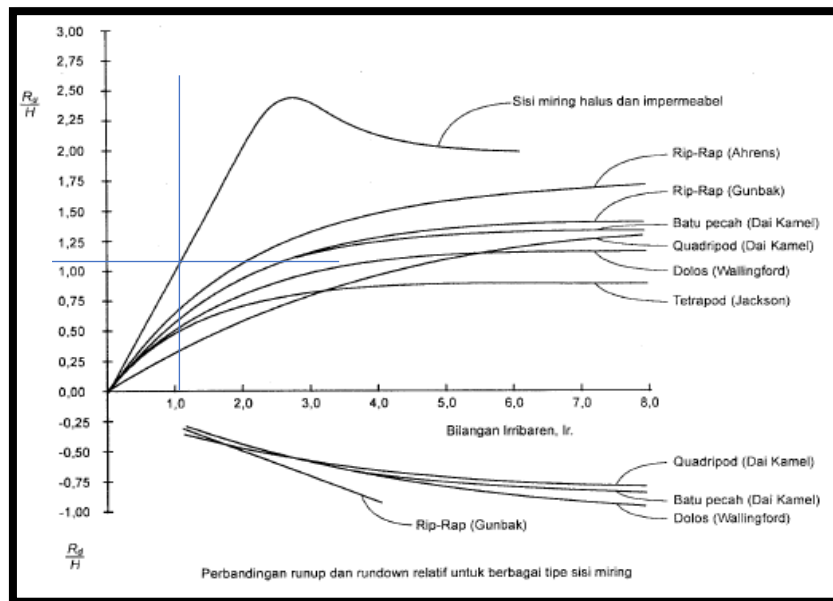
Jenis bangunan = *Revetment*

Lapis lindung = Batu Boulder

Tinggi gelombang (Hd) = 2,65 meter

$$L_o = 1,56 T^2 = 1,56 \times 4,849^2 = 12,664 \text{ meter}$$

$$I_r = \frac{\text{tg } \theta}{\left(\frac{T}{L_o}\right)^{0.5}} = \frac{1/2}{\left(\frac{3,939}{23,450}\right)^{0.5}} = 1,10$$



**Gambar 6.** Grafik Run Up Gelombang

Bilangan *Irrabaren* di atas, maka didapat :

$$\frac{Ru}{H} = 1,1 \quad Ru = 1,1 / 1,042 = 1,06$$

$$\text{Elevasi Mercu} = DWL + Ru + Fb = 3,4 + 1,06 + 0,5 = \mathbf{4,69 \text{ m}}$$

### 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 = 2.

Perhitungan sebagai berikut :

Lapis pelindung luar (*armour stone*)

$$W_1 = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2,3 \times 1,042^3}{2 \times \left(\frac{2,3}{1,025} - 1\right)^3 \times 2} = 3,176 \text{ ton} = \mathbf{3.176 \text{ kg}}$$

Tebal Lapis Lindung ( $t_1$ )

Untuk nilai dari Koefisien Lapis ( $K_\Delta$ ) = 1,15

$$t_1 = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = 2 \times 1,15 \times \left(\frac{3,176}{2,3}\right)^{1/3} = \mathbf{2,56 \text{ m}}$$

Lapis pelindung kedua (*secondary stone*)

$$W_2 = \frac{W_1}{10} = \frac{3,176}{10} = 0,3176 \text{ ton} = 317,6 \text{ kg}$$

Diameter batu

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = \left(\frac{0,3176}{2,65}\right)^{1/3} = \mathbf{0,49 \text{ m}}$$

Tebal Lapis Lindung ( $t_2$ )

Untuk nilai dari Koefisien Lapis ( $K_\Delta$ ) = 1,15. (lih. Lampiran)

$$t_2 = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} = 2 \times 1,15 \times \left(\frac{0,3176}{2,65}\right)^{1/3} = \mathbf{1,13 \text{ m}}$$

Lebar Puncak *Revetment*

Lebar puncak *Revetment* untuk  $n = 3$  (minimum) dan koefisien lapis ( $K_\Delta$ ) = 1.15 maka B puncak:

$$B = n K_\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r}\right]^{1/3} = 3 \times 1,15 \times \left[\frac{3,176}{2,3}\right]^{1/3} = \mathbf{3,8 \text{ m}}$$

### Jumlah Batu Pelindung

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

$$N = A \cdot n \cdot K_{\Delta} \cdot \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[ \frac{Y_r}{W} \right]^{2/3} = 10 \times 2 \times 1,15 \times \left[ 1 - \frac{47}{100} \right] \times \left[ \frac{2,3}{3,176} \right]^{2/3} = \mathbf{12 \text{ buah}}$$

### 3.10 Toe Protection

Perhitungan tinggi *Toe Protection* dengan  $r$  (tebal lapis pelindung ( $r \sim 2H$ ) = 1,58 m, tinggi gelombang rencana  $H_d$  = 1,042 m, maka:

Tinggi *Toe Protection* (t) = **2,65 m**

Lebar *Toe Protection* = Diambil  $B = 2H = 2 \times 2,652 = \mathbf{5,30 \text{ m}}$

Berat batu lapis lindung toe protection dipergunakan kira-kira setengah dari yang dipergunakan pada dinding tembok (0.5W)

Berat butir *Toe Protection* =  $W_{\text{toe}} = 0.5 \times 3,176 = 1,588 \text{ ton} = \mathbf{1.588 \text{ kg}}$

## 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan permasalahan yang ada di pantai Bahoii 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 = 4,69 m.
- Lebar puncak = 3,8 m
- Kemiringan = 1 : 3
- Tinggi toe protection = 2,56 m
- Lebar toe protection = 5,30 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 Bahoii 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