



## Evaluasi Bangunan Pengaman Pantai Maruni Kota Manokwari Provinsi Papua Barat

Stanley M. Palapessy<sup>#a</sup>, Muhammad I. Jasin<sup>#b</sup>, Jeffry D. Mamoto<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>palapessystanley@gmail.com, <sup>b</sup>sanyjasin02@yahoo.com, <sup>c</sup>jeffrymamoto@unsrat.ac.id

### Abstrak

Pantai maruni merupakan salah satu tempat wisata di kota manokwari yang terletak ditepi jalan raya Manokwari-Bintuni, daerah pantai ini berdekatan dengan kawasan pemukiman warga. namun kondisi pantai dengan gelombang yang cukup tinggi pada bulan tertentu telah merusak bangunan pengaman pantai yang sudah dibangun dan mengganggu kegiatan transportasi yang berlangsung di sepanjang jalan raya Manokwari-Bintuni. Sehubungan dengan permasalahan di atas maka perlu dilakukannya evaluasi bangunan pengaman pantai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pengumpulan data primer dan sekunder di lokasi pantai Maruni. Data sekunder tersebut antara lain: data angin, data pasang surut dan batimetri pantai maruni, dari data data tersebut kemudian akan diolah untuk mendapatkan data gelombang dan sedimen pantai. Berdasarkan hasil Analisa, bangunan pengaman eksisting benar-benar tidak sesuai. Bangunan yang sesuai untuk kondisi di lokasi Pantai Maruni adalah revetment dengan dimensi: elevasi mercu 3,54 m, lebar puncak 1,72 m, kemiringan 1:2, tinggi toe protection: 0,95 m, lebar toe protection: 2,96 m, dimana fungsi bangunan adalah untuk mengurangi transport sedimen dan menahan energi gelombang.

*Kata kunci: Pantai Maruni, gelombang, pengaman pantai, revetment, evaluasi bangunan*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar belakang

Pantai merupakan batas antaran darat dan laut, yang membuat pantai memiliki daya tarik tersendiri bagi masyarakat untuk dijadikan sebagai tempat melepas penat. Seperti yang sudah kita ketahui Indonesia adalah negara dengan garis pantai yang panjang, salah satunya pantai Maruni yang terletak di kabupaten Manokwari, Papua Barat. Dengan posisi pantai yang berada di tepi jalan trans Manokwari-Bintuni, membuat pantai ini mudah untuk dikunjungi oleh warga sekitar dan pengendara yang lewat.

Pada bulan tertentu terjadi gelombang yang cukup besar di pantai tersebut, sehingga mengakibatkan terjadinya abrasi. Pemerintah memutuskan untuk memasang sedimen pengaman. Dari kurang lebih 600 m sepanjang pantai Maruni, sudah ada beberapa titik yang dipasang pengaman. Lokasi tersebut merupakan lokasi yang sering ditempati pengunjung. Seiring berjalannya waktu, terdapat beberapa bangunan pengaman pantai yang mengalami kegagalan.

Dari kondisi lokasi bisa kita simpulkan bahwa gelombang yang tinggi selain dapat mengakibatkan abrasi, juga dapat mengganggu kegiatan transportasi di lokasi tersebut. Sehubungan dengan kondisi tersebut, maka dalam pengamanan sekitaran pantai Maruni, diperlukan penanganan yang khusus yaitu dengan membuat bangunan pengaman pantai (groin, jetty, revetment, seawall, breakwater), tetapi juga perlu suatu pemahaman dan ketelitian yang mendalam dalam pemilihan desain pelindung pengaman pantai yang sesuai dengan masalah yang terjadi di pantai yang akan dijadikan studi penelitian.

Pemilihan desain pengaman pantai yang sesuai tentunya akan sangat membantu untuk

mencegah dan meminimalisir kemungkinan terjadi adanya abrasi dan erosi yang lebih besar pada daerah pantai akibat diterjang gelombang. Pemilihan desain pengaman pantai yang sesuai dan desain yang tepat terhadap bangunan pengaman pantai adalah suatu hal yang sangat diperlukan sesuai dengan kebutuhan daerah kawasan pantai tersebut.

### 1.2. Rumusan Masalah

Abrasi yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gelombang laut dan kecepatan gelombang mencapai daerah pesisir pantai. Kerusakan yang terjadi di pantai Maruni dapat menimbulkan kerugian yang besar dengan rusaknya berbagai fasilitas yang ada maupun dapat mengganggu kegiatan transportasi yang melintasi area tersebut. Dengan demikian, perlu untuk dilakukannya evaluasi terhadap bangunan pengaman Pantai Maruni di Kota Manokwari Provinsi Papua Barat.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan jenis dan dimensi bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan kondisi daerah Pantai Maruni.

### 1.4. Batasan Masalah

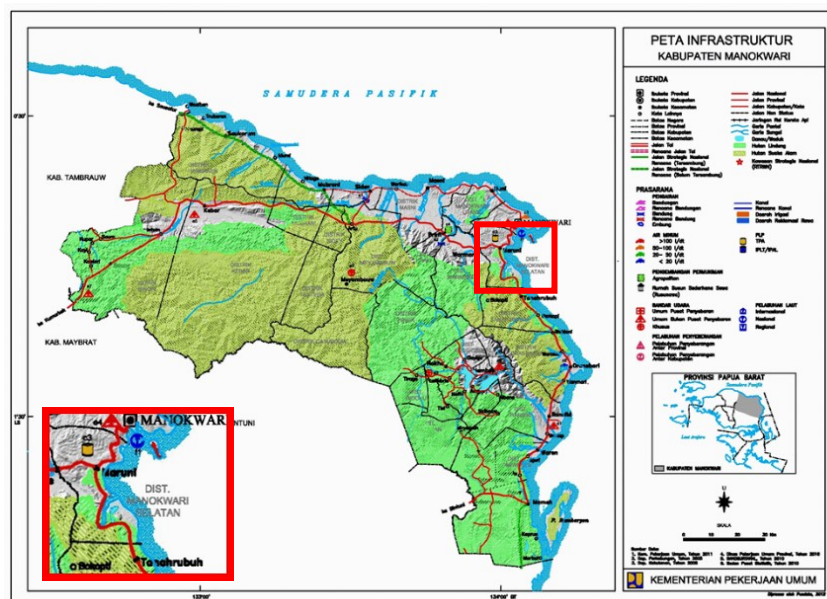
Batasan masalah yang diambil dalam penyusunan studi ini adalah:

1. Data-data yang diperlukan seperti : *Data Karakteristik Gelombang, Data Pasang Surut, Peta Bathimetri* diambil sesuai dengan penelitian sebelumnya.
2. Daerah tinjauan adalah di pantai Maruni kota Manokwari.
3. Perencanaan bangunan pengaman pantai hanya sampai pada perhitungan dimensi bangunan dan tidak sampai pada perhitungan strukturnya.
4. Biaya perencanaan (RAB) dan perhitungan volume pekerjaan (B60Q) untuk pembuatan pengaman bangunan pelindung pantai tidak diperhitungkan.
5. Evaluasi yang dilakukan hanya berdasarkan pada tinggi gelombang.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Studi ini diharapkan memberikan manfaat antara lain:

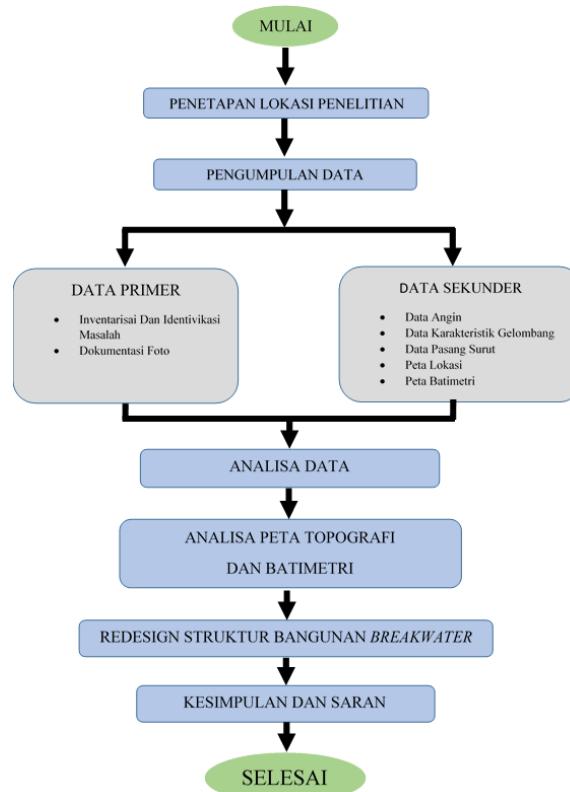
1. Mengetahui tipe bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan kondisi di lokasi penelitian.
2. Sebagai bahan referensi dalam mempelajari mengenai bangunan pengaman pantai.
3. Menjadi bahan pertimbangan bagi pihak terkait sebagai solusi penanggulangan masalah yang terjadi di daerah pantai.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## 2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Pantai Maruni, Jl. Manokwari – Bintuni, Kelurahan Maruni, Kota Manokwari, Provinsi Papua Barat (0°58'49.7"S 134°01'18.9"E).



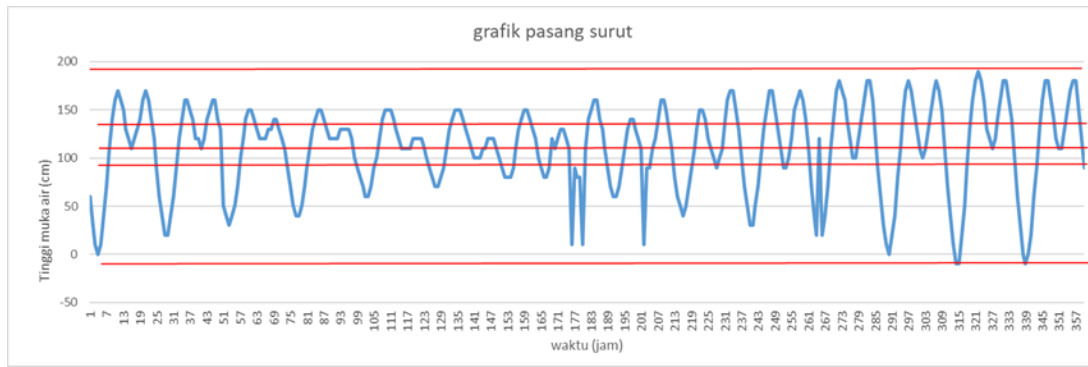
Gambar 2. Bagan Alir

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Perhitungan Pasang Surut Dengan Metode Admiralty

Tabel 1. Susunan Data Pasang Surut Pantai Maruni (Cm)  
Periode 1 Desember 2023 sd. 15 Desember 2023

no	tanggal	jam																				jumlah bacaan	bacaan rerata/jam				
		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	0,542	0,58	0,625	0,67	0,708	0,75	0,79			0,83	0,875	0,917	0,958
1	12/1/2023	60	30	10	0	10	40	70	110	140	160	170	160	150	130	120	110	120	130	140	160	170	160	140	120	2610	108,75
2	12/2/2023	90	60	40	20	20	40	60	90	120	140	160	160	150	140	120	120	110	120	140	150	160	160	140	130	2640	110
3	12/3/2023	100	70	50	40	30	40	50	70	100	120	140	150	150	140	130	120	120	120	130	130	140	140	130	120	2530	105,416667
4	12/4/2023	110	90	70	50	40	40	50	70	90	110	130	140	150	150	140	130	120	120	120	120	130	130	130	130	2560	106,666667
5	12/5/2023	120	100	90	80	70	60	60	70	90	100	120	140	150	150	140	130	120	110	110	110	110	110	120	120	2620	109,166667
6	12/6/2023	120	120	110	100	90	80	70	70	80	90	110	130	140	150	150	150	140	130	120	110	100	100	100	110	2670	111,25
7	12/7/2023	110	120	120	120	110	100	90	80	80	80	90	110	130	140	150	150	140	130	120	100	90	80	80	90	2610	108,75
8	12/8/2023	120	110	120	130	130	120	110	10	90	80	80	10	110	140	150	160	160	140	130	110	90	70	60	60	2490	103,75
9	12/9/2023	70	90	110	130	140	140	130	120	110	10	90	90	110	120	140	160	160	150	130	110	80	60	50	40	2540	105,833333
10	12/10/2023	50	70	90	110	130	150	150	140	120	110	100	90	100	110	140	160	170	170	150	130	100	70	50	30	2690	112,083333
11	12/11/2023	30	50	70	100	130	150	170	170	150	130	110	90	90	100	120	150	160	170	160	140	110	70	40	20	2680	111,666667
12	12/12/2023	120	20	40	70	110	140	170	180	170	160	140	120	100	100	120	140	160	180	180	160	130	90	60	30	2890	120,416667
13	12/13/2023	10	0	20	40	80	110	150	170	180	170	150	130	110	100	110	130	150	170	180	170	150	110	70	40	2700	112,5
14	12/14/2023	10	-10	-10	20	50	90	130	160	180	190	180	160	130	120	110	120	140	160	180	180	160	140	100	60	2750	114,583333
15	12/15/2023	30	0	-10	0	20	60	90	130	160	180	180	160	140	120	110	110	130	150	170	180	180	150	120	90	2650	110,416667



Gambar 3. Grafik Pasang Surut Pantai Maruni

Tabel 2. Komponen Pasang Surut Hasil Analisa Di Pantai Maruni

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (cm)	109,99	12,52	7,92	23,67	8,56	17,20	0,83	0,40	2,14	2,82
g (°)	0,00	175,70	4,17	69,02	188,12	312,40	10,17	178,04	4,17	188,12

3.2. Penentuan Tipe Pasang Surut

Menentukan tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Maruni adalah berdasarkan komponen hasil perhitungan yang diperoleh melalui analisis dengan menggunakan metode Admiralty. Dengan menggunakan angka pasang surut “F” (tide form number “formzahl”), dimana F ditentukan sebagai berikut:

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{8,56 + 17,20}{12,52 + 7,92} = 1,25964$$

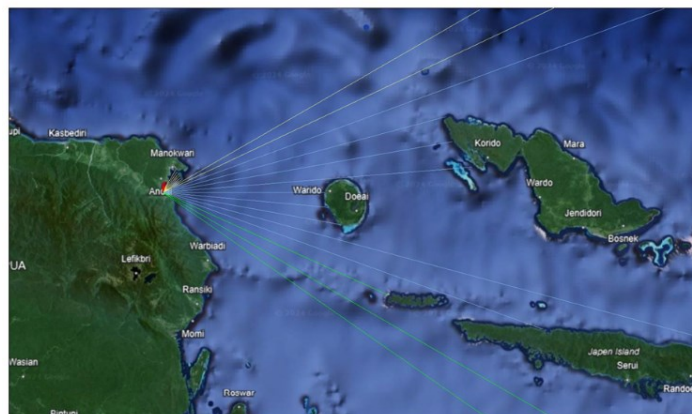
Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka pantai maruni tergolong dalam tipe Pasang Surut Campuran Condong Ke Harian Ganda (mixed tide prevailing semiurdinal) dengan nilai  $0,25 < 1,26 < 1,5$ .

3.3. Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 3. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	190
MHWL	cm	126,48
MSL	cm	109,99
MLWL	cm	93,509
LLWL	cm	-10
Range	cm	32,97043

3.4. Perhitungan Fetch Efektif



Gambar 4. Fetch Ar ah Utara, Timur Laut, Timur dan Tenggara

**Tabel 4.** Perhitungan Panjang Fetch Untuk 8 Arah Mata Angin

arah mata angin	(α)	jarak sebenarnya		Fcos(α)	cos(α)	Feff km	arah mata angin	(α)	jarak sebenarnya		Fcos(α)	cos(α)	Feff km
		m	km						m	km			
utara	-20	0	0	0	0,940	3,779697	selatan	-20	0	0	0	0,940	0
	-15	0	0	0	0,966			-15	0	0	0	0,966	
	-10	0	0	0	0,985			-10	0	0	0	0,985	
	-5	4722	4,722	4,704031364	0,996			-5	0	0	0	0,996	
	0	5061	5,061	5,061	1,000			0	0	0	0	1,000	
	5	5895	5,895	5,872567745	0,996			5	0	0	0	0,996	
	10	5994	5,994	5,902937672	0,985			10	0	0	0	0,985	
	15	5960	5,96	5,756917925	0,966			15	0	0	0	0,966	
20	6239	6,239	5,862742261	0,940	20	0	0	0	0,940				
timur laut	-20	6333	6,333	5,951073367	0,940	52,38086	barat daya	-20	0	0	0	0,940	0
	-15	14114	14,114	13,63307711	0,966			-15	0	0	0	0,966	
	-10	12647	12,647	12,45486365	0,985			-10	0	0	0	0,985	
	-5	12450	12,45	12,40262399	0,996			-5	0	0	0	0,996	
	0	12405	12,405	12,405	1,000			0	0	0	0	1,000	
	5	12098	12,098	12,05196346	0,996			5	0	0	0	0,996	
	10	11806	11,806	11,62664033	0,985			10	0	0	0	0,985	
	15	197827	197,827	191,0862084	0,966			15	0	0	0	0,966	
20	200000	200	187,9385242	0,940	20	0	0	0	0,940				
timur	-20	200000	200	187,9385242	0,940	150,3835	barat	-20	0	0	0	0,940	0
	-15	158402	158,402	153,0045827	0,966			-15	0	0	0	0,966	
	-10	159723	159,723	157,2964487	0,985			-10	0	0	0	0,985	
	-5	167692	167,692	167,0538813	0,996			-5	0	0	0	0,996	
	0	87522	87,522	87,522	1,000			0	0	0	0	1,000	
	5	89784	89,784	89,44234477	0,996			5	0	0	0	0,996	
	10	97450	97,45	95,96951553	0,985			10	0	0	0	0,985	
	15	200000	200	193,1851653	0,966			15	0	0	0	0,966	
20	200000	200	187,9385242	0,940	20	0	0	0	0,940				
tenggara	-20	133506	133,506	125,454603	0,940	58,76976	barat laut	-20	0	0	0	0,940	0
	-15	200000	200	193,1851653	0,966			-15	0	0	0	0,966	
	-10	200000	200	196,9615506	0,985			-10	0	0	0	0,985	
	-5	0	0	0	0,996			-5	0	0	0	0,996	
	0	0	0	0	1,000			0	0	0	0	1,000	
	5	0	0	0	0,996			5	0	0	0	0,996	
	10	0	0	0	0,985			10	0	0	0	0,985	
	15	0	0	0	0,966			15	0	0	0	0,966	
20	0	0	0	0,940	20	0	0	0	0,940				

3.5. Analisa Data Angin

Data yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari BMKG Kota Manokwari untuk lokasi Pantai Maruni.

**Tabel 5.** Perhitungan Faktor Tekanan Angin Tahun 2020

Perhitungan Wind Stress Factor Tahun 2020						Z	3
						R <sub>T</sub>	1,1
bulan	arah	U <sub>z</sub>	U <sub>z</sub> bulat	$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{Z}\right)^{\frac{1}{7}}$	R <sub>L</sub>	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$	
Januari	NW	9,785	9,8	15,90662901	1,14	19,94691278	
Februari	NW	8,755	8,8	14,23224701	1,19	18,63001133	
Maret	NW	8,24	8,2	13,39505601	1,22	17,97616516	
April	NW	9,27	9,3	15,06943801	1,17	19,39436672	
Mei	E	12,875	12,9	20,92977501	1,05	24,17389014	
Juni	E	14,42	14,4	23,44134801	1,01	26,04333764	
Juli	E	10,3	10,3	16,74382001	1,12	20,62838625	
Agustus	SE	12,875	12,9	20,92977501	1,05	24,17389014	
September	E	9,785	9,8	15,90662901	1,14	19,94691278	
Oktober	SE	8,755	8,8	14,23224701	1,19	18,63001133	
November	SE	11,845	11,8	19,25539301	1,09	23,08721622	
Desember	NW	10,3	10,3	16,74382001	1,12	20,62838625	

3.6. Peramalan Tinggi Gelombang

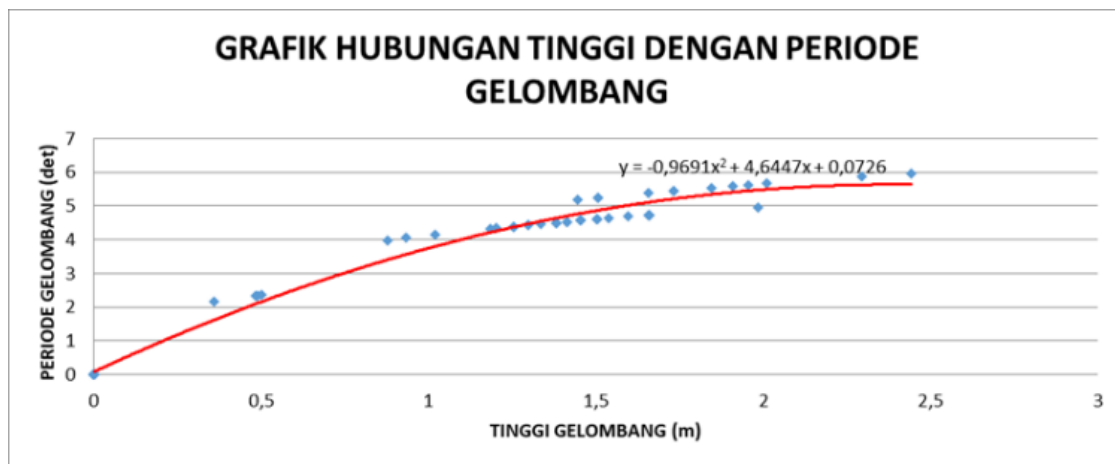
Rekapitulasi peramalan tinggi gelombang ditampilkan dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Gelombang dari tiap Fetch Berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2019-2023

BULAN	H-T	ARAH DATANG GELOMBANG				max tiap bulan	
		N	NE	E	SE	ARAH	H-T
JANUARI	H (m)	0,485	0	0	0,984	SE	0,984
	T (det)	2,328	0	0	4,055		4,055
FEBRUARI	H (m)	0,501	0	0	1,450	SE	1,450
	T (det)	2,349	0	0	4,497		4,497
MARET	H (m)	0	0	0	1,332	SE	1,332
	T (det)	0	0	0	4,396		4,396
APRIL	H (m)	0	0	0	1,450	SE	1,450
	T (det)	0	0	0	4,497		4,497
MEI	H (m)	0	0	2,189	1,484	E	2,189
	T (det)	0	0	5,689	4,525		5,689
JUNI	H (m)	0	0	2,330	1,913	E	2,330
	T (det)	0	0	5,784	4,841		5,784
JULI	H (m)	0	0	1,918	1,597	E	1,918
	T (det)	0	0	5,492	4,614		5,492
AGUSTUS	H (m)	0	0	1,654	1,601	SE	1,654
	T (det)	0	0	5,279	4,617		5,279
SEPTEMBER	H (m)	0	0	1,865	1,403	E	1,865
	T (det)	0	0	5,451	4,457		5,451
OKTOBER	H (m)	0	0	1,822	1,288	E	1,822
	T (det)	0	0	5,417	4,357		5,417
NOVEMBER	H (m)	0	0	1,582	1,541	SE	1,582
	T (det)	0	0	5,217	4,570		5,217
DESEMBER	H (m)	0,360	0	0	1,209	SE	1,209
	T (det)	2,152	0	0	4,284		4,284
MAX TIAP ARAH						E	2,330
							5,784

Berdasarkan tabel rekapitulasi di atas, dapat kita ketahui bahwa gelombang dominan maksimum datang dari arah timur. Dengan Nilai tinggi gelombang signifikan  $H = 2,330$  m dan Periode Gelombang signifikan  $T = 5,784$  detik.

### 3.7. Analisa Transformasi Gelombang



**Gambar 5.** Hubungan Tinggi dan Periode Gelombang.

Buat hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (periode 5 tahun) berdasarkan data yang telah dihitung menggunakan metode hindcasting untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan. Persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan kedalaman.

**Tabel 7.** Perhitungan Refraksi Untuk Arah Timur

$a_o$	d	Ho	T	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	Sin a	a	Cos $a_o$ /Cos a	Kr
45	10	2,329604	5,633553	49,50959	0,201981	0,226784	44,0948	8,788343	7,827175	0,629772	39,03327	0,910304646	0,954098866
39,03327	8	1,875274	4,993125	38,89283	0,205693	0,229922	34,79434	7,789276	6,968448	0,563407	34,29173	0,940207573	0,969643013
34,29173	5	1,537933	4,517429	31,83517	0,157059	0,189189	26,4286	7,047189	5,850364	0,467723	27,88662	0,934724641	0,966811585
27,88662	2	1,241728	3,947978	24,31499	0,082254	0,125258	15,96699	6,158846	4,044347	0,307141	17,88703	0,928767873	0,963726036
17,88703	1	1,085377	3,590172	20,10737	0,049733	0,09388	10,65193	5,600669	2,96697	0,162709	9,364166	0,964517	0,982098264
9,364166	0,5	1,11799	3,66807	20,98939	0,023822	0,06315	7,917634	5,72219	2,158528	0,061377	3,518865	0,988537861	0,994252413

**Tabel 8.** Perhitungan Shoaling Untuk Arah Timur

Lo	d/Lo	d/L	L	n0	n	Kr	Ks	H
49,50959	0,201981	0,226784	44,0948	0,5	0,6654	0,954099	0,843702	1,875274
38,89283	0,205693	0,229922	34,79434	0,5	0,6608	0,969643	0,845787	1,537933
31,83517	0,157059	0,189189	26,4286	0,5	0,7212	0,966812	0,835117	1,241728
24,31499	0,082254	0,125258	15,96699	0,5	0,8395	0,963726	0,906985	1,085377
20,10737	0,049733	0,09388	10,65193	0,5	0,8999	0,982098	1,048824	1,11799
20,98939	0,023822	0,06315	7,917634	0,5	0,9508	0,994252	1,394072	1,549601

**Tabel 9.** Perhitungan Gelombang Pecah Untuk Potongan Arah Timur

$H'o/gT^2$	m	Hb/H'o	Hb
0,008869	0,015017	1,06	2,926839
0,009065	0,014528	1,07	2,372398
0,009199	0,014734	1,07	1,970489
0,008954	0,015337	1,06	1,451217
0,008184	0,013298	1,12	1,159034
0,006076	0,010504	1,13	0,906215

3.8. Perhitungan Angkutan Sedimen

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen

Angkutan Sedimen	$Qs (m^3/tahun)$
Sejajar pantai	3342,81
Tegak lurus pantai	2611,18

Nilai angkutan sedimen diperoleh menggunakan metode CERC. Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai terbesar adalah angkutan sedimen sejajar pantai, maka pengaman pantai yang direncanakan mengikuti garis pantai.

3.9. Perhitungan Gelombang Rencana Dan Gelombang Pecah Untuk Revetment

Elevasi dasar revetment direncanakan LLWL = -0,1 m. ketinggian air pada ujung bangunan sebesar HHWL = 1,9 m dari dasar laut. Sehingga didapatkan  $d_s = HHWL$ . Maka untuk perhitungan gelombang rencana pada revetment pantai Maruni Kab. Manokwari adalah sebagai berikut:

$$d_s = HHWL$$

$$H_b = 0,78d_s$$

$$= 0,78 \times 1,9$$

$$H_d = H_b = 1,482 \text{ m}$$

3.10. Perhitungan Elevasi Mercu

Elevasi mercu = DWL + Ru + tinggi jagaan

Run up gelombang (Ru)

Direncanakan :

Jenis bangunan = Revetment

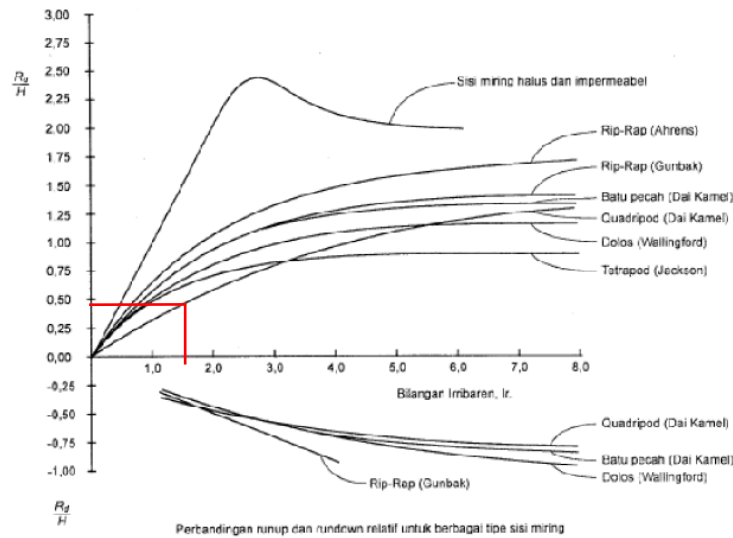


Lapis lindung = Quadripod  
 Tinggi gelombang ( $H_D$ ) =  $H_b$   
 = 1,482 m  
 Kemiringan bangunan = 1:2  
 Panjang gelombang dilaut dalam:  
 $L_0$  =  $1,56 T^2$   
 =  $1,56 \times 5,633^2 = 49,499$  m

Bilangan Iribaren:

$$I_r = \frac{tg \theta}{\left(\frac{T}{L_0}\right)^{0,5}} v = \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{5,633}{49,499}\right)^{0,5}} = 1,48$$

Dari bilangan Iribaren di atas, diperoleh:



Gambar 6. Grafik Run-Up Gelombang

$$\frac{Ru}{H} = 0,47$$

$$Ru = 0,47 \times 1,482 = 0,69$$

Tinggi jagaan diperkirakan sebesar 0,5 meter, maka elevasi mercu adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Elevasi mercu} &= \text{DWL} + Ru + \text{tinggi jagaan} \\ &= 2,35 + 0,69 + 0,5 \\ &= 3,54 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3.11. Perhitungan Lapis Lindung

Rumus yang digunakan dalam menentukan berat batu lapis lindung adalah rumus Hudson. Untuk lapis lindung dari Quadripod dengan  $n=2$ , penempatan acak, gelombang pecah dan koefisien stabilitas ( $K_D$ ) dengan bangunan = 7,0. Perhitungannya sebagai berikut:

- Lapisan pelindung luar (armour stone)

$$W_1 = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

Dimana:  $\gamma_r$  = berat jenis beton ( $2,3 \text{ t/m}^3$ )  
 $\gamma_a$  = berat jenis air laut ( $1,03 \text{ t/m}^3$ )

$$\text{Maka: } W_1 = \frac{2,3 \times 1,482^3}{7,0 \left(\frac{2,3}{1,03} - 1\right)^3 2} = 0,285 \text{ ton} \approx 285 \text{ kg}$$

Tebal lapisan pelindung luar (armour stone) ( $t_1$ )

$$t_1 = n K_\Delta \left(\frac{W_1}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}}$$



Dimana  $\gamma_r =$  berat jenis beton ( $2,3 \text{ t/m}^3$ )

Maka:  $t_1 = 2 \times 0,95 \left( \frac{0,285}{2,3} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,947 \approx 0,95 \text{ m}$

- Lapis pelindung kedua (secondary stone)

$$W_2 = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

Dimana:  $\gamma_r =$  berat jenis batu ( $2,65 \text{ t/m}^3$ )

$\gamma_a =$  berat jenis air laut ( $1,03 \text{ t/m}^3$ )

Maka:  $W_2 = \frac{2,65 \times 1,482^3}{6,5 \left( \frac{2,65}{1,03} - 1 \right)^3 \cdot 2} = 1,1503 \text{ ton} \approx 1150,3 \text{ kg}$

Material yang digunakan pada lapis lindung ke-2 adalah batu boulder, maka untuk nilai  $W$  diambil  $1,1503 \text{ ton}$  dari perhitungan  $W_2$ .

$$W_2 = \frac{W_1}{10} = \frac{1,1503}{10} = 0,115 \approx 115 \text{ kg}$$

Tebal lapis pelindung kedua (secondary stone) ( $t_2$ )

$$t_2 = n K_\Delta \left( \frac{W_2}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Dimana:  $\gamma_r =$  berat jenis batu ( $2,65 \text{ t/m}^3$ )

Maka:  $t_2 = 2 \times 1,15 \left( \frac{0,115}{2,65} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,81 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}$

- Lebar Puncak Revetment

Lebar puncak revetment untuk  $n = 3$  (minimum) dan koefisien lapis ( $K_\Delta$ ) = 1,15. dapat dihitung dengan rumus:

$$B = n K_\Delta \left( \frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} = 3 \times 1,15 \left( \frac{0,285}{2,3} \right)^{\frac{1}{3}} = 1,719 \text{ m} \approx 1,72 \text{ m}$$

Jumlah butir batu pelindung tiap satu satuan luas ( $10 \text{ m}^2$ ) dan prioritas = 49 (tabel koefisien lapis) dapat dihitung sebagai berikut:

$$N = A n K_\Delta \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[ \frac{\gamma_r}{W} \right]^{\frac{1}{3}} = 10 \times 2 \times 1,1 \left[ 1 - \frac{49}{100} \right] \times \left[ \frac{2,3}{0,285} \right]^{\frac{1}{3}} = 23 \text{ buah}$$

### 3.12. Pelindung Kaki Pemecah Gelombang (Toe Protection)

Untuk perhitungan tinggi pelindung kaki ukurannya sama dengan tebal lapisan pelindung luar, yaitu untuk  $\cot \theta = 2$  ialah  $0,95 \text{ m}$ . maka:

Tinggi Toe Protection =  $0,95 \text{ m}$

Lebar Toe Protection = Diambil B

$$= 2H_D = 2,964 \text{ m}$$

Berat batu pelindung kaki pemecah gelombang yang dipergunakan kira-kira setengah dari yang dipergunakan dinding tembok ( $0,5W$ )

$$W = 0,5 \times 0,115 = 0,0579 \text{ ton} = 57,9 \text{ kg} \approx 58 \text{ kg}$$

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perhitungan angkutan sedimen menunjukkan besar angkutan sedimen sejajar pantai adalah  $3342,81 \text{ m}^3/\text{tahun}$  dan besar angkutan sedimen tegak lurus pantai adalah  $2611,18 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Untuk topografi pantai yang landai, bangunan pengaman pantai yang sesuai untuk pantai Maruni adalah revetment, karena kemampuannya dalam menahan angkutan sedimen yang signifikan.
2. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, dimensi revetment yang disarankan adalah sebagai berikut:

- Jenis bangunan : Revetment
- Elevasi mercu : 3,54 m
- Lebar puncak : 1,72 m
- Kemiringan : 1:2
- Tinggi toe protection : 0,95
- Lebar Toe Protection : 2,96 m

## Referensi

- Bambang Triatmodjo, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Yuwono, Nur. 1982. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Yani, A., 2014, *Studi Perencanaan Pemecah Gelombang Sebagai Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Maratua Kampung Payung-Payung, Kecamatan Maratua, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Saad, N, K., 2021, *Analisis Karakteristik Gelombang Pantai Maruni Kota Manokwari Provinsi Papua Barat*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
- Christina, J. & Putuhena M. V. 2009 *Stability Evaluation Of Sea Wall Construction At Erie Vilage Location Nusaniwe District Amboina City*.
- Yuliamangesti A. A. 2017. *Evaluasi Kinerja Bangunan Pemecah Gelombang (Breakwater) Dipantai Puger Jember*.
- Rizal, N. F. T. 2021. *Perencanaan Pemecah Gelombang Breakwater Di Daerah Pantai Desa Saonek Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat*.
- Sangari, C. P. 2019. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Di Pantai Kalinaung Kabupaten Minahasa Utara*.
- Lalenoh, Leonardo. 2016. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Mangatasik Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa*.
- Lempoy, G. W. S. 2023. *Evaluasi Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Di Desa Borgo Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara*.
- Karundeng, Z. D. P. 2022. *Evaluasi Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Tolondadu Didesa Sondana Kecamatan Bolaang Uki Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan*.
- Yong, A. G. 2019. *Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Di Desa Saonek Kabupaten Raja Ampat*.
- Bernadus, J. M. O. 2023. *Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Paerentek Kecamatan Lambean Timur*.
- Liunsanda, Moses. 2017. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Dipantai Pal Kabupaten Minahasa Utara*.
- Putra, A. S. 2021. *Evaluasi Bangunan Pelindung Pantai Sisi Miring Dalam Upaya Penanggulangan Abrasi Pesisir Pantai*.
- Sarifah, J. Khairul, A. Tanjung, D. 2012. *Analisa Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang (Breakwater) Pada Pelabuhan Ikan Tanjong Tiram*.