



## Evaluasi Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Di Pantai Mokupa Kabupaten Minahasa

Aryandi P. Sumajow<sup>#a</sup>, M. Ihsan Jasin<sup>#b</sup>, Ariestides K. T. Dundu<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>paskahlsumajow@gmail.com, <sup>b</sup>sanyjasin02@yahoo.com, <sup>c</sup>torry@unsrat.ac.id

### Abstrak

Pesisir pantai Mokupa di Kecamatan Tombariri, Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, merupakan area infrastruktur jalan trans sulawesi dan berfungsi sebagai tempat sandar kapal nelayan. jalan trans sulawesi di pantai mokupa ini berada tepat di pesisir pantai, sehingga untuk melindungi infrastruktur tersebut terdapat bangunan pengaman pantai. Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilakukan langsung di lokasi penelitian kondisi eksisting pengaman pantai tembok laut (seawall) yang ada, telah mengalami kerusakan di beberapa bagian sehingga pada saat gelombang tinggi, biasanya air laut dapat menghujam infrastruktur jalan Trans sulawesi yang mengakibatkan akses pengguna jalan terganggu. Berdasarkan masalah tersebut maka akan dilakukan evaluasi kinerja bangunan pengaman untuk mengetahui pengaman tersebut efektif atau tidak efektif terhadap gelombang. Berdasarkan perhitungan run-up terhadap eksisting seawall pada pantai mokupa, di dapat tinggi run-up maksimum yang di akibatkan oleh elevasi HHWL sebesar 0,6348 m, MSL sebesar 1,0350 m, dan LLWL sebesar 0,8280 m, sehingga mengakibatkan terjadi overtopping pada kondisi HHWL sebesar 6,093 m<sup>3</sup>/detik dan pada kondisi MSL sebesar 0,368 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan bahwa pengaman pantai, di lokasi penelitian tidak efektif dari pengaruh gelombang dikarenakan tinggi *Run-up* melebihi bangunan eksisting. Akibat terjadinya kondisi tersebut diperlukan perencanaan ulang pada bangunan pengaman pantai. Dari perhitungan perencanaan ulang di dapatkan dimensi pengaman pantai dengan elevasi mercu 5.24 m, lebar puncak 3.20 m, kemiringan 1;3, tinggi toe protection 2.24 m Lebar toe protecton 4.46 m.

*Kata kunci: Pantai Mokupa, gelombang, evaluasi, run-up, pengaman pantai*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Kabupaten Minahasa adalah salah satu kabupaten yang berada di provinsi sulawesi utara, Indonesia. Ibukota kabupaten ini terletak di kota tondano dengan, luas memiliki luas wilayah ±1.025,85 km<sup>2</sup>.

Daerah pesisir pantai merupakan tempat strategis bagi manusia untuk melakukan kegiatan industri, pariwisata, perdagangan, pelabuhan, dan sebagainya. Pesisir pantai juga merupakan daerah tepi laut yang masih dipengaruhi oleh pasang surut laut, angin laut dan perembesan air laut.

Pesisir pantai Mokupa di Kecamatan Tombariri, Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, merupakan area infrastruktur jalan trans sulawesi dan berfungsi sebagai tempat sandar kapal nelayan, Pengaman pantai yang sudah ada di lokasi penelitian yaitu Tembok laut (seawall). Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilakukan langsung di lokasi penelitian kondisi eksisting pengaman pantai tembok laut (*seawall*) yang ada telah mengalami kerusakan di beberapa bagian yang disebabkan oleh gelombang tinggi.

Berdasarkan dengan masalah tersebut maka akan dilakukan evaluasi kinerja bangunan pengaman pantai yang ada di pantai mokupa dengan memperhitungkan gaya alam yang terdapat

di pantai untuk mengetahui bangunan tembok laut (seawall) tersebut efektif atau tidak efektif terhadap gelombang.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka akan dilakukan evaluasi kinerja bangunan pengaman pantai yang ada di pantai mokupa untuk mengetahui apakah bangunan tembok laut (seawall) masih efektif atau tidak efektif terhadap gelombang.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektifitas kinerja bangunan pengaman pantai di pantai mokupa terhadap gelombang.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai ilmu bidang teknik pantai khususnya bangunan pengaman pantai.
2. Memberikan informasi mengenai langkah yang dapat diambil dalam meningkatkan performa kerja bangunan pengaman pantai dalam melindungi area pantai
3. Sebagai bahan referensi untuk para peneliti khususnya yang meneliti bangunan pengaman pantai tembok laut (*seawall*)

### 1.5. Batasan Masalah

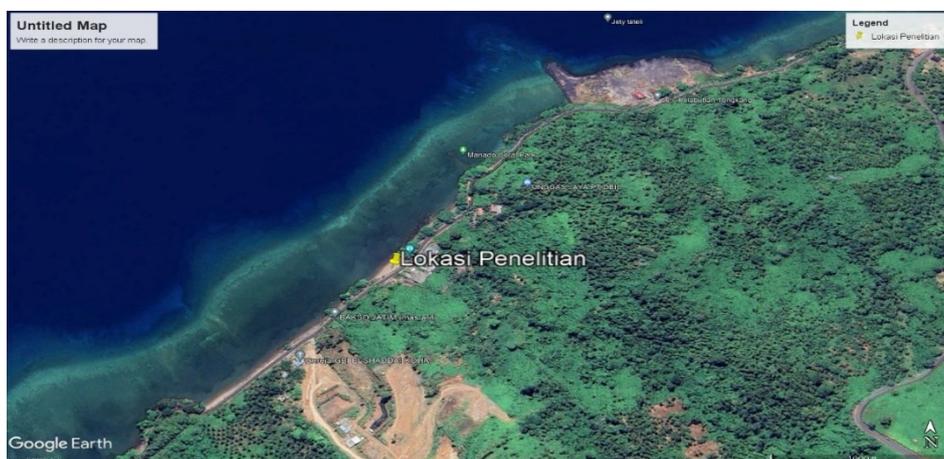
Dalam rangka membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, digunakanlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada daerah Pantai Mokupa, kecamatan tombariri
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi yang terkait.
3. Karakteristik gelombang yang ditinjau adalah tinggi gelombang, periode gelombang, refraksi gelombang.
4. Tinggi dan periode gelombang diperoleh dengan metode hindcasting gelombang.
5. Mengabaikan faktor-faktor bencana alam seperti Tsunami dan lain-lain.

## 2. Metode penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

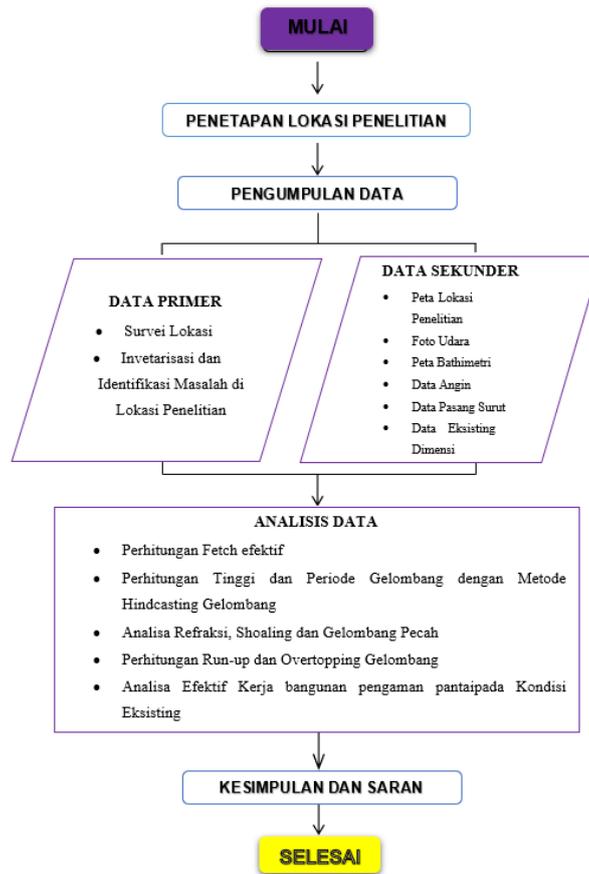
Survey ini dilakukan di Pantai Mokupa, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Dengan koordinat  $1^{\circ}25'44.2''$ LU sampai dengan  $124^{\circ}43'41.9''$ BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Lokasi Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



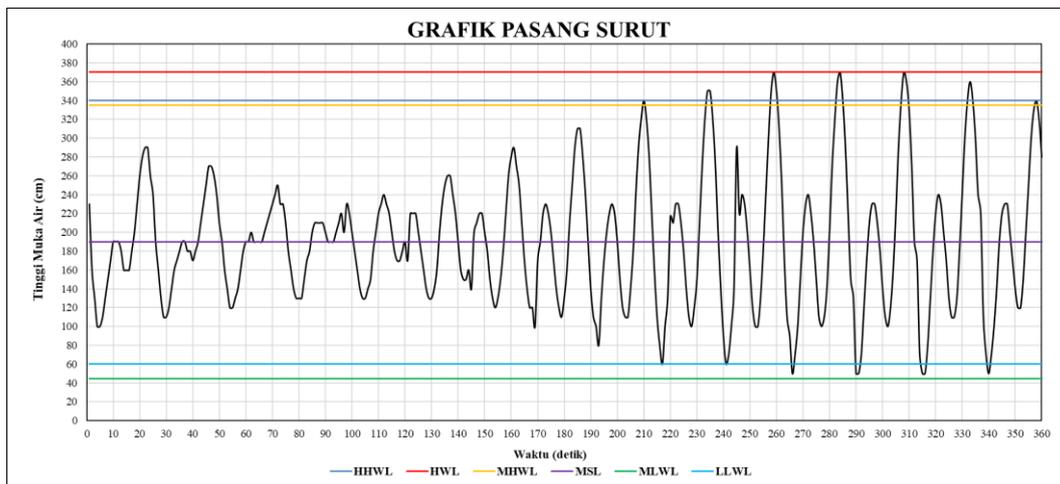
Gambar 2. Bagan Alir

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

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

No	Tanggal	Jam																				Jumlah	Bacan				
		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	3-Dec-2023	23	1,6	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	2,3	2,6	2,8	2,9	2,9	2,6	45,0	1,88
2	4-Dec-2023	24	1,9	1,6	1,3	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,7	2,6	44,8	1,87
3	5-Dec-2023	24	2,1	1,9	1,6	1,4	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	44,8	1,87	
4	6-Dec-2023	23	2,2	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	44,8	1,87
5	7-Dec-2023	20	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,4	1,5	1,8	2,0	2,2	2,3	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,7	1,8	1,9	44,9	1,87
6	8-Dec-2023	1,7	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,4	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,6	2,4	2,2	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6	45,4	1,89
7	9-Dec-2023	1,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	2,8	2,9	2,7	2,5	2,1	1,7	1,4	1,2	1,2	45,6	1,90
8	10-Dec-2023	1,0	1,7	1,9	2,2	2,3	2,2	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,3	1,6	2,1	2,5	2,9	3,1	3,1	2,8	2,4	1,9	1,4	1,1	1,0	45,9	1,91
9	11-Dec-2023	0,8	1,3	1,7	2,0	2,2	2,3	2,2	1,9	1,5	1,2	1,1	1,4	1,8	2,4	2,9	3,2	3,4	3,2	2,8	2,2	1,6	1,1	0,8	46,1	1,92	
10	12-Dec-2023	0,6	1,0	1,3	2,2	2,1	2,3	2,3	2,1	1,8	1,4	1,1	1,0	1,2	1,5	2,1	2,7	3,2	3,5	3,5	3,2	2,7	2,0	1,4	0,9	47,07	1,96
11	13-Dec-2023	0,6	0,7	1,0	1,4	2,0	2,2	2,4	2,3	2,0	1,6	1,2	1,0	1,0	1,3	1,8	2,4	3,0	3,5	3,7	3,5	3,1	2,5	1,7	1,1	47,9	2,00
12	14-Dec-2023	0,9	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,3	2,4	2,2	1,9	1,5	1,1	1,0	1,1	1,4	2,0	2,7	3,2	3,6	3,7	3,4	2,9	2,2	1,5	46,7	1,95
13	15-Dec-2023	1,3	0,5	0,5	0,7	1,2	1,7	2,1	2,3	2,3	2,1	1,8	1,4	1,1	1,0	1,2	1,6	2,2	2,9	3,4	3,7	3,6	3,3	2,7	1,9	46,5	1,94
14	16-Dec-2023	1,7	0,7	0,5	0,5	0,8	1,3	1,8	2,2	2,4	2,3	2,0	1,7	1,3	1,1	1,1	1,3	1,8	2,4	3,0	3,4	3,6	3,4	3,0	2,4	45,7	1,90
15	17-Dec-2023	2,2	1,1	0,7	0,5	0,7	1,0	1,4	1,9	2,2	2,3	2,0	1,7	1,4	1,2	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,3	3,4	3,2	2,8	2,8	45,5	1,90



Gambar 3. Grafik pasang surut Pantai Kawasan Bahu Mall Kota Manado

Di bawah ini adalah perhitungan untuk tipe pasang surut yang ada di lokasi pengukuran, yaitu di Pantai Mokupa, Kecamatan Tombariri, 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 Mokupa Kabupaten Minahasa (Analisis Data, 2023)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	191	110	35	14	42	26	1	12	9	14
g°	0,00	141,2	212,4	267,3	341,2	115,0	181,1	329,7	212,4	341,2

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

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	340,00
HWL	cm	370,00
MHWL	cm	335,30
MSL	cm	190,00
MLWL	cm	44,67
LLWL	cm	60,00
Range	cm	263,04

1. Perhitungan Angin, Arah Angin dan Tekanan Angin

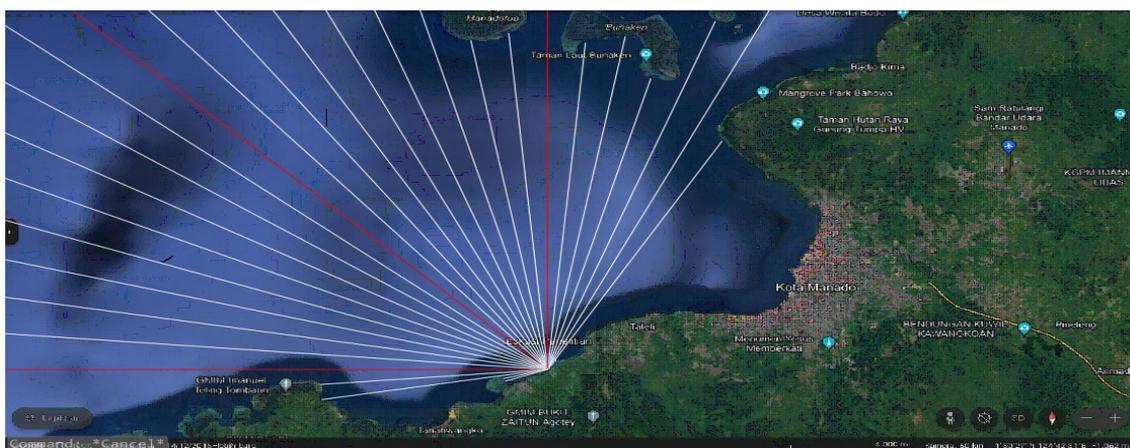
Untuk perhitungan dibawah ini menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pantai Mokupa, Kecamatan Tombariri, Minahasa.

**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 <sub>A</sub> = R <sub>T</sub> . R <sub>L</sub> . U <sub>10</sub>
<b>2019</b>						
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 Mokupa, Kecamatan Tombariri, 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	$(\alpha)$	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fcos( $\alpha$ )	cos( $\alpha$ )	Feff (km)
		(m)	(km)			
UTARA (N)	-20	200000	200,000	188	0,940	80,850
	-15	200000	200,000	193	0,966	
	-10	21788	21,788	21	0,985	
	-5	22008	22,008	22	0,996	
	0	200000	200,000	200	1,000	
	5	21429	21,429	21	0,996	
	10	22053	22,053	22	0,985	
	15	19672	19,672	19	0,966	
TIMUR LAUT (NE)	20	24200	24,200	23	0,940	43,442
	-20	200000	200,000	188	0,940	
	-15	200000	200,000	193	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	
TENGGARA (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	114,427
	0	200000	200,000	200	1,000	
	5	11249	11,249	11	0,996	
	10	11292	11,292	11	0,985	
	15	2273	2,273	2	0,966	
	20	2184	2,184	2	0,940	
	-20	200000	200,000	188	0,940	
	-15	200000	200,000	193	0,966	

<b>BARAT LAUT (NW)</b>	-20	200000	200,000	188	0,940	<b>200,000</b>
	-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	
					<b>F<sub>eff</sub> (total)</b>	<b>438,718</b>
					<b>F<sub>eff</sub> (dominan)</b>	<b>200,000</b>

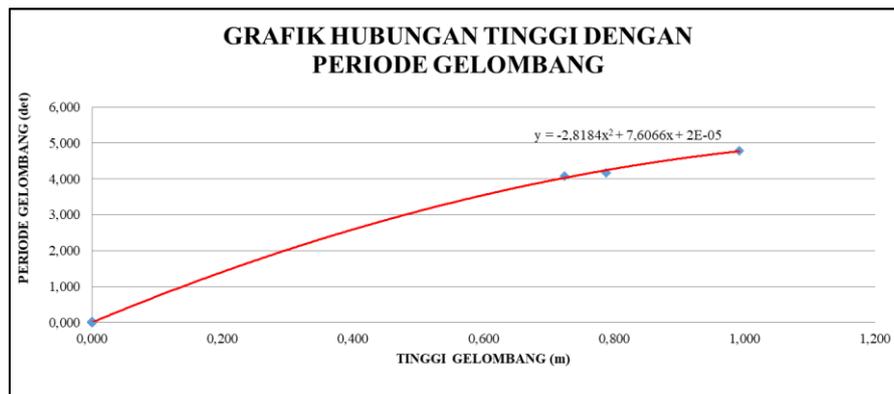
**Tabel 6.** Perhitungan Fetch Efektif Hasil dari Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin (Analisa Data, 2023)

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		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)		0,787			W	0,787
	T (det)		4,176				4,176
MAX TIAP ARAH	H (m)	0,992	0,787	0,000	0,000	NW	0,992
	T (det)	4,785	4,176	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 <sub>o</sub>	d	H <sub>o</sub>	T	Lo	d/Lo	d/L	L	C <sub>o</sub>	C	sin a	a	cos a <sub>o</sub> /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' <sub>o</sub>	H' <sub>o</sub> /gT <sup>2</sup>	m	Hb/H' <sub>o</sub>	Hb
1,1181	0,0050	0,0065	1,15	1,286
1,0543	0,0051	0,0071	1,14	1,202
0,9775	0,0053	0,0089	1,13	1,105
0,8092	0,0049	0,0098	1,16	0,939
0,7020	0,0036	0,0101	1,27	0,892
0,9264	0,0039	0,0102	1,25	1,158

3.6. Analisa Perhitungan Run-Up

Berdasarkan data yang ada, diketahui bahwa letak seawall berada pada kedalaman 3 meter di bawah MSL. Berikut merupakan contoh perhitungan run-up pada seawall pada kedalaman 0 m, yang diukur dari SML.

H<sub>o</sub> = 0.992 m

T = 4.773 det

ds = 3.4 m (kedalaman di kaki bangunan)

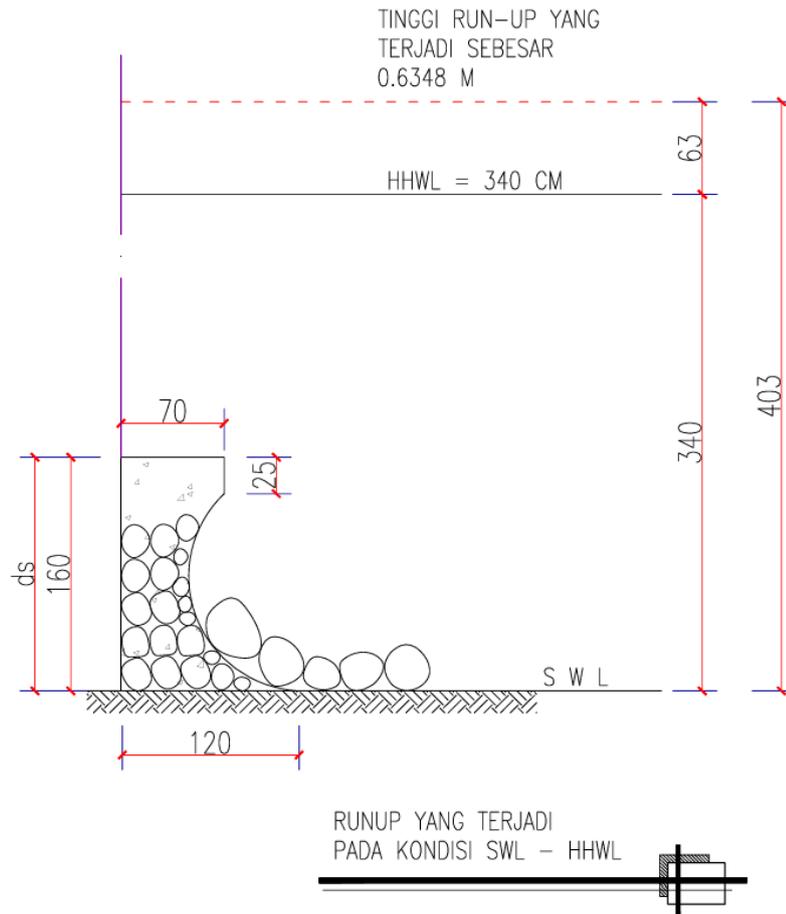
Kr = 1.030

Tinggi run-up pada seawall selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Perhitungan Tinggi Run-Up

Muka Air Diam	Sea Level Rise	H <sub>o</sub>	Koefisien Refraksi	H' <sub>o</sub>	Periode	H' <sub>o</sub> /gT <sup>2</sup>	Kedalaman di kaki Bangunan (ds)	ds/H' <sub>o</sub>	R/H' <sub>o</sub>
SWL (m)	(SLR)	(m)		(m)	(det)		(m)		
HHWL	0,2	0,992	1	1,0218	4,773	0,0046	3,4	3,3263	0,5400
MSL	0,2	0,992	1	1,0218	4,773	0,0046	1,9	1,8588	0,88
LLWL	0,2	0,992	1	1,0218	4,773	0,0046	0,6	0,5870	0,82

k	Tinggi Run Up	ds+R	Tinggi Bangunan	Keterangan
	R (m)		h (m)	
1,15	0,6348	4,03	1,6	Overtopping
1,15	1,0350	2,94	1,6	Overtopping
1,15	0,8280	1,43	1,6	Non Overtopping



**Gambar 6.** Run-Up yang Terjadi pada Kondisi SWL-HHWL

### 3.7. Analisa Perhitungan Overtopping

Perhitungan Overtopping merupakan kelanjutan dari perhitungan run-up, Dimana overtopping dapat terjadi bila besar run-up gelombang lebih tinggi dari tinggi bangunan, dan dapat ditulis sebagai berikut :

$$U \leq \frac{h - d_s}{R} = < 1.0$$

Dimana :

h = tinggi bangunan

ds = kedalaman air di kaki bangunan

R = besar *run-up* gelombang

Berikut merupakan contoh perhitungan overtopping pada seawall pada kedalaman 0 m, yang diukur dari HWS.

Diketahui :

$H'_0 = 1,0218$  m

T = 4,733 det

ds = 3,4 m

R = 0,635 m (dari perhitungan sebelumnya)

h = 1,6 m

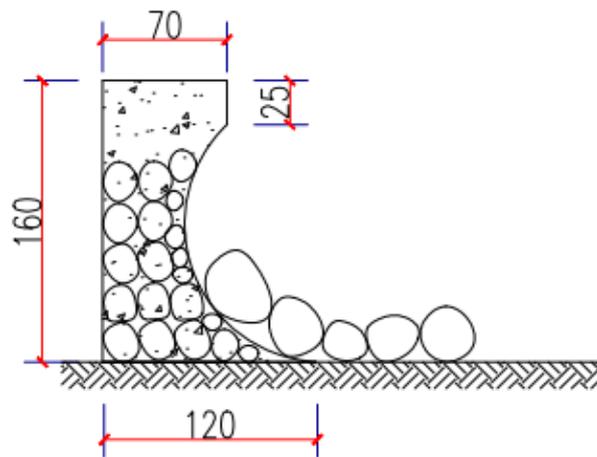
**Tabel 11.** Perhitungan Besar Overtopping

Muka Air Diam (SWL) (m)	H'o	Periode (det)	$H'o/gT^2$	Kedalaman di Kaki Bangunan ds (m)
HHWL	1,0222	4,7730	0,0046	3,4
MSL	1,0222	4,7730	0,0046	1,9
LLWL	1,0222	4,7730	0,0046	0,6

ds/H'o	Tinggi Run-Up R (m)	a	Qo*	g	tinggi bangunan (h) (m)	Overtopping (Q) (m <sup>3</sup> /det)
3,3263	0,6348	0,055	0,0028	9,81	1,6	6,09399
1,8588	1,0350	0,055	0,0028	9,81	1,6	0,368452212
0,5870	0,8280	0,055	0,0028	9,81	1,6	

### 3.8. Dimensi Seawall Di Pantai Mokupa

Tembok laut di Pantai Mokupa terdapat area yang terdampak limpasan *overtopping* dikarenakan tinggi *run-up* yang ada telah melebihi tinggi bangunan.

**Gambar 7.** Dimensi Seawall di Pantai Mokupa

Tembok laut yang ada tidak diperuntukkan untuk meredam energi gelombang secara langsung. Oleh karena itu, dalam beberapa kasus seperti curah hujan yang tinggi dan badai lokal yang terjadi, tembok laut yang ada tidak dapat menahan *overtopping* yang terjadi apabila permukaan muka air naik disertai dengan tingginya gelombang yang ada.

Melihat fakta yang terjadi di lapangan, bahwa bangunan yang didesain tidak menggunakan pemantul gelombang mengakibatkan terjadinya *overtopping*, maka perlu adanya tahap desain kembali untuk memperbaiki fungsi bangunan tersebut.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan run-up terhadap eksisting seawall pada pantai mokupa, di dapat tinggi run-up maksimum yang di akibatkan oleh elevasi HHWL sebesar 0,6348 m, MSL sebesar 1,0350 m, dan LLWL sebesar 0,8280 m, sehingga dari hasil tersebut terjadi *overtopping* pada kondisi HHWL sebesar 6,093 m<sup>3</sup>/detik dan pada kondisi MSL sebesar 0,368 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pengaman pantai, di lokasi penelitian tidak aman dari pengaruh gelombang dikarenakan tinggi *Run-up* melebihi bangunan eksisting. akibat terjadinya run-up dan *overtopping* sehingga diperlukan perencanaan ulang pada bangunan pengaman pantai. Dari perhitungan perencanaan ulang di dapatkan dimensi pengaman pantai yang direkomendasikan adalah:

- Elevasi mercu = 5,24 m
- Lebar puncak = 3,20 m
- Kemiringan = 1:3
- Tinggi toe protection = 2,24 m
- Lebar toe protecton = 4,46 m

## Referensi

Andrew Purnomo, M. Ihsan Jasin, Hansje J. Tawas, Analisa Kinerja Breakwater Terhadap Gelombang di Kawasan Pelabuhan Manado. TEKNO Vol.21 No.85, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi Manado.

A. Rimadantia, S., M. I. Jasin, F. Halim, "EVALUASI KINERJA BREAKWATER TERHADAP GELOMBANG DI KAWASAN PELABUHAN MANADO," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 4, pp. 211–224, 2018.

Brenda Tarore, Ariestides K.T. Dundu, M. Ihsan Jasin, Evaluasi Kinerja Bangunan Pengaman Pantai di Kawasan Bahu Mall Kota Manado. TEKNO Vol.22 No.87, Tahun 2024 p-ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi Manado.

Gideon Lempoy. Arthur H. Thambas, Hansje J. Tawas, Evaluasi kinerja bangunan pengaman pantai di desa borgo kecamatan tombariri kabupaten minahasa provinsi Sulawesi utara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.21 No.85, Agustus 2023 ISSN: 0215-9617. 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.

Zulfikry Karundeng, Tommy Jansen, M. Ihsan Jasin, Evaluasi kinerja bangunan pengaman pantai tolondadu di desa sondana kecamatan bolaang uki kabupaten bolaang mongondow selatan. *Tekno*, Vol.20