



Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Di Pantai Lilang Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara

Gideon C. G. Corinus^{#a}, Jeffrey D. Mamoto^{#b}, M. Ihsan Jasim^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^agideoncorinis99@gmail.com; ^bjeffreymamoto@unsrat.ac.id; ^csanyjasin02@yahoo.com

Abstrak

Pantai Lilang berada di Kecamatan Kema, 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 Baho, 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 1:2, Lebar *Toe Protection* 4.2 m, serta Tinggi *Toe Protection* 1.57 m.

Kata kunci: Pantai Lilang, 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 Lilang yang berada di Kecamatan Kema, Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara adalah salah satu pantai yang pesisirnya dijadikan sebagai pemukiman serta tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Menurut informasi warga, bangunan pengaman Pantai yang dibangun masih sering terjadi overtopping, sehingga perlu dilakukan perencanaan kembali.

Sehubungan dengan kondisi tersebut maka pada kajian ini akan dilakukan perencanaan bangunan yang sesuai berdasarkan analisis yang dilakukan dengan memperhitungkan gaya alam

yang terdapat di sekitar pantai untuk mengetahui bangunan Revetment yang baru lebih efektif atau tidak terhadap pengaruh abrasi dan sedimentasi di desa Tambala.

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 Tambala, Tombariri.

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 Lilang, Kecamatan Kema
2. Perencanaan pengaman pantai menggunakan data yang sudah ada.
3. Tidak memperhitungkan Rincian Anggaran Biaya

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

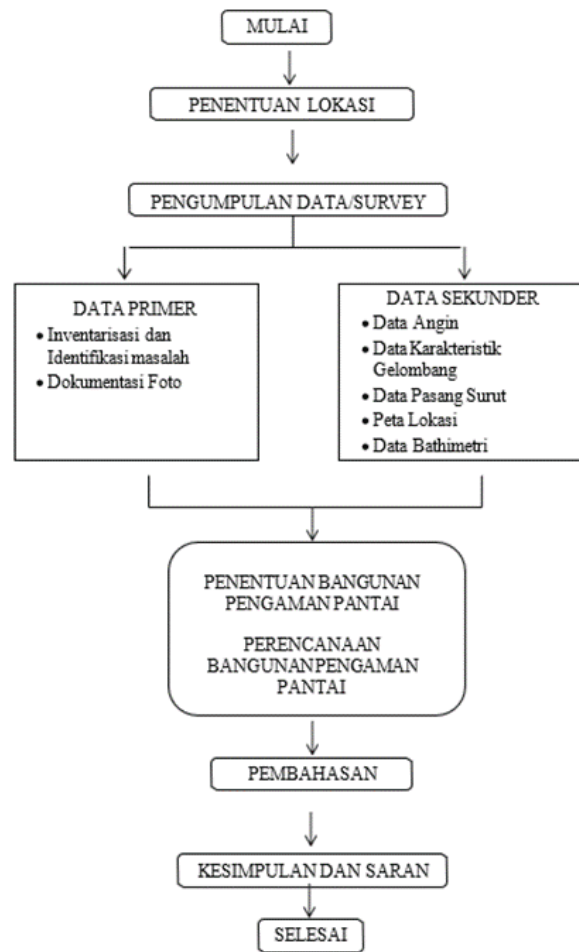
Lokasi Penelitian terletak di Pantai Lilang Kecamatan Kema, Minahasa Utara yang secara geografis berada $1^{\circ}19'34''N$ $125^{\circ}03'56''E$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Bagian Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagian Alir

3. Analisis

3.1. Pasang Surat dan Penentuan Elevasi Muka Air

Tabel 1. Total Tinggi dan Arah Gelombang

Arah	Tinggi Gelombang (m)						Total
	< 0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	> 2.5	
Utara	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Timur Laut	7.491	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.49
Timur	2.935	0.803	0.000	0.000	0.000	0.000	3.74
Tenggara	4.267	1.193	0.012	0.000	0.000	0.000	5.47
Selatan	17.029	18.942	0.000	0.000	0.000	0.000	35.97
Barat Daya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Barat	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Barat Laut	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Bergelombang						=	52.67
Tidak Bergelombang (<i>calm</i>)						=	47.33
Tidak Tercatat						=	0.00
T o t a l						=	100.00

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

3.2. Perhitungan Angin, Arah Angin dan Tekanan Angin

Tabel 2. Total kejadian angin 20 Tahun Pantai Lilang

Arah	Jumlah Jam					Total	Persentase					Total
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20		< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	
Utara	21152	5506	1	0	0	26659	12.06	3.14	0.00	0.00	0.00	15.21
Timur Laut	10742	2345	3	0	0	13090	6.13	1.34	0.00	0.00	0.00	7.47
Timur	6358	142	0	0	0	6500	3.63	0.08	0.00	0.00	0.00	3.71
Tenggara	9078	458	0	0	0	9536	5.18	0.26	0.00	0.00	0.00	5.44
Selatan	30521	30815	1662	3	0	63001	17.41	17.58	0.95	0.00	0.00	35.93
Barat Daya	14574	2048	2	0	0	16624	8.31	1.17	0.00	0.00	0.00	9.48
Barat	10379	783	3	0	0	11165	5.92	0.45	0.00	0.00	0.00	6.37
Barat Laut	22132	5274	5	0	0	27411	12.62	3.01	0.00	0.00	0.00	15.63
Berangin						= 173986						= 99.24
Tidak Berangin						= 1334						= 0.76
Tidak Tercatat						= 0						= 0.00
Total						= 175320						= 100.00

Dari hasil analisis pasang surut, dapat ditentukan nilai elevasi referensi seperti LLWL, MSL dan HHWL yang selanjutnya akan digunakan sebagai referensi desain. Semua elevasi pengukuran yang ada akan ditarik dari nilai BM yang telah terkoreksi dengan benar berdasarkan nilai pengamatan pasang surut.

Tabel 3. Elevasi Acuan Pasang Surut Pantai Lilang

NO	DESCRIPTION	Elevation (m)		Ket.
		Peil Schale	From LWL	
1	HHWL (Highest High Water Level)	1.536	1.393	HWL
2	MHWS (Mean High Water Spring)	1.492	1.349	
3	MHWL (Mean High Water Level)	1.052	0.909	
4	MSL (Mean Sea Level)	0.711	0.568	MSL
5	MLWL (Mean Low Water Level)	0.354	0.211	
6	MLWS (Mean Low Water Spring)	0.165	0.022	
7	LLWL (Lowest Low Water Level)	0.143	0.000	LWL

3.3. Hindcasting Gelombang

Gelombang yang berpengaruh di Pantai Lilang adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin dari 4 arah mata angin yaitu dari arah Timur Laut, Timur, Tenggara dan Selatan. Arah gelombang laut yang berpengaruh di Pantai Lilang dan Daerah Pembangkitannya ditunjukkan dalam peta pada Gambar 3.



Gambar 3. Fetch Lokasi Penelitian

Tabel 4. Perhitungan Fetch Efektif Hasil Dari Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak	Jarak	Fcos (α)	Cos (α)	Feff
		(m)	(km)			(km)
UTARA (N)	-		0.000	0.000	0.94	0.000
	-		0.000	0.000	0.96	
	-		0.000	0.000	0.98	
	-5		0.000	0.000	0.99	
	0		0.000	0.000	1	
	5		0.000	0.000	0.99	
	10		0.000	0.000	0.98	
	15		0.000	0.000	0.96	
	20		0.000	0.000	0.94	
TIMUR LAUT (NE)	-		0.000	0.000	0.94	173.750198
	-		12.730	12.296	0.96	
	-		13.413	13.209	0.98	
	-5		14.572	14.517	0.99	
	0		14.643	14.643	1	
	5		11.197	11.154	0.99	
	10		11.223	11.052	0.98	
	15		11.518	11.126	0.96	
	20		13.159	12.365	0.94	
TENGGARA (SE)	-		200.000	187.9385	0.94	200
	-		200.000	193.1851	0.96	
	-		200.000	196.9615	0.98	
	-5		200.000	199.2389	0.99	
	0		200.000	200	1	
	5		200.000	199.2389	0.99	
	10		200.000	196.9615	0.98	
	15		200.000	193.1851	0.96	
	20		200.000	187.9385	0.94	
SELATAN (S)	-20		200.000	187.93852	0.940	111.398295
	-15		200.000	193.18517	0.966	
	-10		200.000	196.96155	0.985	
	-5		200.000	199.239	0.996	
	0		200.000	200.000	1	
	5		0	0.000	0.996	
	10		0	0.000	0.985	
	15		0	0.000	0.966	
	20		0	0.000	0.940	
BARAT DAYA (SW)	-20		0	0.000	0.940	0
	-15		0	0.000	0.966	
	-10		0	0.000	0.985	
	-5		0	0.000	0.996	
	0		0	0.000	1	
	5		0	0.000	0.996	
	10		0	0.000	0.985	
	15		0	0.000	0.966	
	20		0	0.000	0.940	
BARAT (W)	-20		0	0.000	0.940	0
	-15		0	0.000	0.966	
	-10		0	0.000	0.985	
	-5		0	0.000	0.996	
	0		0	0.000	1	
	5		0	0.000	0.996	
	10		0	0.000	0.985	
	15		0	0.000	0.966	
	20		0	0.000	0.940	
BARAT LAUT (NW)	-20		0	0.000	0.940	0.000
	-15		0	0.000	0.966	
	-10		0	0.000	0.985	
	-5		0	0.000	0.996	
	0		0	0.000	1	
	5		0	0.000	0.996	
	10		0	0.000	0.985	
	15		0	0.000	0.966	

	20		0	0.000	0.940	
Feff (total)						496.588
Feff (Dominan)						200

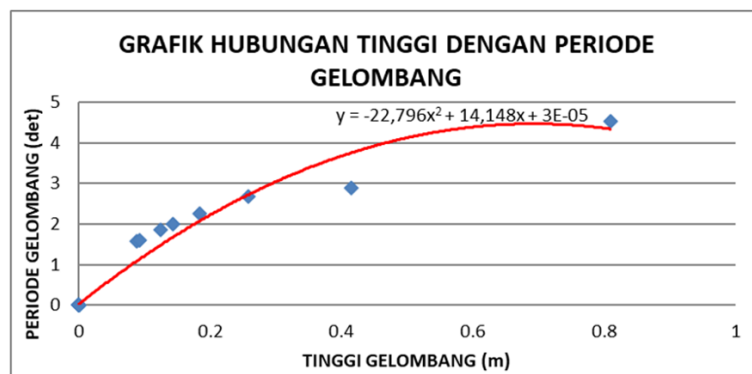
Tabel 5. Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Dari Masing-masing *Fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang					Max Tiap Bulan	
		N	S	SW	W	SSE	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0.645		0.506		0.000	N	0.645
	T (det)	3.945		3.698		0.000		3.945
FEBRUARI	H (m)	0.566	0.589			0.000	S	0.589
	T (det)	3.811	3.852			0.000		3.852
MARET	H (m)	0.598	0.124				N	0.598
	T (det)	3.867	1.855					3.867
APRIL	H (m)		0.535			0.000	S	0.535
	T (det)		3.754			0.000		3.754
MEI	H (m)		0.138	0.111	0.000		S	0.138
	T (det)		1.957	1.753	0.000			1.957
JUNI	H (m)		0.065	0.091			SW	0.091
	T (det)		1.339	1.585				1.585
JULI	H (m)		0.116	0.000			S	0.116
	T (det)		1.793	0.000				1.793
AGUSTUS	H (m)		0.538				S	0.538
	T (det)		3.759					3.759
SEPTEMBER	H (m)		0.565	0.066			S	0.565
	T (det)		3.809	1.355				3.809
OKTOBER	H (m)		0.100	0.120			SW	0.120
	T (det)		1.665	1.825				1.825
NOVEMBER	H (m)		0.115		0.000	0.485	SSE	0.485
	T (det)		1.787		0.000	3.656		3.656
DESEMBER	H (m)	0.125		0.136	0.000	0.725	SSE	0.725
	T (det)	1.859		1.939	0.000	4.401		4.401
MAX TIAP ARAH	H (m)	0.645	0.589	0.506	0.000	0.725	SSE	0.725
	T (det)	3.945	3.852	3.698	0.000	4.401		4.401

Didapat pada Bulan Desember arah Selatan menenggara paling maksimum dengan :
Tinggi Gelombang (H) = 0,725 Meter; Periode Gelombang (T) = 4,401 Detik

3.4. Analisis Transformasi Gelombang

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



Gambar 4. Hubungan Tinggi Gelombang dan Periode Gelombang

Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapatkan persamaan :

$$Y = - 8.1126yx^2 + 11.138x + 0.0543$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Shoaling berdasarkan grafik hubungan

Tabel 6. Perhitungan Shoaling

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
4.623571	2.16283	1.69	5.91716	0.5	0.5015	0.833234	0.779046	0.470507
15.33072	0.521828	0.6105	13.10401	0.5	0.5036	1.131008	1.161562	0.618122
20.99316	0.238173	0.404	12.37624	0.5	0.5317	1.366626	1.595117	1.347463
23.86298	0.083812	0.1991	10.0452	0.5	0.7063	1.565694	1.681693	3.547891
591.9948	0.001689	0.1357	7.369197	0.5	0.8204	8.990848	48.96008	1561.755

Tabel 7. Perhitungan Refraksi

ao	d	Ho	T	Lo	d/Lo	d/L	L
45	10	0.725	1.722	4.624	2.163	1.6900	5.917
64.8155	8	0.471	3.135	15.331	0.522	0.6105	13.104
50.6696	5	0.618	3.668	20.993	0.238	0.4040	12.376
27.1299	2	1.347	3.911	23.863	0.084	0.1991	10.045
11.0671	1	3.548	-19.480	591.995	0.002	0.1357	7.369

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah

H'o	H'o/gT ²	m	Hb/H'o	Hb
0.9304	0.0320	0.0520	1.10	1.023
0.4051	0.0042	0.0477	1.28	0.518
0.3875	0.0029	0.0379	1.28	0.496
0.8013	0.0053	0.0206	1.21	0.970
0.0725	0.0000	0.0358	1.24	0.090
0.0000	0.0000	0.0271	1.30	0.000

3.5. 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 february dari arah Barat laut.

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:

$$\begin{aligned}
 f=d (D) &= 0.49 \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 H_b &= 1.02345 \text{ m} \\
 \alpha_b &= 45^\circ \\
 \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$Qs = \frac{cb}{(\rho s - \rho) \times g \times D}$$

$$rb = \rho s \times U_*^2$$

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

Jawaban:

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

$$= 0.495$$

$$rb = 2650 \times 0.495^2$$

$$= 649.250$$

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

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

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

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

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

Didapat nilai angkutan sedimen tegak lurus pantai adalah **2621,200 m³/tahun**.

3.6. Perhitungan Gelombang Rencana dan Gelombang Pecah untuk Revetment

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

$$Hb = 0,725 ds$$

Keterangan :

Hb = Tinggi gelombang pecah

ds = Kedalaman air lokasi bangunan

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

Elevasi dasar revetment direncanakan LLWL= 0,14 m . Ketinggian muka air pada ujung bangunan sebesar HHWL= 1,53 m dari dasar laut, sehingga didapatkan ds = HHWL. dari penjelasan diatas maka untuk perhitungan gelombang rencana pada revetment Pantai Lilang adalah sebagai berikut :

$$ds = HHWL = 1,53 \text{ m}$$

$$Hb = 0,725 \times ds = 0,725 \times 1,53 = 1,113 \text{ m}$$

$$Hd = Hb = \mathbf{1,113 \text{ m}}$$

3.7. 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) yang merupakan fungsi dari bilangan *Irrabaren* (Ir)

Fb : Tinggi jagaan direncanakan = 0,5 meter

- *Run-up* gelombang

Direncanakan :

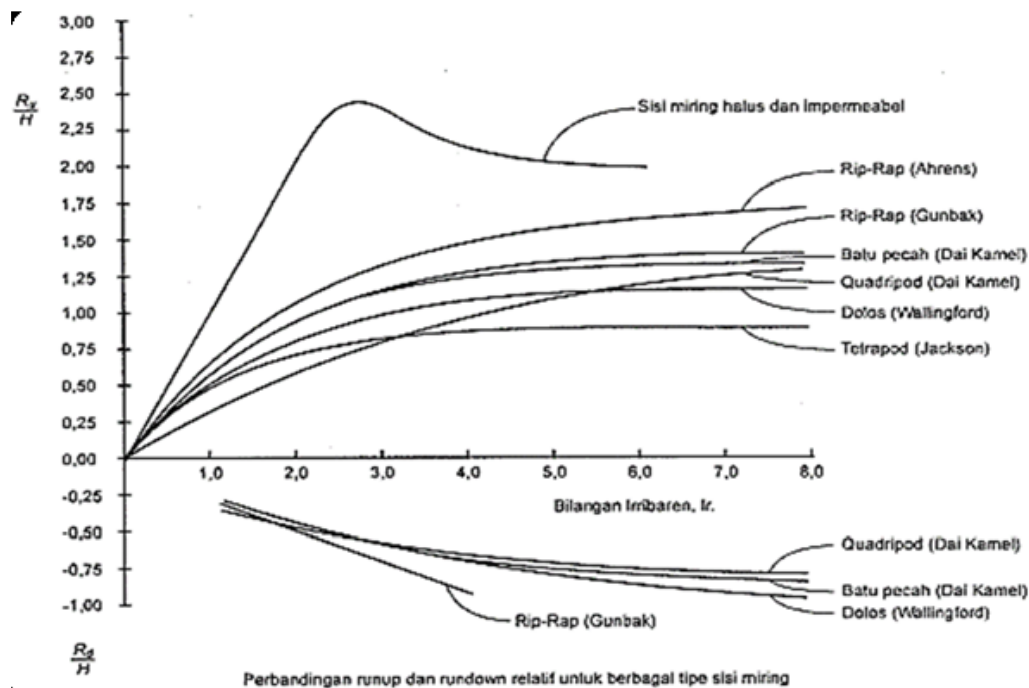
Jenis bangunan = Revetment

Lapis lindung = Blok beton

Tinggi gelombang (Hd) = 1,113 meter

$$- Lo = 1,56 T^2 = 1,56 \times 4,401^2 = 30,23 \text{ meter}$$

$$- I_r = \frac{tg \theta}{\left(\frac{T}{L_o}\right)^{0.5}} = \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{3.939}{23.45}\right)^{0.5}} = 1,39$$



Gambar 5. Grafik Run Up Gelombang

Berdasarkan bilangan *Irrabaren*, diperoleh:

$$\frac{R_u}{H} = 1.2$$

$$R_u = 1,26 / H = 1,26 / 1,113 = 1,317$$

$$\text{Elevasi Mercu} = \text{DWL} + R_u + F_b = 1,344 + 1,317 + 0,5 = 3,16 \text{ m}$$

3.8. Perhitungan Lapisan Lindung

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

- Lapisan Pelindung luar (*armour stone*)

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

$$= \frac{2.3 \times 2.975^3}{6.5 \times \left(\frac{2.3}{1.025} - 1\right)^3 \times 2}$$

$$= 2,485 \text{ ton} = \mathbf{2485 \text{ kg}}$$

Tebal Lapis Lindung (t_1)

Untuk nilai dari Koefisien Lapis (K_Δ) = 1,10

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

$$= 2 \times 1,10 \times (0,229/2,3)^{1/3} = \mathbf{1.02m}$$

- Lapis Pelindung kedua (*Secondary stone*)

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \text{ untuk } S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_\alpha}$$

Dimana : γ_r = berat jenis batu (2,65 t/m³)

γ_α = berat jenis air laut (1,025 t/m³)

$$\begin{aligned} \blacksquare W_1 &= \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \\ &= \frac{2,65 \times 1,113^3}{6,5 \times \left(\frac{2,65}{1,025} - 1\right)^3 \times 2} \\ &= 0,1271 \text{ ton} = \mathbf{127 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Lapis kedua menggunakan batu boulder, sehingga:

$$\begin{aligned} - W_2 &= \frac{W}{10} = \frac{229}{10} \\ &= 0,0229 \text{ ton} \\ &= \mathbf{22,9 \text{ kg}} \end{aligned}$$

- Diameter batu

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{0,229}{2,65}\right)^{\frac{1}{3}} = \mathbf{0,442 \text{ m}}$$

3.9. Toe Protection

Perhitungan tinggi *Toe Protection* dengan r (tebal lapis pelindung ($r \sim 2H$) = 1.58 m:

- Tebal Lapis Lindung (t_2)

Untuk nilai dari Koefisien Lapis (K_Δ) = 1,10. (lih. Lampiran)

$$\begin{aligned} t_2 &= n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} = 2 \times 1,10 \times \left(\frac{0,229}{2,65}\right)^{\frac{1}{3}} \\ &= \mathbf{0,363 \text{ m}} \end{aligned}$$

Tinggi gelombang rencana Hd = **1.113m**, maka:

Tinggi *Toe Protection* (t) = **1.02 m**

Lebar *Toe Protection* = Diambil B = 2H = 2 x 1.113
= **2.226 m**

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

$$\begin{aligned} \text{Berat butir } Toe Protection &= W_{\text{toe}} = 0.5 \times 1393 \\ &= 0.0145 \text{ ton} \\ &= \mathbf{14.5 \text{ kg}} \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan permasalahan yang ada di pantai Lilang 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 = 3.16 m.
- Lebar puncak = 1.53 m
- Kemiringan = 1 : 2
- Tinggi toe protection = 1.06 m
- Lebar toe protection = 2.226 m

Referensi

- 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.
- 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.
- 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