

PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN PANTAI DI PANTAI KALINAUNG KABUPATEN MINAHASA UTARA

Cristabella Pamfilia Sangari

T. Jansen, H. Tawas

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi

Email: xiurafei@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Kalinaung yang terletak pada daerah Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara merupakan kawasan yang digunakan oleh masyarakat setempat sebagai tempat mata pencaharian yang sebagian warga setempat adalah nelayan. Pada daerah Pantai Kalinaung juga menjadi kawasan wisata dengan adanya resort serta menjadi pemukiman sebagian masyarakat desa Kalinaung. Namun pantai Kalinaung mulai terancam erosi yang menyebabkan semakin mundurnya garis pantai memberikan dampak negatif pada warga sekitarnya yang bermukim dekat garis pantai. Hal ini dapat merugikan masyarakat setempat serta mengganggu aktivitas sehari-hari warga setempat. Oleh sebab itu, untuk mencegah terjadi kerusakan yang lebih parah maka dibangun bangunan pelindung pantai berupa groin sesuai dengan kondisi setempat.

Hal – hal yang diperlukan dalam perencanaan groin sendiri yaitu data primer dan sekunder. Data – data tersebut berupa data angin, data pasang surut serta batimetri pantai Kalinaung. Dari data – data tersebut kemudian akan diolah untuk mendapatkan data gelombang dan angkutan sedimen pantai.

Berdasarkan hasil analisa dari data-data yang ada, di dapat groin dengan dimensi: Panjang 50 meter, lebar bangunan 2 meter, kemiringan 1 : 2. Direncanakan terdapat 4 buah groin. Dengan fungsi bangunan untuk mengurangi transport sedimen dan menahan energi gelombang.

Kata Kunci: *Pantai Kalinaung, Erosi, Bangunan Pengaman Pantai, Groin.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai Kalinaung merupakan salah satu tempat pariwisata serta tempat mata pencaharian sebagai nelayan bagi masyarakat desa Kalinaung. Pantai Kalinaung terletak di Kabupaten Minahasa Utara dengan letak geografis pantai Kalinaung berada pada posisi koordinat 1°37'28.01"U dan 125° 8'41.61"T. Pantai ini berada dalam wilayah administrasi kecamatan Likupang Timur.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan masyarakat setempat di lokasi penelitian, diketahui bahwa masalah yang terjadi di daerah pantai Kalinaung adalah erosi pantai yang menyebabkan mundurnya garis pantai. Selain karena kondisi alam dan proses yang terjadi secara alami (angin, arus dan gelombang), aktivitas manusia menjadi salah satu faktor utama penyebab terjadinya erosi. Bahkan pada musim-musim tertentu, aktivitas masyarakat terhambat oleh karena fasilitas umum seperti jalan raya yang terabrasi serta sebagian masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan terganggu oleh karena erosi yang terjadi. Oleh sebab itu, maka diperlukan kajian terhadap penanganan masalah kerusakan yang terjadi di daerah pantai Kalinaung

berupa suatu perencanaan desain bangunan pengaman pantai.

Rumusan Masalah

Dikarenakan kerusakan yang terjadi pada pantai Kalinaung akibat erosi yang menyebabkan terjadinya kemunduran garis pantai sehingga dapat merugikan masyarakat oleh karena rusaknya fasilitas yang ada berupa mengancam pemukiman warga, merusak fasilitas publik, sehingga diperlukan perencanaan bangunan pengaman pantai pada daerah pantai Kalinaung.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini, batasan masalah diambil pada:

- i) Daerah yang di tinjau hanya pada daerah Pantai Kalinaung Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara.
- ii) Analisis finansial tidak diperhitungkan.
- iii) Mengabaikan faktor bencana alam seperti tsunami dan lain-lain.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jenis bangunan pengaman pantai serta

dimensi atau bentuk layout dan desain bangunan/struktur pengaman pantai.

Manfaat Penelitian

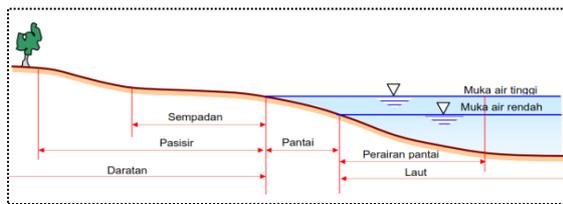
Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat antara lain:

- i) Untuk mengetahui jenis bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan masalah yang terjadi pada pantai Kalinaung.
- ii) Untuk menjadi bahan pertimbangan bagi pihak terkait sebagai solusi penang-gulangan masalah yang terjadi di daerah pantai Kalinaung.

LANDASAN TEORI

Gambaran Umum Pantai

Istilah pantai sering rancu dalam pemakaiannya yaitu antara *coast* (pesisir) dan *shore* (pantai).



Gambar 1. Definisi Pantai dan Batasan Pantai
 Sumber : <http://eprints.undip.ac.id/>

Gelombang

Gelombang laut adalah satu fenomena alam yang sering terjadi di laut. Gelombang laut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan laut secara vertikal yang membentuk kurva/grafik sinusoidal.

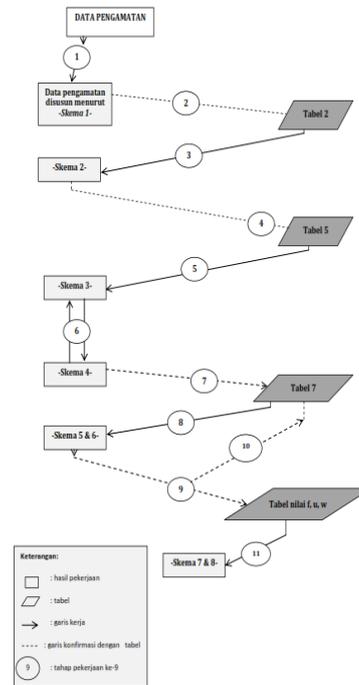
Pasang Surut

Apabila seseorang berdiri di pantai dalam waktu yang cukup lama, maka orang tersebut akan merasakan bahwa kedalaman selalu berubah-ubah sepanjang waktu. Pada mulanya muka air rendah, beberapa waktu kemudian menjadi tinggi dan akhirnya mencapai maksimum. Setelah itu muka air turun kembali sampai elevasi terendah dan kemudian naik kembali. Perubahan elevasi muka air laut sebagai fungsi waktu tersebut disebabkan oleh adanya pasang surut.

Pasang Surut Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut

selam 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan keteringgalan *phasa* dari sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL). Tinggi muka air laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu *bench mark* tertentu yang dijadikan acuan leveling di daerah survey.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode Admiralty
 Sumber : <http://laboseanografi.mipa.unsri.ac.id/>

Angkutan Sedimen Pantai

Angkutan sedimen yang terjadi di pantai merupakan akibat dari gabungan antara osilasi gelombang dengan aliran searah yang berupa arus sejajar pantai. Gabungan arus tersebut ditambah dengan olakan turbulensi oleh gelombang pecah menjadikan angkutan sedimen pantai sangat dinamis.

Angkutan Sedimen Sejajar Pantai

Rumus yang dipakai dalam hal pengangkutan sedimen sepanjang pantai adalah mengikuti perhitungan CERC (dari US Army Coastal Engineering Research Center).

$$S = 0.014 \times 10^6 \times Ho^2 \times Co \times K_{KBR}^2 \times \sin \alpha_{br} \times \cos \alpha_{br}$$

Dimana :

- S = Jumlah angkutan sedimen per tahun (m³/tahun)
- Ho = Tinggi gelombang (m/det)
- K_{KBR} = Koefisien refraksi di sisi luar break zone
- α_{br} = Sudut antara puncak gelombang dengan garis pantai di sisi luar break zone

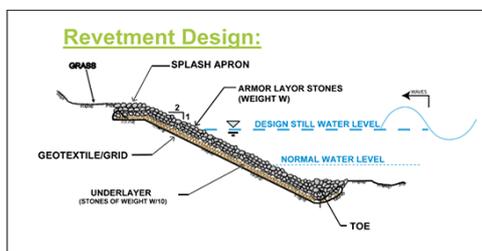
Permasalahan Daerah Pantai

1. Erosi Pantai, merusak kawasan permukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Erosi pantai bisa terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan sempadan pantai dan sebagainya.
2. Pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat menyebabkan tersumbatnya aliran sungai sehingga mengakibatkan banjir di daerah hulu
3. Sedimentasi di daerah pantai yang menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai disatu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbul lahan baru, sementara di pihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai.
4. Pencemaran lingkungan oleh limbah dari kawasan industry atau pemukiman/ perkotaan yang dapat merusak ekologi.
5. Penurunan tanah dan intrusi air sains pada akuifer akibat pemompaan air tanah berlebihan.

Tipe Bangunan Pengaman Pantai

Dalam usaha penanggulangan dan perbaikan pantai, terdapat alternatif sistem pengaman pantai yang dapat dipilih dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Alternatif sistem pengaman pantai dapat berupa *breakwater*, *groin*, atau *seawall/revetment*. Selain itu pengaman pantai dapat dilakukan tanpa bangunan pengaman yaitu dengan sand nourishment.

Revetment



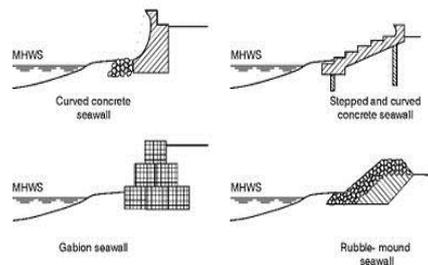
Gambar 3. Revetment

Revetment adalah bangunan yang dibangun pada garis pantai dan digunakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. *Revetment* mempunyai sisi miring dan biasa terbuat dari

tumpukan batu atau bronjong, sehingga lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan diri terhadap gerusan di kaki bangunan. Daerah yang dilindungi adalah daratan tepat di belakang bangunan.

Tembok Laut (Seawall)

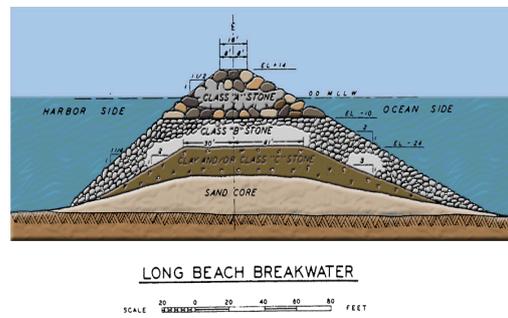
Seawall berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap serangan gelombang dan untuk menahan terjadinya limpasan gelombang ke daratan di belakangnya. Biasanya tembok laut di gunakan untuk melindungi daerah pemukiman dan/atau fasilitas umum yang sudah sangat dekat dengan garis pantai. Bangunan ini bias berbentuk dinding vertikal, miring, lengkung, atau bertangga; dan bias terbuat dari pasangan batu, dinding beton, atau buis beton.



Gambar 4. Tembok Laut

Breakwater

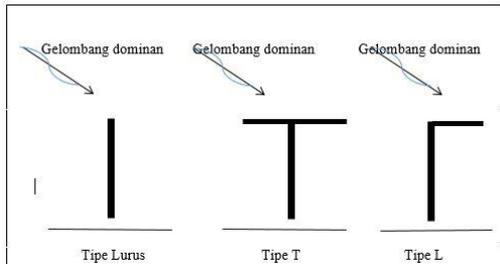
Breakwater dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai. Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Bangunan ini direncanakan untuk melindungi pantai yang terletak di belakangnya dari serangan gelombang. Pemecah gelombang lepas pantai dapat dibuat dari satu pemecah gelombang atau satu seri bangunan yang terdiri dari beberapa ruas pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah.



Gambar 5. Breakwater

Groin

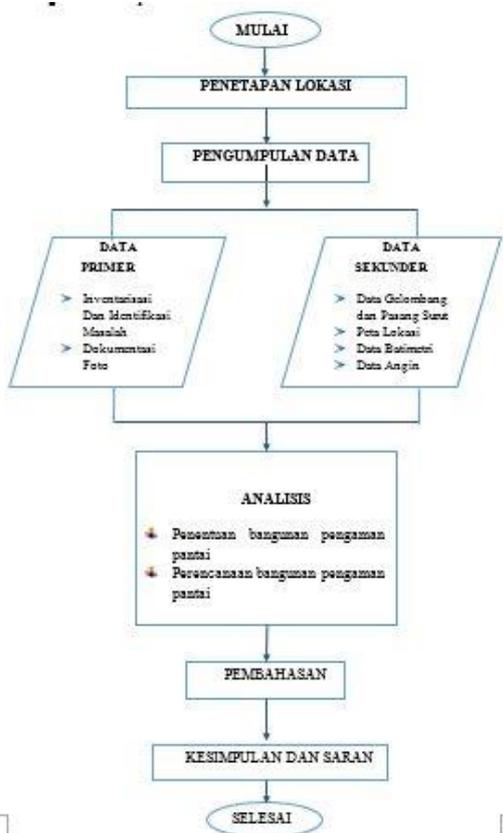
Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi/menghentikan erosi yang terjadi. Bangunan ini juga bisa di gunakan untuk menahan masuknya transport sedimen sepanjang pantai ke pelabuhan atau muara sungai. Groin dapat dibedakan menjadi beberapa tipe, yaitu tipe lurus, tipe T, tipe L.



Gambar 6. Groin

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Tahapan Perencanaan Studi



Gambar 7. Bagan Alir Tahapan Perencanaan Studi

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penentuan Tipe Pasang Surut dan Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 1. Komponen Pasang Surut

	90	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	PL
A cm	190	121	46	14	28	14	1	9	12	9
g ^o	0.00	106.62	203.44	236.59	350.50	64.90	111.96	286.13	203.44	350.50

Berdasarkan komponen-komponen Pasang Surut yang didapat dari hasil analisis dengan menggunakan metode Admiralty maka dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di pantai Kalinaung dengan menggunakan angka pasang surut “F” (tide form number “Formzahl”). Dimana F ditentukan sebagai berikut

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{28 + 14}{106.62 + 203.44} = 0.1336$$

Pasang Surut termasuk tipe Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal) dengan nilai $0 < F < 2.5$

Tabel 2. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	360
MHWL	cm	334.42
MSL	cm	190
MLWL	cm	45.90
LLWL	cm	20
Range	cm	288.52

Tabel 3. Rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing-masing fetch berdasarkan Hindcasting Gelombang tahun 2005 – 2014 di Pantai Kalinaung

Bulan		Arah Datang Gelombang					Max Tiap Bulan	
		TL	T	TG	SMg	TTL	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0.144	-	0.257	-	0.091	TG	0.257
	T (dst)	1.317	-	2.292	-	1.165		2.292
FEBRUARI	H (m)	0.136	0.281	0.266	-	-	T	0.281
	T (dst)	1.297	2.389	2.530	-	-		2.389
MARET	H (m)	0.113	0.389	0.254	-	-	T	0.389
	T (dst)	1.235	2.772	2.280	-	-		2.772
APRIL	H (m)	0.111	0.485	0.334	0.394	-	T	0.485
	T (dst)	1.230	3.068	2.585	2.787	-		3.068
MEI	H (m)	-	0.404	0.537	0.500	-	TG	0.537
	T (dst)	-	2.820	3.213	3.111	-		3.213
JUNI	H (m)	-	0.359	0.393	1.165	-	SMg	1.165
	T (dst)	-	2.674	2.784	4.583	-		4.583
JULI	H (m)	-	-	1.230	0.767	-	TG	1.230
	T (dst)	-	-	4.698	3.784	-		4.698
AGUSTUS	H (m)	-	-	0.871	0.733	-	TG	0.871
	T (dst)	-	-	4.011	3.706	-		4.011
SEPTEMBER	H (m)	-	-	-	0.853	-	SMg	0.853
	T (dst)	-	-	-	3.973	-		3.973
OKTOBER	H (m)	-	0.567	0.376	0.571	-	SMg	0.571
	T (dst)	-	3.294	2.731	3.305	-		3.305
NOVEMBER	H (m)	-	0.425	0.335	0.287	-	T	0.425
	T (dst)	-	2.888	2.588	2.411	-		2.888
DESEMBER	H (m)	0.248	0.247	0.084	0.297	-	SMg	0.297
	T (dst)	2.257	2.253	1.139	2.451	-		2.451
MAX TIAP ARAH	H (m)	0.248	0.567	1.230	1.165	0.091	TG	1.230
	T (dst)	2.257	3.294	4.698	4.583	1.165		4.698

Perhitungan Transpor Sedimen

Berdasarkan kajian yang dilakukan pada pantai Kalinaung di Kabupaten Minahasa Utara, didapat data karakteristik gelombang sebagai berikut:

- Tinggi Gelombang (H0): 1.230m
- Periode Gelombang (T0): 4.698 det
- Koefisien Refraksi (K_{rbr}): 0.9992
- Sudut Datang Gelombang: 57°
- Cepat Rambat Gelombang: 6.4043 m/det

Rumus yang di pakai dalam hal pengangkutan sedimen sepanjang pantai adalah mengikuti perhitungan CERC (dari Army Coastal Engineering Research Center, US Army, 2002)

$$S = 0.014 \times 10^6 \times H_0^2 \times C_o \times K_{KBR}^2 \times \sin \alpha_{br} \times \cos \alpha_{br}$$

$$S_{.} : 0.014 \times 10^6 \times 1.230^2 \times 6.4043 \times 0.9992^2 \times \sin 57 \times \cos 57$$

$$= 61860.7162 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Penentuan Tipe Bangunan Pengaman Pantai

Apabila perlindungan pantai alamiah seperti bukit pasir (sand dunes), mangrove, terumbu karang, dan lainnya sudah tidak ada/tidak aktif karena rusak atau punah maka dapat dibuat perlindungan buatan.

Tabel 4. Tipe dan Fungsi Struktur Pengaman Pantai

Tipe Struktur	Tujuan	Fungsi Prinsip
Bendung Laut (Sea Wall)	Mencegah gelombang atau melindungi daerah dataran rendah oleh banjir gelombang	Memisahkan garis pantai dari hinterland melalui bangunan impermeable yang tinggi
Tembok Laut (Sea Wall)	Melindungi daratan dan infrastruktur dari banjir gelombang dan overtopping	Penguatan beberapa bagian profil pantai
Revetment	Melindungi Garis Pantai melawan erosi	Penguatan beberapa bagian profil pantai
Bulkhead	Menahan tanah dan mencegah longsor tanah belakang struktur	Penguatan tumpukan tanah
Groin	Mencegah erosi pantai	Mengurangi transport sedimen sejajar pantai (Longshore transport)
Offshore Breakwater	Mencegah erosi pantai	Mengurangi tinggi gelombang dan mengurangi sedimen tegak lurus pantai
Reef Breakwater	Mencegah erosi pantai	Mengurangi tinggi gelombang di pantai
Submerged Sill	Mencegah erosi pantai	Menahan pergerakan sedimen lepas pantai
Beach Nourishment dan Konstruksi Bukit Pasir	Mencegah erosi pantai dan melindungi daratan dari banjir gelombang	Pengisian artificial material pantai yang tererosi oleh gelombang dan arus sebagai pengganti suplai alam
Breakwater	Shelter kolam pelabuhan, mulut pelabuhan dan pelindung gelombang dan arus	Penyerapan energi gelombang dan/atau refleksi dari energi gelombang kembali kedalam laut
Floating Breakwater	Shelter kolam pelabuhan dan tempat tambatan dalam menghadang gelombang dengan periode pendek	Pengurangan tinggi gelombang oleh refleksi gelombang
Jetty	Menstabilkan saluran atau alur navigasi pada mulut sungai dan teluk pasang surut	Pembatas aliran-aliran dan arus pasang surut. Pelindung terhadap badai gelombang dan arus putar
Pelindung Badai Gelombang (Storm Surge barrier)	Melindungi muara -muara melawan badai gelombang	Memisahkan muara sungai dari laut dengan struktur pintu atau gerbang yang dapat bergerak
Scour Protection	Melindungi struktur-struktur pantai melawan ketidakstabilan akibat dasar laut	Menyediakan tahanan terhadap erosi yang diakibatkan oleh gelombang dan arus

Berdasarkan permasalahan yang sudah dibahas di bagian latar belakang permasalahan yakni terjadi erosi dan abrasi yang menyebabkan mundurnya garis pantai, mengganggu akan aktivitas masyarakat, serta menyebabkan rusaknya fasilitas pada Desa Kalinaung, Kabupaten Minahasa Utara, maka direncanakan tipe bangunan pengaman pantai yang akan digunakan adalah groin, yaitu sesuai dengan fungsinya untuk mencegah erosi serta mengurangi transport sedimen.

Perhitungan Dimensi Bangunan Pengaman Pantai (Groin)

Dari pemilihan alternatif bangunan pengaman pantai yang telah dibahas sebelumnya maka bangunan pengaman pantai yang dipilih untuk mengatasi masalah yang terjadi didaerah pantai Kalinaung adalah Groin. Groin yang digunakan dalam tugas akhir ini dipilih groin tipe rubble mound karena sifatnya yang fleksibel sehingga kerusakan maupun kelongsoran yang terjadi akibat serangan gelombang tidaklah berakibat fatal karena bangunan masih dapat berfungsi menahan serangan gelombang.

Layout Rencana Groin

Dalam perencanaan groin harus ditetapkan terlebih dahulu parameter-parameter yang berperan dalam perhitungan struktur. Parameter-parameter tersebut dapat ditentukan berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya maupun dari hasil penelitian dan literatur yang telah ada sebelumnya. Parameter-parameter yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Elevasi muka air laut berdasarkan analisa sebelumnya:
 - a) Muka air laut tinggi tertinggi, HHWL adalah 360 cm.
 - b) Muka air laut tinggi rata-rata, MHWL adalah 334.42 cm.
 - c) Muka air laut rata-rata, MSL adalah 190 cm.
 - d) Muka air laut rendah rata-rata, MLWL adalah 45.90 cm.
 - e) Muka air laut rendah terendah, LLWL adalah 20 cm.
2. Nilai tinggi gelombang dan periode gelombang
 - a) Tinggi Gelombang (H0): 1.230 m
 - b) Periode Gelombang (T0): 4.698 det
 - c) Kedalaman gelombang pecah (db): 4.5 m
 - d) Kemiringan dasar pantai (m): 0.036

Untuk perencanaan groin perlu ditentukan terlebih dahulu spesifikasi groin sebagai acuan

dalam perencanaan selanjutnya. Spesifikasi tersebut adalah:

1. Groin menggunakan konstruksi tumpukan batu dengan kemiringan dinding 1 : 2
2. Batu lindung menggunakan batu pecah bersudut kasar sebanyak 2 lapis dengan berat jenis batu, $\gamma_r = 2,3 \text{ ton/m}^3$.
3. Berat jenis air laut, $\gamma_w = 1,03 \text{ ton/m}^3$.

Layout Groin

Pada hasil analisa perhitungan sebelumnya, diperoleh kedalaman gelombang pecah (db) adalah 4.5 m dan kemiringan dasar pantai (m) 0.036. maka lebar surfzone diperoleh:

Lebar surfzone = db/m
 $= 4.5/0,036 = 125 \text{ m}$
 Panjang groin = 40% x lebar surfzone
 $= 40\% \times 125 \text{ m} = 50 \text{ m}$
 Jarak antar groin = 3 x Panjang Groin
 $= 3 * 50 \text{ m}$
 $= 150 \text{ m}$
 Jumlah Groin = 4 buah

Perhitungan Tinggi dan Kondisi Gelombang

1) Perhitungan Koefisien Refraksi

•Hitung panjang gelombang laut dalam dengan rumus :

$L_o = 1.56T^2$,
 dimana : L_o = Panjang gelombang laut dalam
 T = Periode gelombang laut dalam
 $L_o = 1.56 \times 4.1053^2$
 $= 26.2916 \text{ m}$

•Hitung nilai α

$d/L_o = 25/26.2916$
 $= 0.95$

Cari nilai d/L untuk nilai d/L_o = 0.95

Tabel 5. Pembacaan Nilai d/L dan n

$\frac{d}{L_o}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2nd}{L}$	$\frac{\tanh}{2nd/L}$	$\frac{\sinh}{2nd/L}$	$\frac{\cosh}{2nd/L}$	K_s	K	$\frac{4nd}{L}$	$\frac{\sinh}{4nd/L}$	$\frac{\cosh}{4nd/L}$	n
0.9000	0.90002	5.6550	1.0000	142.86	142.86	1.000	0.0070	11.310	40817	40817	0.5001
0.9100	0.91002	5.7178	1.0000	152.12	152.12	1.000	0.0066	11.436	46281	46281	0.5001
0.9200	0.92002	5.7806	1.0000	161.98	161.98	1.000	0.0062	11.561	52477	52477	0.5001
0.9300	0.93002	5.8435	1.0000	172.48	172.49	1.000	0.0058	11.687	59503	59503	0.5001
0.9400	0.94001	5.9063	1.0000	183.67	183.67	1.000	0.0054	11.813	67469	67469	0.5001
0.9500	0.95001	5.9691	1.0000	195.58	195.58	1.000	0.0051	11.938	76501	76501	0.5001
0.9600	0.96001	6.0319	1.0000	208.26	208.26	1.000	0.0048	12.064	86743	86743	0.5001
0.9700	0.97001	6.0948	1.0000	221.76	221.76	1.000	0.0045	12.190	98357	98357	0.5001
0.9800	0.98001	6.1576	1.0000	236.14	236.14	1.000	0.0042	12.315	111525	111525	0.5001
0.9900	0.99001	6.2204	1.0000	251.45	251.45	1.000	0.0040	12.441	126457	126457	0.5000
1.0000	1.00001	6.2832	1.0000	267.76	267.76	1.000	0.0037	12.566	143388	143388	0.5000

Untuk $d/L_o = 0.95$ (ditabel ditandai dengan kotak berwarna coklat), didapat nilai:

$d/L = 0.95001$

Maka $L = 26.3155$

Cepat rambat gelombang:

$C_o = L_o/T$
 $= 26.916 / 4.1053 = 6.4043 \text{ m/det}$
 $C = L/T$
 $= 26.3155/4.1053 = 6.4101 \text{ m/det}$

$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \times \sin \alpha$

$= 0.8838$

$\alpha = 62.0983^\circ$

Tentukan nilai koefisien Refraksi (Kr)

$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}}$

$K_r = \sqrt{\frac{\cos 62}{\cos 62.0983}}$

$K_r = 0.9992$

2) Perhitungan Koefisien Shoaling

Koefisien pendangkalan :

$K_s = \sqrt{\frac{n_o L_o}{nL}}$

Dimana : n_o = (dilaut dalam) 0.5 ; $L_o = 26.2916 \text{ m}$
 Dari tabel perhitungan shoaling untuk nilai $d/L_o = 0.95$, diperoleh nilai $n = 0.5001$

$K_s = \sqrt{\frac{0.5 \times 26.2916}{0.5001 \times 26.2916}}$

$K_s = 0.9989$

3) Perhitungan Gelombang Pecah

Tentukan nilai H_b/H_o'

Dik : $H_o' = 1.2280 \text{ m}$

$L_o = 26.2916 \text{ m}$

$H_b/H_o' = \frac{1}{3.3(H_o'/L_o)^{\frac{1}{3}}}$

$= \frac{1}{3.3(1.2280/26.2916)^{\frac{1}{3}}}$

$= 0.84$

$H_b/H_o' = 0.84$

$H_b = 0.84 \times 1.2289 = 1.0364$

4) Perhitungan Elevasi Puncak Groin

Parameter yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu:

$H = 1.230 \text{ m}$

$L_o = 26.2916 \text{ m}$

Kemiringan dinding groin = 1 : 2

HHWL = 360 cm = 3.6 m

H_b = 1.0364

1) Design Water Level (DWL)

Rumus yang dipakai dalam menghitung DWL, yaitu:

$$DWL = HHWL + S_w + SLR$$

a. dari analisa pasang surut di dapat nilai HHWL = 3.6 m

b. Wave Set Up (S_w)

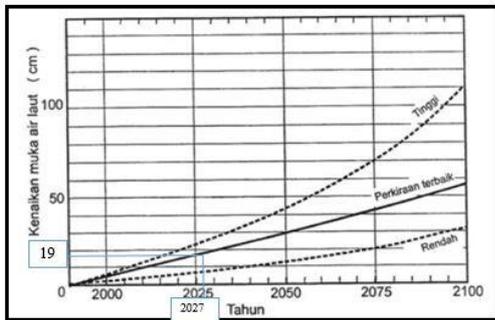
$$S_w = 0.19 \left(1 - 2.82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right) H_b$$

$$S_w = 0.19 \left(1 - 2.82 \sqrt{\frac{1.0364}{9.81 \times 4.698^2}} \right) \times 1.0364$$

= 0.152 meter

c. Sea Level Rise

Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Perkiraan besar kenaikan muka air laut diberikan pada Gambar 4.3. Dari gambar didapatkan kenaikan muka air laut yang terjadi tahun 2027 dengan perkiraan terbaik adalah 19 cm = 0.19 meter (direncanakan umur bangunan = 10 tahun).



Gambar 4.3 Grafik perkiraan besarnya kenaikan muka air laut dari tahun 1990-2100.

Sehingga didapatkan elevasi muka air rencana adalah sebagai berikut :

$$DWL = HHWL + S_w + SLR$$

$$DWL = 3.60 \text{ m} + 0.152 \text{ m} + 0.19 \text{ m}$$

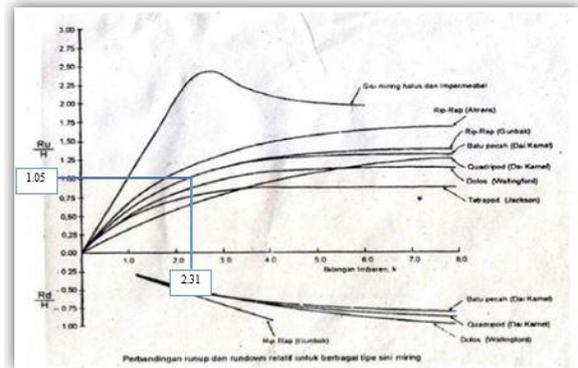
$$DWL = + 3.942 \text{ meter}$$

2) Bilangan Iribaren

$$I_r = \frac{tg\theta}{\left(\frac{H}{L_o}\right)^{0.5}} = 2.312$$

3) Run – Up Gelombang

Dengan menggunakan grafik pada Gambar 4.4. Dihitung nilai run up gelombang. Untuk lapis lindung daru batu pecah (quarry stone) dan nilai Ir = 2.312 di dapat:



Gambar 4.4 Grafik Run Up Gelombang

$$\frac{Ru}{H} = 1.05$$

$$Ru = 1.05 \times 1.230 = 1.29 \text{ m}$$

4) Elevasi Puncak Groin

Elevasi Puncak Groin = DWL + Ru + Tinggi Jagaan

$$= 3.942 + 1.29 \text{ m} + 0.5$$

$$= 5.732 \text{ m} \approx 5.7 \text{ m}$$

Perencanaan Lapis Lindung Pada Groin

1) Berat butir lapis lindung

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

Dari Tabel 4.6 Koefisien Stabilitas (K_D) untuk berbagai jenis butir didapatkan:

$$K_D = 1.6$$

$$\cot \theta = 2$$

$$\gamma_r = 2.3 \text{ (t/m)}^2$$

$$\gamma_w = 1.03 \text{ (t/m)}^2$$

$$H = 1.230 \text{ m}$$

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad S_r = 2.3 / 1.03 = 2.23$$

$$= \frac{2.3 \times 1.230^3}{1.6 \times \left(\frac{2.3}{1.03} - 1\right)^3 \times 2}$$

$$= 0.49 \text{ ton} = 490 \text{ kg}$$

2) Berat butir lapis transisi

$$W_{tr} = \frac{W}{10} = \frac{0.49}{10} = 0.049 \text{ ton} = 49 \text{ kg}$$

3) Berat butir lapis inti

$$W_c = \frac{W}{200} = \frac{0.49}{200} = 0.00245 \text{ ton} = 2.45 \text{ kg}$$

Pendimensionian Groin

1) Lebar puncak groin

$$B = n k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

Dimana: B = lebar puncak tiap lapis pelindung
n = jumlah lapis batu dalam lapisan (n_{min}=3)
k_Δ = koefisien lapis dari tabel 4.4

$$B = n k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

$$= 3 \times 1.15 \times \left[\frac{0.49}{2.3} \right]^{1/3}$$

$$= 2.06 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

2) Tebal Lapis Lindung (Armour Layer)

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

Dimana: n = jumlah lapis batu

k_Δ = koefisien lapis tabel 4.4

W = berat butir batu

γ_r = berat jenis armour (2.3 t/m²)

Lapis Pelindung Luar (Primary Layer):

$$= 3 \times 1.15 \times \left(\frac{0.49}{2.3} \right)^{1/3}$$

$$\approx 2.6 \text{ meter}$$

Lapis Pelindung Kedua (Secondary Layer):

$$= 3 \times 1.15 \times \left(\frac{0.049}{2.3} \right)^{1/3}$$

$$\approx 0.956 \text{ meter}$$

Lapis Core Layer:

$$= 3 \times 1.15 \times \left(\frac{0.00245}{2.3} \right)^{1/3}$$

$$= 0.352 \text{ meter}$$

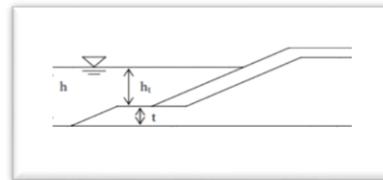
3) Jumlah batu pelindung (Armour Unit)

$$N = A \cdot n \cdot K_{\Delta} \cdot \left[1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3}$$

$$= 10 \cdot 2 \cdot 1.15 \cdot \left[1 - \frac{37}{100} \right] \times \left[\frac{2.3}{0.49} \right]^{2/3}$$

$$= 40.6 \text{ buah} \approx 41 \text{ buah}$$

4) Toe protection



Gambar. Toe protection

Perhitungan tinggi toe protection dengan r (tebal lapis merata) direncanakan = 1 m, tinggi gelombang (H) = 1.230 m, maka:

- Tinggi toe protection (t)

$$t_{toe} = r = 1,0 \text{ meter}$$

- Lebar toe protection

$$B = 2H = 2 \times 1.230 = 2.460 \text{ meter}$$

- Berat butir toe protection

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

$$W = 0,5 \times 0.49 \text{ ton}$$

$$= 0.245 \text{ ton} = 245 \text{ kg}$$

5) Lapisan Filter

Lapisan filter ini berada diatas lapisan tanah dasar asli dan berfungsi untuk pemeratakan beban serta menahan lapisan batuan diatasnya agar tidak masuk ke dalam tanah dasar tersebut. Selain itu lapisan filter juga digunakan untuk melindungi struktur dari perbedaan tekanan gelombang, arus, ground water flow yang dapat menimbulkan perubahan mendadak pada struktur

tanah dasar yang oada akhirnya menimbulkan penurunan (*settlement*).

Struktur groin tidak membutuhkan lapisan filter bila kondisi diatas diperkirakan tidak terjadi, yaitu apabila kedalaman lebih dari 3 m, kecepatan arus sangat rendah, serta bila tanah pondasi sangat keras (lapisan batuan). Bahan yang digunakan berupa butiran agregat dengan ukuran yang sama dengan lapisan inti, bisa menggunakan *geotextile* yang di beri ikaan beton atau menggunakan lapisan bambu yang disusun bersilang.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari seluruh rangkaian proses pengamatan sampai dengan analisa dapat disimpulkan beberapa hal penting berkaitan dengan perencanaan bangunan pengaman pantai di Kalinaung, antara lain adalah :

1. Terjadinya abrasi dan erosi di Kalinaung disebabkan oleh pengaruh gelombang dan transpor sedimen sepanjang pantai.
2. Berdasarkan hasil pengamatan dengan turun langsung ke lapangan dan analisis menggunakan data-data yang ada maka diperoleh perencanaan bangunan pengaman pantai berupa groin seri. Groin dipilih untuk pengaman pantai di Kalinaung karena:

- Groin memiliki fungsi untuk menahan erosi.
 - Dapat menahan energi limpasan gelombang yang terjadi, sehingga pemukiman dibelakangnya dapat terlindungi.
3. Berdasarkan hasil analisa, diperoleh perencanaan dimensi bangunan sebagai berikut :
 - Jenis Bangunan : Groin seri
 - Jumlah Bangunan : 4 buah
 - Tinggi Bangunan : 5.7 meter
 - Lebar Puncak : 2 meter
 - Panjang Bangunan : 50 meter
 - Kemiringan : 1 : 2
 - Fungsi Bangunan : Mengurangi transpor sedimen serta dapat menahan energi gelombang.

Saran

Penelitian dibuat sebagai alternatif pemecah masalah pada pantai Kalinaung Kabupaten Minahasa Utara. Sebaiknya daerah yang mengalami kerusakan seperti erosi atau oleh karena energi gelombang segera dibangun pengaman pantai untuk pencegahan kerusakan yang lebih besar. Oleh karena kurangnya data di lapangan, disarankan untuk melakukan perhitungan lanjut berupa penurunan (*Settlement*) serta perhitungan stabilitas untuk bangunan groin.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnawi., 2017. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Di Pantai Bulu Tuban.*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Coastal Engineering Research Center (CERC), US Army Corps Engineering, 1984. Shore Protection Manual Volume I & II, Washington.*
- Mamanua, Injilia Christy, T. Jansen, A. K. T. Dundu, 2017. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (335-344) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Masykur Irfani, Mhd. Irzan, Tugas Akhir “*Perencanaan Pengaman Pantai Kragan Dalam Menangani Masalah Abrasi.*” Diakses 2017
- Tawoeda, Satria Putra, Hansje J. Tawas, F. Halim, *Studi Transformasi Gelombang Terhadap Garis Pantai Beo Barat Kabupaten Kepulauan Talaud*, Jurnal Sipil Statik, Vol 4 No. 3 Maret (2016) (155 – 164) ISSN: 2337 – 6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Triadmodjo, Bambang, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.

Wakkary, Anggi Cindy, M. Ihsan Jasin, A. K. T. Dundu., 2017. *Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3 Mei 2017 (167-174) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.