



Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Di Pantai Moinit Kecamatan Amurang Kabupaten Minahasa Selatan

Natasya C. P. Simbar^{#a}, Tommy Jansen^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aachasimbar@gmail.com; ^btomijansen@rocketmail.com ; ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Moinit terletak di Kecamatan Amurang, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Daerah Pantai ini merupakan salah satu tempat wisata di Kecamatan Amurang, juga disekitar pantai terdapat sekolah pelayaran dan PLTU. Berdasarkan hasil pengamatan dilokasi, telah terjadi abrasi sehingga mengakibatkan mundurnya garis pantai yang berdampak pada lokasi masyarakat setempat beraktivitas. Maka dalam penataan serta pengembangan lokasi pariwisata tersebut diperlukan penelitian mengenai perencanaan bangunan pengaman pantai. Dalam penelitian ini dilakukan survey lokasi penelitian, pengambilan data pasang surut dan data kecepatan angin agar dapat merencanakan suatu perencanaan bangunan pengaman pantai. Berdasarkan pengolahan data maka didapatkan bangunan revetment dengan tinggi bangunan 5,725m dan lebar puncak 3,6646m dengan kemiringan 1:4. Fungsi dari bangunan pengaman pantai revetment untuk melindungi tanah dibelakang bangunan pengaman pantai dari gempuran gelombang supaya tidak terjadi abrasi.

Kata kunci – pantai Moinit, revetment, perencanaan, bangunan pengaman pantai

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pantai Moinit berada di Kecamatan Amurang, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara, tepatnya berada pada posisi 1°11'04.1"LU 124°29'08.4"BT. Pantai Moinit pada umumnya adalah tempat pariwisata yang cukup terkenal dan diminati oleh penduduk sekitar dan dari berbagai kota dan desa serta menjadi tempat mata pencarian bagi nelayan yang pesisirnya dijadikan sebagai tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan masyarakat setempat di lokasi penelitian, diketahui masalah yang terjadi adalah hempasan gelombang laut dan transport sedimen mengakibatkan terjadinya abrasi yang menyebabkan mundurnya garis pantai, sehingga berdampak bagi lahan-lahan warga dimana ada tumbuh-tumbuhan yang rusak, tergerus bahkan terbawa ombak. Selain karena proses yang terjadi secara alami terdapat juga aktivitas manusia seperti di samping lokasi adanya bangunan PLTU menjorok dari pantai ke arah laut, dimana setelah pembangunan itu selesai tidak dibuat bangunan pengaman pantai disekitaran lokasi pantai Moinit.

Sehubungan dengan kondisi tersebut maka di perlukan kajian terhadap penanganan masalah kerusakan yang terjadi di daerah pantai Moinit berupa suatu perencanaan desain bangunan pengaman pantai,

Pemilihan desain pengaman yang sesuai tentunya akan sangat membantu untuk mencegah dan meminimalisir kemungkinan terjadinya abrasi yang lebih parah pada daerah pantai.

1.2. Rumusan Masalah

Dikarenakan kerusakan yang terjadi pada pantai Moinit akibat dari abrasi yang menyebabkan mundurnya garis pantai, maka diperlukan perencanaan bangunan pengaman pantai yang tepat dilokasi yang telah mengalami masalah akibat gelombang laut.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada:

- a. Daerah tinjauan hanya pada Pantai Moinit, Kabupaten Minahasa Selatan Sulawesi Utara.
- b. Data-data yang diperlukan seperti: Data Karakteristik Gelombang, Data Pasang Surut, Peta Bathimetri diambil sesuai dengan penelitian sebelumnya.
- c. Perencanaan bangunan pengaman pantai hanya sampai pada perhitungan dimensi bangunan dan tidak sampai pada perhitungan strukturnya.
- d. Tidak memperhitungkan biaya perencanaan (RAB) dan perhitungan volume pekerjaan (BOQ) untuk pembuatan pengaman bangunan pelindung pantai.
- e. Mengabaikan faktor bencana alam seperti tsunami dan lain-lain.

1.4. Tujuan penelitian

- a. Mendapatkan jenis desain bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan kebutuhan permasalahan di lokasi studi.
- b. Membuat perencanaan bangunan pengaman pantai di daerah pantai Moinit agar tidak terjadi kerusakan yang lebih parah

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Memperoleh pengetahuan mengenai teknik pantai khususnya dalam penanganan pengaman pantai
- b. Mengetahui jenis bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan masalah yang terjadi pada pantai Moinit.
- c. Menjadi bahan pertimbangan bagi pihak terkait sebagai solusi penanggulangan masalah yang terjadi di daerah pantai Moinit.

2. Landasan Teori

2.2. Definisi pantai

Pesisir adalah daerah darat ditepi laut yang masih mendapatkan pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut. Pantai adalah daerah ditepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan surut terendah.

2.3. Angin

Data angin digunakan untuk menentukan periode gelombang dan tinggi gelombang secara empiris. Data yang diperlukan adalah data arah dan kecepatan angin. Pengukuran angin ini digunakan untuk peramalan gelombang.

Digunakan kecepatan angin maksimum agar dapat diperoleh kondisi-kondisi gelombang yang ekstrim. Angin maksimum yang digunakan dikoreksi untuk mendapatkan faktor stress-angin (*wind-stress factor*). Karena alat ukur angin tidak selalu berada pada ketinggian 10m di atas paras rata-rata laut, maka kecepatan angin dikonversi ke ketinggian 10 m.

$$U_{10} = U(y) \left(\frac{10}{Y} \right)^{1/7}$$

2.4. Fetch

Fetch adalah panjang daerah dimana angin berhembus dengan kecepatan dan arah yang konstan. Didalam peninjauan pembangkitan gelombang laut, fetch dibatasi oleh daratan yang mengelilingi.

$$F_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

2.5. Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai (Bambang Triatmodjo, 1999).

2.6. Hindcasting

Hindcasting gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. Hindcasting gelombang akan menghasilkan perkiraan tinggi (H), dan perioda (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu. Jadi, hindcasting gelombang dimaksudkan untuk transformasi data angin menjadi data gelombang.

Metode peramalan gelombang ada dua yaitu peramalan gelombang laut dalam dan peramalan gelombang laut dangkal. Metode peramalan laut dangkal memperhitungkan faktor gesekan antara gerak air dan dasar laut sehingga mengurangi tinggi gelombang yang terbentuk, sedangkan metode peramalan laut dalam tanpa dipengaruhi dasar laut jadi gelombang yang terbentuk tidak dipengaruhi oleh keadaan dasar laut. Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan oleh angin merupakan fungsi dari kecepatan angin U, lama hembus angin dan durasi t dan panjang fetch atau jarak tempuh gelombang F.

2.7. 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. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (onshore-offshore transpor) dan transpor sepanjang pantai (longshore transport). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai dan rata-rata sejajar pantai.

2.8. 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 selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan ketertinggalan fasa 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.

2.9. Dimensi Bangunan

Elevasi puncak bangunan pengaman pantai dihitung dengan persamaan:

$$\text{Elevetment} = \text{DWL} + \text{Ru} + \text{Fb}$$

Di dalam perencanaan struktur pelindung pantai sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung dengan persamaan:

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

Tebal lapis lindung dihitung dengan persamaan berikut:

$$t = n K_\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Lebar puncak revetment:

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

Lebar toe protection

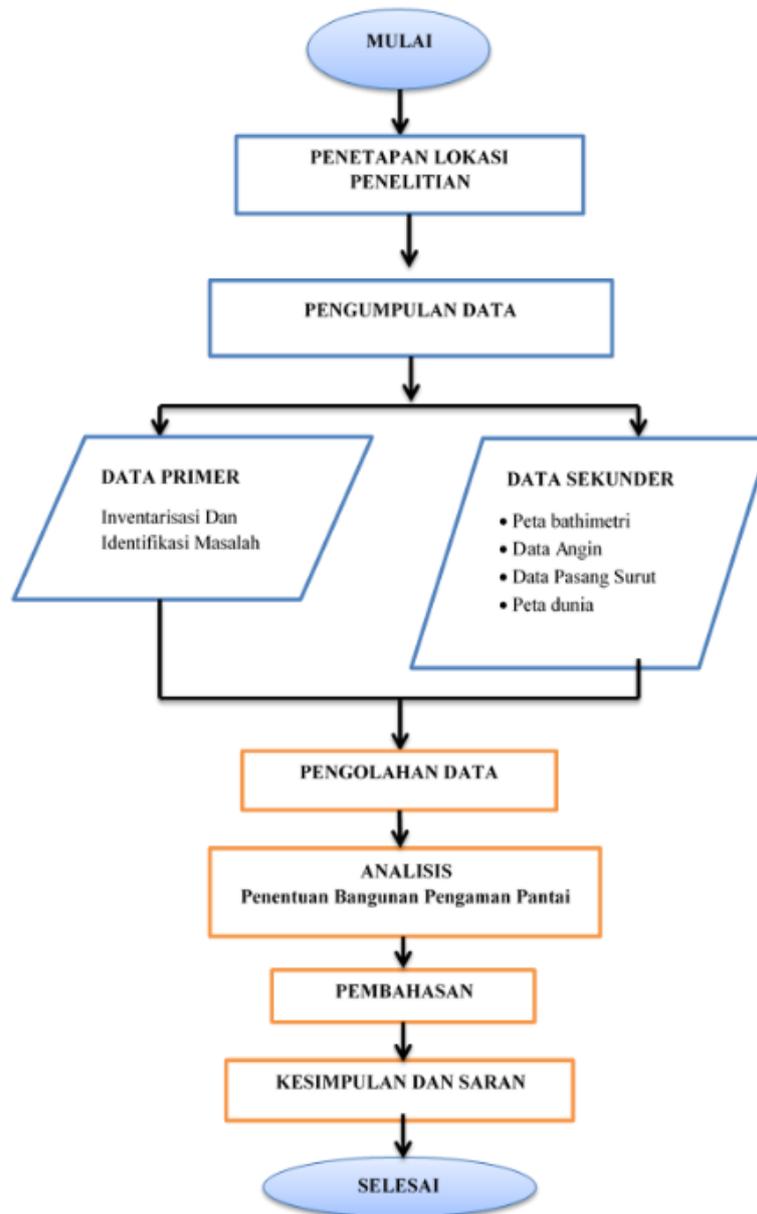
$$B = 2Hd - 3Hd$$

Berat butir toe protection

$$W = \frac{\gamma r H^3}{Ns^3 (Sr - 1)^3}$$

3. Metodologi Penelitian

3.2. Tahapan Pelaksanaan Studi



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Studi (*flowchart*)

4. Hasil dan Pembahasan

4.2. Lokasi

Pantai Moinit berada di Kecamatan Amurang, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara, tepatnya berada pada posisi 1°11'04.1"LU 124°29'08.4"BT.



Gambar 2. Lokasi Studi (*Google Earth, 2023*)

4.3. Analisa data angin

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum harian dalam selang waktu 5 tahun terakhir, yakni tahun 2016-2020.

Koreksi terhadap elevasi

$$U_{(10)} = 11,10 * \left(\frac{10}{10}\right)^{1/7} = 11,10 \text{ m/det}$$

Koreksi terhadap stabilitas dan efek lokasi

Karena tidak ada data perbedaan rata-rata suhu udara dan air laut, maka diambil $R_T = 1,1$ sedangkan nilai R_L bervariasi sesuai dengan kecepatan angin.

$$UA = R_T \cdot R_L \cdot U(10)$$

$$UA = 1,1 \times 1,100 \times 11,10$$

$$UA = 13,43 \text{ m/det}$$

4.4. Analisa Transformasi Gelombang

$$H_o = 1,4563 \text{ m}$$

$$T_o = -1,0322 H_o^2 + 3,9825 \cdot H_o + 1,17$$

$$= 4,781 \text{ det}$$

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan shoaling, akan didapat nilai tinggi gelombang yang baru

$$H = H_o \cdot K_r \cdot K_s$$

$$H = 1,456 \cdot 0,9960 \cdot 0,9425$$

$$H = 1,3671 \text{ m}$$

Perhitungan gelombang pecah dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan antara H'_o/gT^2 dan H_b/H'_o .

$$H'_o = H_o / (K_s)$$

$$H'_o = 1,456 / 0,9425$$

$$= 1,54522$$

sehingga didapat nilai

$$H'_o/gT^2 = 1,54522 / 9,81 \times 4,781^2$$

$$H'_o/gT^2 = 0,0069$$

Nilai H_b didapatkan dari hasil plot antara nilai H'_o/gT^2 dan kemiringan pantai (m) pada grafik

”Penentuan Tinggi Gelombang Pecah, Bambang Triatmodjo ‘Teknik Pantai’. Plot pada grafik untuk :

$$H'o/gT^2 = 0,0069$$

Maka didapat: $Hb/H'o = 1,20$

$$Lo = 1,56T^2$$

$$Lo = 1,56 \times 4,781^2 = 35,653$$

$$Ir = \frac{tg\theta}{\left(\frac{H}{Lo}\right)^{0,5}}$$

$$Ir = \frac{0,5}{\left(\frac{2,652}{35,653}\right)^{0,5}} = 1,8333$$

$Ru/H = 1,80$ (dari grafik)

Run up gelombang didapat dari grafik berdasar Irrabaren di atas, maka $Ru = 0,67873$

4.5. *Transport Sedimen Pantai*

Tabel 1. Angkutan Sedimen

Angkutan Sedimen	Qs (m ³ /tahun)
Sejajar Pantai	287502,3975
Tegak Lurus Pantai	117297,0193

4.6. *Metode Admiralty*

Tabel 2. Pasang Surut 15 Hari (*Lantamal Manado, 2022*)

No	Tanggal	Jam																							Jumlah	Bacaan	
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00			23:00
1	01/12/2021	2,6	2,4	2,0	1,6	1,3	1,0	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	44,3	1,85	
2	02/12/2021	2,4	2,6	2,4	2,1	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,4	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,7	1,9	2,1	44,4	1,85
3	03/12/2021	1,9	2,5	2,5	2,4	2,1	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3	2,5	2,7	2,6	2,4	2,1	1,8	1,5	1,4	1,5	1,7	44,8	1,87
4	04/12/2021	1,5	2,2	2,4	2,5	2,4	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,3	1,7	2,1	2,5	2,8	2,9	2,8	2,4	2,0	1,6	1,3	1,2	0,9	45	1,88
5	05/12/2021	1,1	1,8	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,4	1,1	1,0	1,1	1,4	1,9	2,4	2,8	3,1	3,1	2,8	2,4	1,9	1,4	1,1	0,9	46	1,92
6	06/12/2021	0,8	1,4	1,8	2,2	2,4	2,5	2,4	2,0	1,6	1,3	1,0	1,0	1,2	1,7	2,3	2,7	3,1	3,3	3,1	2,7	2,2	1,6	1,1	0,8	46,2	1,93
7	07/12/2021	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,4	2,4	2,2	1,9	1,5	1,2	1,0	1,1	1,5	2,0	2,6	3,0	3,3	3,3	3,1	2,6	2,0	1,4	0,9	46,5	1,94
8	08/12/2021	0,7	0,7	1,0	1,5	1,9	2,2	2,4	2,3	2,1	1,7	1,3	1,1	1,1	1,3	1,8	2,3	2,9	3,3	3,4	3,3	2,9	2,3	1,7	1,1	46,3	1,93
9	09/12/2021	0,9	0,6	0,8	1,1	1,6	2,0	2,3	2,3	2,2	1,9	1,5	1,2	1,1	1,3	1,8	2,1	2,7	3,2	3,4	3,4	3,2	2,6	2,0	1,4	46,6	1,94
10	10/12/2021	1,2	0,7	0,7	0,9	1,3	1,7	2,0	2,2	2,2	2,0	1,7	1,4	1,2	1,2	1,6	1,9	2,4	2,9	3,3	3,4	3,3	2,9	2,3	1,7	46,1	1,92
11	11/12/2021	1,5	0,8	0,7	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,1	2,0	1,8	1,5	1,3	1,3	1,5	1,7	2,2	2,7	3,1	3,4	3,3	3,1	2,6	2,1	46	1,92
12	12/12/2021	1,8	1,0	0,8	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3	1,4	1,6	2,0	2,4	2,9	3,2	3,3	3,1	2,8	2,3	45,7	1,90
13	13/12/2021	2,1	1,3	1,0	0,9	0,9	1,1	1,4	1,7	1,9	2,0	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,5	1,8	2,2	2,6	2,9	3,1	3,1	2,9	2,5	45,2	1,88
14	14/12/2021	2,3	1,6	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,5	1,7	1,9	2,3	2,6	2,8	2,9	2,9	2,6	44,9	1,87
15	15/12/2021	2,4	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	1,5	1,7	1,7	1,8	2,0	2,2	2,5	2,6	2,7	2,6	44,6	1,86

Tabel 3. Komponen Pasang Surut Hasil Analisis

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	190	74	38	12	41	28	1	6	10	14
g ^o	-	104,72	203,14	236,69	343,74	73,40	108,16	283,93	203,14	343,74

Tabel 4. Nilai Elevasi Penting Hasil Admiralty

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	340
MHWL	cm	282,29
MSL	cm	190
MLWL	cm	96,83
LLWL	cm	60

4.7. Dimensi bangunan

$$\text{El. Revetment} = \text{DWL} + \text{Ru} + \text{Fb}$$

$$\text{El. Revetment} = 2,227 + 0,67873 + 1$$

$$\text{El. Revetment} = 5,72501 \text{ m}$$

Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson. Untuk lapis lindung dari batu pecah bersudut kasar dengan $n=2$, penempatan acak, gelombang telah pecah dan kd lengan bangunan = 2.

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

$$W_1 = \frac{2,65 \times 2,65^3}{2 \left(\frac{2,65}{1,03} - 1 \right)^3 \times 2} = 3,17595 \text{ ton} = 3175,95 \text{ kg}$$

Lapis lindung kedua (secondary stone)

$$\frac{W}{10} = \frac{3,17595}{10} = 0,31759 \text{ ton} = 317,595 \text{ kg}$$

Lapis core layer

$$\frac{W}{200} = \frac{0,31759}{200} = 0,00159 \text{ ton} = 1,58797 \text{ kg}$$

Tebal lapis lindung

$$t_1 = n K_\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t_1 = 2 \times 1,15 \left[\frac{3,17595}{1,03} \right]^{\frac{1}{3}} = 2,44308 \text{ m}$$

$$t_2 = n K_\Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t_2 = 2 \times 1,15 \left[\frac{0,31759}{2,65} \right]^{\frac{1}{3}} = 1,13398 \text{ m}$$

Lebar puncak revetment

Lebar puncak revetment untuk $n=3$ (minimum) dan koefisien lapis (K_Δ)=1,15 maka untuk B puncak adalah sebagai berikut:

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

$$B = 3 \times 1,15 \times \left[\frac{3,17595}{2,65} \right]^{\frac{1}{3}} = 3,66461 \text{ m}$$

Toe protection

Perhitungan tinggi toe protection dengan r (tebal lapis merata) direncanakan = 1,8m, tinggi gelombang rencana $H_d = 2,652 \text{ m}$, maka:

Tinggi toe protection (t)

Tebal lapis rata-rata $r = (t_1 + t_2) / 2$

$$r = 1,788 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$$

Lebar toe protection

$$B = 2H_d - 3H_d$$

Diambil $B = 2H_d$

$$B = 2 \times 2,652 = 5,304 \text{ m}$$

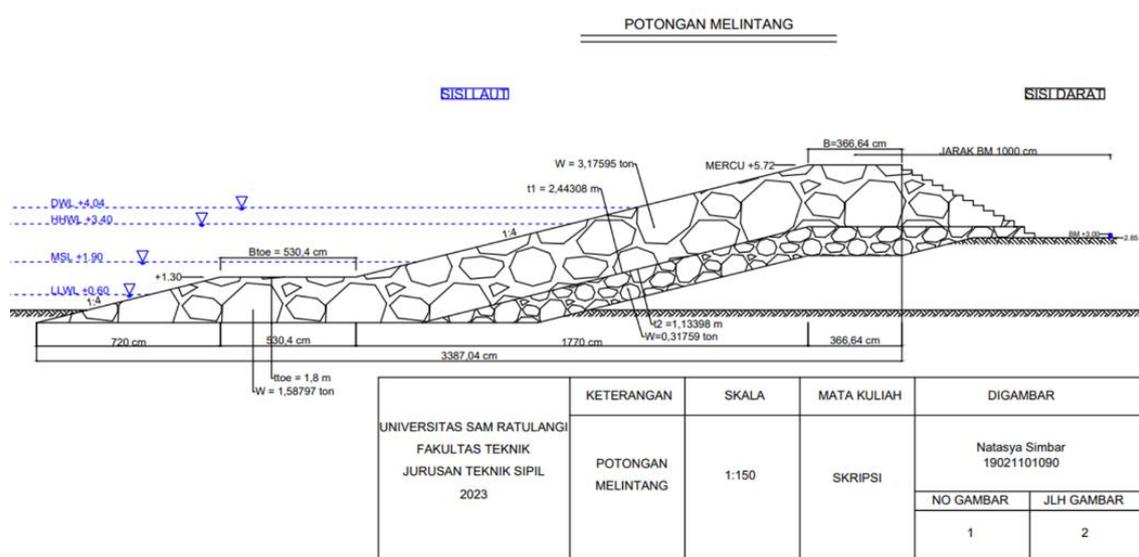
Berat batu lapis toe protection dipergunakan kira-kira setengah dari yang dipergunakan pada dinding tembok (0,5W)

$$W = 0,5 \times 3,17595$$

$$W = 1,58797 \text{ ton}$$

$W = 1587,97 \text{ kg}$

Maka berat butir *toe protection* (W) diambil sebesar yaitu $W = 1587,97 \text{ kg}$.



Gambar 3. Revetment (Autocad,2021)

5. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pengamatan gelombang selama 5 tahun diketahui telah terjadi proses abrasi di pantai moinit yang menyebabkan berubahnya garis pantai, dan mengancam lahan warga, jalan, bahkan sekolah pelayaran. Berdasarkan analisa diperoleh:

Jenis bangunan : Revetment

Tinggi bangunan : 5,72501m

Lebar puncak : 3,66461m

Kemiringan : 1:4

Fungsi bangunan : Untuk melindungi tanah dibelakang bangunan pengaman pantai dari gempuran gelombang supaya tidak terjadi abrasi.

Referensi

- CERC. 1984. "Shore Protection Manual Volume I-II". US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.
- Mamanua.I.C. 2017. Tommy Jansen, A.K.T. Dundu. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil. Manado: Universitas Sam Ratulangi.*
- Danial,M,M. 2008. *Rekayasa Pantai*.Alfabeta.Bandung **BAB II Dasar Teori. TEKNIK PANTAI**.www.eprints.ac.id
- Kobayashi.N 1997. *Wave Runup And Overtopping On Beaches And Coastel Structures*. Ocean Engineering Laboratory, University Of Delaware
- Nicolaas.J.B.R 2022. Hansje Tawas, Tommy Jansen. *Studi Perencanaan Bangunan Pantai Di Pantai Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil. Manado: Universitas Sam Ratulangi.*
- Sabatun, Kurniawan M.Hi. 2019. Tommy Jansen, M. Ihsan Jasin. *Analisis Karakteristik Gelombang Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil. Manado: Universitas Sam Ratulangi.*
- Lalenoh.L. 2016. J.D. Mamoto, A.K.T. Dundu. *Perencanaan Bangunan Pengamanan Pantai Pada Daerah Pantai Mangatasik Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil. Manado: Universitas Sam Ratulangi.*
- Yuwono,Nur,1992. "Teknik Pantai Volume I dan II", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang.1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang,2020. *Perencanaan bangunan pantai (edisi ke-2)*, Google Earth.2022.