

Analisis Stabilitas Bangunan Pengaman Pantai (*Revetment*) di Pantai Muli Lampung Selatan

Muhammad Tomi¹⁾

Ahmad Zakaria²⁾

Subuh Tugiono²⁾

Dyah Indriana Kusumastuti²⁾

Abstract

This study analyzes the revetment structure located at Muli Beach, South Lampung, through wave analysis occurring at the beach. The stability of the coastal protection structure, revetment, at Muli Beach is of utmost importance due to safety and security concerns for beach users. If the revetment is unstable, it can cause damage to the structure and potentially pose hazards to the users. The aim of this research is to assess the stability of the revetment structure against high waves occurring at the beach. The analysis method employed in this study utilizes wave forecasting with a return period of 10 years. The analysis also encompasses the examination of the components constituting the revetment structure at Muli Beach. The research findings indicate that the composition of the revetment structure is unstable against high waves. The wave forecasting analysis at Muli Beach resulted in a significant wave height, $H_s = 1,02$ m and a wave height at breaking point $H_b = 1,82$ m. Regarding the structure's components, there are several shattered stones > 2 , indicating inconsistency with the existing literature. In the analysis of the revetment toe protection, a stability coefficient value of $Ns^3 = 290$ was obtained, which can be considered safe. Based on these analysis results, it is recommended to implement necessary measures to prevent the collapse of the revetment structure during high wave events.

Keywords: revetment, waves, stability, beach.

Abstrak

Penelitian ini menganalisis bangunan *revetment* yang berada di Pantai Muli Lampung Selatan melalui analisis gelombang yang terjadi di pantai tersebut. Stabilitas bangunan pengaman pantai *revetment* di Pantai Muli menjadi perhatian yang sangat penting karena faktor keamanan dan keselamatan pengguna pantai. Jika *revetment* tidak stabil, maka dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan dan bahkan berpotensi menimbulkan bahaya bagi pengguna. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menilai kesetabilan bangunan *revetment* tersebut terhadap gelombang tinggi yang terjadi di pantai tersebut. Metode analisis pada penelitian ini menggunakan peramalan gelombang dengan periode ulang 10 tahun. Analisis juga dilakukan pada struktur penyusun bangunan *revetment* di Pantai Muli. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya penyusun struktur bangunan *revetment* tidak stabil terhadap gelombang tinggi. Analisis peramalan gelombang pada pantai muli menghasilkan tinggi gelombang signifikan $H_s = 1,02$ m dan tinggi gelombang pecah $H_b = 1,82$ m. Untuk struktur bangunan nilai koefisien stabilitasnya terdapat beberapa batu pecah > 2 sehingga tidak sesuai berdasarkan literatur. Pada analisis pelindung kaki *revetment* didapatkan nilai $Ns^3 = 290$ dapat dikatakan aman. Berdasarkan hasil analisis tersebut disarankan untuk melakukan penanganan untuk mencegah keruntuhan bangunan *revetment* saat terjadi gelombang tinggi.

Kata kunci: *revetment*, gelombang, stabilitas, pantai.

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: muhammadtomi159@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedung Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Pantai Muli merupakan salah satu pantai yang terletak di Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan. Pantai ini sering dikunjungi oleh wisatawan karena memiliki panorama alam yang indah. Namun, Pantai Muli juga memiliki permasalahan yang perlu mendapat perhatian, yaitu abrasi pantai yang semakin parah akibat ombak dan arus laut yang kuat. Pada musim tertentu, sering terjadi hantaman gelombang pasang di beberapa tempat yang dapat mengakibatkan erosi pantai dan kerusakan pada bangunan. Tanda kerusakan dapat dilihat dari rusaknya bangunan yang berada dipinggir pantai, baik sarana dan prasarana seperti jalan, jembatan, serta rumah penduduk, sekolah dan tempat ibadah.

Pantai ialah daerah yang masih mendapat pengaruh laut seperti gelombang, arus dan pasang surut. Gelombang yang berada di laut sering nampak tidak teratur dan sering berubah-ubah (Putri et al., 2022). Pantai juga rentan terhadap perubahan akibat erosi, abrasi, dan dampak aktivitas manusia. Maka untuk mengantisipasi atau meminimalisir hal tersebut perlu direncanakan bangunan pelindung pantai. Menurut (Retraubun et al., 2022) Bangunan pelindung pantai pada umumnya berfungsi untuk melindungi daerah pantai. Bangunan ini di bangun sejajar dengan garis pantai sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan oleh gelombang. Bangunan pelindung pantai yang digunakan berupa *revetment*.

Bangunan *revetment* adalah sebuah struktur pengaman pantai yang merupakan salah satu upaya untuk mengatasi erosi di pantai yang memiliki banyak kegiatan pariwisata. Biasanya, *revetment* dibangun di tepi pantai atau di daratan untuk melindungi pantai itu sendiri dari dampak gelombang (Karundeng et al., 2022). *Revetment* merupakan struktur yang dibangun di tepi pantai dengan tujuan melindungi pantai dari serangan gelombang dan mencegah gelombang meluap ke daratan (*overtopping*) (Manuel et al., 2017). Namun, stabilitas bangunan pengaman pantai *revetment* di Pantai Muli menjadi perhatian yang sangat penting karena faktor keamanan dan keselamatan pengguna pantai. Jika *revetment* tidak stabil, maka dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan dan bahkan berpotensi menimbulkan bahaya bagi pengguna.

Untuk memastikan bahwa struktur pengaman pantai *revetment* ini dapat berfungsi dengan baik, diperlukan analisis stabilitas bangunan. Analisis stabilitas bangunan *revetment* akan membantu menentukan apakah struktur pengaman pantai ini dapat bertahan dalam kondisi ekstrem, seperti saat terjadi gelombang tinggi. Dengan demikian, analisis stabilitas bangunan pengaman pantai (*revetment*) di pantai Muli Lampung Selatan sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa struktur pengaman pantai ini dapat bertahan dalam kondisi ekstrem dan berfungsi dengan baik untuk mengurangi resiko kerusakan pantai akibat abrasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pantai

Dalam konteks bahasa Indonesia, terdapat dua istilah yang berkaitan dengan wilayah pesisir, yaitu "Pesisir" dan "Pantai". "Pesisir" merujuk pada area daratan yang berada di tepi laut dan masih terpengaruh oleh fenomena lautan seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut. Di sisi lain, "Pantai" mengacu pada area yang terletak di tepi perairan dan dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sempadan pantai ialah area daratan sepanjang tepian pantai yang luasnya disesuaikan dengan bentuk dan karakteristik geografis pantai, minimal 100 meter dari lokasi air pasang tertinggi menuju daratan (Triatmodjo, 2016).

2.2 Bangunan Pengaman Pantai (*Revetment*)

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan gelombang dan arus. *Revetment* adalah jenis bangunan yang dibangun di garis pantai dengan tujuan melindungi pantai dari serangan gelombang dan mencegah gelombang meluap (*overtopping*) ke daratan (Erwiyana et al., 2022). Bangunan ini memberikan perlindungan kepada wilayah daratan yang terletak di belakangnya. Bagian bangunan yang menghadap gelombang dapat memiliki bentuk permukaan vertikal atau miring. Secara umum, dinding pantai memiliki bentuk vertikal, sementara *revetment* memiliki kemiringan pada sisi-sisinya.



Gambar 1. Revetment Batu Pecah di Pantai Muli.

2.3 Angin

Angin yang berhembus di atas permukaan air laut dapat memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin dapat menyebabkan tegangan pada permukaan air laut, sehingga permukaan air yang awalnya tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang (Triatmodjo, 2016).

2.4 *Fetch*

Fetch adalah daerah pembangkit gelombang laut yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut tersebut. Daerah *fetch* adalah daerah dengan kecepatan angin konstan (Samudra et al., 2018). Di dalam peninjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi. Di daerah pembangkitan gelombang, gelombang

tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin, tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Cara menghitung *fetch* efektif adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 2016):

$$Fetch = \frac{\sum X \cos(\alpha)}{\sum \cos(\alpha)} \quad (1)$$

2.3 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 (Samudra et al., 2018). Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, Gelombang pasang surut terjadi akibat gaya tarik yang diberikan oleh benda-benda langit, terutama matahari dan bulan, terhadap bumi. Sementara itu, gelombang tsunami terjadi karena peristiwa seperti letusan gunung berapi atau gempa di dasar laut. Selain itu, terdapat juga gelombang yang dihasilkan oleh pergerakan kapal dan berbagai faktor lainnya (Triatmodjo, 2016).

2.3.1 Gelombang Signifikan

Dalam menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s), digunakan analisis spektrum gelombang berdasarkan kondisi FDS (*Fully Developed Sea*). Dengan menentukan kecepatan angin rata-rata di atas permukaan laut, untuk menentukan tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$H_s = \frac{0,0016 \sqrt{\frac{g \cdot Feff}{UA^2}} \times UA^2}{g} \quad (2)$$

$$T_s = \frac{0,2857 \left(\frac{g \cdot feff}{UA^2} \right)^{(1/3)} \times UA^2}{g} \quad (3)$$

2.3.2 Gelombang Pecah

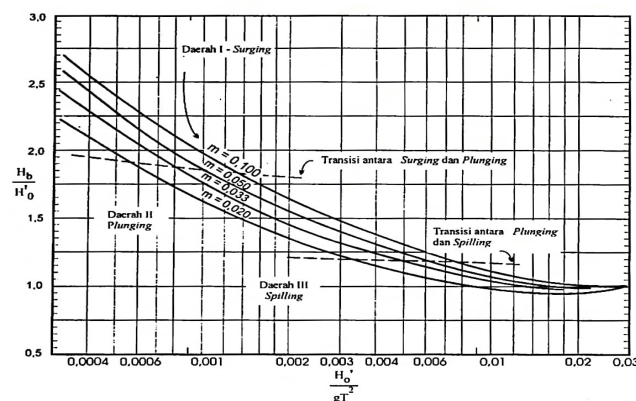
Gelombang yang merambat dari perairan dalam ke arah pantai mengalami modifikasi bentuk akibat perubahan kedalaman laut yang mempengaruhinya. Pengaruh kedalaman laut mulai terasa pada kedalaman lebih kecil dari setengah kali panjang gelombang. Profil gelombang di laut dalam adalah sinusoidal. Semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang semakin tajam dan lembah gelombang semakin datar. Selain itu, kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah (Farid, 2008). Adapun rumus untuk menentukan tinggi dan kedalaman gelombang pecah berikut ini. (Triatmodjo, 2016):

$$Ho' = Kr \times H \quad (4)$$

$$\frac{Ho'}{gT^2} \quad (5)$$

$$\frac{Hb}{Ho'} = \frac{1}{3,33 \left(\frac{Ho'}{Lo} \right)^{(1/3)}} \quad (6)$$

Grafik untuk penentuan tinggi gelombang pecah (H_b) dan grafik penentuan gelombang pecah dapat ditemukan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 2. Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah.

2.4 Fluktuasi Muka Air Laut

Elevasi muka air laut merupakan parameter yang sangat penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Muka air laut berfluktuasi dengan periode yang lebih besar dari periode gelombang angin. Muka air laut berfluktuasi dengan periode yang lebih besar dari periode gelombang angin. Fluktuasi muka air laut dapat disebabkan oleh *wave set-up* (kenaikan muka air karena gelombang), *wind set-up* (kenaikan muka air karena angin), tsunami, *storm surge* (gelombang badai), pemanasan global dan pasang surut (Nangaro et al., 2019).

2.5 Bangunan Pantai Sisi Miring

Bangunan sisi miring memiliki karakteristik fleksibel. Kerusakan yang disebabkan oleh serangan gelombang tidak terjadi secara tiba-tiba atau tidak menghancurkan. Meskipun ada beberapa batu yang mungkin longsor, bangunan masih tetap dapat berfungsi. Kerusakan yang terjadi dapat diperbaiki dengan menambahkan batu pelindung pada bagian yang mengalami longsor.

2.6 Stabilitas Batu Lindung

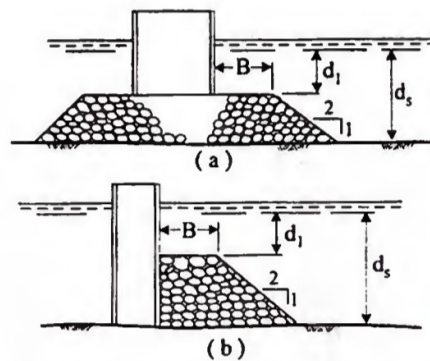
Dalam perencanaan struktur pelindung pantai dengan sisi miring, dapat dilakukan perhitungan berat butir batu pelindung menggunakan rumus Hudson berikut ini.

$$Sr = \frac{\gamma r}{\gamma \alpha} \quad (7)$$

$$W = \frac{\gamma r \times H^3}{KD \times (sr - 1)^3 \cot(\theta)} \quad (8)$$

2.7 Stabilitas Pengaman kaki

Angka stabilitas (Ns^3) dalam pondasi dan pelindung kaki dapat mempengaruhi hasil dari berat butir batu untuk pondasi serta pelindung kaki nantinya. Semakin besar nilai maka akan memberi nilai angka stabilitas (Ns^3) semakin besar (Triatmodjo, 2016).

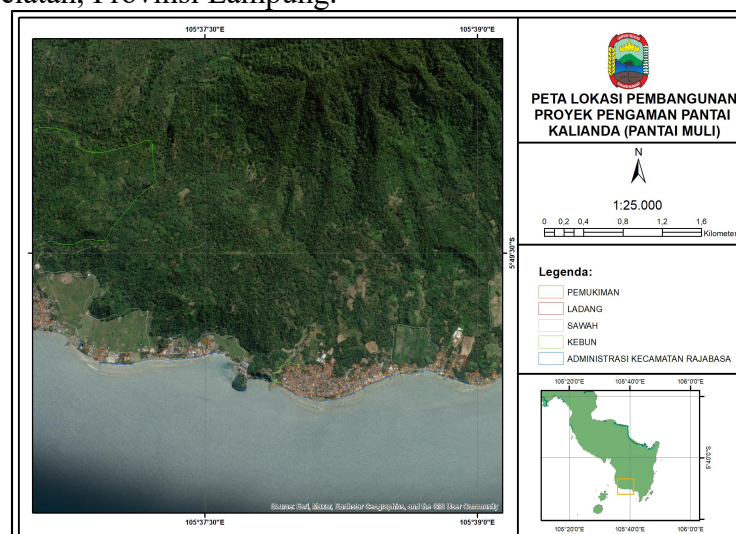


Gambar 3. Pelindung Kaki bangunan Pengaman Pantai.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di Pantai Muli, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.



Gambar 4. Lokasi Peta Penelitian.

3.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan data sekunder sebagai sumber data. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait. Selain itu, pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengukuran pada bangunan *revetment*, yang menjadi objek penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

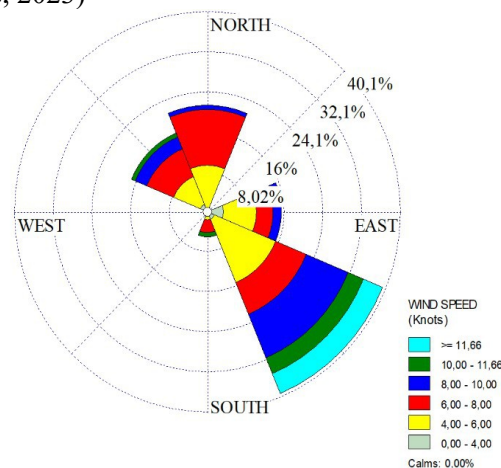
4.1 Analisis Data Angin

Data angin digunakan untuk menentukan arah gelombang serta tinggi gelombang. Berdasarkan pada data arah dominan bulanan dan kecepatan angin bulanan maksimum yang didapatkan dari Stasiun Meteorologi Raden Intan II dari tahun 1994-2003 yang terletak pada koordinat LS; $5^{\circ}14'23''$ dan BT; $105^{\circ}10'26''$, dibuatkan tabel dan *windrose* yang berdasarkan delapan mata arah angin.

Tabel 1. Persentase Kejadian Angin Tahun 1994-2003.

Kecepatan (knots)	Arah								Jumlah
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
0-4	0%	0%	3,42%	1,71%	0%	0%	0,85%	1,71%	7,69%
4-6	9,4%	0,85%	6,84%	13,68%	1,71%	0%	0%	5,98%	38,46%
6-8	11,11%	0%	3,42%	6,84%	2,56%	0%	0%	5,98%	29,91%
8-10	0,85%	0%	1,71%	9,40%	0%	0%	0%	2,56%	14,53%
10-11,66	0%	0%	0%	3,42%	0,85%	0%	0%	0,85%	5,13%
>11,66	0%	0%	0%	4,27%	0%	0%	0%	0%	4,27%
Total	21,37%	0,85%	15,38%	39,32%	5,13%	0%	0,85%	17,09%	100%

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

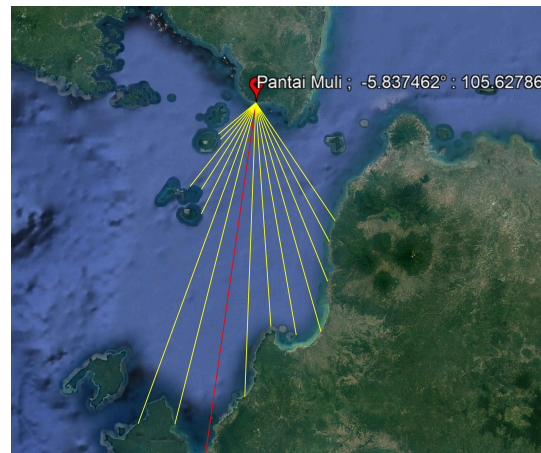


Gambar 5. *Windrose* Tahun 1994-2003.

4.2 Analisis Fetch

Menghitung panjang *fetch* efektif dengan menghitung panjang laut yang dibatasi oleh daratan. Dalam memulai penggambaran *fetch* garis awal yang dibuat harus tegak lurus pantai, selanjutnya digambar garis dengan ketentuan sudut 6° setiap garis sampai sudut

42° ke arah kiri dan kanan. Perhitungan panjang *fetch* menggunakan peta yang diambil dari google earth serta digambar dengan bantuan aplikasi AutoCAD.



Gambar 6. Panjang Fetch Efektif Pantai Muli.

Sehingga panjang fetch efektif pantai muli lampung selatan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan adalah 64,148 km.

4.3 Analisis Gelombang

4.3.1 Gelombang Signifikan

Gelombang signifikan didapat dengan menggunakan angin terkoreksi (UA) dan *fetch* rerata efektif. Perhitungan tinggi gelombang signifikan (H_s) menggunakan persamaan diatas, sehingga didapatkan nilai dari tinggi gelombang signifikan pada pantai muli lampung selatan sebesar.

Tabel 2. Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Pantai Muli.

Tahun	UA	H_s	T_s
1994	5,21	0,67	8,1
1995	6,92	0,90	6,7
1996	5,24	0,68	8,1
1997	4,35	0,56	9,2
1998	6,84	0,88	6,8
1999	7,55	0,98	6,4
2000	11,08	1,43	4,9
2001	10,44	1,35	5,1
2002	5,24	0,68	8,1
2003	15,95	2,06	3,9

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

4.3.2 Gelombang Rencana

Sebelum mencari gelombang rencana, perlu dihitung terlebih dahulu gelombang maksimum menggunakan periode ulang. Gelombang maksimum dicari menggunakan

metode gumbel dengan periode ulang 10 tahun. Perhitungan gelombang maksimum dapat dilihat dibawah ini:

$$\sigma H = \frac{\sqrt{(\sum H_s - \overline{H_s})^2}}{N-1} = \frac{\sqrt{1,97}}{9} = 0,468 \text{ m}$$

$$H_{max} = \overline{H_s} + \frac{\sigma H}{\sigma n} (Y_t - Y_n) = 1,02 + \frac{0,468}{0,94} (2,2502 - 0,495) = 1,89 \text{ m}$$

$$T_{max} = 0,33 \times \sqrt{\frac{H_{max}}{0,0056}} = 0,33 \times \sqrt{\frac{1,89}{0,0056}} = 6,7 \text{ s}$$

Dari hasil perhitungan, gelombang maksimum yang terjadi di Pantai Masceti berdasarkan kala ulang 10 tahun didapat tinggi gelombang (H_{max}) = 1,89 m dan periode gelombang (T_{max}) = 6,07 s. Setelah diperoleh tinggi dan periode gelombang maksimum kemudian hasil dari perhitungan ini digunakan untuk perhitungan gelombang rencana.

$$H = K_r \times K_s \times H_{max} = 1,2288 \times 0,79 \times 1,89 = 1,84 \text{ m}$$

Maka tinggi gelombang yang sudah mengalami proses refraksi (tinggi gelombang rencana) adalah $H = 1,84 \text{ m}$ yang selanjutnya dipakai dalam analisis gelombang pecah.

4.3.3 Gelombang Pecah

Tinggi gelombang ekuivalen pada kedalaman 1,138 m dihitung menggunakan persamaan:

$$H_o' = K_r \times H = 0,79 \times 1,84 = 1,45 \text{ m}$$

$$\frac{H_o'}{g T^2} = \frac{1,45}{9,81 \times 6,7^2} = 0,0040$$

$\frac{H_b}{H_o'} = 1,25$ berdasarkan grafik tinggi gelombang pecah yang memperhatikan kemiringan pantai sebesar $m = 0,03$. Sehingga tinggi gelombang pecah dapat dihitung seperti dibawah ini.

$$H_b = 1,25 \times H_o' = 1,25 \times 1,45 = 1,82 \text{ m}$$

$\frac{db}{H_b} = 1,1$ berdasarkan grafik gelombang pecah dengan memperhatikan kemiringan pantai tersebut.

$$db = 1,1 \times H_b = 1,1 \times 1,82 = 1,997 \text{ m}$$

4.4 Fluktuasi Muka Air laut

Tabel 3. Pasang Surut Pantai Muli

Muka Air Laut	Elev. Pasut Belum Pengikatan (cm)	Elev. Pasut (m)
<i>Highest High Water</i> (HHWL)	124,64	0,5464
<i>Mean High Water Level</i> (MHWL)	59,91	- 0,1009
<i>Mean Sea Level</i> (MSL)	70	0
<i>Mean Low Water Level</i> (MLWL)	- 4,27	- 0,7427
<i>Lowest Low Water Level</i> (LLWL)	10,62	- 0,5938

Adapun untuk kenaikan muka air laut akibat gelombang $Sw = 0,28$ m, kenaikan muka air laut akibat angin = 0,15 m, dan pemanasan global sebesar 0,2 m.

4.5 Stabilitas Batu Lindung

Pada proyek pembangunan pengaman pantai muli lampung selatan spesifikasi batuan lapis lindung yang digunakan ialah jenis batuan boulder dengan berat jenis $2,709 \text{ ton/m}^3$. Spesifikasi batu boulder yang digunakan pada pengaman pantai *revetment* di Pantai Muli ialah batu dengan diameter $>0,71$ m dan kemiringan *revetmen* 1:1,5. Hasil dari pengukuran dilapangan untuk batu boulder yang digunakan terdapat batu ukuran pada lapisan luar berdiameter 0,67 m-1,7 m.

Tabel 4. Nilai Stabilitas Batu Lindung

Diamater	Berat (ton)	Hb	Kd
0,67	0,4264	1,82	5,7
0,71	0,5074	1,82	4,8
1,7	6,9652	1,82	0,3
0,95	1,2155	1,82	2,0

Dari hasil analisis tersebut batu dengan ukuran 0,67 m tidak stabil digunakan dalam struktur bangunan *revetment*, karena nilai koefisien berada diatas angka aman stabilitas batu pecah pada literatur, yaitu sebesar 2 (Triatmodjo, 2016). Dengan demikian ukuran batu yang tidak sesuai koefisien stabilitasnya dapat mengalami kerusakan lapis lindung. Kerusakan lapis lindung dapat terjadi karena material tergeser dari posisi semula akibat gelombang yang menerjang. Batu boulder dapat berubah posisinya karena gaya gelombang yang berlebihan, terutama selama penurunan dan lonjakan (Jensen, 1984). Kerusakan lapis lindung dapat juga disebabkan karena terserang gelombang pecah (*plunging wave*), gelombang berantai (*wave trains*) yang terkonsentrasi, durasi gelombang yang panjang, erosi pada bagian *revetment*, serta perbedaan material yang digunakan (Rachmanda et al., 2022).

Dari hasil analisis yang telah dilakukan serta berdasarkan pengukuran dilapangan batu boulder berdiameter 0,67 m atau ukuran batu yang tidak stabil dapat diganti dengan batuan boulder berdiameter $>0,94$ m. Penggantian batu tersebut dimaksudkan agar struktur bangunan *revetment* dapat mencapai kestabilan yang telah disyaratkan berdasarkan literatur yaitu sebesar 2.

4.6 Stabilitas Pelindung Kaki Bangunan

Analisis pelindung kaki bangunan revetment dicari perbandingan antara $\frac{dl}{ds}$, adapun nilai ds sama dengan nilai dHHWL seperti dibawah ini.

$$dHHWL = HHWL + drerata = 0,5464 + 1,138 = 1,6124 \text{ m} , \text{ Jadi nilai } ds = 1,6124 \text{ m}.$$

Untuk mengetahui dl yaitu dengan cara mengurangi ds dengan Ttoe, dimana nilai Ttoe adalah tebal dari pelindung kaki revetmen sebesar 2,938 m berdasarkan gambar kerja revetment.

$$dl = ds - Ttoe = 1,6124 - 2,938 = 1,3$$

$$\frac{dl}{ds} = \frac{1,3}{1,6124} = 0,74$$

Berdasarkan hasil analisis untuk pelindung kaki bangunan pengaman pantai di pantai muli lampung selatan dengan kedalaman rata-rata sebesar 1,138 m didapatkan nilai dl/ds = 0,74. Dengan memplotkan nilai dl/ds dengan garis bantu untuk pelindung kaki maka diperoleh nilai $N_s^3 = 290$ dengan syarat $N_s^3 < 300$.

V. KESIMPULAN

Hasil analisis pada data angin didapatkan arah angin dominan yaitu arah Tenggara. Sehingga tinggi gelombang signifikan ($H_s = 1,02 \text{ m}$), periode gelombang signifikan ($T_s = 6,7 \text{ s}$). Tinggi gelombang pecah ($H_b = 1,82 \text{ m}$), serta kedalaman gelombang pecah ($db = 1,84 \text{ m}$).

Pada analisis koefisien stabilitas bangunan pengaman pantai *revetment* di di Pantai Muli Lampung Selatan diperoleh batu boulder dengan diameter terkecil 0,67 m nilai ($K_D = 5,7$) dan diameter terbesar 1,7 m nilai ($K_D = 0,3$). Sehingga dapat dikategorikan batu pecah dengan diameter 0,67 m tidak stabil terhadap gelombang tinggi. Sehingga apabila terjadi gelombang tinggi batu boulder tersebut rawan mengalami pergeseran serta dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur *revetment*. Serta untuk pelindung kaki bangunan pengaman pantai revetment didapat $N_s^3 = 290$ Sehingga untuk nilai $290 < 300$ bangunan dinding pengaman pantai di pantai muli lampung selatan dapat dikatakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Erwiyana, L., Salim, N., & Aliehudin, A. (2022). Studi perencanaan konstruksi pelindung pantai pada wilayah industri di Pesisir Pantai Blekok. *Jurnal Smart Teknologi*, 3(5), 492–501.
- Farid, A. (2008). Karakteristik gelombang pecah di perairan Perak Surabaya. *Embryo*, 5(2), 1–5.
- Jensen, O. J. (1984). *A monograph on rubble mound breakwaters*. Danish Hydraulic Institute (DHI).
- Karundeng, Z. D. P., Jansen, T., & Jasin, M. I. (2022). Evaluasi kinerja bangunan pengaman pantai Tolondadu di Desa Sondana Kecamatan Bolaang Uki

- Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *Tekno*, 20(8), 1–9.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/>
- Manuel, A., Ihsan Jasin, M., & Mamoto, J. D. (2017). Perencanaan bangunan pengaman pantai pada daerah Pantai Bulu Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 5(6), 325–334.
<http://eprints.undip.ac.id/>
- Putri, A. A. K., Diansyah, G., & Putri, W. A. E. (2022). Analisis tinggi gelombang signifikan berdasarkan model wavewatch-III di Pantai Alau-Alau, Kalianda, Lampung Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 123–130.
<https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.39567>
- Rachmanda, F., Tugiono, S., Zakaria, A., & Herison, A. (2022). Analisis stabilitas breakwater tenggelam tipe batu pecah. *JRSDD*, 10(2), 385–394.
- Retraubun, N., Telussa, M. F., & Halawane, W. (2022). Penentuan bangunan pelindung pantai yang tepat di Desa Hatu, Kecamatan Leihitu Barat Maluku Tengah. *Jurnal Manumata*, 8(1), 1–9.
- Samudra, A. R., Jasin, M. I., & Halim, F. (2018). Evaluasi kinerja breakwater terhadap gelombang di kawasan pelabuhan Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 6(4), 211–224.
- Triatmodjo, B. (2016). *Teknik Pantai* (Cetakan ke-8). Beta Offset.