



Perencanaan Struktur Pemecah Gelombang dengan Sisi Miring pada Kawasan Pesisir ULPLTU Sumbawa

Syahri Wardani¹, Adi Mawardin²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

¹arisyahriwardani02@gmail.com, ²adi.mawardin@uts.ac.id*

Abstract

The coastal area of ULPLTU Sumbawa, located in Labuhan Kertasari, Taliwang District, West Sumbawa Regency, is affected by coastal erosion caused by shoreline retreat and wave action. Therefore, the objective of this research is to design a breakwater structure with inclined sides to mitigate the height of incoming waves. In this study, the data used includes primary data through direct field observations, while secondary data consists of wind data, tidal data, topographic data, and bathymetric data. Data processing methods involve wind data analysis, fetch, wave characteristics, bathymetry, and topography. After analyzing all the data, the breakwater structure was planned. The resulting design comprises a mound-type breakwater made of tetrapods and natural stones. It has a slope of 1:1.5 (33.7°), a crest width of 3.7 m, a crest elevation of 3.86 m, a structure height of 5 m, with the main armor layer unit weight $W=4,079$ kg, the second armor layer weight $W/10=544.8$ kg, and the core armor layer weight $W/200=27$ kg. Based on the results of the planning of the breakwater structure, it has been recommended to use local materials to reduce costs and support the local economy by ensuring the quality of materials according to standards. This solution is not only cost-efficient but also environmentally friendly, contributes to environmental conservation, and provides significant economic benefits to the surrounding community.

Keywords: Design, Structure, Breakwater, Fetch, Tetrapod

Abstrak

Kawasan pesisir ULPLTU Sumbawa yang berada di Labuhan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat merupakan salah satu lokasi yang terkena dampak dari erosi pantai yang disebabkan oleh mundurnya garis pantai yang dikombinasi dengan aksi gelombang. Sehingga tujuan penelitian ini adalah perencanaan bangunan pemecah gelombang dengan sisi miring untuk meredam tinggi gelombang datang. Pada penelitian ini, data yang digunakan ialah data primer melalui observasi langsung kondisi di lapangan, sedangkan data sekunder berupa data angin, data pasang surut, data topografi, dan batimetri. Metode pengolahan data menggunakan metode analisis data angin, *fetch*, gelombang, batimetri dan topografi. Setelah menganalisis semua data, selanjutnya merencanakan bangunan pemecah gelombang. Hasil dari perencanaan, didapatkan bangunan pemecah gelombang dengan tipe gundukan puing dari tetrapod dan batu alam mempunyai kemiringan 1:1,5 (33,7°) dengan lebar puncak 3,7 m, elevasi puncak 3,86 m, tinggi bangunan 5 m, berat unit lapisindung utama $W=4.079$ kg, lapisindung kedua $W/10= 544,8$ kg, lapisindung inti $W/200=27$ kg. Berdasarkan hasil perencanaan struktur pemecah gelombang, direkomendasikan penggunaan material lokal untuk mengurangi biaya dan mendukung perekonomian setempat dengan memastikan kualitas material sesuai standar, solusi ini tidak hanya efisien dari segi biaya tetapi juga ramah lingkungan, berkontribusi pada pelestarian lingkungan, dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi masyarakat sekitar.

Kata kunci: Perencanaan, Pemecah Gelombang, Struktur, Fetch, Tetrapod

Diterima Redaksi : 2024-07-12 | Selesai Revisi : 2024-08-19 | Diterbitkan Online : 2025-08-04



Lisensi
Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lebih dari 13.000 pulau dan garis pantai sepanjang 80.000 km [1]. Daerah pantai adalah daerah yang sangat manjur untuk pemanfaatan segala bentuk kegiatan. Beriringan dengan berkembangnya dan bertumbuhnya fungsi pantai memikul meningkatnya kebutuhan lahan pantai yang dapat menyebabkan berbagai permasalahan, diantaranya yaitu sedimentsi, abrasi, pencemaran lingkungan dan lain-lain. Erosi pantai mengacu pada mundurnya garis pantai dari lokasi aslinya [2]. Keausan atau erosi pantai disebabkan oleh lepasnya material pantai seperti pasir atau tanah yang dikombinasikan dengan aksi gelombang laut yang terus menerus.

Keausan merupakan masalah umum di wilayah pesisir. Oleh karena itu, permasalahan ini harus segera diatasi. Hal ini tidak hanya mempersempit garis pantai tetapi juga dapat menimbulkan kerugian yang signifikan. Perubahan garis pantai terjadi secara terus menerus melalui berbagai proses baik erosi pantai maupun akresi yang disebabkan oleh transpor sedimen, arus sejajar pantai, aksi gelombang dan penggunaan lahan [3]. Keausan disebabkan oleh dua faktor yaitu alam dan manusia.

Fenomena alam yang terjadi dapat berupa proses hidro-oseanografi yang berasal dari lautan seperti aksi gelombang, perubahan arah pola arus, fenomena angin dan pasang surut [4]. Selain faktor alam, keausan ini juga bisa disebabkan oleh faktor manusia, permasalahan utama di wilayah pesisir adalah pertumbuhan penduduk yang relatif pesat. Untuk memenuhi kebutuhan penduduk pesisir, wilayah pesisir juga dijadikan sebagai tempat pengembangan dan perbaikan infrastruktur, termasuk transportasi, pelabuhan, bandar udara, dan lain-lain.

Salah satu infrastruktur yang terkena dampak dari abrasi yaitu ULPLTU (Unit Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Sumbawa. ULPLTU Sumbawa adalah bangunan yang berada pada kawasan pesisir pantai yang lama kelamaan akan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh mundurnya garis pantai. Berdasarkan kondisi saat ini, abrasi disebabkan oleh mundurnya garis Pantai. Pengaruh kecepatan angin juga memperburuk kondisi gelombang dan mempercepat terjadinya proses abrasi di Kawasan ini. Pasang surut juga menunjukkan adanya variasi yang signifikan, dimana pada kondisi pasang tertinggi mencapai 3 meter, yang mengakibatkan abrasi lebih parah pada kondisi pasang naik. Kondisi ini menunjukkan betapa pentingnya merencanakan *breakwater* sebagai pengendali gelombang dan melindungi garis Pantai. Dengan adanya *breakwater*, diharapkan mampu mengurangi energi gelombang yang mencapai Pantai, sehingga mengurangi laju abrasi dan melindungi infrastruktur penting di Kawasan ULPLTU Sumbawa. Perencanaan *breakwater* dengan sisi miring ini juga diharapkan mampu memberikan perlindungan

jangka panjang terhadap Kawasan pesisir ULPLTU Sumbawa dan meningkatkan ketahanan terhadap kondisi perubahan iklim dan kondisi cuaca ekstrem. Penampang struktur pemecah gelombang terdiri dari batuan inti yang relatif padat, ditutupi oleh satu atau dua lapisan batuan atau pelindung beton yang melindungi lapisan dibawahnya, sehingga berat satuan lapisan pelindung terluar dapat dimaksimalkan [5].

Untuk membangun struktur perlindungan pantai, diperlukan material yang tangguh dan kuat untuk menghadapi gelombang dan arus laut. Material ini digunakan sebagai lapis lindung dalam konstruksi perlindungan Pantai [6]. Lapis lindung (*armor unit*) terbagi menjadi dua jenis: material alami (seperti batu alam, granit, dan basalt) dan material buatan yang umumnya terbuat dari beton [7].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Februari hingga bulan Juni yang berlokasi di Labuhan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat. Adapun koordinat tepat lokasi berada pada 8°44'36"S 116°46'34"E. Data yang dilakukan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari hasil observasi secara langsung kelapangan, sedangkan data sekunder terdiri dari data angin yang didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah III Sultan Kaharuddin Kabupaten Sumbawa serta data topografi dan batimetri yang didapat dari DEMNAS dan BATNAS dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

2.1. Peramalan Gelombang

Prediksi gelombang dilakukan dengan tujuan untuk memahami karakteristik timbulan gelombang di laut dalam. Saat menghasilkan gelombang, perlu mengetahui parameter berikut:

- a. Kecepatan angin rata-rata di permukaan air U_w

Menurut [1], kecepatan angin pada ketinggian 10 meter biasanya digunakan untuk meramalkan gelombang. Jika angin tidak diukur pada ketinggian tersebut, maka kecepatan angin harus diubah ke ketinggian tersebut. Untuk mempermudah perhitungan, dapat menggunakan rumus 1.

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

Dengan $U_{(10)}$ adalah Kecepatan angin pada ketinggian 10 m (m/s), y adalah Elevasi terhadap permukaan air. Mengukur data angin dari permukaan laut paling cocok untuk memprediksi gelombang. Hasil perhitungan kecepatan angin diatas kemudian diubah menjadi faktor tegangan angin (U_A) dengan menggunakan rumus 2.

$$U_A = 0,71 U_w^{1,23} \quad (2)$$

Dengan U_A adalah Koreksi tegangan angin (m/dt) dan U_W adalah Kecepatan angin dilaut (m/dt). Analisis data angin dilakukan untuk mendapatkan kecepatan angin yang telah dikoreksi. Data angin diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan didistribusikan menggunakan *WRPLOT* untuk membuat arah dan mata angin dominan (*windrose*). Koordinat pusat lokasi *windrose* dapat ditentukan menggunakan *Google Earth*. *Windrose* dibuat berdasarkan data angin untuk menentukan arah angin yang dominan.

b. Fetch

Panjang pengambilan adalah panjang lautan dengan pulau-pulau di setiap ujungnya. rumus 3. dibawah ini memberikan fetch rerata yang efektif.

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (3)$$

Dengan F_{eff} adalah rerata efektif (km), X_i adalah Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch* (km), dan α adalah deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin

Fetch tersebut kemudian dihitung untuk langkah selanjutnya dalam mencari tinggi dan periode gelombang.

c. Gelombang

Gelombang signifikan dihitung berdasarkan kecepatan angin dan rata-rata panjang tangkapan air efektif selama 10 tahun (2014–2023), sehingga diperoleh tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) rumus 4. dapat digunakan untuk menghitung tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) dapat dihitung menggunakan rumus 5. Akan dilakukan analisis spektral gelombang JONSWAP [8], yang diperoleh dari *FullyDeveloped Sea* (FDS).

$$H_s = 0,0016 \left(\frac{g \cdot f}{U_A^2} \right)^{1/2} \frac{U_A^2}{g} \quad (4)$$

$$T_s = 0,2857 \left(\frac{g \cdot f}{U_A^2} \right)^{1/3} \frac{U_A^2}{g} \quad (5)$$

Gelombang signifikan ini digunakan untuk memprediksi gelombang laut dalam pada periode waktu tertentu.

2.2. Perencanaan Struktur

a. Kondisi Gelombang di Lokasi Rencana

Penyelidikan dilakukan untuk mengetahui apakah gelombang ombak pecah atau tidak di lokasi yang direncanakan. Hal ini diperlukan untuk menentukan nilai

K_D yang digunakan pada desain strukur *breakwater* rumus 6.

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (a \frac{H_b}{g T^2})} \quad (6)$$

dengan Dimana a dan b adalah fungsi kemiringan tepian m.

b. Wave Run-up

Hasil perhitungan ini digunakan untuk menghitung ketinggian puncak pemecah gelombang yang diusulkan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus 7.

$$I_r = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L_0} \right)^{0,5}} \quad (7)$$

dengan I_r adalah bilangan Irribaren, θ adalah sudut kemiringan sisi *breakwater* ($^\circ$), H adalah tinggi gelombang dilokasi bangunan (m), dan L_0 adalah Panjang gelombang (m) dilaut dalam

b. Berat Butir Armor

Perhitungan berat butir armor dapat dihitung dengan analisis Hudson menggunakan rumus 8.

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cos \theta} \quad (8)$$

dengan W adalah berat armor unit (kg), γ_r adalah berat jenis batuan/beton (kg/m^3), γ_a adalah berat jenis air laut (kg/m^3), H adalah tinggi gelombang (m), K_D adalah koefisien stabilitas, dan S_r adalah γ_r / γ_a

c. Lebar Puncak

Lebar puncak *breakwater* dapat dihitung menggunakan rumus 9.

$$B = n \cdot k_A \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \quad (9)$$

dengan B adalah Lebar puncak (m), n adalah jumlah armour tiap lapisan, k_A adalah koefisien lapis, W adalah Berat butir armour unit, dan γ_r adalah Berat jenis armour unit.

d. Tebal Lapis Lindung

Untuk mengetahui tebal lapis lindung dapat dihitung dengan menggunakan rumus 10.

$$t = n k_A \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \quad (10)$$

dengan t adalah tebal lapis pelindung, n adalah jumlah unit armour dalam lapis pelindung, dan k_A adalah koefisien lapis.

e. Jumlah batu pelindung

Jumlah butir batu pelindung persatuan luas (10 m²) dihitung menggunakan rumus 11.

$$N = Ank\Delta \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma r}{W} \right]^{2/3} \quad (11)$$

Dengan n adalah jumlah unit armour dalam lapis pelindung, $k\Delta$ adalah koefisien lapis, A adalah luas permukaan, P adalah porositas rerata lapis pelindung, N adalah jumlah armour unit untuk satuan luas permukaan A , dan γr adalah berat jenis armour.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Lokasi Penelitian

Kawasan pesisir ULPLTU Sumbawa terjadi erosi pantai akibat gelombang yang menyebabkan pantai mundur dari lokasi semula. Oleh karena itu, tujuan penanganan adalah untuk mencegah dan mengurangi efek keausan. Perlakuan ini diharapkan dapat menahan serangan gelombang. Untuk lebih jelasnya kondisi bangunan pada lokasi perencanaan dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. Dimana **Gambar 1** menunjukkan kondisi bangunan keliling dari ULPLTU Sumbawa dan **Gambar 2** menunjukkan kondisi *breakwater* yang sama-sama mengalami kerusakan akibat hantaman gelombang.



Gambar 1. Kondisi Bangunan Pembatas ULPLTU



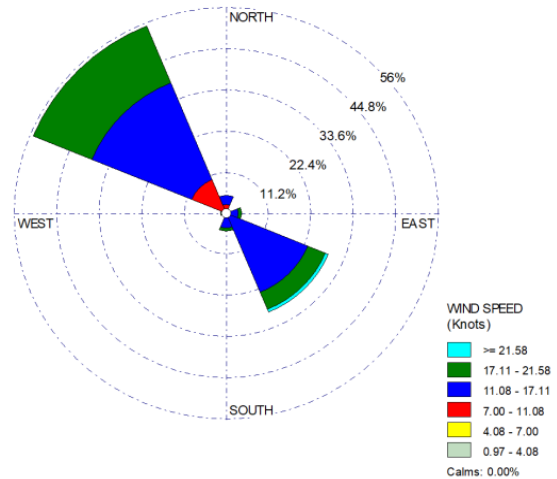
Gambar 2. Kondisi Breakwater

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v7i1.895>

3.2. Peramalan Gelombang

a. Analisa Data Angin

Data angin yang diperoleh dari BMKG dikelompokkan kedalam kelompok berdasarkan kecepatan dan arah angin maksimum bulanan selama 10 tahun (2014-2023).

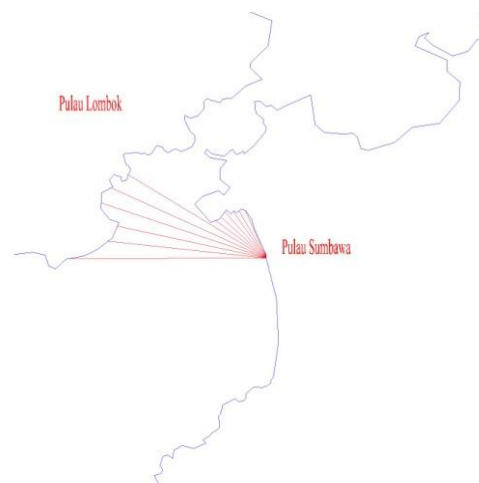


Gambar 3. Mawar Angin

Dari hasil analisis sebaran data angin pada **Gambar 3**, diperoleh bahwa angin dominan bertiup dari arah Barat Laut (NW).

b. Analisa Fetch

Saat melihat pembangkit gelombang laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan sekitar lautan. Garis pengumpulan panjang di lokasi desain membentuk sudut 6° terhadap arah angin, dengan sudut 42° ke kiri dan kanan. Arah dominan yang dimiliki adalah arah Barat Laut (NW), sehingga arah *fetch* ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Fetch Kawasan ULPLTU Sumbawa

Panjang pengambilan adalah panjang lautan dengan pulau-pulau di setiap ujungnya. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perhitungan Panjang *Fetch*

Arah	Sudut α	Cos α	χ_i (m)	$\chi_i \cdot \text{Cos } \alpha$
NW	42	0.743	9592	7126.86
	36	0.809	7735	6257.62
	30	0.866	7370	6382.42
	24	0.914	8433	7707.76
	18	0.951	8230	7826.73
	12	0.978	7773	7601.99
	6	0.995	3023	3007.89
	0	1	2926	2926.00
	6	0.995	2955	2940.23
	12	0.978	2722	2662.12
	18	0.951	2592	2464.99
	24	0.914	2455	2243.87
	30	0.866	572	495.35
	36	0.809	312	252.41
	42	0.743	216	160.49
Total		13.512		60056.71

Selanjutnya menghitung panjang *fetch* (F_{eff}) rerata pada lokasi rumus 3., sehingga,

$$F_{eff} = \frac{60056.71}{13.512} = 4445 \text{ m}$$

Diperoleh F_{eff} sebesar 4.445 m, yang digunakan untuk menghitung tinggi dan periode gelombang.

c. Analisa Gelombang

Tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) dihitung dengan rumus 4 dan rumus 5. Berikut hasil perhitungan gelombang signifikan selama 10 tahun dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan Gelombang Signifikan

Tahun	Arah	Umax (knot)	UA (m/s)	Feff (m)	Hs (m)	Ts (s)
2014	NW	11	8.846	4445	0,301	2.120
2015		10	8.044	4445	0,273	2.053
2016		8	6.383	4445	0,217	1.901
2017		11	8.846	4445	0,301	2.120
2018		9	7.222	4445	0,245	1.981
2019		10	8.044	4445	0,273	2.053
2020		10	8.044	4445	0,273	2.053
2021		11	8.846	4445	0,301	2.120
2022		15	11.806	4445	0,402	2.334
2023		10	8.044	4445	0,273	2.053
Total					0,285	

3.3 Perencanaan *Layout Breakwater*

Rencana kedalaman lokasi bangunan pemecah gelombang adalah -0,5 m. Maka dalam penelitian ini menggunakan pemecah gelombang sisi miring, karena memiliki kemiripan dengan pondasi datar dan lebih ekonomis. Sedangkan jenis pemecah gelombang yang digunakan ialah jenis lepas pantai. Karena sedimen yang terbawa gelombang masuk dan mengendap di belakang pemecah gelombang. Bangunan ini menjorok ke laut sehingga gelombang yang menjalar ke pantai terhalang oleh bangunan tersebut [9].

3.4 Dimensi *Breakwater*

a. Kondisi Gelombang di Lokasi Rencana

Untuk menghitung kedalaman air di mana gelombang pecah yaitu dengan rumus 6.

$$d_b = 1,128 \times H_b$$

$$d_b = 0,451 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

Dengan demikian, gelombang pecah terjadi pada kedalaman 0,5 m. Hal ini dikarenakan $db < d_{LWL}$ dan $db < d_{HWL}$, dilokasi pembangunan tidak terjadi pecah ombak pada kedalaman -5 m.

b. Elevasi *Breakwater*

Ketinggian puncak *breakwater* dihitung berdasarkan tinggi *wave run-up* rumus 7. dengan parameter dibawah. Kemiringan rencana sisi *breakwater* yaitu 1:1,5, $\emptyset$ yaitu 1:1,5 (33,7°), H sebesar 0,4 m, dan L_0 sebesar 10,568 m. sehingga di dapatkan bilangan *Irribaren*,

$$I_r = \frac{1/1,5}{(0,4/10,568)^{0,5}} = 3,4$$

Selanjutnya mencari nilai R_u/H

$$\frac{R_u}{H} = 0,9 \text{ sehingga } R_u = 0,9 \times 0,4 = 0,36 \text{ m}$$

Maka elevasi puncak *breakwater* dengan tinggi kebebasan 0,5 adalah sebagai berikut :

$$El = HWL + R_u + \text{Tinggi kebebasan}$$

$$El = 30 + 0,36 + 0,5 = 3,86 \text{ m}$$

Jadi, elevasi puncak *breakwater* adalah 3,86 m.

c. Berat Butir Lapis Lindung

Berat suatu unit lapis lindung dapat dihitung menggunakan rumus Hudson seperti pada rumus 8. Nilai K_D untuk tetrapod adalah 8 dengan penempatan secara

acak dan kondisi gelombang tidak pecah, sedangkan f. Jumlah lapis lindung untuk nilai γ_a 1030 kg/m³.

Untuk lapis lindung tetrapod:

$$W = \frac{2400 \times 0,4^3}{8 \left(\frac{2400}{1030} - 1 \right)^3 \times 2} = 4.079 \text{ kg}$$

Untuk lapis lindung batu:

$$W = \frac{2650 \times 0,4^3}{4 \left(\frac{2650}{1030} - 1 \right)^3 \times 2} = 5.448 \text{ kg/m}^3$$

d. Lebar Puncak

Lebar puncak *breakwater* untuk $n=3$, dihitung dengan rumus 9.

$$B = 3 \times 1,04 \left[\frac{4079}{2400} \right]^{\frac{1}{3}} = 3,7 \text{ m}$$

Jadi, lebar puncak *breakwater* adalah 3,7 m.

e. Tebal lapis lindung

Untuk mengetahui tebal lapis lindung dapat dihitung dengan menggunakan rumus 10.

Untuk lapis lindung *tetrapod*:

$$t = 2 \times 1,04 \left[\frac{4079}{2400} \right]^{\frac{1}{3}} = 2,4 \text{ m}$$

Tetrapod adalah material yang terbuat dari beton dengan bentuk yang sederhana, serta memiliki perbandingan yang tepat antara panjang kaki dan ukuran badan, sehingga menjadi material yang kuat dan kokoh. Tetrapod digunakan sebagai lapis lindung yang dikembangkan dengan sistem penyusunan secara acak atau seragam dengan dua lapisan material. Material ini unggul sebagai penyusun *breakwater* karena memiliki stabilitas yang lebih tinggi dan nilai porositas yang besar, sehingga dapat mengurangi jumlah beton yang digunakan [7].

Untuk lapis lindung batu:

$$t = 2 \times 1,15 \left[\frac{5448}{2650} \right]^{\frac{1}{3}} = 2,9 \text{ m}$$

Lapis lindung batu (*armoring stone*) adalah material yang digunakan untuk melindungi pantai atau infrastruktur dari abrasi atau erosi air. *Armoring stone* biasanya terbuat dari batu alam yang besar dan tahan lama, ditempatkan dengan susunan tertentu untuk memastikan stabilitas dan perlindungan yang optimal terhadap gelombang dan arus air laut [10].

Jumlah butir batu pelindung persatuan luas (10 m²) dihitung menggunakan rumus 11.

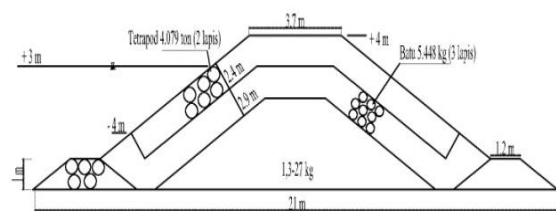
Untuk lapis lindung tetrapod

$$N = 10 \times 2 \times 1,04 \left[1 - \frac{50}{100} \right] \left[\frac{2400}{4079} \right]^{2/3} = 7,3$$

Untuk lapis lindung batu

$$N = 10 \times 2 \times 1,15 \left[1 - \frac{37}{100} \right] \left[\frac{2650}{5448} \right]^{2/3} = 6,4$$

3.5 Desain



Gambar 5. Potongan Melintang *Breakwater*

Gambar 5 diatas adalah potongan melintang *breakwater*. Desain yang direncanakan memiliki lebar puncak 3,7 m dan lebar dasar 21 m, menggunakan tiga lapisan penyusun yaitu lapisan utama tersusun dari 2 lapis tumpukan *tetrapod* dengan berat 4,079 kg, lapisan kedua terdiri dari 3 lapis batu alam dengan berat 544,8 kg, dan lapis inti tersusun dari batu alam dengan berat 1,3 – 27 kg. Terdapat juga pelindung kaki yang memiliki tinggi 1 m dan lebar 1,2 m.

Breakwater sisi miring jika diterapkan dilapangan memiliki keutungan berupa elevasi puncak yang rendah, gelombang refleksi kecil dalam meredam energi gelombang, kerusakan terjadi secara berangsur-angsur, perbaikan dilakukan dengan mudah dan biaya yang relative murah. Namun *breakwater* sisi miring memiliki kekurangan berupa jumlah material yang besar, pelaksanaan pekerjaan yang lama, kemungkinan besar dapat terjadi kerusakan saat pelaksanaan, dan memiliki lebar dasar yang besar [10]

Ada beberapa jenis bangunan pelindung Pantai selain *breakwater* yaitu *seawall*, *groins*, dan *revetment* [11]. Jika *breakwater* dibandingkan dengan konstruksi *Seawal* (tembok laut) memiliki kelebihan dalam hal kemudahan dan kecepatan pengerjaan serta menawarkan perlindungan langsung dari ancaman gelombang. Namun, peningkatan erosi di dasar depan *seawall* sering terjadi, yang menyebabkan biaya pemeliharaan tinggi akibat kerusakan oleh gelombang besar. Begitu juga *Groins*, yang dibangun tegak lurus pantai, mampu menjaga aliran sedimen sehingga mencegah erosi pantai dengan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan

dengan *breakwater*. Namun, groins hanya efektif di area yang kecil dan dapat menyebabkan erosi di area sekitar. Untuk *revetment* memiliki keunggulan dalam pemanfaatan material alami yang ramah lingkungan, menjadikannya pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan *breakwater*. Meskipun demikian, *revetment* tidak seefektif *breakwater* dalam menahan hantaman gelombang dan memerlukan pemeliharaan berkelanjutan [12].

4. Kesimpulan

Berdasarkan data dan perencanaan struktur pemecah gelombang pada lokasi penelitian dapat ditarik kesimpulannya yaitu dari analisis data angin yang digunakan, didapatkan arah angin dominan yaitu berasal dari arah Barat Laut (NW). Dengan panjang *fetch* rerata adalah 4445 m. Struktur pemecah gelombang yang direncanakan memiliki lebar puncak 3,7 m, lebar dasar 21 m, tinggi bangunan 5 m dan kemiringan 1:1,5 (33,7°). Dengan spesifikasi lapisan yakni: Lapisan utama = W: 4.079 kg, t: 2,4 m, Lapisan kedua = W: 5.448 kg, t: 2,9 m, Lapisan inti = W: 1,3 - 27 kg.

Untuk merancang dan membangun struktur pemecah gelombang yang efektif dan ramah lingkungan, gunakan material lokal untuk mengurangi biaya dan mendukung perekonomian sekitar, dengan memastikan kualitas material yang sesuai standar. Selain itu, perlu dilakukan uji model fisik di laboratorium dan simulasi numerik untuk memastikan desain mampu menahan kondisi ekstrem.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ULPLTU Sumbawa yang telah memberi izin untuk melaksanakan

kegiatan penelitian di Kawasan Pesisir ULPLTU Sumbawa.

Daftar Rujukan

- [1] Triatmodjo, B. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset, 2012.
- [2] Triatmodjo, B. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset, 1999.
- [3] Hakim, B. A., & Krisna, W. Efektifitas Penanggulangan Abrasi Menggunakan Bangunan Pantai di Pesisir Kota Semarang. 122-128. 2012.
- [4] Irawan, I., Fahmi, R., Roziqin, A.. *Kondisi Pasang Hidro-Oseonografi (Pasang Surut, Arus Laut, Dan Geloombang) Perairan Nongsa Batam*. Jurnal kelautan, vol. 11, no. 1. 2018.
- [5] Palmer, G. N., & Christian, C. D. Design and construction of rubble mound *breakwaters*. Transactions of the Institution of Professional Engineers New Zealand: Civil Engineering Section, 25(1), 19. 1998.
- [6] Natakusumah, D. K., Achiari, H., Nugroho, E. O., Hidayatulloh, S., Angelo, J., & Adinata, F. *Pengembangan PentaPod: Armor Beton Jenis Baru Untuk Pelindung Bangunan Pantai*. Jurnal Teknik Sumber Daya Air, vol. 3, no.2. 2023.
- [7] Arifandi, F. Y., dan Suharjo. *Rancang bangun Material Penyusun Breakwater berbentuk Polypod*. Jurnal Sains dan Seni ITS, vol. 10, no. 1. 2021.
- [8] CERC. *Shore Protection Manual*. Us Army Coastal Engineering, Research Center, Washington, 1984.
- [9] Naiborhu, M. A., Purnawanti, Y., N., dan Kumalasari, S., D. *Desain dan Konstruksi Pemecah Gelombang Dengan Sisi Miring*. Jakarta. Jurnal Teknik Transportasi, No.2, Volume 1. 2020.
- [10] Diasa, I. W., Soriarta., I. K., Semarabawa, I. G. A. B. *Analisis Rencana Revetment Batu Armor Untuk Menanggulangi Kerusakan Pantai (Studi Kasus: Pantai Tegal Besar Kabupaten Klungkung)*. Jurnal Teknik Gradien, Vol. 14, no.1. 2022.
- [11] Mawardin, A., Rizky F., dan Kurniati, E. *Analisis Stabilitas Struktur Revetment di Pantai Jempol Labuhan Sumbawa*. Hexagon Jurnal Teknik dan Sains Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa, vol. 2, no. 1. 2021.
- [12] Fajri, N. T. R., Jansen, T., dan Thambas, A. H. *Perencanaan Pemecah gelombang (Breakwater) Di Daerah Pantai Desa Saonek Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. Analisis Stabilitas Struktur Revetment di Pantai Jempol Labuhan Sumbawa*. Jurnal Sipil Statik, vol. 9, no. 4. 2021.