

PEMECAH GELOMBANG TIPE MIRING DENGAN MATERIAL *TETRAPOD* PADA PANTAI LOGENDING KECAMATAN AYAH KABUPATEN KEBUMEN

Ika Apriliani¹, Atiyah Barkah², Dwi Sri Wiyanti³
¹²³ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
E-mail ikaaprilliani3588@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Logending terletak di Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen. Secara geografis pantai logending terletak pada koordinat $7^{\circ} 42' 58.7''$ LS, $109^{\circ} 23' 19.7''$ BT berbatasan langsung dengan pantai Jetis Kabupaten Cilacap dan bermuara di Kali Bodo Ijo. Namun seiringnya bertambahnya waktu *breakwater* (pemecah gelombang) yang telah dibangun saat ini di ujung segmen bangunan telah rusak.

Data yang digunakan pada perencanaan pemecah gelombang ini antara lain: Data angin dari tahun 2012-2022, Peta Batimetri dan data pasang surut. Metode analisis angin menggunakan aplikasi WR-Plot. Untuk menghitung kala ulang gelombang ekstrim dengan metode Gumbel dan Weibull.

Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson. Didapatkan dimensi bangunan pemecah gelombang seperti berikut ini: Tinggi *breakwater* 10,315 m. Panjang *breakwater* 300 m. Kedalaman *breakwater* 5 m dengan lebar puncak *breakwater* 4.616 m. Berat batu *core layer* (batu pecah) 35 kg, berat batu *secondary layer* (batu pecah) 3,2 ton, lapis lindung luar (*tetrapod*) seberat 2 ton dan untuk bagian *apron/berm* menggunakan *tetrapod* seberat 0,2 ton. Untuk volume batu per 10 m² pada layer lapis lindung luar sebanyak 13 buah, sedangkan pada *apron/berm* sebanyak 59 buah. Tebal lapis lindung Layer kedua 2,5 m, layer lapis lindung luar 2 m, dan layer *apron/berm* 1,1 m. Tinggi gelombang laut signifikan di lokasi dengan periode 50 tahun (Hekstrim) diperoleh 3,922 m sedangkan tinggi gelombang rencana yang akan bekerja pada bangunan pemecah gelombang berdasarkan analisa didapatkan 3,34 m.

Kata Kunci: Pantai Logending, Pemecah Gelombang, Kebumen

ABSTRACT

Logending Beach is located in Ayah District, Kebumen Regency. Geographically, Logending Beach is located at coordinates $7^{\circ} 42' 58.7''$ S, $109^{\circ} 23' 19.7''$ E, directly adjacent to Jetis Beach, Cilacap Regency and empties into the Bodo Ijo River. However, over time, the breakwater that has been built at the end of the building segment has been damaged.

The data used in the planning of this breakwater include: Wind data from 2012-2022, Batimetri Map and tidal data. The wind analysis method uses the WR- Plot application. To calculate the extreme wave return period using the Gumbel and Weibull methods.

*The grain weight of the protective layer is calculated using the Hudson formula. The dimensions of the breakwater building are as follows: Breakwater height 10,315 m. The length of the breakwater is 300 m. The depth of the breakwater is 5 m with the width of the breakwater peak is 4,616 m. Stone weight core layer (broken stone) 35 kg, stone weight secondary layer (broken stone) 3.2 tons, the outer layer of protection (*tetrapod*) weighs 2 tons and for the *Apron/berm* using a *tetrapod* weighing 0.2 tons. For the volume of stones per 10 m² on the caveprotection layer as many as 13 pieces, while on the *apron/berm* as many as 59 pieces. The thickness of the second layer of protection is 2.5 m, the outer layer of protection is 2 m, and the *apron/berm* layer is 1.1 m. The extreme wave height (Hextreme) was obtained 3.922 m while the planned wave height that will work on the breakwater building based on the analysis was obtained 3.34 m.*

Keywords: *Logending Beach, Breakwater, Kebumen.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 17.000 pulau dan wilayah pantai sepanjang lebih dari 80.000 km. Wilayah pantai ini merupakan kawasan yang sangat intensif dimanfaatkan oleh manusia terutama untuk kegiatan industri, pelabuhan, pertambakan, perikanan, dan pariwisata. Untuk mendukung kegiatan-kegiatan tersebut membutuhkan lahan dan prasarana yang memadai.

Abrasi merupakan dampak negatif dari fenomena kenaikan muka air laut yang dapat dirasakan secara langsung. Peningkatan muka air laut yang dipicu pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim menjadi berkurangnya luas kawasan pesisir. Adapun penyebab erosi akibat kondisi daratan sekitar garis Pantai tanpa pemecah gelombang seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai, dan sebagainya.

Pantai Logending terletak di Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen. Secara geografis pantai logending terletak pada koordinat $7^{\circ} 42' 58.7''$ LS, $109^{\circ} 23' 19.7''$ BT berbatasan langsung dengan pantai Jetis Kabupaten Cilacap dan bermuara di Kali Bodo Ijo. Pada samping utara pantai Logending terdapat Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending, dan di seberang barat pantai terdapat Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Jetis. Kedua tempat tersebut ramai dikunjungi wisatawan lokal.

Guna menunjang kegiatan perikanan, Pemerintah Daerah telah membuat bangunan pengaman pantai. Bangunan pengaman pantai adalah suatu bangunan yang digunakan untuk melindungi pantai dari kerusakan karena serangan gelombang laut, arus, mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai serta merubah laju transport sedimen sepanjang pantai. Salah satu bangunan pengaman pantai adalah *breakwater* (pemecah gelombang) dibangun dengan maksud untuk melindungi wilayah perairan sekitar pelabuhan agar kapal dapat berlabuh dan melakukan bongkar muat hasil pelayaran dan penumpang dengan aman dan nyaman. Bangunan pengaman pantai merupakan konstruksi yang bisa dibangun secara tegak lurus dengan garis pantai yang berfungsi untuk melindungi perairan di belakangnya terhadap serangan gelombang.

Namun seiringnya bertambahnya waktu *breakwater* (pemecah gelombang) yang telah dibangun saat ini di ujung segmen bangunan telah rusak. Di bagian dasar telah tergerus dan ambruk akibat usia bangunan sehingga dinilai tidak layak lagi untuk mengamankan pantai Logending.

Perlindungan pantai Logending tidak hanya dititik beratkan untuk wisata tetapi juga untuk keamanan dan kenyamanan arus pelayaran dari dan menuju ke Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending.

Dengan memperhatikan kondisi bangunan pelindung pantai saat ini di Pantai Logending maka perlu bangunan pelindung pantai yang baru secara efektif dan efisien guna lancarnya alur pelayaran, namun tidak banyak mengalami erosi di sekitar pantai Logending serta bisa bertahan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengalami longsor yang Panjang.



Gambar 1. Breakwater Existing yang Longsor

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Abrasi

Abrasi adalah fenomena alam yang melibatkan erosi atau pengikisan material permukaan, terutama di daerah pesisir sehingga menjadikan mundurnya garis pantai. Abrasi bias 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 wilayah sempadan pantai, dan sebagainya (Bambang Triatmodjo, 2020).

2.2 Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang (*breakwater*) adalah pelindung utama bagi pelabuhan utama. Tujuan utama mengembangkan *breakwater* adalah untuk melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang guna dapat melakukan bongkar muat (Bambang Triatmodjo, 2020). Pemecah gelombang dapat dibagi menjadi dua (Yuwono,1992) yaitu:

a. *overtopping breakwater*

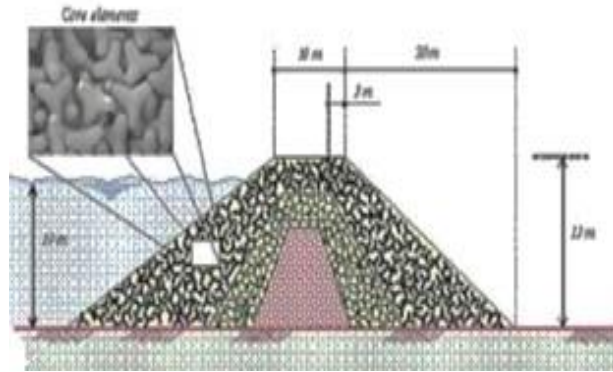
Overtopping breakwater adalah pemecah gelombang yang direncanakan dengan memperkenankan/mengijinkan air melimpas di atas pemecah gelombang tersebut yang biasanya direncanakan di daerah yang dilindungi tidak sensitif.



Gambar 2. Overtopping Breakwater

b. *Non-overtopping breakwater*

Non-Overtopping breakwater adalah pemecah gelombang yang direncanakan dengan tidak memperkenankan/mengijinkan air melimpas di atas pemecah gelombang tersebut yang direncanakan berdasarkan *wave run-up* yang terjadi.



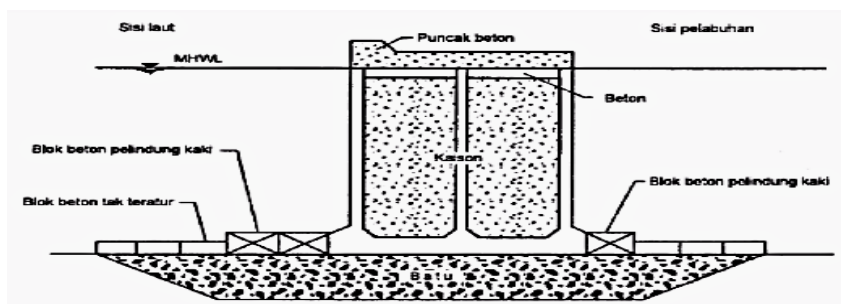
Gambar 3. Non Overtopping breakwater

Bentuk strukturnya *breakwater* sambung pantai dibedakan menjadi dua tipe yaitu sisi tegak dan sisi miring.

a. *Breakwater* Tipe Sisi Tegak

Untuk tipe sisi tegak pemecah gelombang bisa dibuat dari material-material seperti pasangan batu, sel turap baja yang didalamnya di isi tanah atau batu, tumpukan buis beton, dinding turap baja atau beton, kaison beton dan lain sebagainya,

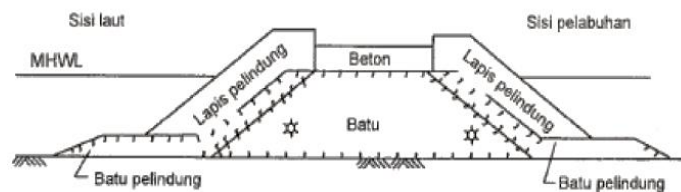
Dari beberapa jenis tersebut, kaison beton merupakan matrial yang paling umum digunakan untuk konstruksi bangunan pantai sisi tegak. Kaison beton pada pemecah gelombang lepas pantai adalah konstruksi berbentuk kotak dari beton bertulang yang di dalamnya di isi dengan pasir atau batu. Pada pemecah gelombang sisi tegak kaison beton diletakan di atas tumpukan batu yang berfungsi sebagai fondasi. Untuk menanggulangi gerusan pada fondasi maka dibuat perlindungan kaki yang terbuat dari batu atau blok beton (Bambang Triatmodjo, 2020).



Gambar 4. *Breakwater* Tipe Sisi Tegak

b. *Breakwater* Tipe Sisi Miring

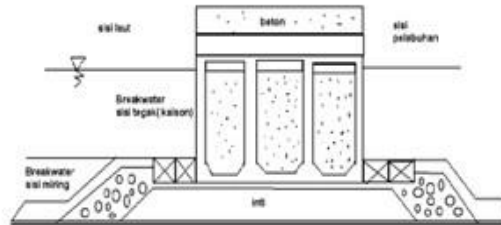
Pemecah gelombang tipe sisi miring terbuat dari beberapa lapisan material yang ditumpuk dan dibentuk sedemikian rupa (pada umumnya apabila dilihat potongan melintangnya membentuk trapesium) sehingga terlihat seperti sebuah gundukan besar baru.



Gambar 5. *Breakwater* Tipe Sisi Miring

c. *Breakwater* Tipe Gabungan

Pada pemecah gelombang gabungan konstruksi dikombinasikan antara pemecah gelombang sisi Tegak yang dibuat di atas *Breakwater* sisi miring. *Breakwater* campuran dibuat apabila kedalaman air sangat besar dan tanah dasar tidak mampu menahan beban dari pemecah gelombang sisi tegak. Pada waktu air surut bangunan berfungsi sebagai pemecah gelombang sisi miring, sedang pada waktu air pasang berfungsi sebagai pemecah gelombang sisi tegak.



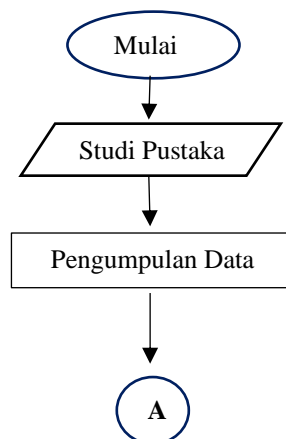
Gambar 6. *Breakwater* Tipe Gabungan

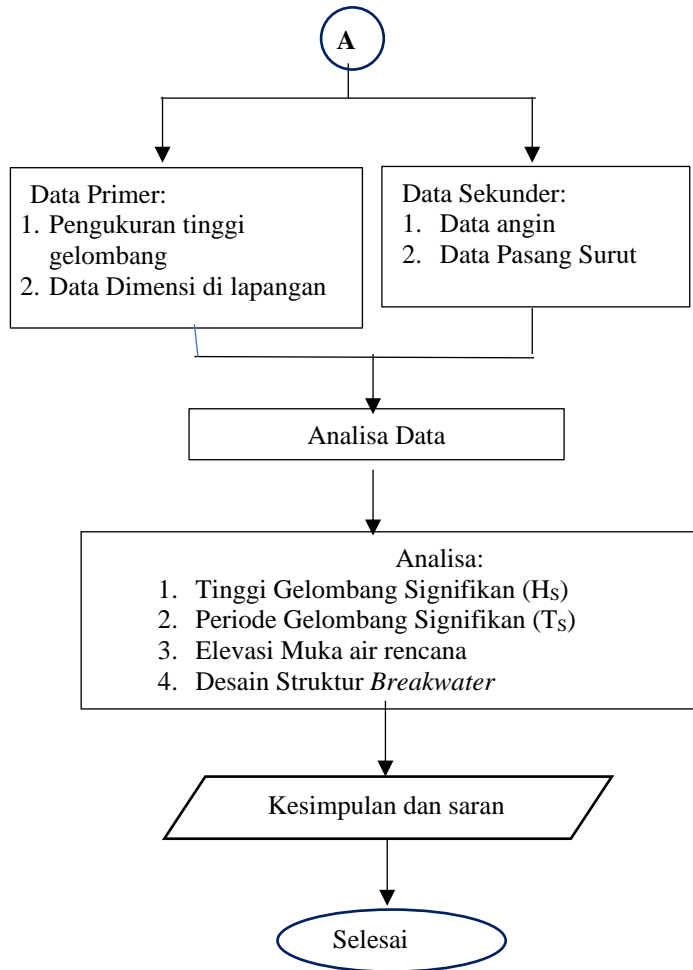
3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian, di Pantai Logending terletak di Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen. Secara geografis pantai logending terletak pada koordinat 7° 42'58.7"LS, 109°23'19.7"BT.



Gambar 7. Lokasi Penelitian





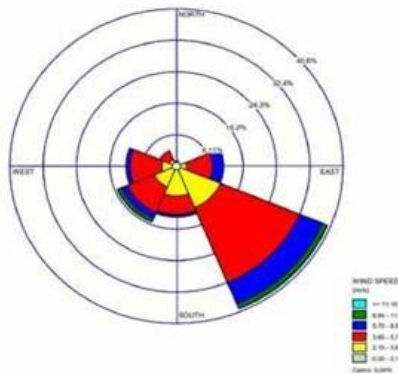
Gambar 8. Langkah-langkah Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Angin

Data angin yang digunakan adalah data angin yang diperoleh dari Stasiun BMKG Tunggulwulung Cilacap melalui [website www.bmkg.go.id](http://www.bmkg.go.id), dengan periode 11 tahun, dari Januari 2012-Desember 2022, data yang diperoleh yaitu kecepatan angin maksimum harian (U_{max}), kecepatan angin rata-rata ($U_{rata-rata}$) dan arah datangnya angin.

Penggunaan aplikasi untuk mengolah data angin yaitu *Software WR Plot* sehingga nantinya didapatkan nilai *Wind Sterss Factor (UA)*, nilai tersebut ditampilkan secara grafis dengan membuat mawar angin



Gambar 9. Distribusi angin harian bulan Januari 2022-Desember 2022

Tabel 1. Prosentase distribusi angin harian bulan Januari 2022 - Desember 2022

Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total
	0,50 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,70	5,70 - 8,80	8,80 - 11,10	≥ 11,10	
Utara	0,275	0,824	0,275	0,000	0,000	0,000	1,374
Timur Laut	0,275	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,549
Timur	0,549	1,923	6,319	2,747	0,000	0,000	11,538
Tenggara	0,824	10,714	20,879	6,044	1,099	0,275	39,835
Selatan	0,549	7,143	4,670	0,549	0,275	0,000	13,187
Barat daya	0,549	5,220	7,143	1,648	0,824	0,275	15,659
Barat	0,000	3,571	7,692	1,099	0,000	0,000	12,363
Barat laut	0,275	1,648	2,198	0,000	0,000	0,000	4,121
Sub - Total	3,297	31,319	49,176	12,088	2,198	0,549	98,626
Calms							-
Data yang hilang							1,374
Total							100,00

Keadaan angin pada bulan Januari 2022 – Desember 2022, angin dominan berhembus dari Tenggara, dengan frekuensi sebesar 39,835%. Angin dominan kedua berhembus dari Barat Daya dengan frekuensi sebesar 15,659%, angin dominan ketiga berhembus dari Barat dengan frekuensi 12,363%. Kecepatan angin maksimal yaitu $\geq 11,10$ m/s dengan frekuensi 0,549%. Kecepatan angin dominan berada di 3,60 - 5,70 m/s dengan frekuensi 49,17 %.

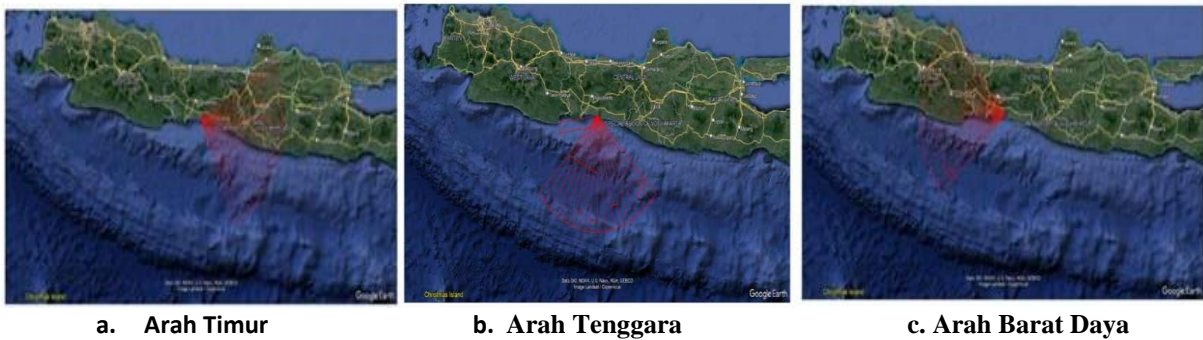
1. Analisis Panjang *Fetch*

Fetch ditentukan pada dua arah angin dominan yang dapat diketahui dari analisis mawar angin, dengan arah dominan yaitu Tenggara dan Utara. Wilayah *fetch* diambil sebesar 42° searah jarum jam, dan 42° berlawanan arah jarum jam dengan selang penarikan garis 6° . Untuk daerah laut lepas atau tidak terdapat daratan di seberang titik pengamatan maka jarak penarikan *fetch* dibatasi sepanjang 200 km. Adapun perhitungan *fetch* efektif ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Perhitungan *fetch* efektif dari Tenggara dan timur

No	Sudut α ($^\circ$)	Jarak = X_i (km)			$X_i \cdot \cos \alpha$ dari arah		
		Timur	Tenggara	Barat Daya	Timur	tenggara	Barat Daya
1	-42	155,54	155,54	0,040	115,589	148,629	0,029
2	-36	200,00	200,00	0,800	161,803	161,803	0,647
3	-30	200,00	200,00	1,210	173,205	173,205	1,048
4	-24	200,00	200,00	2,400	187,939	187,939	2,193
5	-18	200,00	200,00	4,240	190,211	190,211	4,032
6	-12	200,00	200,00	10,810	195,629	195,629	10,574

7	-6	200,00	200,00	36,650	198,904	198,904	36,449
8	0	200,00	200,00	96,030	200,000	200,000	200,000
9	6	200,00	200,00	200,000	198,904	198,904	198,904
10	12	200,00	200,00	200,000	195,629	195,629	195,629
11	18	200,00	200,00	200,000	190,211	190,211	190,211
12	24	200,00	200,00	200,000	187,939	187,939	187,939
13	30	200,00	200,00	200,000	173,205	173,205	173,205
14	36	200,00	200,00	200,000	161,803	161,803	161,803
15	42	200,00	200,00	200,000	148,629	148,629	148,629
Jumlah					2712,64	1511,292	2679,600
Fetch Efektif (Km)					200,936	111,948	198,489



Gambar 10. Fetch Efektif dari Arah Timur, Tenggara dan Barat Daya

4.2. Analisis Gelombang

Tabel 3. Tinggi dan periode gelombang berdasarkan data angin maksimum

Tahun	Bulan	U (m/s)	UA (m/s)	Fmin (m)	Hs (m)	Ts (s)
2012	3	19,00	26,554	5182,939	0,977	3,219
2013	1	16,00	21,494	3395,868	0,640	2,605
2014	9	36,00	58,279	24965,51	4,704	7,065
2015	1	11,00	13,557	1350,964	0,255	1,643
2016	12	11,00	13,557	1350,964	0,255	1,643
2017	6	12,00	15,089	1673,545	0,315	1,829
2018	12	12,00	15,089	1673,545	0,315	1,829
2019	1	10,00	12,058	1068,727	0,201	1,462
2020	1	10,00	12,058	1068,727	0,201	1,462
2021	2	12,00	15,089	1673,545	0,315	1,829
2022	12	21,00	30,032	6629,561	1,249	3,640

Tinggi gelombang maksimum terjadi pada bulan september tahun 2014 dengan tinggi gelombang signifikan 4,704 m dengan periode waktu signifikan 7,065 detik

4.3. Analisa Cepat Rambat Gelombang

Analisa cepat rambat gelombang pada kedalaman 5 m, didapatkan

1. Panjang gelombang laut dalam $L_0 = 1,56 \cdot T^2 = 1,56 \cdot 7,065^2 = 77,866$ m
2. Cepat rambat gelombang $C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{77,866}{7,065} = 10,179$ m/dt

4.4. Analisa Refraksi dan Shoaling

Kondisi gelombang pada kedalaman 5 m, $\frac{d_b}{L_0} = \frac{5}{77,866} = 0,0642$

Tabel 4, fungsi d/L dan penambahan nilai d/L0

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	K_s	K
0,0630	0,10724	0,6738	0,5875	0,7260	1,2357	0,986	0,8092
0,0640	0,10821	0,6799	0,5915	0,7335	1,2402	0,984	0,8063
0,0650	0,10918	0,6860	0,5954	0,7410	1,2446	0,981	0,8034
0,0660	0,11014	0,6920	0,5993	0,7486	1,2491	0,979	0,8005

Dari tabel di atas, nilai $\frac{d_b}{L_0}$ dikonversi $\frac{d_b}{L_0} = 0,064$ dan $0,065$ maka, $\frac{d}{L} = 0,1084$, sehingga $L = \frac{5}{0,10840} = 46,126$ m sedangkan $C = \frac{L}{T} = \frac{46,126}{7,065} = 6,529$ m/dt, sehingga $K_s = 0,9834$. Koefisien refraksi dan tinggi gelombang, pada kedalaman 5 m yang dihitung dengan persamaan seperti berikut : $\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0}\right) \sin \alpha_0 = \left(\frac{6,529}{10,179}\right) \sin 45^\circ$ maka, $\sin \alpha_1 = 0,4536 \rightarrow \alpha_1 = 26^\circ 27' 00''$.

Koefisien Refraksi : $K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 26^\circ 27' 00''}} = 0,8907$

Tinggi Gelombang: $H_1 = K_s \times K_r \times H_0 = 0,9834 \times 0,8907 \times 3 = 2,6277$ m

4.5. Perhitungan Gelombang Pecah

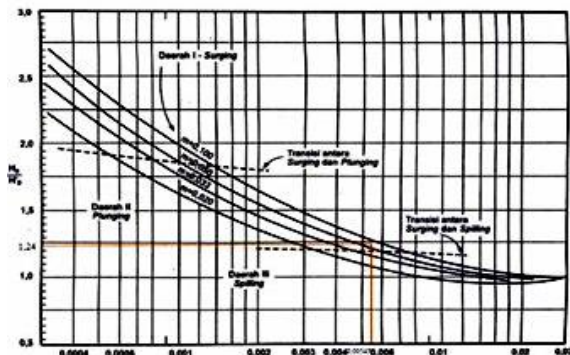
a. Gelombang laut dalam ekuivalen

$H'0 = K_r \times H_0 = 0,8907 \times 3 = 2,672$ m, maka $\frac{H'0}{gT^2} = \frac{2,672}{9,81 \times 7,065^2} = 0,00545$

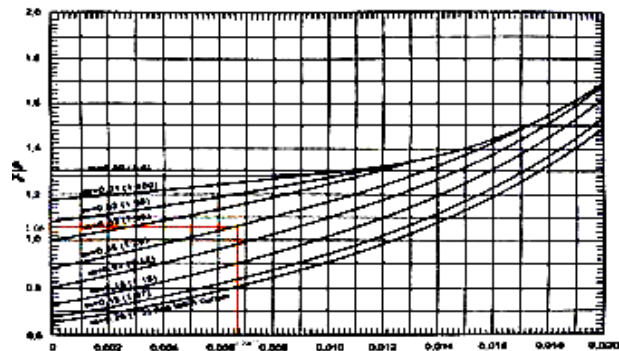
$\frac{H_b}{H'0} = 1,24 \rightarrow H_b = 3,31$ m

b. kedalaman gelombang pecah

$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,31}{9,81 \times 7,065^2} = 0,00675$



a. Grafik gelombang ekuivalen



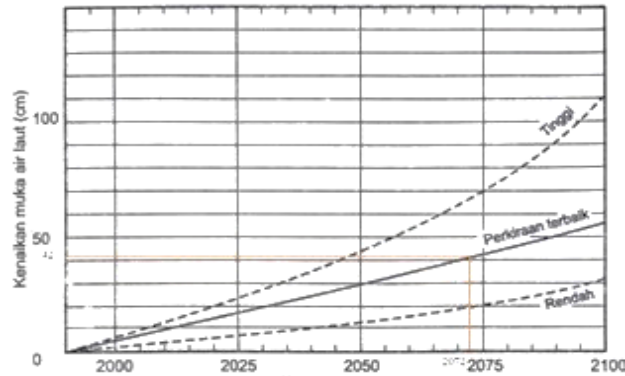
b. Grafik gelombang pecah

Gambar 11. Grafik gelombang ekuivalen dan Grafik gelombang pecah

$\frac{d_b}{H_b} = 1,06 \rightarrow d_b = 1,06 \times 3,31 = 3,51$ m

c. Analisa muka air rencana

$S_w = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b \rightarrow S_w = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{3,31}{9,81 \times 7,065^2}} \right] 3,31 = 0,483$ m



Gambar 12. Grafik Muka air rencana

sehingga mendapatkan perkiraan terbaik adalah 42 cm = 0,42 m, umur rencana bangunan 50 tahun.

4.6. Analisis Dimensi Bangunan Breakwater

1. Tinggi breakwater

$$DWL = LWL + d + SLR, \rightarrow DWL = 0,1 + 5 + 0,42 = 5,52 \text{ m}$$

2. Lapis Lindung

Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson. Untuk lapis lindung lindung dari batu pecah bersudut kasar dengan $n = 3$, lapis lindung tetrapod dengann = 2.

➤ Lapis lindung luar (amour stone)

$$W = \frac{\gamma_r \times H_b^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \rightarrow S_r = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{2,65}{1,03} = 2,573, \text{ maka } W = \frac{2,65 \times 3,31^3}{7(2,573 - 1)^3 \times 2} = 1,764 \text{ ton}$$

➤ Tebal lapis pelindung

$$t = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \rightarrow t = 2 \times 1,04 \left(\frac{1,764}{2,65} \right)^{1/3} = 1,816 \text{ m}$$

➤ Jumlah butir tetrapod tiap satuan luas 10 m² dan porositas = 50

$$N = A \times n \times K_\Delta \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{\gamma_s}{W} \right)^{2/3} \rightarrow N = 10 \times 2 \times 1,04 \left(1 - \frac{50}{100} \right) \left(\frac{2,65}{1,764} \right)^{2/3} N = 12,524 \approx 13 \text{ buah}$$

➤ Lapis lindung ke dua (secondary stone)

$$W = \frac{2,65 \times 3,31^3}{4(2,573 - 1)^3 \times 2} = 3,088 \text{ ton}$$

➤ Tebal lapis pelindung

$$t = 2 \times 1,15 \left(\frac{3,088}{2,65} \right)^{1/3} = 2,420 \text{ m}$$

➤ Jumlah butir tetrapod tiap 10 m² dan porositas = 37

$$N = 10 \times 2 \times 1,15 \left(1 - \frac{37}{100} \right) \left(\frac{2,65}{3,088} \right)^{2/3} \rightarrow N = 12,758 \text{ buah} \approx 13 \text{ buah}$$

➤ Lapis core layer

$$W_{batu} = \frac{W}{200} = \frac{6,35}{200} = 0,032 \text{ ton}$$

➤ Lebar puncak, $n = 3$ (minimum)

$$B = n K_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} = 3 \times 1,15 \left(\frac{6,35}{2,65} \right)^{1/3} = 4,616 \text{ m}$$

➤ Lebar Apron

$$B_{apron} = 3 \times 1,15 \left(\frac{0,32}{2,65} \right)^{1/3} = 1,631 \text{ m}$$

➤ Tinggi minimum Apron

$$H_{Min} = 2 \times 1,15 \left(\frac{0,32}{2,65} \right)^{1/3} = 1,087 \text{ m}$$

➤ Jumlah butir *tetrapod* tiap 10 m² dan porositas = 50

$$N = 10 \times 2 \times 1,15 \left(1 - \frac{50}{100}\right) \left(\frac{2,65}{0,32}\right)^{2/3}$$

$$N = 58,234 \text{ buah} \approx 59 \text{ buah}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berat butir lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson, didapatkan dimensi bangunan pemecah gelombang: tinggi breakwater 10,315 m. panjang breakwater 300 m, kedalaman breakwater 5m dengan lebar puncak breakwater 4.616 m.
- Berat batu *core layer* = 35 kg, berat batu *secondary layer* = 3,2 ton, lapis lindung luar (*tetrapod*) seberat 2 ton dan untuk bagian *apron/berm* menggunakan *tetrapod* seberat 0,2 ton.
- Volume batu per 10 m³ pada layer lapis lindung luar sebanyak 13 buah, sedangkan pada *apron/berm* sebanyak 59 buah. Tebal lapis lindung layer kedua 2,5 m, layer lapis lindung luar 2m, dan layer *apron* 1,1 m.
- Tinggi gelombang laut signifikan di lokasi dengan periode 50 tahun (Hekstrim) diperoleh 3,922 m sedangkan tinggi gelombang rencana yang akan bekerja pada bangunan pemecah gelombang berdasarkan analisa didapatkan 3,34 m

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., Tanjung, D., & Sarifah, J. (2021). Analisa Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang (Breakwater) Pada Pelabuhan Ikan Tanjung Tiram. *Buletin Utama Teknik*, 2598-3814.
- Arthoguswantoro, E., & Saputro, S. (2022). Analisa Perencanaan Pemecah Gelombang Di Pelabuhan Patimban. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Trisakti*, 139-146.
- Budiarso, R., & Pamungkas, F. (2018). *Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur dan Proses Tender Proyek Renovasi Stadion Jatidiri Semarang*. Semarang: Universitas Semarang.
- Hatta, A. L., & Cahyati, R. (2020). *Analisis Peredaman Gelombang Di Pelabuhan Tanjung Emas Dengan Metode Matematis*. Purwokerto: Universitas Wijayakusuma Purwokerto.
<https://jamesthengsal.blogspot.com/p/breakwater.html>
- Karima, D. A. (2017). *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang Di Teluk Sumbreg, Kabupaten Trenggalek*. Surabaya: Institut Teknologi SepuluhNopember.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2022. Panduan Pengguna (Kurva S). Satuan Kerja Direktorat Kepatuhan Intern Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Jakarta Selatan
- Nareswari, T. P. (2020). Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang Pada Pantai Depok, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul. Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil - Universitas Negeri Surabaya*, 1-5.
- Nuryana, I. A. (2017). *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang Terendam (Submerged Breakwater) dengan Bahan Batu Buatan (Dolos) di Pantai Masceti, Kabupaten Gianyar*. Denpasar: Universitas Warmada Bali.
- Republik Indonesia. 2010. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Pemberlakuan Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman Pantai. Jakarta
- Sappetau, I. A., Tanan, B., & Bungin, E. R. (2020). Perancangan Pemecah Gelombang di Pantai Auki Kabupaten Biak Numfor Papua. *E-Jurnal Teknik Sipil UKI-Paulus Makassar*, 161-170.
- Triatmodjo, B. (2020). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Yuwono, N. (1982). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: UGM