

Analisis Gelombang Refraksi Terhadap Pemecah Gelombang (Breakwater) Pantai Tamarunang Kabupaten Jeneponto

Asranda¹, Ismail Wahidin², Hamzah Al Imran³, Nenny⁴, Sukmasari Antaria⁵

^{1,2,3,4}Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Email: Asranda19@gmail.com

Abstract

Breakwater is a beach building that is used to anticipate and control abrasion and also as an alternative to protect the coastline from waves or by reducing the energy of the water wave and reducing the strength of the beach water before reaching land so as to prevent erosion. The purpose of this study was to determine the effect of wave height on wavelength on breakwater and to determine the size of the breakwater refractive coefficient on Tamarunang Beach. In this study using qualitative methods. Used in this research are: Identification stage, data retrieval stage, data processing stage and data analysis and discussion stage. Identification stage, data retrieval stage, data processing stage and data analysis and discussion stage. From the results of the analysis on the Tamarunang beach of Jeneponto regency, the high wind direction blowing from the north is 6.1% east with a percentage of 57.5% followed by the northwest with a percentage of 36.5% wave 0.5 m – 1.2 m for wavelengths 14 m – 34 m with a wave period of 2 – 5 Hz which has a wave propagation fast of 3 m/s – 22 m/s and a refractive coefficient value of 0.841 – 1.997 for a period of 1 year 2 months calculated January 2022 – February 2023.

Keywords : *Breakwater, Refraction Coefficient*

ABSTRAK

Pemecah gelombang (break water) merupakan sebuah bangunan pantai yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengendalikan abrasi dan juga sebagai alternatif untuk menjaga garis pantai dari terjangan ombak atau dengan mereduksi energi gelombang air laut serta mengurangi kekuatan air lepas pantai sebelum mencapai daratan sehingga dapat mencegah terjadi erosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang terhadap panjang gelombang pada pemecah gelombang (breakwater) dan untuk mengetahui besar koefisien refraksi pemecah gelombang di Pantai Tamarunang. Dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Digunakan pada penelitian ini yaitu: Tahap Identifikasi, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dan tahap analisis data serta pembahasan. Dari hasil analisis yang ada di pantai Tamarunang kabupaten Jeneponto, tinggi arah angin yang bertiup dari utara persentase kejadian 6,1% timur dengan persentase kejadian 57,5% diikuti barat laut dengan persentase kejadian 36,5%, gelombang 0,5 m – 1,2 m untuk panjang gelombang 14 m – 34 m dengan periode gelombang 2 – 5 Hz yang memiliki cepat rambat gelombang 3 m/s – 22 m/s dan nilai besaran koefisien refraksi 0,841 – 1,997 selama kurun waktu 1 tahun 2 bulan terhitung Januari 2022 – Februari 2023.

Kata Kunci : Pemecah Gelombang, Koefisien Refraksi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan, memiliki lebih dari 13.000 pulau dan memiliki garis pantai 80.000 km (Triatmojo, 1999). Daerah pantai merupakan daerah yang sangat efektif untuk pemanfaatan berbagai kegiatan ekonomi. Hal ini terbukti bahwa 75% kota-kota besar di Indonesia terletak di pesisir dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan ekonomi menimbulkan peningkatan kebutuhan lahan pantai serta berbagai sarana dan prasarana yang akan menyebabkan berbagai masalah di daerah pantai, diantaranya sedimentasi, abrasi, pencemaran lingkungan, pemukiman kumuh dan lain-lain.

Pemecah gelombang (break water) merupakan sebuah bangunan pantai yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengendalikan abrasi dan juga sebagai alternatif untuk menjaga garis pantai dari terjangam ombak atau dengan mereduksi energi gelombang air laut serta mengurangi kekuatan air lepas pantai sebelum mencapai daratan sehingga dapat mencegah terjadi erosi.

Pantai Tamarunang adalah salah satu pantai di Kabupaten Jeneponto. Lokasinya di Dusun Tamarunang, Kelurahan Pabiringa, Kecamatan Binamu. Akses menuju ke Pantai Tamarunang dapat melalui perjalanan laut dari Kota Makassar atau dari dermaga di Tanjung Mallosoro dan Pantai Birta Ria Kassi. Pantai Tamarunang selain di gunakan sebagai objek wisata juga terdapat bangunan pantai yakni bangunan pemecah gelombang (break water). Seiring berjalannya waktu kondisi Pantai Tamarunang mengalami kerusakan yang cukup parah yakni sepanjang kurang lebih 2 km bangunannya sudah roboh. Kerusakan bangunan dengan panjang sekitar dua kilometer rusak sehingga terlihat hanyalah bebatuan. Hal tersebut dapat mengancam warga di sekitaran pantai Tamarunang. Sehingga masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan maupun petambak rumput laut harus berhati – hati apabila hendak melaut. Selain membahayakan pemukiman masyarakat, air laut yang kerap meluap kedaratan juga akan berpotensi mengerus tanah (abrasi) yang berada di sekitaran pantai Tamarunang.

Gelombang merupakan pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus di permukaan air laut. Gelombang terjadi karena beberapa faktor diantaranya angin yang terjadi pada permukaan lautan dan gempa yang terjadi pada dasar laut sehingga mentransfer energinya ke perairan yang menyebabkan riak – riak, alun atau bukit dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang.

Parameter gelombang merupakan panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air dimana gelombang tersebut menjalar. Parameter – parameter yang lain seperti pengaruh kecepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok diatas. Menurut Bambang Triatmojo (1999), pengertian beberapa parameter diatas antara lain :

- Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau titik tertinggi gelombang yang berurutan, bisa juga dikatakan sebagai jarak antara dua lembah gelombang
- Tinggi gelombang datang (H_i) adalah jarak antara puncak dan lembah gelombang
- Periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak/lembah gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu.
- Kecepatan rambat gelombang (celerity) (C) adalah perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T). Ketika gelombang air menjalar dengan kecepatan C . Partikel air tidak turut bergerak ke arah perambatan gelombang. Sedangkan sumbu koordinat untuk menjelaskan gerak gelombang berada pada kedalaman muka air tenang.
- Kecuraman gelombang (wave steepness) merupakan pembagian antara tinggi gelombang dengan panjang gelombang (H/L). Tinggi gelombang adalah perbedaan tinggi gelombang secara vertikal, yaitu antara puncak gelombang dan lembahnya. Sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang yang berdekatan.
- Ketinggian relative (relative height) merupakan perbandingan antara tinggi gelombang dengan kedalaman (H/d).
- Kedalaman relative (relative depth) merupakan perbandingan antara kedalaman dengan panjang gelombang (d/L)

h. Amplitudo (a) adalah jarak vertikal antara puncak / tertinggi gelombang atau lembah / titik terendah gelombang, dengan muka air tenang (H/2).

Pada saat gelombang bergerak menuju ke garis pantai (*shoreline*), gelombang mulai bergesekan dengan dasar laut dan menyebabkan pecahnya gelombang ditepi pantai. Hal ini juga dapat terjadi pengaruh pada garis pantai dan bangunan yang ada disekitarnya. Keenam peristiwa tersebut adalah :

- Refraksi gelombang yaitu peristiwa berbeloknya arah gerak puncak gelombang.
- Difraksi gelombang yaitu peristiwa berpindahnya energi di sepanjang puncak gelombang ke arah daerah yang terlindung.
- Refleksi gelombang yakni peristiwa pemantulan energi gelombang yang biasanya di sebabkan oleh suatu bidang bangunan di lokasi pantai.
- Wave shoaling* yaitu peristiwa membesarnya tinggi gelombang saat bergerak ke tempat yang lebih dangkal.

Berdasarkan perbandingan antara kedalaman air (d) panjang gelombang (L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi :

- Gelombang perairan dangkal (Shallow water waves)
- Gelombang perairan transisi (Transitional waves)
- Gelombang perairan dalam (Deep water waves)

Batasan penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam

Kategori gelombang	d/L	2πd/L	Tanh(2πd/L)
Air dalam	> 0,5	>π	≈ 1
Air transisi	0,05 – 0,5	0,25 - π	Tanh (2πd/L)
Air dangkal	< 0,05	<0,25	2πd/L

Sumber : Triatmodjo, 1999

Menentukan panjang gelombang (L) menggunakan persamaan berikut :

$$L = \frac{gT^2}{\pi} \tanh \frac{(2\pi d)}{L0} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan menggunakan cara iterasi maka persamaan (1) dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L). Pada persamaan (1) diperlukan panjang gelombang awal (L0) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L0 = 1,56T^2 \dots\dots\dots(2)$$

Adapun kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus:

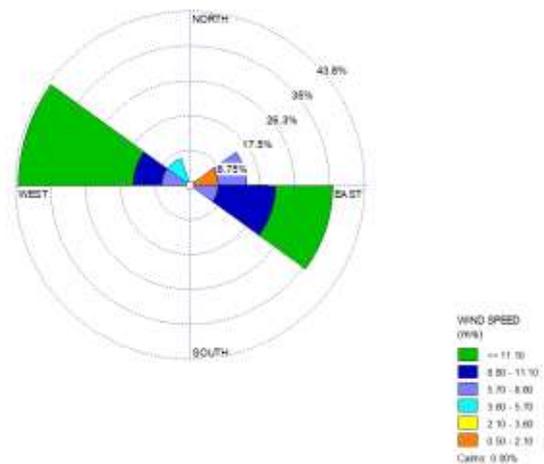
$$U_A = 0,71 \cdot U^{1,23} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

U_A = Faktor tegangan angin (m/s)

U = Kecepatan angin (m/s)

Data angin yang didapat biasanya diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut diagram mawar angin (wind rose)



Gambar 1. Contoh mawar angin (wind rose)

Panjang *fetch* dapat ditentukan dari peta (Saputro, dkk 2010). Arah angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak sampai 15°. Sedangkan kecepatan angin masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,57 m/s) (B. Triatmodjo, 1999). Panjang fetch dihitung untuk 8 arah mata angin dengan rumus sebagai berikut:

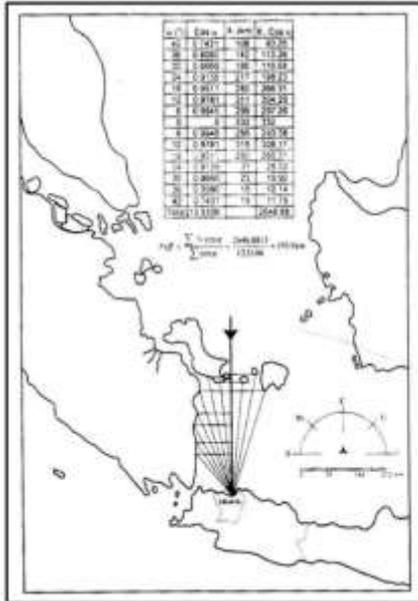
$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

F_{eff} = fetch rerata efektif

X_i = Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

α = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dimana menggunakan pertambahan 6° sampai sudut besar 42° pada kedua sisi angin



Gambar 2. *Fetch* (Triatmodjo,1999)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data penelitian maka dihitung data refraksi atau pembiasan gelombang yaitu suatu peristiwa terjadinya perubahan arah gelombang yang bergerak ke arah pantai dari kedalaman air yang dalam menuju kedalaman air yang dangkal. Selain mempengaruhi arah gelombang, refraksi juga sangat berpengaruh terhadap tinggi gelombang dan distribusi energi gelombang di sepanjang pantai itu. Pada laut dalam dimana dasar laut yang mempunyai jarak sangat jauh dari permukaan maka pengaruh dasar laut terhadap pergerakan gelombang hamper tidak ada. Ketika gelombang yang berasal dari lautan dalam tersebut menuju atau bergerak ke arah perairan dangkal dimana faktor kedalaman laut menjadi semakin berperan dalam perambatannya maka apabila dilihat suatu garis puncak gelombang dan pada bagian puncak gelombang yang berada di laut yang lebih dangkal akan bergerak lebih lambat dibanding di laut yang lebih dalam sehingga akibatnya garis puncak gelombang akan mengalami pembelokan dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dasar laut/pantai.

Untuk nilai Koefisien refraksi (K_r) adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{\cos \alpha}} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

K_r = Koefisien Refraksi

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian secara garis besar dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

1. Tahap Identifikasi
 Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terdapat di lapangan yang kemudian diangkat sebagai topik atau judul penelitian serta mengavaluasi studi literature perencanaan sebelumnya.

2. Tahap pengambilan data
 Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu:

- a. Data primer yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara observasi secara langsung ke lapangan yaitu di pantai Tamarunang Kabupaten Jeneponto. Dalam observasi lapangan ini data yang diambil yaitu data pengukuran bangunan pemecah gelombang yang mengalami kerusakan.
- b. Data sekunder yaitu mengumpulkan data yang diperoleh dari stasiun BMKG Paotere untuk data angin, gelombang dan data pasang surut pantai Tamarunang Kabupaten Jeneponto.

3. Tahap pengolahan data
 Metode pengolahan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan data-data sekunder. Data sekunder berupa data kecepatan angin, data gelombang arah angin, pasang surut dan dimensi breakwater. Data angin diperlukan untuk peramalan tinggi dan periode gelombang. Mengingat stasiun data angin di lokasi tidak ada, maka digunakan stasiun data angin dari stasiun Meteorologi klimatologi dan Geofisika (BMKG). Untuk data dimensi bangunan pemecah gelombang meliputi elevasi puncak struktur dan lebar puncak struktur yang didapat dari pengukuran data di lapangan.

Setelah data-data sekunder diperoleh, kemudian data tersebut diolah dengan persamaan-persamaan dari teori yang sudah ada. Dari pengolahan data tersebut, hasil yang diharapkan berupa penentuan tata letak bangunan pemecah gelombang, pemilihan tipe bangunan pemecah gelombang, serta detail dimensi bangunan pemecah gelombang yang diusulkan.

Data Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere. Data yang diperoleh adalah data angin tahun 2022 sampai awal tahun 2023. Dari hasil pengukuran selanjutnya dilakukan analisis jumlah angin yang datang dilokasi penelitian serta kecepatan dan arah mata angin yaitu periode Januari 2022 – Februari 2023 sebagai berikut.

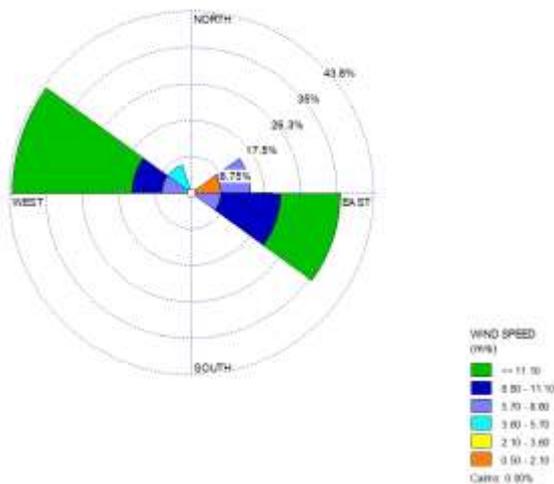
Tabel 2. Data angin

Tanggal	Kecepatan angin (m/s)	Derajat	Notasi
2022-01	6,12	304	barat laut
2022-02	4,88	305	barat laut
2022-03	2,93	305	barat laut
2022-04	1,03	83	timur
2022-05	3,80	84	timur
2022-06	5,29	90	timur
2022-07	6,48	95	timur
2022-08	6,58	93	timur
2022-09	5,65	100	timur
2022-10	4,11	110	timur
2022-11	2,57	340	utara
2022-12	6,17	300	barat laut
2023-01	7,71	300	barat laut
2023-02	6,17	300	barat laut

Sumber : BMKG Paotere Makassar

Tabel 3. Persentase kejadian berdasarkan arah datangnya angin

Arah		Jumlah Data	Persentase Kejadian (%)
Notasi	Derajat		
Utara (U)	360	1	6,1
Timur Laut (TL)	45	0	0,0
Timur (T)	90	7	57,5
Barat (B)	270	0	0,0
Barat Laut (BL)	315	6	36,5
Total		14	100



Gambar 3. Mawar angin dari tahun Januari 2022 – Februari 2023

Tabel 4. Perhitungan fetch arah utara

	$\alpha(^{\circ})$	$\text{Cos } \alpha$	Xi (Km)	Xi Cos
	0	1,0000	328	177,21
UTARA	-6	0,9945	328	178,73
Total		1,9945		355,95

Perhitungan Fetch efektif arah utara :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \text{Cos } \alpha}{\sum \text{Cos } \alpha} = \frac{355,954}{1,9945} = 178,47 \text{ km}$$

$$= 178468 \text{ m}$$

Tabel 5. Perhitungan fetch arah timur

	$\alpha(^{\circ})$	$\text{Cos } \alpha$	Xi (Km)	Xi Cos α
	0	1,0000	328	177,219
	-6	0,9945	174	94,816
	-12	0,9781	305	170,373
TIMUR	-18	0,9511	185	107,446
	-24	0,9135	231	141,136
	-30	0,8660	262	169,744
	-36	0,8090	328	226,393
Total		6,5122		1087,127

Sumber : Analisis perhitungan

Perhitungan Fetch efektif arah timur :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \text{Cos } \alpha}{\sum \text{Cos } \alpha} = \frac{1087,127}{6,5122} = 166,94 \text{ km}$$

$$= 166937 \text{ m}$$

Tabel 6. Perhitungan fetch arah barat laut

	$\alpha(^{\circ})$	$\text{Cos } \alpha$	Xi (Km)	Xi Cos α
	0	1,0000	328	177,219
	-6	0,9945	285	155,303
BARAT	-12	0,9781	309	172,607
LAUT	-18	0,9511	298	173,075
	-24	0,9135	283	172,907
	-30	0,8660	198	128,280
Total		5,7032		979,391

Sumber : Analisis perhitungan

Perhitungan Fetch efektif arah barat laut :

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \text{Cos } \alpha}{\sum \text{Cos } \alpha} = \frac{979,391}{5,7032} = 171,73 \text{ km}$$

$$= 17127 \text{ m}$$

Adapun rekapitulasi fetch efektif untuk tiap – tiap mata angin adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Data fetch dilokasi studi

ARAH		Feff (Km)	Feff (m)
U	0	178,47	178468
T	110	166,94	166937
BL	305	171,73	171727

Sumber : Hasil perhitungan

Gelombang

Berdasarkan data kecepatan yang terjadi tiap bulan maka diperoleh data tinggi gelombang sebagai berikut:

Tabel 8. Data tinggi gelombang dan data angin

Tanggal	Tinggi Gelombang (m)	Kecepatan angin (knot)	Arah Angin
2022-01	0,9	11,9	304
2022-02	1,0	9,5	305
2022-03	0,5	5,7	305
2022-04	0,8	2,0	83
2022-05	0,7	7,4	84
2022-06	0,7	10,3	90
2022-07	0,8	12,6	95
2022-08	1,0	12,8	93
2022-09	0,8	11,0	100
2022-10	0,7	8,0	110
2022-11	0,6	5,0	340
2022-12	1,2	12,0	300
2023-01	1,0	15,0	300
2023-02	1,0	12,0	300

Sumber : BMKG Paotere

Panjang Gelombang

Diketahui tinggi gelombang pada bulan Januari 2022 yaitu 0,9 m dan untuk menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus:

$$T_o = -1,8671 * H_o + 6,0071 * H_o$$

$$T_o = -1,8671 * 0,9 + 6,0071 * 0,9$$

$$T_o = 3,73 \text{ det}$$

Untuk periode gelombang pada bulan Januari 2022 yaitu 3,73 detik, maka panjang gelombangnya adalah

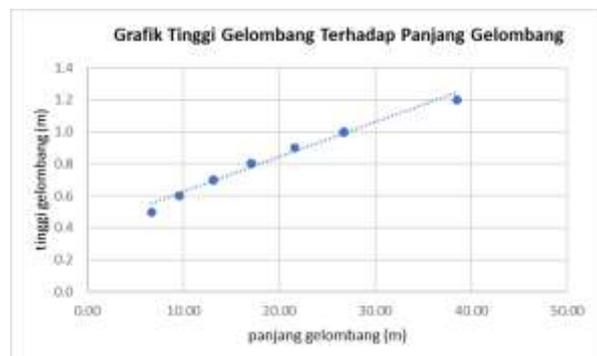
$$L_o = 1,56 * T_o^2$$

$$L_o = 1,56 * (3,73)^2$$

$$L_o = 21,66 \text{ m}$$

Tabel 9. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang

Tanggal	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2022-01	0,9	3,73	21,66
2022-02	1,0	4,14	26,74
2022-03	0,5	2,07	6,68
2022-04	0,8	3,31	17,11
2022-05	0,7	2,90	13,10
2022-06	0,7	2,90	13,10
2022-07	0,8	3,31	17,11
2022-08	1,0	4,14	26,74
2022-09	0,8	3,31	17,11
2022-10	0,7	2,90	13,10
2022-11	0,6	2,48	9,63
2022-12	1,2	4,97	38,50
2023-01	1,0	4,14	26,74
2023-02	1,0	4,14	26,74



Gambar 4. Grafik tinggi gelombang terhadap panjang gelombang

Koefisien Refraksi

- Januari 2022

$$\frac{d}{L_o} = \frac{17}{21,66} = 0,78$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,78

Tabel 10. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
0,7500	1,186	0,7453	0,6324	0,8162	1,2672	9624	0,7747	1,4900	2,1070	2,332	0,8537
0,7600	1,195	0,7511	0,6359	0,8237	1,2956	9607	0,7719	1,5020	2,1350	2,357	0,8519
0,7700	1,205	0,7569	0,6392	0,8312	1,3004	9591	0,7690	1,5140	2,1620	2,382	0,8501
0,7800	1,214	0,7627	0,6425	0,8387	1,3051	9576	0,7662	1,5260	2,1890	2,407	0,8483
0,7900	1,223	0,7683	0,6460	0,8462	1,31	9562	0,7634	1,5370	2,2170	2,432	0,8465

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 0,7800 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,214$$

Maka L = 20,638 m ~ 20,64 m

Cepat rambat gelombang :

$$C_o = \frac{L_o}{T} = 5,81$$

$$C = \frac{L}{T} = 5,54$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,67382 \sim 0,67$$

$$\alpha = 42,36^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$K_r = 0,975$$

- Februari 2022

$$\frac{d}{L_o} = \frac{17}{29,11} = 0,26,74$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,64

Tabel 11. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
0,6000	1,043	0,6553	0,5753	0,7033	1,2225	0,9932	0,8180	1,3110	1,7190	1,989	0,8811
0,6100	1,053	0,6616	0,5794	0,7110	1,227	9907	0,8150	1,3230	1,7440	2,011	0,8792
0,6200	1,063	0,6678	0,5834	0,7187	1,2315	9883	0,8121	1,3360	1,7700	2,033	0,8773
0,6300	1,073	0,6739	0,5814	0,7256	1,2355	9860	0,8093	1,3480	1,7950	2,055	0,8755
0,6400	1,082	0,6799	0,5814	0,7325	1,2402	9837	0,8063	1,3600	1,8100	2,077	0,8737

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 0,6400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,082$$

Maka L = 18,394 m ~ 18,39 m

Cepat rambat gelombang :

$$C_o = \frac{L_o}{T} = 6,46$$

$$C = \frac{L}{T} = 4,44$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,48645 \sim 0,49$$

$\alpha = 29,11^0$
 maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:
 $Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$
 $Kr = 0,900$

- Maret 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{6,68} = 2,54$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 2,54

Tabel 12. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
2,5000	2,6790	1,683	0,9332	2,599	2,764	0,9323	0,3502	3,367	14,47	14,51	0,6164
2,5100	2,6870	1,716	0,9374	2,614	2,798	0,9327	0,3574	3,377	14,64	14,66	0,6165
2,5200	2,6960	1,722	0,9381	2,629	2,813	0,9330	0,3556	3,388	14,79	14,82	0,6166
2,5300	2,7050	1,727	0,9388	2,645	2,828	0,9333	0,3537	3,399	14,95	14,99	0,6137
2,5400	2,7140	1,731	0,9394	2,660	2,842	0,9336	0,3519	3,409	15,08	15,12	0,6126

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 2,5400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 2,714$$

Maka L = 46,138 m ~ 46,14 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 3,23$$

$$C = \frac{L}{T} = 22,29$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 4,88066 \sim 4,88$$

$$\alpha = 44,18^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,993$$

- April 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{17,11} = 0,99$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,99

Tabel 13. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
0,9500	1,366	0,8583	0,6953	0,9677	1,3917	0,9371	0,7186	1,717	2,693	2,873	0,8187
0,9600	1,375	0,8639	0,6982	0,9755	1,397	0,9362	0,7158	1,728	2,726	2,903	0,8170
0,9700	1,384	0,8694	0,7011	0,9832	1,4023	0,9353	0,7131	1,739	2,757	2,933	0,8153
0,9800	1,392	0,8749	0,7039	0,9908	1,4077	0,9344	0,7104	1,75	2,79	2,963	0,8136
0,9900	1,401	0,8803	0,7066	0,9985	1,4131	0,9335	0,7076	1,761	2,822	2,993	0,8120

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 0,9900 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,401$$

Maka L = 23,817 m ~ 23,82 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 5,17$$

$$C = \frac{L}{T} = 7,19$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,98416 \sim 0,98$$

$$\alpha = 79,79^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 1,997$$

- Mei 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{13,10} = 1,30$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 1,30

Tabel 14. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
1,3000	1,665	1,0460	0,6403	0,8638	1,3340	0,9548	0,7606	1,518	2,345	2,843	0,5485
1,3100	1,674	1,0520	0,6526	0,8614	1,3198	0,9534	0,7577	1,56	2,274	0,843	0,5501
1,3200	1,682	1,0570	0,6558	0,8687	1,3246	0,9520	0,7549	1,571	2,303	0,8413	0,5517
1,3300	1,691	1,0620	0,6590	0,8762	1,3295	0,9506	0,7522	1,583	2,331	0,8395	0,5533
1,3400	1,699	1,0680	0,6622	0,8837	1,3345	0,9493	0,7494	1,594	2,36	0,8378	0,5548

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 1,3000 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,665$$

Maka L = 28,305 m ~ 28,31 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 4,52$$

$$C = \frac{L}{T} = 9,77$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 1,52766 \sim 1,53$$

$$\alpha = 35,73^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,933$$

- Juni 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{13,10} = 1,30$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 1,30

Untuk d/Lo = 1,3000 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,665$$

Maka L = 28,305 m ~ 28,31 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 4,52$$

$$C = \frac{L}{T} = 9,77$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= 1,52766 \sim 1,53$$

$$\alpha = 35,73^0$$

maka nilai Koefisien rekraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,933$$

• Juli 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{17,11} = 0,99$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,99
 Untuk d/Lo = 0,9900 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:
 d/L = 1,401

Maka L = 23,817 m ~ 23,82 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 5,17$$

$$C = \frac{L}{T} = 7,19$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= 0,98416 \sim 0,98$$

$$\alpha = 79,79^0$$

maka nilai Koefisien rekraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 1,997$$

• Agustus 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{29,11} = 0,26,74$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,64
 Untuk d/Lo = 0,6400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:
 d/L = 1,082

Maka L = 18,394 m ~ 18,39 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 6,46$$

$$C = \frac{L}{T} = 4,44$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= 0,48645 \sim 0,49$$

$$\alpha = 29,11^0$$

maka nilai Koefisien rekraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,900$$

• September 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{17,11} = 0,99$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,99
 Untuk d/Lo = 0,9900 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,401$$

Maka L = 23,817 m ~ 23,82 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 5,17$$

$$C = \frac{L}{T} = 7,19$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= 0,98416 \sim 0,98$$

$$\alpha = 79,79^0$$

maka nilai Koefisien rekraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 1,997$$

• Oktober 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{13,10} = 1,30$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 1,30
 Untuk d/Lo = 1,3000 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,665$$

Maka L = 28,305 m ~ 28,31 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 4,52$$

$$C = \frac{L}{T} = 9,77$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= 1,52766 \sim 1,53$$

$$\alpha = 35,73^0$$

maka nilai Koefisien rekraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,933$$

• November 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{9,63} = 1,77$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 1,77

Tabel 15. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
1,750	2,042	1,282	0,8640	1,716	1,986	0,9371	0,7186	1,717	2,693	2,873	0,8187
1,760	2,050	1,288	0,8653	1,727	1,995	0,9362	0,7158	1,728	2,726	2,903	0,8170
1,770	2,058	1,293	0,8666	1,737	2,004	0,9353	0,7131	1,739	2,757	2,936	0,8153
1,780	2,066	1,298	0,8680	1,748	2,013	0,9344	0,7104	1,750	2,790	2,963	0,8136
1,790	2,075	1,304	0,8693	1,758	2,020	0,9335	0,7076	1,761	2,822	2,994	0,8120

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 1,7700 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 2,058$$

Maka L = 34,986 m ~ 34,99 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 3,88$$

$$C = \frac{L}{T} = 14,08$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 2,57011 \sim 2,57$$

$$\alpha = 1,50^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha^0}{\cos \alpha}} a$$

$$Kr = 0,841$$

- Desember 2022

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{38,50} = 0,44$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,44

Tabel 16. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd/L	tanh 2nd/L	sinh 2nd/L	cosh 2nd/L	Ks	K	4nd/L	sinh 4nd/L	cosh 4nd/L	n
0,4000	0,8329	0,5233	0,4802	0,5475	1,1401	1,064	0,8771	1,0470	1,2480	1,600	0,9192
0,4100	0,8442	0,5304	0,4857	0,5556	1,144	1,059	0,8741	1,0610	1,2710	1,617	0,9172
0,4200	0,8553	0,5374	0,4911	0,5637	1,1479	1,055	0,8711	1,0750	1,2940	1,636	0,9153
0,4300	0,8664	0,5440	0,4964	0,5717	1,1518	1,050	0,8688	1,0890	1,3170	1,672	0,9133
0,4400	0,8774	0,5505	0,5015	0,5796	1,1558	1,046	0,8652	1,1030	1,3400	1,679	0,9114

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai.

Untuk d/Lo = 0,4400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 0,877$$

Maka L = 14,9158 m ~ 14,92 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 7,75$$

$$C = \frac{L}{T} = 3,00$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,48645 \sim 0,49$$

$$\alpha = 15,90^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha^0}{\cos \alpha}} a$$

$$Kr = 0,858$$

- Januari 2023

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{29,11} = 0,26,74$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,64

Untuk d/Lo = 0,6400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,082$$

Maka L = 18,394 m ~ 18,39 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 6,46$$

$$C = \frac{L}{T} = 4,44$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,48645 \sim 0,49$$

$$\alpha = 29,11^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,900$$

- Februari 2023

$$\frac{d}{Lo} = \frac{17}{29,11} = 0,26,74$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,64

Untuk d/Lo = 0,6400 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam), di dapat nilai:

$$d/L = 1,082$$

Maka L = 18,394 m ~ 18,39 m

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = 6,46$$

$$C = \frac{L}{T} = 4,44$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{Co} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= 0,48645 \sim 0,49$$

$$\alpha = 29,11^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha^0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = 0,900$$

Tabel 17. Hasil perhitungan Koefisien Refraksi

α ⁰	d	H	To	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	Sin α	Kr	α
45	17	0,9	3,73	21,66	0,78	1,214	20,638	5,8126	5,5389	0,67382	0,975	42,36
45	17	1,0	4,14	26,74	0,64	1,082	18,394	6,4584	4,4430	0,48645	0,900	29,11
45	17	0,5	2,07	6,68	2,54	2,714	46,138	3,2292	22,2889	4,88066	0,993	44,18
45	17	0,8	3,31	17,11	0,99	1,401	23,817	5,1667	7,1911	0,98416	1,997	79,79
45	17	0,7	2,90	13,10	1,30	1,665	28,305	4,5209	9,7671	1,52766	0,933	35,73
45	17	0,7	2,90	13,10	1,30	1,665	28,305	4,5209	9,7671	1,52766	0,933	35,73
45	17	0,8	3,31	17,11	0,99	1,401	23,817	5,1667	7,1911	0,98416	1,997	79,79
45	17	1,0	4,14	26,74	0,64	1,082	18,394	6,4584	4,4430	0,48645	0,900	29,11
45	17	0,8	3,31	17,11	0,99	1,401	23,817	5,1667	7,1911	0,98416	1,997	79,79
45	17	0,7	2,90	13,10	1,30	1,665	28,305	4,5209	9,7671	1,52766	0,933	35,73
45	17	0,6	2,48	9,63	1,77	2,058	34,986	3,8750	14,0845	2,57011	0,841	1,50
45	17	1,2	4,97	38,50	0,44	0,877	14,9158	7,7501	3,0024	0,27393	0,858	15,90
45	17	1,0	4,14	26,74	0,64	1,082	18,394	6,4584	4,4430	0,48645	0,900	29,11
45	17	1,0	4,14	26,74	0,64	1,082	18,394	6,4584	4,4430	0,48645	0,900	29,11



Gambar 5. Grafik hubungan tinggi gelombang dengan koefisien refraksi

Berdasarkan gambar 5 tentang grafik hubungan tinggi gelombang dengan koefisien refraksi menunjukkan bahwa arah perubahan gelombang yang bergerak ke arah pantai tidak terlalu jauh terbias dari bangunan pemecah gelombang yang telah rusak dengan rata-rata perubahannya yaitu 0,975.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan mengacu pada teori dan rumus – rumus empiris dan data yang ada, maka kami telah menarik suatu kesimpulan bahwa Pengaruh tinggi gelombang terhadap panjang gelombang pada pemecah gelombang di pantai Tamarunang dari hasil perhitungan gelombang diperoleh dan Besar koefisien refraksi pada pemecah gelombang di pantai tamarunang sebesar 0,841° sampai dengan 1,997°

DAFTAR PUSTAKA

- Danial,M,M. 2008. *Rekayasa pantai*. Alfabeta. Bandung.
- Cempaka, Aisyah. (2012). *Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo*. Jember: Skripsi Universitas Jember CERC.(1984).
- Febriansyah. (2012). *Perencanaan Pemecah Gelombang (Break Water) di Pelabuhan Merak*. Depok: Skripsi Universitas Indonesia
- Irma Suryani dkk. (2012). *Pedoman dan Penyusunan Tugas Akhir*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Irwan, Y.W.B. (2006). *Perencanaan Pemecah Gelombang (Break Water) pada Reklamasi pantai Waimeo*.

Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Juhl.

- Jorrgen dan Jensen, O.J. (1995), *Features Of Berm BreakWaters and Practical Experience*. Rio de Janeiro: *International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries* Karamadibrata, Soedjono. (1985).
- Marzuki. (1977). *Metedologi Riset*. Yogyakarta: BPFEE-UII
- Nazir, Mohamad. (1988). *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia Saputro.
- Suwandi. (2009). *Gelombang Laut*. Jakarta
- Triatmodjo, B (1999). *Teknik pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Yuwono,Nur,1982,*Teknik pantai Volume I*, Yogyakarta.
- Djaja Rochman,1987. *Cara Perhitungan Pasut dengan metode Admiralty*, Dinas pemetaan Topografi, cibinong, Bogor