



Analisis Pengaruh Gelombang terhadap Bangunan Breakwater Pulau Lae-Lae Kota Makassar

INFO PENPULIS	INFO ARTIKEL
Andi Makbul Syamsuri Universitas Muhammadiyah Makassar amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id Kasmawati Universitas Muhammadiyah Makassar Kasma08@unismuh.ac.id Aulia Riswanti Universitas Muhammadiyah Makassar reswantiaulia@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 4, No. 2 Oktober 2026 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
© 2026 Arden Jaya Publisher All rights reserved	

Saran Penulisan Referensi:

Syamsuri, A. M., Kasmawati, Riswanti, A. (2026). Analisis Pengaruh Gelombang terhadap Bangunan Breakwater Pulau Lae-Lae Kota Makassar. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 4 (2), 207-219.

Abstrak

Bangunan breakwater di Pulau Lae-Lae, Kota Makassar, berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap pengaruh gelombang. Karakteristik gelombang yang mencapai wilayah pantai dapat mengalami perubahan akibat kondisi kedalaman perairan melalui proses refraksi, sehingga diperlukan analisis karakteristik dan refraksi gelombang untuk mengetahui kondisi gelombang di sekitar bangunan tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik dan refraksi gelombang pada breakwater Pulau Lae-Lae serta mengevaluasi kondisi eksisting bangunan berdasarkan hasil observasi lapangan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data sekunder gelombang periode 2021–2025 serta data primer berupa observasi dan dokumentasi kondisi fisik breakwater. Analisis dilakukan terhadap tinggi gelombang, periode gelombang, panjang gelombang, dan koefisien refraksi (K_r). Hasil penelitian menunjukkan tinggi gelombang berkisar antara 0,06–0,68 m dan panjang gelombang antara 71,67–98,95 m, dengan nilai tertinggi terjadi pada Februari 2023 dan nilai terendah pada April 2022. Pola gelombang cenderung meningkat pada periode Desember–Februari setiap tahunnya, yang diduga berkaitan dengan pengaruh musim angin baratan. Hasil analisis refraksi menunjukkan adanya perubahan karakteristik gelombang saat mendekati perairan yang lebih dangkal di sekitar breakwater. Berdasarkan hasil observasi lapangan, kondisi eksisting bangunan breakwater dapat diidentifikasi melalui pengamatan fisik dan dokumentasi langsung di lokasi penelitian. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam evaluasi dan pemeliharaan struktur pelindung pantai di wilayah pesisir Kota Makassar.

Kata Kunci: Gelombang, Breakwater, Refraksi, Koefisien Refraksi, Pulau Lae-Lae

Abstract

The breakwater structure on Lae-Lae Island, Makassar City, functions as a coastal protection structure against wave impacts. Wave characteristics reaching the coastal area may change due to variations in water depth through the process of refraction, making it necessary to analyze wave characteristics and refraction to determine wave conditions around the structure. This study aims to analyze wave characteristics and refraction at the Lae-Lae Island breakwater and to evaluate the existing condition of the structure based on field observations. The method used is a descriptive quantitative approach, employing secondary wave data for the 2021–2025 period as well as primary data in the form of field observations and documentation of the breakwater's physical condition. The analysis covers wave height, wave period, wavelength, and the refraction coefficient (K_r). The results show that wave height ranged from 0.06–0.68 m and wavelength ranged from 71.67–98.95 m, with the highest value occurring in February 2023 and the lowest in April 2022. Wave conditions tended to increase during the December–February period each year, presumably associated with the influence of the west monsoon. The refraction analysis results show a change in wave characteristics as waves approach shallower waters around the breakwater. Based on field observation results, the existing condition of the breakwater structure can be identified through direct physical observation and documentation at the research site. This study is expected to serve as a reference for the evaluation and maintenance of coastal protection structures in the coastal area of Makassar City.

Key Words: Wave, Breakwater, Refraction, Refraction Coefficient, Lae-Lae Island

A. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara maritim mempunyai wilayah laut seluas lebih dari 3,5 juta km², yang merupakan dua kali luas daratan (Triatmodjo: 1999). Kepulauan yang terdiri dari 13.466 pulau dan wilayah pantai sepanjang 99.093 km. Wilayah pantai ini merupakan kawasan yang sangat intensif dimanfaatkan oleh manusia terutama untuk kegiatan industri, pelabuhan, pertambangan, perikanan, dan pariwisata.

Pulau Lae-Lae merupakan salah satu pulau kecil yang berada di Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pulau ini terletak sekitar 1,5 km dari pesisir Kota Makassar dan menjadi salah satu destinasi wisata bahari yang banyak dikunjungi masyarakat maupun wisatawan. Selain berfungsi sebagai kawasan permukiman dan pariwisata, Pulau Lae-Lae juga memiliki bangunan breakwater yang berperan sebagai pelindung pantai dari pengaruh gelombang laut. Keberadaan bangunan tersebut sangat penting untuk menjaga stabilitas garis pantai, melindungi kawasan pesisir dari abrasi, serta menciptakan kondisi perairan yang lebih tenang bagi aktivitas masyarakat.

Berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, Pulau Lae-Lae telah dilengkapi dengan bangunan breakwater yang berfungsi sebagai pelindung pantai dari pengaruh gelombang laut. Berdasarkan hasil observasi visual, bangunan breakwater tersebut menunjukkan indikasi kerusakan dengan kategori sedang pada beberapa bagian struktur. Indikasi kerusakan tersebut ditandai dengan pergeseran beberapa unit armor, terbentuknya rongga di antara lapisan pelindung, serta tereksposnya sebagian lapisan bawah akibat berkurangnya kekompakan susunan armor. Kondisi ini mengindikasikan adanya penurunan stabilitas struktur yang diduga dipengaruhi oleh beban gelombang yang bekerja secara berulang dalam jangka waktu yang lama. Menurut Triatmodjo (1999), kerusakan pada bangunan pelindung pantai dapat terjadi apabila energi gelombang yang diterima melebihi kapasitas struktur dalam menahan gaya yang bekerja, sehingga mengakibatkan pergeseran material pelindung dan menurunkan kinerja bangunan secara keseluruhan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh tinggi gelombang dan panjang gelombang terhadap kondisi gelombang pada bangunan breakwater serta menentukan besarnya nilai koefisien refraksi gelombang yang terjadi di Pulau Lae-Lae.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam evaluasi kinerja bangunan pelindung pantai serta menjadi referensi dalam perencanaan struktur breakwater di wilayah pesisir.

B. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yakni suatu pendekatan yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fenomena yang terjadi berdasarkan data berupa angka yang dikumpulkan, diolah, dan dianalisis secara sistematis. Pemilihan pendekatan ini didasari oleh kebutuhan untuk menganalisis karakteristik gelombang laut—meliputi tinggi, periode, dan panjang gelombang—serta mengevaluasi kestabilan struktur breakwater secara terukur, sehingga hasil akhirnya dapat disajikan dalam bentuk nilai numerik, tabel, dan grafik yang mudah dipahami.

C. Hasil dan Pembahasan

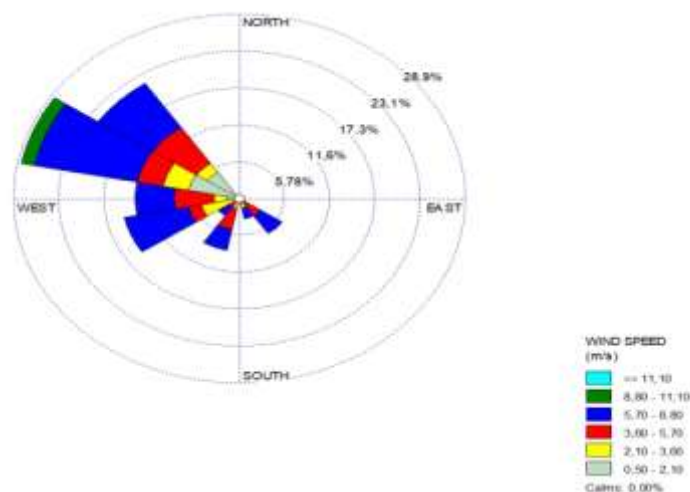
Data Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere. Data yang diperoleh adalah data angin tahun 2021- 2025. Dari hasil pengukuran selanjutnya dilakukan analisis jumlah angin yang datang di lokasi penelitian serta kecepatan dan arah mata angin yaitu periode Januari 2021 – Desember 2025 sebagai berikut:

Tabel 1 Rekapitan parameter kejadian datangnya angin

Arah	Derajat	Jumlah Data	Persentase Kejadian
UTARA (N)	337.5° – 360° dan 0° – 22.5°	0	0%
TIMUR LAUT (NE)	>22.5° – 67.5°	0	0%
TIMUR (E)	>67.5° – 112.5°	0	0%
TENGGARA (SE)	>112.5° – 157.5°	0	0%
SELATAN (S)	>157.5° – 202.5°	0	0%
BARAT DAYA (SW)	>202.5° – 247.5°	9	15%
BARAT (W)	>247.5° – 292.5°	27	45%
BARAT LAUT (NW)	>292.5° – 337.5°	24	40%
JUMLAH		60	100%

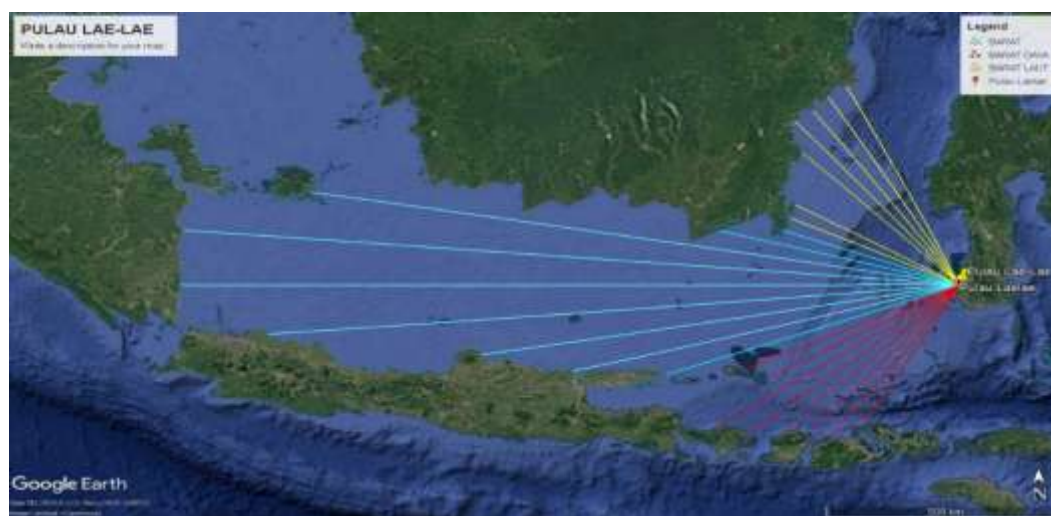
Pada tabel 6 memperlihatkan bahwa presentase kejadian angin yang paling besar atau sering terjadi adalah angin yang berhembus dari arah Barat (W) sebesar 45% dan Barat Laut (NW) sebesar 40% ,serta disusul Barat Daya (SW) sebesar 15% , Selain penyajian data angin juga disajikan dalam bentuk mawar angin seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 Mawar Angin Tahun 2021-2025

Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang di asumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang relative konstan. Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang dilaut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di wilayah pembentukan lautan, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap angin.



Gambar 2 Panjang fetch dari barat laut, barat, dan barat daya

Tabel 2 Perhitungan fetch efektif dari arah utara

	A	$\cos \alpha$	Xi (Km)	$Xi \cos \alpha$
BARAT DAYA	-20	0,940	38,800	36,460
	-15	0,966	386,990	373,804
	-10	0,985	446,780	439,992
	-5	0,996	456,930	455,191
	0	1,000	494,190	494,190
	5	0,996	545,450	543,374
	10	0,985	576,450	567,692
	15	0,966	439,640	424,660
	20	0,940	468,480	440,227
	Total	8,773		3775,591

Berdasarkan tabel di atas untuk perhiyungan fetch efektif arah BARAT DAYA dengan rumus berikut:

$$\text{fetch} = \frac{\Sigma Xi \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{3775,591}{8,773} = 430,353 \text{ Km} = 430353 \text{ m}$$

Tabel 3 Rekap hasil perhitungan data fetch dilokasi penelitian

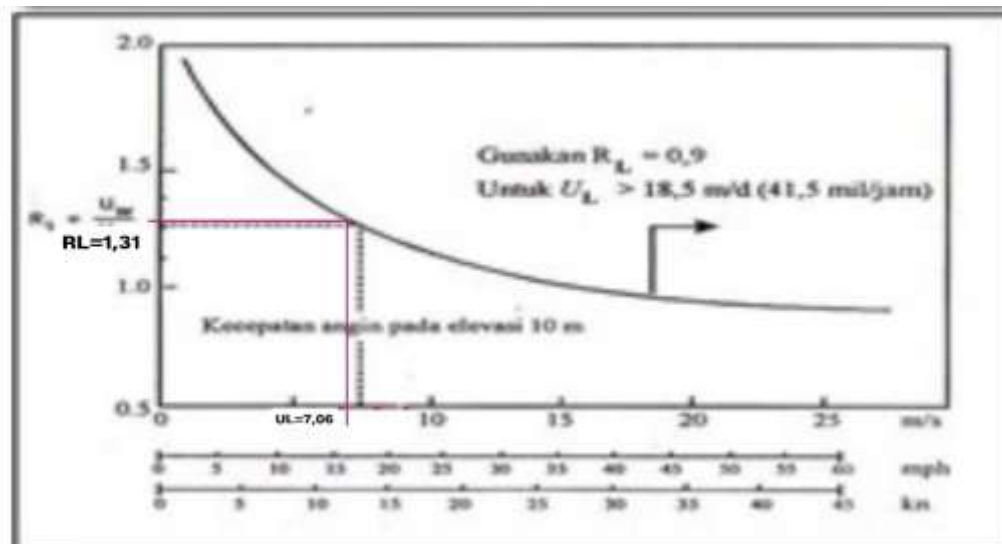
ARAH	FETCH EFEKTIF (Km)	FETCH EFEKTIF (M)
BARAT DAYA (SW)	430,353	43035,3
BARAT (W)	456,551	45655,1
BARAT LAUT (NW)	321,497	32149,7

Peramalan Gelombang

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi terhadap ketinggian dengan formulasi sebagai berikut:

$$U_{10} = U d \left[\frac{10}{d} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot d < 20 \text{ m}$$

Berdasarkan kecepatan maksimum yang terjadi tiap bulan dicari nilai RL dengan menggunakan grafik hubungan antar kecepatan angin di laut dan dihitung UW dengan rumus



Gambar 3 Grafik hubungan koreksi angin

$$\begin{aligned} TI &= 1609 / U_{10} \\ &= 1609 / 7,06 \\ &= 227,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{3600} &= U_{10} / RL \\ &= 7,06 / 1,31 \\ &= 5,39 \end{aligned}$$

Hitung U_w dengan rumus :

$$\begin{aligned} U_w &= U_s \times RL \\ &= 5,39 \times 1,31 \\ &= 7,98 \end{aligned}$$

Hitung U_a dengan rumus :

$$\begin{aligned} U_a &= 0,71 \times U_w^{1.23} \\ &= 0,71 \times 7,98^{1.23} \\ &= 12,60 \end{aligned}$$

Keterangan:

U_{3600} : kecepatan rata – rata durasi 3600 detik U_s :
koreksi stabilitas
 RL : faktor reduksi

RT : koefisien stabilitas
 Ua : *wind stress factor*/ faktor tegangan angin
 TI : Durasi angin Minimum
 Uw : kecepatan angin dilaut
 U10 : kecepatan angin pada elevasi 10 m

Tabel berikut menampilkan hasil rekap perhitungan parameter gelombang di lokasi penelitian pada tahun 2021 – 2025

Tabel 4 Rekap hasil perhitungan gelombang tahun 2021

Tahun	derajat	Arah	Wind Speed	U10	tI	RL	U3600	RT	TS	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
			(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
2021	301	NW	7,06	7,06	227,92	1,31	5,39	1,1	6,09	7,98	12,60	319719	3600	fully	71895	-	319719	0,23	7,57
2021	296	NW	6,56	6,56	245,14	1,34	4,90	1,1	5,54	7,42	11,52	319719	7200	fully	74074	-	319719	0,21	6,92
2021	318	NW	3,71	3,71	433,33	1,55	2,40	1,1	2,71	4,20	5,72	319719	10800	fully	93563	-	319719	0,10	3,44
2021	250	SE	3,08	3,08	521,84	1,60	1,93	1,1	2,18	3,48	4,55	306	3600	Nonfully	982	Fetch Ltd	306	0,03	0,63
2021	208	SW	4,75	4,75	338,58	1,48	3,21	1,1	3,63	5,37	7,75	163901	3600	fully	50164	-	163901	0,14	4,65
2021	245	SW	3,29	3,29	488,67	1,59	2,07	1,1	2,34	3,72	4,93	163901	7200	fully	62957	-	163901	0,09	2,96
2021	307	NW	6,13	6,13	262,57	1,35	4,54	1,1	5,13	6,92	10,59	319719	3600	fully	76190	-	319719	0,19	6,36
2021	279	W	5,93	5,93	271,39	1,38	4,30	1,1	4,85	6,70	10,17	459829	3600	fully	98402	-	459829	0,18	6,11
2021	203	SW	5,39	5,39	298,60	1,40	3,85	1,1	4,35	6,09	9,04	163901	3600	fully	51444	-	163901	0,16	5,43
2021	230	SW	7,13	7,13	225,76	1,32	5,40	1,1	6,10	8,05	12,75	163901	7200	Nonfully	45871	Durasi Ltd	10192	0,48	2,84
2021	324	NW	1,80	1,80	894,16	1,80	1,00	1,1	1,13	2,03	2,35	319719	3600	fully	125918	-	319719	0,04	1,41
2021	300	NW	6,55	6,55	245,64	1,33	4,93	1,1	5,57	7,40	11,50	319719	7200	fully	74136	-	319719	0,14	6,91

Tabel 5 Rekap hasil perhitungan gelombang tahun 2022

Tahun	derajat	Arah	Wind Speed	U10	tI	RL	U3600	RT	TS	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
			(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
2022	303	NW	8,33	8,33	193,06	1,26	6,61	1,1	7,47	9,42	15,46	319719	10800	Nonfully	67165	Durasi Ltd	20615	0,82	3,82
2022	306	NW	7,15	7,15	224,93	1,31	5,46	1,1	6,17	8,08	12,81	319719	14400	fully	71507	-	319719	0,23	7,70
2022	323	NW	2,90	2,90	555,74	1,62	1,79	1,1	2,02	3,27	4,21	319719	18000	fully	103611	-	319719	0,08	2,53
2022	290	W	2,05	2,05	786,66	1,75	1,17	1,1	1,32	2,31	2,75	459829	3600	fully	152230	-	459829	0,05	1,65
2022	282	W	1,80	1,80	892,26	1,80	1,00	1,1	1,13	2,04	2,35	459829	7200	fully	160298	-	459829	0,04	1,41
2022	297	NW	3,80	3,80	422,97	1,51	2,52	1,1	2,85	4,30	5,89	319719	3600	fully	92640	-	319719	0,11	3,54
2022	211	SW	6,19	6,19	259,87	1,34	4,62	1,1	5,22	7,00	10,73	163901	3600	Nonfully	48596	Durasi Ltd	3305	0,23	1,84
2022	207	SW	5,75	5,75	279,80	1,39	4,14	1,1	4,67	6,50	9,79	163901	7200	Nonfully	50091	Durasi Ltd	8932	0,34	2,49
2022	257	W	7,13	7,13	225,60	1,32	5,40	1,1	6,11	8,06	12,76	459829	3600	fully	91221	-	459829	0,23	7,67
2022	281	W	2,33	2,33	690,62	1,70	1,37	1,1	1,55	2,63	3,22	459829	7200	fully	144316	-	459829	0,06	1,94
2022	318	NW	1,63	1,63	989,06	1,80	0,90	1,1	1,02	1,84	2,07	319719	3600	fully	131235	-	319719	0,04	1,24
2022	277	W	5,38	5,38	299,10	1,40	3,84	1,1	4,34	6,08	9,02	459829	3600	fully	102403	-	459829	0,16	5,42

Tabel 6 Rekap hasil perhitungan gelombang tahun 2023

Tahun	derajat	Arah	Wind Speed	U10	tf	RL	U3000	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
			(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
2023	299	NW	7,33	7,33	219,50	1,30	5,64	1,1	6,37	8,28	10,91	319719	3600	fully	70795	-	319719	0,24	7,93
2023	301	NW	9,28	9,28	173,35	1,22	7,61	1,1	8,60	10,49	14,59	319719	7200	Nonfully	64264	Durasi Ltd	11990	0,72	3,34
2023	302	NW	2,97	2,97	540,90	1,64	1,81	1,1	2,05	3,36	3,60	319719	10800	fully	102467	-	319719	0,08	2,62
2023	294	NW	1,96	1,96	820,77	1,78	1,10	1,1	1,24	2,22	2,15	319719	14400	fully	121574	-	319719	0,05	1,57
2023	256	W	6,48	6,48	248,40	1,35	4,80	1,1	5,42	7,32	9,37	459829	3600	fully	94894	-	459829	0,20	6,81
2023	278	W	5,44	5,44	295,54	1,40	3,89	1,1	4,39	6,15	7,57	459829	7200	fully	101901	-	459829	0,16	5,50
2023	253	W	7,61	7,61	211,51	1,29	5,90	1,1	6,66	8,60	11,42	459829	10800	fully	88840	-	459829	0,25	8,30
2023	268	W	6,17	6,17	260,85	1,36	4,54	1,1	5,13	6,97	8,82	459829	14400	fully	96817	-	459829	0,19	6,41
2023	268	W	7,91	7,91	203,35	1,28	6,18	1,1	6,99	8,94	11,99	459829	18000	fully	87419	-	459829	0,26	8,71
2023	292	W	5,79	5,79	277,96	1,39	4,16	1,1	4,71	6,54	8,16	459829	21600	fully	99570	-	459829	0,18	5,93
2023	248	W	4,28	4,28	375,51	1,49	2,88	1,1	3,25	4,84	5,64	459829	25200	fully	112415	-	459829	0,12	4,10
2023	273	W	1,94	1,94	827,38	1,78	1,09	1,1	1,25	2,20	2,13	459829	28800	fully	155412	-	459829	0,05	1,55

Tabel 7 Rekap hasil perhitungan gelombang tahun 2024

Tahun	derajat	Arah	Wind Speed	U10	tf	RL	U3000	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
			(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
2024	314	NW	8,39	8,39	191,71	1,27	6,61	1,1	7,47	9,48	11,30	319719	3600	Nonfully	66971	Durasi Ltd	3985	0,36	2,22
2024	311	NW	6,74	6,74	238,55	1,32	5,11	1,1	5,77	7,62	8,63	319719	7200	fully	73251	-	319719	0,21	7,16
2024	315	NW	4,57	4,57	352,01	1,48	3,09	1,1	3,49	5,17	5,35	319719	10800	fully	85920	-	319719	0,13	4,44
2024	326	NW	1,17	1,17	1376,95	1,89	0,62	1,1	0,70	1,32	1,00	319719	14400	fully	150302	-	319719	0,02	0,83
2024	214	SW	3,78	3,78	425,51	1,52	2,49	1,1	2,81	4,27	4,24	163901	3600	fully	59484	-	163901	0,11	3,51
2024	281	W	4,42	4,42	364,16	1,49	2,97	1,1	3,35	4,99	5,13	459829	3600	fully	111009	-	459829	0,13	4,25
2024	249	W	6,51	6,51	247,20	1,35	4,82	1,1	5,45	7,36	8,26	459829	7200	fully	94706	-	459829	0,20	6,85
2024	250	W	6,75	6,75	238,48	1,33	5,07	1,1	5,73	7,62	8,64	459829	10800	fully	93322	-	459829	0,21	7,16
2024	282	W	5,91	5,91	272,20	1,38	4,28	1,1	4,84	6,68	7,34	459829	14400	fully	98522	-	459829	0,18	6,09
2024	159	S	6,14	6,14	262,04	1,37	4,48	1,1	5,06	6,94	7,69	448	3600	Nonfully	954	Fetch Ltd	448	0,08	0,94
2024	291	W	1,14	1,14	1414,34	1,90	0,60	1,1	0,68	1,29	0,97	459829	3600	fully	193622	-	459829	0,02	0,80
2024	305	NW	6,99	6,99	230,26	1,31	5,33	1,1	6,03	7,90	9,02	319719	3600	fully	72197	-	319719	0,22	7,48

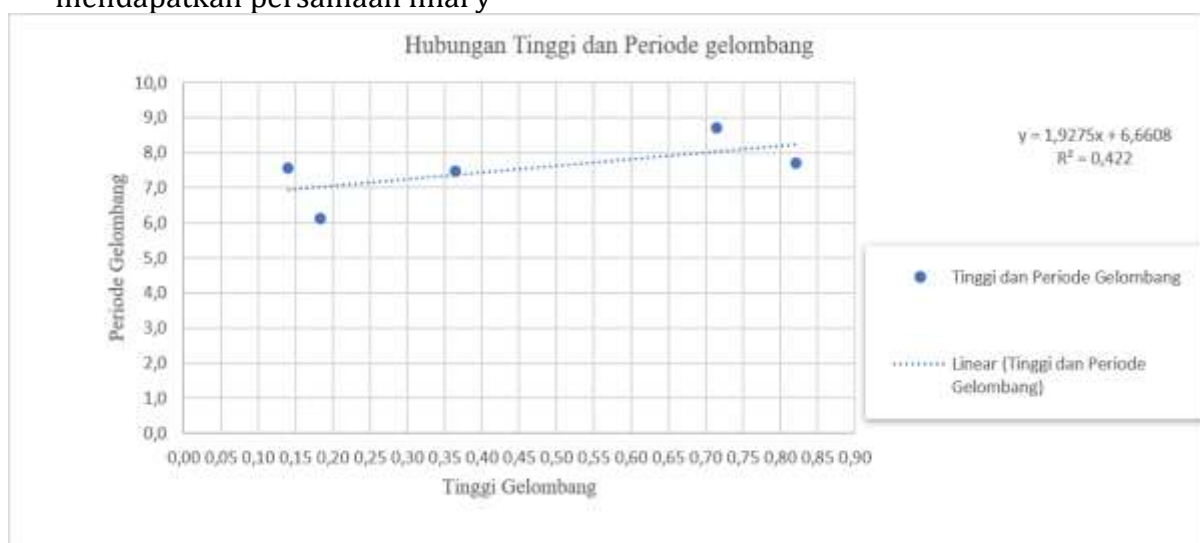
Tabel 8 Rekap hasil perhitungan gelombang tahun 2025

Tahun	derajat	Arah	Wind Speed	U10	ti	RL	U800	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	tmin	Limited	Fetch Min	H	T
			(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
2025	305	NW	5,56	5,56	209,44	1,39	4,00	1,1	4,52	6,28	6,81	319719	7200	fully	79295	+	319719	0,17	5,64
2025	301	NW	5,95	5,95	270,36	1,38	4,31	1,1	4,87	6,72	7,40	319719	10800	fully	77109	+	319719	0,18	6,14
2025	303	NW	3,93	3,93	409,77	1,52	2,58	1,1	2,92	4,44	4,44	319719	14400	fully	91442	+	319719	0,11	3,68
2025	207	SW	0,69	0,69	2320,13	2,00	0,35	1,1	0,39	0,78	0,53	163901	3600	fully	119257	+	163901	0,01	0,44
2025	254	W	2,15	2,15	747,74	1,78	1,21	1,1	1,37	2,43	2,12	459829	3600	fully	149096	+	459829	0,05	1,76
2025	125	SE	3,69	3,69	435,77	1,58	2,34	1,1	2,64	4,17	4,11	306	3600	Nonfully	912	Fetch Ltd	306	0,04	0,67
2025	143	SE	6,66	6,66	241,48	1,35	4,94	1,1	5,58	7,53	8,50	306	7200	Nonfully	716	Fetch Ltd	306	0,08	0,86
2025	141	SE	6,60	6,60	243,78	1,33	4,96	1,1	5,61	7,46	8,41	306	10800	Nonfully	719	Fetch Ltd	306	0,08	0,85
2025	144	SE	5,56	5,56	209,55	1,39	4,00	1,1	4,52	6,28	6,80	306	14400	Nonfully	771	Fetch Ltd	306	0,06	0,80
2025	160	S	3,46	3,46	464,48	1,59	2,18	1,1	2,46	3,91	3,80	448	3600	Nonfully	1206	Fetch Ltd	448	0,04	0,74
2025	290	W	3,27	3,27	492,04	1,58	2,07	1,1	2,34	3,70	3,54	459829	3600	fully	125587	+	459829	0,09	2,94
2025	308	NW	5,30	5,30	303,60	1,41	3,76	1,1	4,35	5,99	6,42	319719	3600	fully	80864	+	319719	0,16	5,32

Tabel 9 Rekap tinggi gelombang dan periode gelombang 2021 – 2025

REKAP		
TAHUN	H (m)	T(dtk)
2021	0,140	7,57
2022	0,821	7,70
2023	0,715	8,71
2024	0,364	7,48
2025	0,184	6,14

Setelah mendapatkan hasil analisis parameter gelombang pada tahun 2021-2025 kemudian dibuatkan grafik hubungan tinggi dan periode gelombang untuk mendapatkan persamaan nilai y



Gambar 4 Grafik hubungan antara tinggi dan periode gelombang

Berdasarkan hasil grafik hubungan tinggi dan periode gelombang pada tahun 2021-2025 maka dapat diketahui semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi pula gelombang yang dihasilkan dan diperoleh hasil persamaan nilai $y = 1,9275x + 6,6608$

1. Panjang Gelombang

Untuk menentukan panjang gelombang pada bulan januari menggunakan rumus $L_0 = 1,56 \times T_0^2$

Keterangan:

L = panjang gelombang

T_0 = periode gelombang

1) Januari

Dimana diketahui tinggi gelombang pada bulan januari 2021 adalah 0.52 m dan untuk menentukan periode gelombang dengan rumus:

$$\begin{aligned} T &= 1,9275 \cdot H + 6,6608 \\ &= 1,9275 \cdot 0.52 + 6,6608 \\ &= 7,66 \text{ detik} \end{aligned}$$

Untuk periode gelombang pada bulan januari 2021 adalah 7,66 detik, maka panjang gelombangnya :

$$\begin{aligned} L &= 1.56 \times T_0^2 \\ &= 1.56 \times 7,66^2 \\ &= 91,65 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 10 Hasil Perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2021

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2021	Januari	0,52	7,66	91,65
	Februari	0,53	7,69	92,15
	Maret	0,18	7,01	76,67
	April	0,28	7,19	80,71
	Mei	0,13	6,92	74,67
	Juni	0,11	6,87	73,60
	Juli	0,22	7,09	78,43
	Agustus	0,26	7,15	79,80
	September	0,23	7,10	78,66
	Oktober	0,27	7,17	80,26
	November	0,11	6,88	73,79
	Desember	0,45	7,52	88,33



Gambar 5 Grafik tinggi gelombang Tahun 2021

Perhitungan Refraksi

Untuk mencari nilai koefisien refraksi (Kr) pada gelombang perlunya untuk penentuan derajat gelombang dengan menggunakan metode perhitungan analisis sebagai berikut:

- Menentukan sudut datang gelombang (α). Sudut datang gelombang (α) = 45°
- Menentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan. Kedalaman diambil pada 10 m
- Menentukan tinggi, periode gelombang dan panjang gelombang pada perhitungan sebelumnya.
- Untuk nilai panjang gelombang (L_0) yang digunakan yakni panjang gelombang pada bulan Januari 2023 – Desember 2023

Maka perhitungannya yaitu:

1) Januari

$$\frac{d}{L_0} = \frac{10}{91,01} = 0,10988 \text{ m/s}$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/L = 0,10988

d	d	2rd	tanh	sinh	cosh	2rd	sinh	cosh	4rd	sinh	cosh
0.1090	0.14875	0.9347	0.7328	1.0768	1.4695	0.926	0.6805	1.8693	3.1648	3.319	0.7953
0.1100	0.14961	0.9400	0.7352	1.0847	1.4753	0.926	0.6778	1.8801	3.2007	3.353	0.7937
0.1110	0.15047	0.9454	0.7377	1.0927	1.4812	0.925	0.6751	1.8908	3.2370	3.388	0.7921
0.1120	0.15132	0.9508	0.7401	1.1007	1.4871	0.924	0.6724	1.9016	3.2736	3.423	0.7904

Untuk d/L =
0,10988 (ditabel
dilihat yang

diberikan kotak merah lalu di interpolasi) maka didapatkan nilai d/L = 0,14759

Maka L = 67,76 m

Cepat rambat gelombang

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{91,01}{7,64} = 11,92 \text{ m}$$

$$C_0 = 11,92 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{67,76}{7,64}$$

$$C = 8,87 \text{ m/d}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} = \sin \alpha_0, \text{ Untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= \frac{8,87}{11,92} \sin 45^\circ$$

$$= 0,52645 \sim 0,53$$

$$= 32,01^\circ$$

Maka nilai koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^2}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 32,01}} = 0,913$$

Jadi nilai koefisien refraksi = 0,913

Tabel 11 Hasil Perhitungan Koefisien Refraksi (Kr) Tahun 2023

Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Nilai Kr
Januari	0,51	0,913
Februari	0,68	0,906
Maret	0,20	0,920
April	0,22	0,920
Mei	0,23	0,920
Juni	0,21	0,920

Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Nilai Kr
Juli	0,34	0,909
Agustus	0,32	0,916
September	0,41	0,913
Oktober	0,32	0,916
November	0,18	0,923
Desember	0,14	0,923

Berdasarkan Tabel 11, nilai koefisien refraksi (Kr) pada tahun 2023 berada pada rentang 0,906 hingga 0,923, dengan nilai tertinggi terjadi pada bulan November dan Desember (0,923) serta nilai terendah pada bulan Februari (0,906); seluruh nilai Kr yang berada di bawah angka 1 ($Kr < 1$) ini mengindikasikan bahwa tinggi dan energi gelombang mengalami penurunan akibat proses refraksi saat bergerak mendekati perairan pantai.



Gambar 6 Grafik Hasil Perhitungan Koefisien Refraksi (Kr) Tahun 2023

Berdasarkan Gambar 6, grafik tersebut memperlihatkan pola hubungan antara perubahan tinggi gelombang dan nilai koefisien refraksi (Kr) sepanjang tahun 2023. Meskipun tinggi gelombang mengalami fluktuasi yang cukup signifikan—dengan puncak tertinggi pada bulan Februari dan titik terendah pada bulan Desember—nilai Kr tetap stabil dan konstan pada kisaran 0,90.

D. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dalam penyelesaian persoalan yang sudah dirumuskan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik gelombang di perairan Pulau Lae-Lae selama periode 2021–2025 menunjukkan variasi tinggi dan panjang gelombang yang dipengaruhi oleh kondisi angin dominan. Arah angin dominan berasal dari arah Barat (W) sebesar 45% dan Barat Laut (NW) sebesar 40%. Hasil analisis menunjukkan tinggi gelombang maksimum sebesar 0,68 m dengan panjang gelombang sebesar 98,95 m, yang terjadi pada Februari 2023. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tinggi dan panjang gelombang menghasilkan kondisi gelombang dengan energi yang lebih besar, sehingga menjadi parameter penting dalam menganalisis pengaruh gelombang terhadap bangunan breakwater. Hasil pengamatan berdasarkan analisis tinggi gelombang Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa breakwater masih berfungsi sebagai pelindung pantai, namun terdapat kerusakan kategori sedang

pada beberapa bagian, berupa pergeseran unit armor, terbentuknya rongga antar lapisan pelindung, dan tereksposnya sebagian lapisan bawah.

2. Pengaruh karakteristik gelombang terhadap kinerja bangunan breakwater Pulau Lae-Lae dapat dilihat dari hasil analisis koefisien refraksi (K_r), yaitu sebesar 0,906–0,923. Karena nilai ini berada di bawah 1,0, kondisi gelombang di lokasi penelitian tergolong refraksi divergen, yaitu kondisi di mana garis-garis gelombang yang mendekati pantai saling menyebar, sehingga energi gelombang yang sampai ke breakwater cenderung melemah dibandingkan saat masih berada di laut dalam. Meski begitu, pada kondisi gelombang tertinggi yang tercatat selama penelitian, yaitu 0,68 m dengan panjang gelombang 98,95 m (terjadi Februari 2023), energi yang mengenai breakwater tetap lebih besar dibandingkan hari-hari dengan gelombang lebih rendah. Walaupun refraksi mengurangi gelombang secara umum, periode-periode gelombang tinggi tetaplah kondisi yang paling membebani struktur. Sehingga karakteristik dan transformasi gelombang, termasuk sifat refraksi divergen yang umum terjadi di lokasi tersebut

E. Referensi

- Alifah, N. S. (2025). Pengaruh Tinggi Gelombang Terhadap Difraksi Di Pulau Gusung.
- Atiah, S. N., Sipil, J. T., Jenderal, U., & Yani, A. (2019). Penentuan Tinggi Gelombang Desain untuk Perencanaan Rubble Mound Breakwater Pelabuhan Belawan. 18(01), 8–16.
- Ahmad, dkk. (2025). Karakteristik Gelombang Laut di Teluk Batang. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, IPB University. Diakses dari <https://journal.ipb.ac.id/jurnalikt/article/download/54113/31053/346915>
- Azima, A., dkk. (2023). Evaluasi Kinerja Breakwater di Pantai Tanjung Medang, Rangsang. Jurnal SAINTIS, Universitas Islam Riau. Diakses dari <https://journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/download/25225/8731/88511>
- Azmi, A., & Fadhil, M. (2025). Perencanaan Pemecah Gelombang (Breakwater) di Pantai Labuhan Sawo. Jurnal SainTekA. Diakses dari <https://e-journalppmunsa.ac.id/index.php/SainTekA/article/view/2157>
- Devedo, D., & Ismail. (2025). Evaluasi Pemecah Gelombang Pantai Manggar Baru. Journal of Sustainable Transformation, Universitas Kutai Kartanegara. Diakses dari <https://ojss.unukaltim.ac.id/index.php/jst/article/view/55>
- Faraby, dkk. (2022). Perencanaan Breakwater di Pantai Binuangun Desa Muara, Banten. Jurnal Riset Kelautan Tropis (JRKPT). Diakses dari <https://jtropimar.hangtuah.ac.id/index.php/jtm/article/view/82>
- Haiyqal, S. V. (2023). Karakteristik Tinggi Gelombang Laut dalam Skala Regional Indonesia. Jurnal Kelautan Tropis, Universitas Diponegoro. Diakses dari <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jkt/article/viewFile/17003/8702>
- Mayanda, dkk. (2023). Evaluasi Kinerja Breakwater di Pelabuhan Manado. Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi. Diakses dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/19351>
- Pranowo, W. S. (2025). Analisis Karakter Gelombang Laut di Selat Madura. Jurnal Riset Kelautan Tropis. Diakses dari <https://jtropimar.hangtuah.ac.id/index.php/jtm/article/download/169/76/940>
- Puna, S. H. (2024). Studi Karakteristik Gelombang Laut Perairan Indonesia Menggunakan Model SWAN. Repository Universitas Mataram. Diakses dari <https://eprints.unram.ac.id/50476/2/JURNAL%20-%20Salvina%20Herawaty%20Puna.pdf>
- Khaldun, I. habra. (2024). BREAKWATER PADA PELABUHAN BONTO JAI KABUPATEN. 17(2), 1–11.
- Rahman, R., & Hidayat, A. (2024). Analisis Gelombang terhadap Struktur Bangunan Breakwater Pelabuhan Bonto Jai. Jurnal Teknik Hidro, Universitas Muhammadiyah

- Makassar. Diakses dari <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/view/15839/7405>
- Ramadhany, dkk. (2025). Analisis Karakteristik Gelombang, Angin Permukaan dan Curah Hujan di Tiga Wilayah Zona Hujan Indonesia Tahun 2021–2022. *Inovasi Fisika Indonesia*, Universitas Negeri Surabaya. Diakses dari <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/57808/49760>
- Samudra, dkk. (2023). Analisis Kinerja Breakwater di Kawasan Pelabuhan Manado. *Jurnal TEKNO*, Universitas Sam Ratulangi. Diakses dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/49814>
- Shore Protection Manual (SPM). (1984). U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. Vicksburg, Mississippi.
- Nadia, P., 2013. Analisis Pengaruh Angin Terhadap Tinggi Gelombang Pada Struktur Bangunan Breakwater Miring di Tapak Paderi Kota Bengkulu. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Unsrat. (2023). Analysis of Significant Wave Height Variation in Indonesian Waters. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, Universitas Sam Ratulangi. Diakses dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jplt/article/download/44933/39037>
- Van der Meer, J. W. (1992). Stability of breakwater armour layers — Design formulae. *Coastal Engineering*, 11(3), 219–239.
- Wahyudi, S. I. (2023). Evaluasi Perencanaan Breakwater Terhadap Gelombang di Pantai Pasongsongan, Jawa Timur. *Jurnal Teknik Gradien*, Universitas Negeri Riau. Diakses dari <https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/view/1074/918>
- Syamsuri, A. M., Nanda, A. R., & Kuba, M. S. (2025). Mathematical Modelling of Engineering Problems Wave Diffraction Response to Incident Wave Height Variation : A Case Study of Gusung Island Breakwater , Makassar. 12(11), 3989–3999.