

## ***ANALISIS GELOMBANG TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN BREAKWATER PADA PELABUHAN BONTO JAI KABUPATEN BANTAENG***

**Ibnu Khaldun Habra<sup>1</sup>, M Dika Ramadhana<sup>2</sup>, Nenny T Karim<sup>3</sup>, Hamzah Al Imran<sup>4</sup>, Sukmasari Antaria<sup>5</sup>, Andi Rahmat<sup>6</sup>**

<sup>1,2</sup>*Mahasiswa Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar*

<sup>3,4,5,6</sup>*Dosen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar*

*Email : [habraibnu@gmail.com](mailto:habraibnu@gmail.com), [muhammaddhikar@gmail.com](mailto:muhammaddhikar@gmail.com)*

### ***Abstract***

*Bonto Jai Bantaeng Harbor is located in Bonto Jai Village, Bissappu District, Bantaeng Regency, South Sulawesi Province. Over time, the condition of the breakwater building on the left side of the harbor has been damaged due to its age so that the building is unable to withstand the force of waves and building materials. Abraded by hitting waves. This research aims to determine the effect of wave height and wavelength on break water buildings and determine the magnitude of the refraction coefficient. This research uses quantitative methods using quantitative secondary data in the form of wind speed data, ocean wave data and wind direction data. From the results of data analysis for the last 5 years, data was obtained that the dominant wind direction was from the east at 44.5%, which resulted in an average wave height of 1.36 m and a wave length of 21.21 m. And it affected the condition of the breakwater building on the east or left side of Bonto Jai Harbor which experienced damage with a moderate level of damage, and the refraction coefficient obtained at the breakwater was 0.974 to 0.997.*

**Key words :** *Break Water, Refraction Coefficient, Waves*

### **ABSTRAK**

Pelabuhan Bonto Jai Bantaeng terletak di Desa Bonto Jai, Kecamatan Bissappu, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan yang seiring berjalannya waktu kondisi bangunan pemecah gelombang pada sisi kiri pelabuhan mengalami kerusakan dikarenakan faktor usia yang sudah cukup lama sehingga bangunan tidak mampu menahan gaya gelombang dan material bangunan terabrasi oleh pukulan gelombang,. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang dan panjang gelombang terhadap bangunan break water dan mengetahui besar koefisien refraksinya. Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif berupa data kecepatan angin, data gelombang laut, dan data arah angin. Dari hasil analisis data selama 5 tahun terakhir maka diperoleh data bahwa arah angin dominan dari arah timur sebesar 44,5% yang menghasilkan rata-rata tinggi gelombang sebesar 1,36 m dan Panjang gelombang 21,21 m. Dan mempengaruhi kondisi bangunan breakwater pada sisi timur atau sisi kiri Pelabuhan Bonto Jai mengalami kerusakan dengan tingkat kerusakan kategori sedang, dan besar koefisien refraksi yang diperoleh pada pemecah gelombang sebesar 0,974 sampai dengan 0,997.

**Kata kunci :** *Break Water, Gelombang, Koefisien Refraksi*

## PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim mempunyai wilayah laut seluas lebih dari 3,5 juta km<sup>2</sup>, yang merupakan dua kali luas daratan (Triatmodjo : 1999). Kepulauan yang terdiri dari 13.466 pulau dan wilayah pantai sepanjang 99.093 km. Daerah pantai di Indonesia telah mengalami perubahan yang pesat, sehingga program pengelolaan daerah pantai merupakan suatu kegiatan yang harus mendapat perhatian yang serius (Yuwono, 1992).

Kabupaten Bantaeng merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sulawesi Selatan yang berjarak 120 km ke selatan dari kota Makassar. Mengingat Bantaeng merupakan salah satu daerah yang menghasilkan tanaman hortikultura terbesar yang ada di Sulawesi Selatan (Fahrudin, 2017) Pelabuhan dibutuhkan untuk memudahkan pemasaran hasil bumi dan perikanan. Pelabuhan Bonto Jai Bantaeng terletak di Desa Bonto Jai, Kecamatan Bissappu, Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Pelabuhan Bonto Jai di bangun pada tahun 2009 dengan anggaran sekitar Rp 9 miliar dan mulai beroperasi pada tahun 2011. Pelabuhan ini memiliki panjang dermaga 800 meter dan kedalaman 8-14 m (Danil, 2012).

Pelabuhan merupakan daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga di mana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang (Triatmojo, 2003). Seiring berjalannya waktu kondisi bangunan pemecah gelombang atau break water pada sisi kiri Pelabuhan Bonto Jai sepanjang 150 m mengalami kerusakan. Kerusakan struktur bangunan breakwater dikarenakan faktor usia yang sudah cukup lama sehingga bangunan tidak mampu menahan gaya gelombang atau material bangunan terabrasi oleh pukulan gelombang.

Gelombang merupakan pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus di permukaan air laut (Aisyah, 2012). Gelombang laut merupakan mekanisme yang menyebabkan permukaan air naik dan turun secara tegak lurus hingga menemukan keseimbangan (Anggara, dkk. 2017).

Deformasi gelombang adalah perubahan tinggi, panjang, periode, arah, dan sifat-sifat gelombang lainnya sebagai akibat dari pergeseran kedalaman dasar laut, adanya penghalang dari pulau-pulau atau daratan lain yang meninggi di dasar laut, kemiringan dasar laut yang tidak sejajar dengan arah gelombang. Difraksi, Refraksi, dan Refleksi Gelombang adalah

tiga deformasi gelombang yang umum (Rabung, dkk. 2015).

Fetch merupakan daerah dimana kecepatan dan arah angin adalah konstan. Waktu yang diperlukan untuk terbentuknya gelombang dibatasi oleh panjang fetch karena pengaruh angin. Sehingga mempengaruhi waktu untuk mentransfer energi angin ke gelombang (Wattimena, dkk. 2018). Tidak ada hubungan yang pasti antara panjang gelombang dan tinggi gelombang, namun semakin jauh jarak puncak gelombang, memungkinkan gelombang yang semakin tinggi (Nontji, 2002).

Pemecah gelombang adalah salah satu jenis bangunan Pantai yang digunakan untuk melindungi Pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Pemecah gelombang digunakan untuk mengendalikan abrasi yang dapat mengikis garis pantai dan juga untuk menenangkan gelombang di pelabuhan sehingga kapal berlabuh lebih mudah. (Wirawan and Arman, 2018). Sedangkan menurut Triatmodjo (2010), breakwater adalah salah satu bangunan pantai yang pekerjaannya dibangun di lepas pantai dan sejajar pantai.

Sesuai dengan fungsinya bangunan Pantai dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu Konstruksi yang dibangun dipantai dan sejajar dengan garis Pantai, Konstruksi yang dibangun diperkirakan

tegak lurus dengan Pantai dan sambung Pantai, Konstruksi yang dibangun dilepas Pantai dan sejajar dengan garis Pantai (Triatmodjo, 2010).

Kerusakan bangunan Pantai dapat dilihat dari kenampakan bangunan itu sendiri seperti keruntuhan bangunan, abrasi bangunan, fungsi bangunan, dan terlemparnya material bangunan (Firza.C, 2020). Kerusakan ini dapat terjadi karena bangunan tidak mampu menahan gaya gelombang atau material bangunan terabrasi oleh pukulan gelombang (N.Retraubun, dkk. (2020).

Tabel 1. Tolak ukur kerusakan bangunan pantai

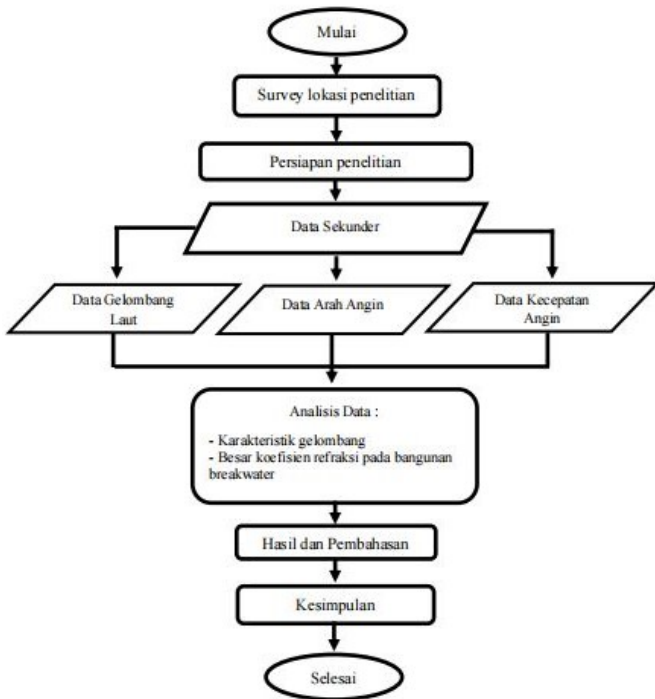
No	Tingkat Kerusakan	Jenis Kerusakan
1	Ringan	Bangunan masih dapat berfungsi dengan baik diatas 75%
2	Sedang	Bangunan masih berfungsi 50% sampai 75%
3	Berat	Bangunan berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% tetapi tidak membahayakan lingkungan
4	Amat Berat	Bangunan berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% dan membahayakan lingkungan
5	Amat Sangat Berat	Bangunan sudah rusak parah dan membahayakan lingkungan

(KemenPU No.08 Tahun 2010)

## **METODE**

Lokasi penelitian yang kami kerjakan berada pada Pelabuhan Bonto Jai tepatnya di desa Bonto jai kecamatan Bissappu kabupaten Bantaeng pada titik koordinat 5°21"-5°35" Lintang Selatan dan 119°51"-

120°05” Bujur Timur. Dalam penelitian ini penulis menggunakan analisis kuantitatif karena menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif. Penelitian ini melalui 4 tahap, yaitu identifikasi, pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data. Berikut ini flowchart penelitian:



GAMBAR 1. Flowchart Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. *Data Angin*

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

Tabel 2. Data Angin

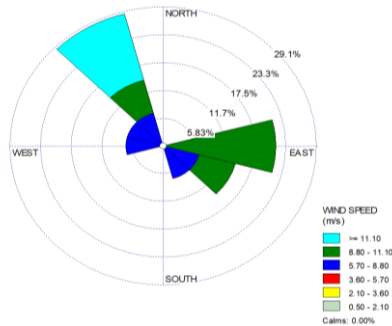
Waktu	Kecepatan angin (m/s)	Dejarajat	Notasi
Januari - 2023	12.75	332	utara
Februari - 2023	11.21	340	utara
Maret - 2023	9.71	340	utara
April - 2023	8.74	333	utara
Mei - 2023	8.64	157	tenggara
Juni - 2023	8.58	124	timur
Juli - 2023	8.93	122	timur
Agustus - 2023	10.08	98	timur
Sep-23	9.71	101	timur
Oktober - 2023	9.46	104	timur
November - 2023	7.7	267	barat
Desember - 2023	7.86	298	barat

Sumber : Hasil Rekapitan Data BMKG Paotere Makassar

Tabel 3. Persentase kejadian angin berdasarkan arah datangnya dilokasi studi

Arah	Derajat	Jumlah Data	Persentase Kejadian (%)
Utara (U)	360	6	34.5
Timur Laut (TL)	45	0	0.0
Timur (T)	90	5	44.5
Tenggara (TG)	135	1	6.2
Selatan (S)	180	0	0.0
Barat Daya (BD)	225	0	0.0
Barat (B)	270	2	14.4
Barat Laut (BL)	315	0	0.0
Total		14	100

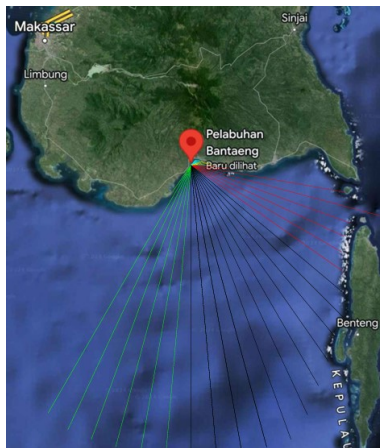
Pada tersebut memperlihatkan bahwa persentase kejadian angin yang paling besar atau sering terjadi adalah angin yang berhembus dari arah utara sebesar (34.4%) dan timur sebesar (44.5%) serta disusul arah barat sebesar (14.4%) dan terakhir dari arah Tenggara sebesar (6.2%). Selain penyajian data angin juga disajikan dalam bentuk mawar angin seperti gambar berikut



GAMBAR 2. Mawar angin dari tahun Januari 2023-Februari 2024

**B. Penentuan Fetch Efektif**

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang relatif konstan.



GAMBAR 3. Panjang fetch dari Utara, Timur, Tenggara, dan Barat

Tabel perhitungan fetch untuk masing-masing arah peramalan gelombang laut yaitu Utara, Timur, Tenggara dan Barat adalah sebagai berikut:

	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	$\text{Xi (Km)}$	$\text{Xi cos } \alpha$
	-20	0,939693	8,75	8222,31
	-15	0,965926	9,32	9002,43
	-10	0,984808	10,64	10478,35
	-5	0,996195	13,08	13030,23
TIMUR	0	1	47,5	47580
	5	0,996195	50,2	50048,8
	10	0,984808	51,8	51082
	15	0,965926	56	54111,2
	20	0,939693	57,2	53825,6
Total		8,773,242		297380,88

Tabel 4. Perhitungan Fetch Efektif Arah Timur

Berdasarkan tabel tersebut untuk perhitungan fetch efektif arah timur laut dengan rumus berikut ini :

$$\text{Fetch} = \frac{\sum \text{Xi cos}}{\sum \text{cos}} = \frac{297380,88}{8,773242} = 33,896 \text{ Km} \Rightarrow$$

33.896 m

Keterangan :

Xi = Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik fetch

$\alpha$  = Deviasi kedua sisi dari arah mata angin, dengan menggunakan sudut pertambahan  $5^\circ$  sampai  $45^\circ$  pada kedua sisi angin

Tabel 5. Hasil Perhitungan Data Fetch Lokasi Penelitian

ARAH	Fetch Efektif (Km)	Fetch Efektif (m)
UTARA (N)	4,867	4.867
TIMUR (E)	33,896	33.896
TENGARA (SE)	27,844	27.844
BARAT (W)	32,365	32.365

**C. Perhitungan 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

bulan	Tahun	derajat	Arah	Tinggi (m)	WindSpd (m/s)	U10 (m/dtk)	t1 (dtk)	RL	U3600 (m/dtk)	RT	US (m/dtk)	Uw (m/dtk)
1	2023	332	NW	1.56	12.75	12.75	126.2	0.9	14.17	1.37	19.43	17.49
2	2023	340	N	1.63	11.21	11.21	143.53	0.9	12.46	1.37	17.08	15.37
3	2023	340	N	1.45	9.71	9.71	165.71	0.9	10.79	1.37	14.8	13.32
4	2023	333	NW	1.42	8.74	8.74	184.1	0.9	9.71	1.37	13.32	11.99
5	2023	157	SE	1.13	8.64	8.64	186.23	0.9	9.6	1.37	13.17	11.85
6	2023	124	SE	0.97	8.58	8.58	187.53	0.9	9.53	1.37	13.07	11.77
7	2023	122	SE	1.31	8.93	8.93	180.18	0.9	9.92	1.37	13.61	12.25
8	2023	98	E	1.26	10.08	10.08	159.62	0.9	11.2	1.37	15.36	13.82
9	2023	101	E	1.04	9.71	9.71	165.71	0.9	10.79	1.37	14.8	13.32
10	2023	104	E	0.93	9.46	9.46	170.08	0.9	10.51	1.37	14.42	12.97
11	2023	267	W	0.86	7.7	7.7	208.96	0.9	8.56	1.37	11.73	10.56
12	2023	298	NW	0.77	7.86	7.86	204.71	0.9	8.73	1.37	11.98	10.78

Tabel 6. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2023

$$Tl = 1609 / U10$$

$$= 1609 / 7,96$$

$$= 202,13$$

$$U3600 = U10 / RL$$

$$= 7,96 / 0,9$$

$$= 8,84 \text{ m/dtk}$$

$$Us = U3600 \times RT$$

$$= 8,84 \times 1,3715$$

$$= 12,12 \text{ m/dtk}$$

Hitung Uw dengan rumus :

$$Uw = Us \times RL$$

$$= 12,12 \times 0,9$$

$$= 10,90 \text{ m/dtk}$$

Hitung Ua dengan Rumus :

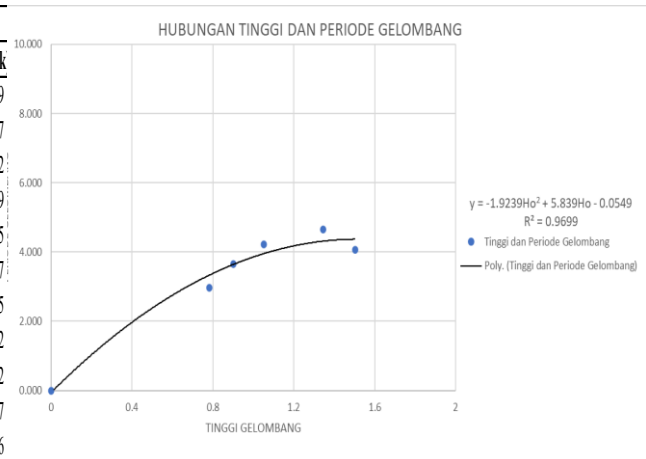
$$Ua = 0,71 \times Uw^{1,23}$$

$$= 0,71 \times 10,90^{1,23}$$

$$= 13,40 \text{ m/dtk}$$

Setelah mendapatkan hasil analisis parameter gelombang pada tahun 2019-2023 kemudian dibuatkan grafik hubungan

tinggi dan periode gelombang untuk mendapatkan hasil persamaan nilai y



GAMBAR 4. Grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang

Berdasarkan hasil grafik hubungan tinggi dan periode gelombang pada tahun 2019-2023 diperoleh hasil persamaan nilai  $y = -1,9239 * Ho^2 + 5,839 * Ho - 0,0549$

1. Panjang Gelombang

a. Januari

Untuk menentukan panjang gelombang menggunakan rumus:

$$L_0 = 1,56 * T_0^2$$

Dimana :

$L_0$  = Panjang gelombang

$T_0$  = Periode gelombang

Diketahui tinggi gelombang pada bulan januari 2023 yaitu 1.56 m dan untuk menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus

$$T_0 = -1,9239 * Ho^2 + 5,839 * Ho - 0,0549$$

$$T_0 = -1,9239 * 1,56^2 + 5,839 * 1,56 - 0,0549$$

$$T_0 = 4,37 \text{ det}$$

Untuk periode gelombang pada bulan Januari 2023 yaitu 4,37 detik, panjang gelombangnya adalah

$$L_0 = 1,56 * T_0^2$$

$$L_0 = 1,56 * 19,09$$

$$L_0 = 29,78 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } L = \frac{d}{d/L} \Rightarrow d/L = \frac{d}{L_0}$$

$$= \frac{8}{29,78}$$

$$= 0,2686$$

$$d/L = 0,28414 \text{ (didapat nilai } d/L$$

dengan di interpolasi)

$$L = \frac{8}{0,28414}$$

$$L = 28,15 \text{ m}$$

Tabel 7. Hasil perhitungan periode gelombang dan Panjang gelombang tahun 2023

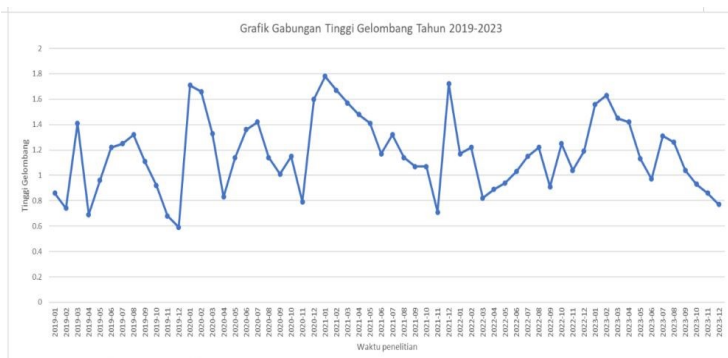
Tahun	Bulan	Ho	To	L
2023	Januari	1.56	4.38	28.15
	Februari	1.63	4.34	27.83
	Maret	1.45	4.36	28.04
	April	1.42	4.35	27.94
	Mei	1.13	4.08	25.04
	Juni	0.97	3.79	22.22
	Juli	1.31	4.28	27.18
	Agustus	1.26	4.24	27.48
	September	1.04	3.93	23.43
	Oktober	0.93	3.7	21.00
	November	0.86	3.54	19.33
	Desember	0.77	3.29	16.78



GAMBAR 6. Grafik Gabungan Panjang Gelombang Tahun 2019-2023

Berdasarkan gambar 6 dan 7 diatas memperlihatkan bahwa nilai tinggi gelombang dan panjang gelombang pada Pelabuhan Bonto Jai di bulan Januari 2019 sampai pada bulan Desember 2023 atau dalam waktu 5 tahun menunjukkan nilai tinggi gelombang berbanding lurus dengan Panjang gelombang. Dimana jika nilai tinggi gelombang bertambah maka Panjang gelombang juga bertambah, sebaliknya jika tinggi gelombang rendah maka Panjang gelombangnya juga berkurang.

Dari gambar tersebut juga menunjukkan bahwa gelombang mengalami fluktuasi atau perubahan setiap bulan dan perubahan tertinggi terjadi pada setiap awal tahun yaitu pada bulan Januari, februari, dan maret. Hal ini disebabkan karena pada bulan tersebut kecepatan angin meningkat yang dimana kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya gelombang dan secara langsung juga mempengaruhi Panjang gelombang yang terjadi.



GAMBAR 5. Grafik Gabungan Tinggi Gelombang Tahun 2019-2023

**D. Perhitungan Koefisien Refraksi**

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

- a. Menentukan sudut datang gelombang ( $\alpha$ ). Sudut datang gelombang ( $\alpha$ ) =  $45^\circ$
- b. Menentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan. Kedalaman diambil pada 8 m
- c. Menentukan tinggi, periode gelombang dan panjang gelombang pada perhitungan sebelumnya
- d. Untuk nilai panjang gelombang ( $L_0$ ) yang digunakan yakni panjang gelombang rata – rata pada bulan januari 2023 – februari 2024

Maka perhitungannya yaitu:

1) Januari 2023

$$\frac{d}{L_0} = \frac{8}{29,78} = 0,2686 \text{ m/s}$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,2686

Tabel 8. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	2nd		sinh	cosh	Ks	K	4nd		n	
		L	2nd/L					L	4nd/L		
0.2680	0.28362	1.6450	0.9282	2.4940	2.6870	0.930	0.3722	3.2900	13.407	13.44	0.6010
0.2690	0.28450	1.6504	0.9289	2.5006	2.7006	0.930	0.3703	3.3003	13.550	13.59	0.6002
0.2700	0.28539	1.6561	0.9296	2.5063	2.7041	0.932	0.3592	3.3663	14.468	14.58	0.5994
0.2710	0.28627	1.6686	0.1275	2.6135	2.7983	0.933	0.3574	3.3772	14.627	14.66	0.5986
0.2720	0.28715	1.6841	0.1299	2.6289	2.8127	0.933	0.3555	3.3881	14.788	14.82	0.5978

Sumber : Tabel L Triatmojo, 1999 Teknik Pantai

Untuk d/Lo = 0,2686 (ditabel dilihat yang diberikan kotak hitam lalu di interpolasi), di dapatkan nilai: d/L = 0,28414

Maka L = 28,15 m

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{29,78}{4,37}$$

$$C_0 = 6,81 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{28,15}{4,37}$$

$$C = 6,44 \text{ m/d}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$= \frac{6,44}{6,81} \sin 45^\circ$$

$$= 0,66840 \sim 0,67$$

$$\alpha = 41,94^\circ$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

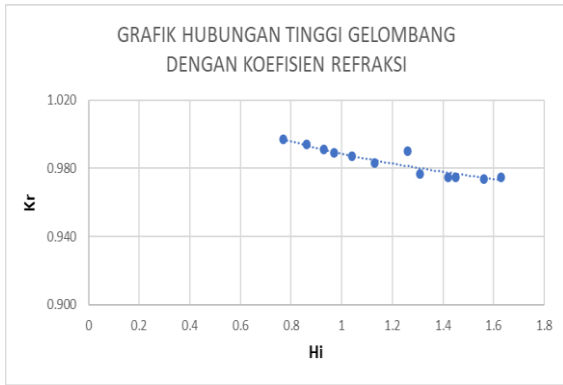
$$Kr = \frac{\sqrt{\cos^0}}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{\cos 45^\circ}}{\cos 41,94}$$

$$Kr = 0,974$$

Tabel 9. Hasil Perhitungan Koefisien Refraksi

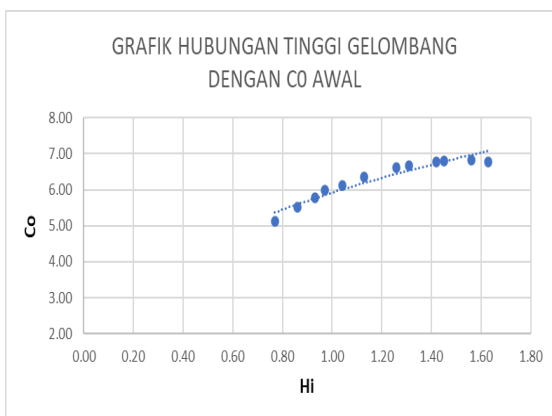
$\alpha^0$	d	Hi	T	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	Sin $\alpha$	Kr	$\alpha$
45	8	1.56	4.37	29.78	0.2686	0.28414	28.15	6.81	6.44	0.6684	0.974	41.94
45	8	1.63	4.34	29.37	0.2723	0.28741	27.83	6.77	6.41	0.67003	0.975	42.06
45	8	1.45	4.36	29.64	0.2699	0.2853	28.04	6.8	6.43	0.66894	0.975	41.98
45	8	1.42	4.35	29.51	0.271	0.28627	27.95	6.78	6.43	0.66973	0.975	42.04
45	8	1.13	4.08	25.95	0.3082	0.31948	25.04	6.36	6.14	0.68231	0.983	43.02
45	8	0.97	3.79	22.71	0.3522	0.35992	22.22	5.99	5.86	0.69185	0.989	43.77
45	8	1.31	4.28	28.56	0.2801	0.29431	27.18	6.67	6.35	0.67294	0.977	42.29
45	8	1.26	4.24	28.03	0.2854	0.29104	27.48	6.61	6.48	0.69323	0.99	43.88
45	8	1.04	3.93	24.08	0.3322	0.34142	23.43	6.13	5.96	0.68802	0.987	43.47
45	8	0.93	3.7	21.35	0.3747	0.38095	21	5.77	5.68	0.69551	0.991	44.06
45	8	0.86	3.54	19.54	0.4094	0.41383	19.33	5.52	5.46	0.69951	0.994	44.38
45	8	0.77	3.29	16.87	0.4742	0.47658	16.78	5.13	5.1	0.70333	0.997	44.69





GAMBAR 7. Grafik hubungan tinggi gelombang dengan koefisien refraksi

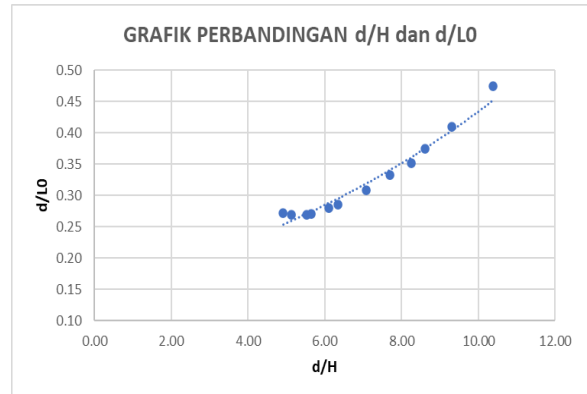
Berdasarkan gambar 4.30 dimana nilai  $H_i$  sebesar 0,77 m – 1,63 m dan  $K_r$  sebesar 0,974 – 0,997 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai  $H_i$  maka nilai dari  $K_r$  rendah begitupun sebaliknya semakin rendah nilai  $H_i$  maka nilai dari  $K_r$  besar sehingga arah perubahan gelombang yang bergerak ke arah pelabuhan tidak terlalu jauh terbias dari bangunan pemecah gelombang yang telah rusak dengan rata-rata perubahannya yaitu 0,983



GAMBAR 8. Grafik hubungan tinggi gelombang dengan cepat rambat gelombang awal

Berdasarkan gambar tersebut tentang hubungan tinggi gelombang dengan cepat rambat gelombang, menunjukkan

bahwa cepat rambat gelombang akan semakin besar dengan tinggi gelombang yang menuju ke arah Pelabuhan dengan cepat rambat gelombang awal pada Pelabuhan Bonto Jai sebesar 5,13 – 6,81 dan tinggi gelombangnya berkisar 0,77 m – 1,63 m.



GAMBAR 9. Grafik perbandingan  $d/L_0$  dengan  $d/H$

Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai  $d/L_0$  terhadap  $d/H$  pada Pelabuhan Bonto Jai pada bulan januari 2023 sampai pada bulan desember 2023 menunjukkan semakin besar angka  $d/L_0$ , maka  $d/H$  yang ada di Pelabuhan bonto jai juga akan semakin besar nilainya.

## KESIMPULAN

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

Dari hasil analisis dan pengolahan data selama 5 tahun terakhir maka diperoleh data bahwa arah angin dominan dari arah timur yang menghasilkan rata-rata

tinggi gelombang sebesar 1,36 m dan Panjang gelombang 21,21 m, yang mempengaruhi kondisi bangunan breakwater pada sisi timur atau sisi kiri Pelabuhan Bonto Jai mengalami kerusakan dengan tingkat kerusakan kategori sedang.

Besar koefisien refraksi pada pemecah gelombang di pelabuhan Bonto

Jai sebesar 0,974 sampai dengan 0,997. Dimana nilai tinggi gelombang berbanding terbalik dengan nilai koefisien refraksi, jika nilai tinggi gelombangnya besar maka nilai koefien refraksinya kecil sebaliknya jika nilai tinggi gelombangnya kecil maka nilai koefisien refraksi yang di peroleh besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, C. (2012). *Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo Jawa Timur*.
- Anggara, P. D., Adrianto, D., Pranowo, W. S., & Alam, T. M. (2017). *Analisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut di Wilayah Laut Natuna dan Laut Natuna Utara. Jurnal Chart Datum*, 3(2), 107-131
- Danil. 2012. Otoritas Pelabuhan siapkan Rp 9 Miliar Untuk Bantaeng. Diakses pada 17 februari 2024 dari
- Fahrudin. (2017). *Nurdin Abdullah Act Locolly, Think Globally*. Jakarta Selatan:PT Mizan Publika..
- Firza C. (2020). *Analisis Tingkat Kerusakan Pantai Akibat Abrasi di Kabupaten Bengkalis*.
- Kementrian Pekerjaan Umum No 08/SE/M/2010 Tentang pemberlakuan pedoman penilaian kerusakan Pantai dan prioritas penanganannya of engineering & Technology IJET-IJENS Vol: 18 No 01. Makassar
- N.Retraubun, dkk. (2020). Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan (AKNOP) Kerusakan Pantai Desa Upe/Nuruwe Seram Bagian Barat. Universitas Kristen Indonesia Maluku. *Jurnal Manumata*, 6(1). 25.
- Nontji, A., 2002. *Laut Nusantara*. 3rd ed. Jakarta: Djambatan
- Rabung, F., Muhiddin, A. B., Hatta, M. P., & Malik, S. (2015). *Deformasi Gelombang di Pantai Makassar. Hasil Penelitian Teknologi Terapan, Prosiding*
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2003. "Perencanaan Bangunan Pantai". Beta offset. Yogyakarta

Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset

Wattimena, J. D., & Ayal, M. R. (2018). Analisis Perubahan garis Pantai desa Rutong kota Ambon. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2),115-136

Wirawan and Arman, 2018. Uji Model Fisik Pengaruh Pemecah Gelombang 3 Kubus Beton

Berlubang dengan Konfigurasi Lurus dan Zig Zag terhadap Koefisien Transmisi Gelombang. Universitas Muhammadiyah Makassar

Yuwono, N. 1992. *Teknik Pantai Volume II*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.