

STUDI PERBANDINGAN GELOMBANG DI PPI DONGGALA DENGAN MENGGUNAKAN METODE GUMBEL DAN METODE WEIBULL

*Setiyawan¹, Nurkhalisah²

¹Teknik Sipil, Universitas Tadulako, Indonesia; ^{2,3} Universitas Tadulako, Indonesia*

*Corresponding Author, Received: Apr. 2023, Revised: Mei. 2023, Accepted: Jul. 2023

ABSTRACT: The Donggala Fish Landing Port (PPI) in Central Sulawesi, located in Labuan Bajo Village, Banawa District, Donggala Regency, suffered damage from the 2018 earthquake and tsunami that affected Palu, Donggala, and surrounding areas, necessitating repairs. This study aims to determine wave heights at PPI Donggala and predict future wave occurrences using the Gumbel and Weibull methods. The analysis uses secondary data, specifically hourly wind data from PPI Donggala. The significant wave height (H_s) was 0.98 meters with a significant wave period (T_s) of 4.74 seconds in 2017, occurring in the north. For the Gumbel method, wave heights for return periods were: 0.802 meters for 2 years, 0.894 meters for 5 years, 0.954 meters for 10 years, 1.031 meters for 25 years, 1.088 meters for 50 years, and 1.145 meters for 100 years. Using the Weibull method, wave heights were 0.778 meters for 2 years, 0.872 meters for 5 years, 0.943 meters for 10 years, 1.037 meters for 25 years, 1.108 meters for 50 years, and 1.179 meters for 100 years. The comparison of the Root Mean Square Error (RMSE) values between the Gumbel and Weibull methods yielded an identical value of 1.110 meters, indicating that both methods are equally accurate for this analysis. This study provides essential data for planning and repairing the Donggala Fish Landing Port's dock facilities to withstand future wave conditions.

Keywords: Wave, PPI Donggala, Gumbel, Weibull.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Donggala, kota pelabuhan tertua di Sulawesi Tengah, memiliki wilayah pesisir yang sangat panjang dan menjadi pusat kegiatan masyarakat. Daerah pesisir ini dimanfaatkan untuk tempat wisata, kawasan tambak, dan pelabuhan, menjadikannya pusat pertumbuhan kota/kabupaten. Dengan berbagai aktivitas tersebut, penting untuk menjaga daerah pesisir dari risiko abrasi yang dapat merusak bangunan dan lingkungan akibat gelombang besar.

Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Donggala, terletak di Kelurahan Labuan Bajo, Kecamatan Banawa, Kabupaten Donggala, memiliki fasilitas seperti dermaga, kolam pelabuhan, perbaikan jaring, pabrik es, dan tempat pelelangan ikan. Gempa dan tsunami yang melanda Palu dan Donggala pada tahun 2018 merusak fasilitas dermaga di PPI Donggala, sehingga diperlukan perbaikan dan perencanaan pembangunan pelabuhan. Studi gelombang sangat penting untuk mendukung perencanaan ini.

Gelombang laut, yang disebabkan oleh angin, menimbulkan gaya pada bangunan pantai dan arus yang mengangkut sedimen. Sedimen yang mengendap di sekitar pelabuhan dapat mengubah kedalaman dermaga, mengganggu aktivitas kapal, dan mengurangi fungsi pelabuhan. Oleh karena itu, analisis gelombang menggunakan Metode Gumbel

dan Weibull diperlukan untuk mengetahui ketinggian gelombang dengan periode ulang tertentu, guna merencanakan pembangunan dermaga yang tahan terhadap gaya gelombang dan arus sedimen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI)

Pangkalan Pendaratan Ikan merupakan tempat bertambat dan berlabuh perahu/kapal perikanan, tempat pendaratan hasil perikanan dan melengkapannya yang meliputi areal perairan dan daratan, dalam rangka memberikan pelayanan umum serta jasa untuk memperlancar kegiatan usaha perikanan baik penangkapan ikan maupun pengelolaannya. Pangkalan Pendaratan Ikan sebagai salah satu unsur prasarana ekonomi, dibangun dengan tujuan untuk menunjang keberhasilan pembangunan perikanan terutama perikanan skala kecil. Sesuai dengan fungsinya, ruang lingkup kegiatan PPI meliputi tiga hal pokok :

1. Kegiatan yang berkaitan dengan produksi, meliputi ; tambat labuh perahu/kapal perikanan, bongkar muat hasil tangkapan, penyaluran perbekalan kapal dan awak kapal serta pemeliharaan kapal dan alat-alat perikanan.

2. Kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan dan pemasaran hasil meliputi ; penanganan hasil tangkapan, pelelangan ikan, pengepakan, penyaluran /distribusi, pengelilaan dan pengawetan.
3. Kegiatan pembinaan dan pengembangan masyarakat nelayan meliputi ; penyuluhan dan pelatihan, pengaturan (keamanan, pengawasan dan perizinan), pengumpulan data statistik perikanan serta pembinaan perkoperasian dan keterampilan nelayan.

2.2 Pantai

Pantai adalah daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah, sedangkan pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang dipengaruhi oleh aktivitas laut. Garis pantai merupakan batas antara daratan dan lautan, sementara perairan pantai adalah wilayah yang masih terpengaruh oleh aktivitas daratan. Sempadan pantai adalah area sepanjang pantai yang diperuntukkan untuk pengamanan dan pelestarian. Pantai berfungsi sebagai batas antara daratan dan lautan, dengan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi dan lautan dimulai dari garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya. Pemahaman ini penting untuk pengelolaan kawasan pantai yang efektif [1, 2].

2.3 Gelombang

Gelombang laut yang dominan disebabkan oleh angin memainkan peran penting dalam pembentukan pantai, arus sedimen, dan pengaruh terhadap struktur pantai. Gelombang dan pasang surut merupakan faktor kunci dalam rekayasa pantai, mempengaruhi layout pelabuhan, alur pelayaran, dan perencanaan infrastruktur pantai. Karena itu, pemahaman yang mendalam terhadap karakteristik dan perilaku gelombang di laut dalam sangat penting bagi ahli teknik pantai [1].

2.4 Angin

Menurut hukum Buys Ballot, angin adalah massa udara yang bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah secara horizontal. Kecepatan angin dapat diukur menggunakan anemometer dan dinyatakan dalam knot. Satu knot setara dengan 1.852 km/jam atau 0.5 m/detik. Angin di atas permukaan air mentransfer energinya ke air, menciptakan riak-riak kecil. Energi yang dihasilkan tergantung pada durasi angin, kecepatannya, dan jarak yang ditempuh angin di atas permukaan laut (Fetch) [3].

2.4.1 Hindcasting Gelombang

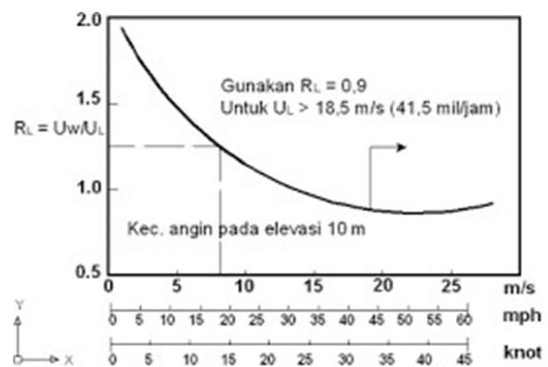
Hindcasting gelombang adalah suatu teknik peramalan gelombang yang akan datang menggunakan data angin di masa lampau, teknik ini akan menghasilkan perkiraan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) yang diakibatkan oleh transfer energi dari angin yang bergantung pada durasi kecepatan, dan arah angin [3].

2.4.2 Data Angin

Data angin diperlukan untuk menentukan tinggi dan periode gelombang signifikan. Pengukuran bisa dilakukan langsung di atas laut atau di darat dengan konversi ke data angin laut. Data ini dicatat setiap jam dan disajikan dalam tabel. Untuk memahami arah dominan, presentase kejadian, dan kecepatan maksimum, data tersebut dapat diolah menjadi diagram *windrose* atau mawar angin untuk mempermudah analisis karakteristik angin [4].

2.4.3 Konversi Kecepatan Angin

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di lokasi stasiun angin ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat yang dapat dilihat dari pada Gambar 1 dan Persamaan 2.1 [1].



Sumber:Triatmodjo,2016

Gambar 1 Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat

$$RL = \frac{U_w}{U_L} \quad (1)$$

2.4.4 Peramalan Gelombang di Laut Dalam

Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variable U_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin, kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan Persamaan 2.2.

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

dimana:

U_w = Kecepatan Angin (m/det)
 U_A = Faktor Tegangan Angin

2.4.5 Gelombang Signifikan

Gelombang yang terjadi di laut karena angin tidak teratur (acak) dan bervariasi dalam tinggi (H), periode (T), dan arah. Untuk menyederhanakan pemahaman, gelombang acak ini sering diidealiskan menjadi satu gelombang harmonik yang disebut gelombang signifikan dengan tinggi (H_s) dan periode (T_s) yang tetap. Dalam perencanaan bangunan pantai, digunakan gelombang rencana yang memiliki karakteristik stabil, termasuk panjang gelombang (L_s) [5].

2.4.6 Fetch

Fetch adalah wilayah di atas permukaan laut di mana angin bertiup dengan arah dan kecepatan relatif konstan, yang mempengaruhi pembentukan gelombang laut. Untuk menghitung panjang fetch efektif, digunakan peta topografi dengan skala besar untuk menentukan area laut yang terpengaruh, terutama dengan memperhitungkan pulau-pulau atau daratan yang dapat mempengaruhi gelombang. Titik fetch diambil dari perairan dalam karena gelombang yang terbentuk di sana merambat ke pantai dan pecah ketika mendekati dasar laut yang lebih dangkal. Data kecepatan angin maksimum harian dan arahnya digunakan untuk memproyeksikan fetch dalam delapan arah utama mata angin. Setiap arah mata angin dibagi menjadi sembilan garis fetch dengan sudut antara garis-garis tersebut adalah 5° , ditarik dari titik pembentukan gelombang hingga menyentuh daratan tanpa melewati daratan atau sejajar dengan pantai, minimal 150 m dari garis pantai. Ini penting karena gelombang yang terbentuk di pantai telah mengalami pengaruh refraksi dan difraksi.

Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{ef} = \frac{\sum x_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (3)$$

Dimana :

F_{eff} = *Fetch* Rerata Efektif.

X_i = Panjang Segemen *Fetch* yang di Ukur Dari Titik Observasi Gelombang ke Ujung Akhir *Fetch*.

α = deviasi pada kedua sisi dari angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

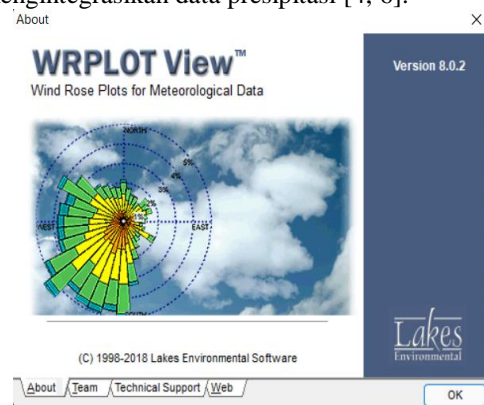
2.5 Periode Ulang Gelombang

Perencanaan bangunan pantai dipengaruhi oleh frekuensi gelombang besar, yang

membutuhkan data gelombang dari pengukuran dalam waktu yang cukup panjang atau dari prediksi berdasarkan data angin. Pengukuran gelombang sulit dan mahal, sedangkan pengukuran angin lebih umum dilakukan. Data gelombang yang representatif dari beberapa tahun pengamatan digunakan untuk memprediksi gelombang periode ulang, misalnya gelombang 50 tahunan, yang dapat terjadi sekali dalam 50 tahun. Penghitungan ini bergantung pada data keandalan yang tersedia, baik dari pengukuran langsung maupun prediksi berdasarkan angin, dan dapat dilakukan dengan metode Gumbel atau Weibull [1,5].

2.6 Perangkat Lunak WRPLOT

Program WRPlot digunakan secara otomatis untuk memplot data arah dan kecepatan angin dalam bentuk *windrose*, yang sangat berguna dalam navigasi dan pelayaran. *Windrose* memberikan informasi tentang sebaran frekuensi arah dan kecepatan angin dalam sektor-sektor tertentu. Program ini tidak hanya menyajikan visualisasi arah angin, tetapi juga tabel distribusi frekuensi kecepatan angin dan kelasnya, serta fitur-fitur seperti error checking report dan resultan unit vector. WRPlot dapat menganalisis berbagai format data meteorologi seperti SCRAM, CD144, SAMSON, HUSWO, dan TD3505, serta memproses data cuaca dari AERMOD dan ISCST3. Program ini dapat menampilkan diagram angin berdasarkan kecepatan dan kelas angin, serta mengintegrasikan data presipitasi [4, 6].



Gambar 2 Tampilan Aplikasi WRPLOT VIEW 8.0.2

2.7 Kondisi Arah dan Kecepatan Angin

Salah satu faktor yang mempengaruhi dispersi atau penyebaran polutan adalah kecepatan dan arah angin. Menganalisis kondisi meteorologi khususnya untuk arah dan kecepatan angin adalah dengan menggunakan *windrose*.

Pengolahan data menggunakan program WRPLOT dengan langkah-langkah: import data dari file *.nc ke *.xls, kemudian beri nama untuk

setiap kolom seperti tahun, bulan, tanggal, waktu, arah angin, dan kecepatan. Data disimpan dalam format *sam untuk visualisasi dan analisis yang efektif [4].

Tabel 1 Cara pengolahan visualisasi data angin dengan program wrplot

No	Nama Data	Kode	Satuan	Tipe
1	Tahun	A	N/A	YY,YYYY
2	Bulan	B	N/A	1 s/d 12
3	Hari	C	N/A	1 s/d 31
4	Jam	D	01 to 24	01 s/d 24
5	Arah Angin	E	Derajat	0 s/d 360
6	Kecepatan Angin	F	m/det	Desimal

Sumber: input data WRPlot

3. METODE PENELITIAN

3.1 Letak Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Donggala terletak di Kelurahan Labuan Bajo, Kecamatan Banawa, Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah, berjarak kurang lebih ± 43 km dari Kota Palu. Dengan koordinat lokasi di Pangkalan Pendaratan Ikan Donggala yaitu 0°39'45" LS dan 119°44'29" BT.



Sumber: google earth [6]

Gambar 3 Lokasi titik penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang merupakan hasil dari pengukuran dan pencatatan yang diperoleh dari ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecast). Adapun data-data yang diperlukan adalah:

1. Data Angin

Data Angin dalam penulisan ini dikumpulkan berdasarkan data angin jam-jaman yang diperoleh dari data ECMWF selama 10 tahun pengamatan yaitu tahun 2009-2018.

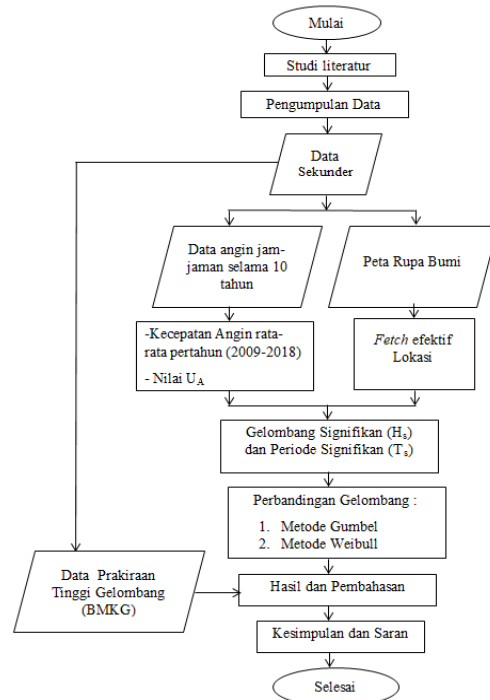
2. Data Fetch

Data Fetch adalah panjang daerah pembentukan gelombang.

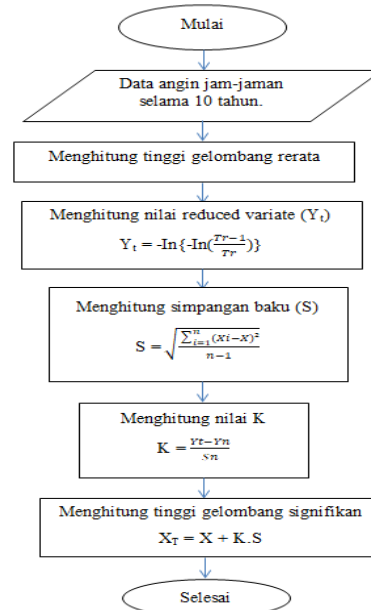
3. Peta Rupa Bumi

Peta Rupa Bumi yang digunakan yaitu dalam bentuk (file .dwg), dimana dengan peta rupa bumi ini dapat menghitung daerah pembangkitan gelombang fetch.

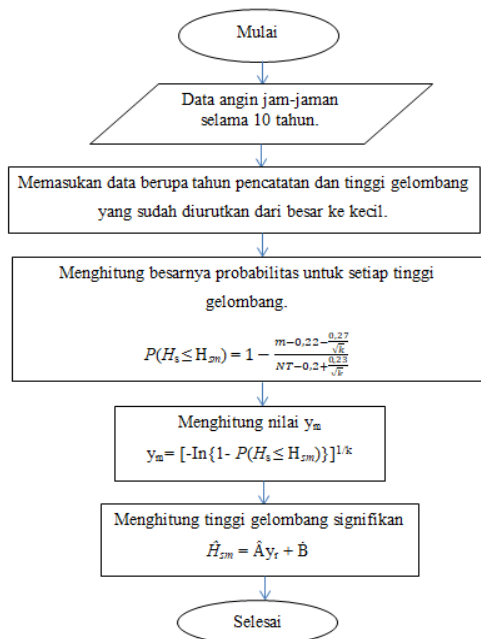
3.3 Bagan Alir Penelitian



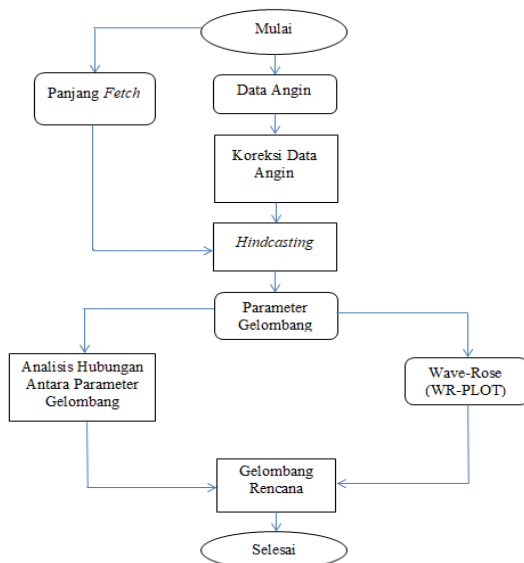
Gambar 4 Bagan alir penelitian



Gambar 5 Bagan alir pengolahan data dengan metode gumbel



Gambar 6 Bagan alir pengolahan data dengan metode weibull

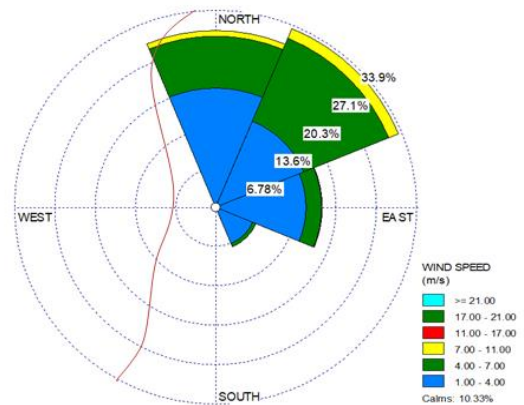


Gambar 7 Bagan alir pengolahan hindcasting

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Windrose Selama 10 Tahun (2009-2018)

Hasil analisis menggunakan WRPLOT menunjukkan bahwa arah angin dominan di perairan laut Pangkalan Pendaratan Ikan Donggala selama 10 Tahun (2009-2018) adalah dari arah timur laut dengan frekuensi 33,8 % dan kecepatan angin maksimum berkisar 7,00 – 11,00 m/s, sedangkan arah tenggara angin bertiup cenderung kecil.



Gambar 8 Arah angin dominan

4.2 Menghitung Nilai U_A

Untuk menghitung nilai U_A faktor tegangan angin yang selanjutnya dipakai dalam persamaan peramalan tinggi gelombang. Dalam perhitungan untuk menentukan faktor tegangan angin digunakan Persamaan 2.

Tabel 2 Kecepatan Angin Maksimum Pertahun

No.	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara
		m/det	m/det	m/det	m/det
1	2009	8,36	9,09	7,73	6,51
2	2010	8,94	9,15	6,72	5,01
3	2011	9,68	10,09	7,40	5,18
4	2012	7,88	8,05	6,43	7,16
5	2013	8,38	8,66	7,20	5,71
6	2014	7,50	9,05	10,42	6,03
7	2015	8,58	9,38	6,11	6,74
8	2016	7,61	10,04	8,32	5,26
9	2017	10,94	10,72	6,95	5,08
10	2018	8,56	9,41	8,76	5,44

Sumber: Hasil Analisis, 2022

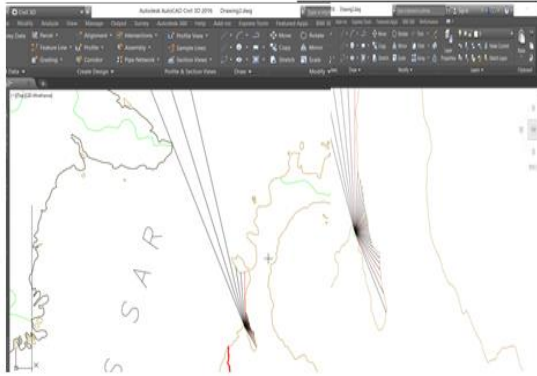
Sehingga diperoleh nilai U_A pada tahun 2009 – 2018 arah utara – barat laut, seperti pada Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 3 Hasil Perhitungan Nilai U_A

No.	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara
		m/det	m/det	m/det	m/det
1	2009	9,67	10,72	8,78	7,11
2	2010	10,51	10,81	7,39	5,15
3	2011	11,58	12,19	8,33	5,37
4	2012	8,99	9,23	7,00	7,99
5	2013	9,70	10,10	8,05	6,05
6	2014	8,46	10,66	12,68	6,47
7	2015	9,99	11,14	6,58	7,42
8	2016	8,62	12,12	9,62	5,47
9	2017	13,47	13,13	7,71	5,24
10	2018	9,96	11,19	10,25	5,70

Sumber: Hasil Analisis, 2022

4.3 Perhitungan Panjang Fetch Efektif



Gambar 9 Diagram fetch lokasi ppi donggala, sulawesi tengah

Perhitungan Panjang X_i (Panjang Fetch) dari berbagai arah yang memungkinkan dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 4 Fetch Rerata Efektif

Arah	Sudut	X_i (m)	a	$\cos a$	$X_i \cdot \cos a$	F_{eff} (m)
Utara	340	585962	-20	0,940	550624	152956
	345	586228	-15	0,966	566253	
	350	63038	-10	0,985	62080	
	355	56168	-5	0,996	55954	
	0	56228	0	1,000	56228	
	5	15542	5	0,996	15483	
	10	13567	10	0,985	13361	
	15	12218	15	0,966	11802	
	20	10786	20	0,940	10136	
	25	9414	-20	0,940	8846	
Timur Laut	30	8356	-15	0,966	8071	7388
	35	7700	-10	0,985	7583	
	40	7343	-5	0,996	7315	
	45	7069	0	1,000	7069	
	50	6864	5	0,996	6838	
	55	6720	10	0,985	6618	
	60	6595	15	0,966	6370	
	65	6500	20	0,940	6108	
	70	6329	-20	0,940	5947	
	75	6200	-15	0,966	5989	
Timur	80	6124	-10	0,985	6031	6778
	85	6210	-5	0,996	6186	
	90	6420	0	1,000	6420	
	95	6749	5	0,996	6723	
	100	7138	10	0,985	7030	
	105	7637	15	0,966	7377	
	110	8262	20	0,940	7764	
	115	9493	-20	0,940	8921	
	120	13263	-15	0,966	12811	
	125	14016	-10	0,985	13803	
Tenggara	130	15171	-5	0,996	15113	11637
	135	17041	0	1,000	17041	
	140	20665	5	0,996	20586	
	145	25137	10	0,985	24755	
	150	-	15	0,966	-	
	155	-	20	0,940	-	

Tabel 5 Fetch Rerata Efektif (Lanjutan)

Arah	Sudut	X_i (m)	a	$\cos a$	$X_i \cdot \cos a$	F_{eff} (m)
Selatan	160	-	-20	0,940	-	0
	165	-	-15	0,966	-	
	170	-	-10	0,985	-	
	175	-	-5	0,996	-	
	180	-	0	1,000	-	
	185	-	5	0,996	-	
	190	-	10	0,985	-	
	195	-	15	0,966	-	
	200	-	20	0,940	-	
	Barat Daya	205	-	-20	0,940	
210		-	-15	0,966	-	
215		-	-10	0,985	-	
220		-	-5	0,996	-	
225		-	0	1,000	-	
230		-	5	0,996	-	
230		-	10	0,985	-	
240		-	15	0,966	-	
245		-	20	0,940	-	
250		-	-20	0,940	-	
Barat	255	-	-15	0,966	-	0
	260	-	-10	0,985	-	
	265	-	-5	0,996	-	
	270	-	0	1,000	-	
	275	-	5	0,996	-	
	280	-	10	0,985	-	
	285	-	15	0,966	-	
	290	-	20	0,940	-	
	295	-	-20	0,940	-	
	300	-	-15	0,966	-	
Barat Laut	305	-	-10	0,985	-	55106
	310	-	-5	0,996	-	
	315	-	0	1,000	-	
	320	-	5	0,996	-	
	325	-	10	0,985	-	
	330	-	15	0,966	-	
	335	514490	20	0,940	483462	

4.4 Peramalan Gelombang Di Laut Dalam

Tabel 6 Tinggi Gelombang Signifikan (H_s)

No.	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara
		m	m	m	m
1	2009	0,79	0,22	0,19	0,21
2	2010	0,84	0,22	0,17	0,17
3	2011	0,89	0,23	0,18	0,18
4	2012	0,75	0,20	0,16	0,23
5	2013	0,79	0,21	0,18	0,19
6	2014	0,72	0,22	0,23	0,20
7	2015	0,81	0,22	0,16	0,22
8	2016	0,73	0,23	0,20	0,18
9	2017	0,98	0,24	0,17	0,17
10	2018	0,81	0,22	0,20	0,18

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 7 Periode Gelombang Signifikan (T_s)

No.	Tahun	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara
		det	det	det	det
1	2009	4,43	4,53	4,35	4,19
2	2010	4,51	4,53	4,22	3,97
3	2011	4,60	4,64	4,31	3,99
4	2012	4,37	4,39	4,18	4,28
5	2013	4,44	4,47	4,28	4,07
6	2014	4,32	4,52	4,68	4,12
7	2015	4,46	4,56	4,13	4,22
8	2016	4,34	4,64	4,43	4,01
9	2017	4,74	4,72	4,25	3,98
10	2018	4,46	4,56	4,48	4,03

Sumber: Hasil Analisis, 2022

4.5 Perbandingan Tingkat Kesalahan (Error) Antara Data Observasi dan Data Sekunder

Hasil analisis gelombang antara data observasi dan data sekunder menggunakan Metode Gumbel dan Metode Weibull tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Data yang digunakan untuk membandingkan tinggi gelombang antara Metode Gumbel dan Metode Weibull adalah data observasi dan data sekunder. Tingkat akurasi Metode Gumbel dan Metode Weibull dihitung menggunakan *Root Mean Square (RMSE)*. Seperti terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut ini

Tabel 8 Hasil Perhitungan RMSE Metode Gumbel

Arah	Metode Gumbel		
	Data Observasi (\hat{Y}_i)	Data Prediksi (\tilde{Y}_i)	$(Y_i - \tilde{Y}_i)^2$
	(m)	(m)	(m)
Utara	1,25	0,802	1,002
Utara	1,25	0,894	1,117
Utara	1,25	0,954	1,193
Utara	1,25	1,031	1,289
Utara	1,25	1,088	1,360
Utara	1,25	1,145	1,431
			7,392
			1,110

Tabel 9 Hasil Perhitungan RMSE Metode Weibull

Arah	Metode Weibull		
	Data Observasi (\hat{Y}_i)	Data Prediksi (\tilde{Y}_i)	$(Y_i - \tilde{Y}_i)^2$
	(m)	(m)	(m)
Utara	1,25	0,778	0,972
Utara	1,25	0,872	1,090
Utara	1,25	0,943	1,179
Utara	1,25	1,037	1,296
Utara	1,25	1,108	1,385
Utara	1,25	1,179	1,474
			7,396
			1,110

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai RMSE yang diperoleh pada

kedua metode adalah sama. Metode Gumbel diperoleh nilai RMSE yaitu sebesar 1,110 m, dan pada Metode Weibull diperoleh nilai RMSE sebesar 1,110 m. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa Metode Gumbel dan Metode Weibull sama-sama akurat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- Berdasarkan dari nilai U_A yang didapatkan dari Tahun 2009 – 2018 dan *fetch* di lokasi penelitian, sehingga didapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) maksimum pada tahun 2017 arah utara yaitu $H_s = 0,98$ m dan $T_s = 4,74$ detik.
- Untuk memprediksi gelombang kala ulang yang terjadi digunakan dengan Metode Gumbel dan Metode Weibull. Sehingga didapatkan nilai seperti berikut ini :
 - Untuk Metode Gumbel didapatkan nilai periode ulang tertinggi pada arah utara yaitu 2 tahun = 0,802 m, pada periode ulang 5 tahun = 0,894 m, pada periode ulang 10 tahun = 0,954 m, pada periode 25 tahun = 1,031 m, pada periode 50 tahun = 1,088 m, pada periode 100 tahun = 1,145 m.
 - Untuk Metode Weibull didapatkan nilai periode ulang tertinggi pada arah utara yaitu 2 tahun = 0,778 m, pada periode ulang 5 tahun = 0,872 m, pada periode ulang 10 tahun = 0,943 m, pada periode 25 tahun = 1,037 m, pada periode 50 tahun = 1,108 m, pada periode 100 tahun = 1,179 m.
- Hasil perbandingan nilai RMSE antara Metode Gumbel dan Metode Weibull diperoleh nilai yang sama sebesar 1,110 m, sehingga kedua metode yang digunakan sama-sama akurat.

5.2 SARAN

- Kepada peneliti berikutnya, diharapkan untuk dapat menggunakan penelitian ini sebagai salah satu rujukan dalam melaksanakan penelitian serupa dan menyempurnakan penelitian di lokasi yang sama maupun dilokasi yang berbeda untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat.
- Untuk penelitian selanjutnya agar dapat lebih mengembangkan dan meningkatkan tinjauan seperti menggunakan metode yang lain

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triatmodjo, B. (2016). *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [2] Triatmodjo, B. (2006). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [3] Setiawan, Eko. (2016). Pengolaan Gelombang Permukaan Laut Menggunakan Metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) di Perairan Pulau Pabelokan.
- [4] Adnyani, N. (2015). Analisis Peramalan Ketinggian Gelombang Laut Dengan Periode Ulang Menggunakan Metode Distribusi Weibull (Studi Kasus Pantai Lembasada Kabupaten Donggala). *Infrastruktur*, Vol.5: No.1:38-50. Palu.
- [5] Datu, G.T. (2021). Studi Komparatif Gelombang Di Pantai Toaya Dengan Menggunakan Metode Gumbel Dan Metode Fisher Tippet-Type 1. *Tugas Akhir*, Universitas Tadulako. Palu.
- [6] WRPLOT View, *Wind Rose Plots for Meteorological Data*. Lakes Environmental Software. <http://www.weblakes.com/>. Diakses 6 April 2022.
- [7] Google Earth. (2020). *Peta Lokasi PPI Donggala*. Kabupaten Donggala. Diakses 22 April 2022.

Copyright © Composite Journal. All rights reserved, including the making of copies unless permission is obtained from the copyright proprietors.
