



Pemodelan Gelombang Guna Menentukan Evaluasi Kelayakan Kapal Pada Pelabuhan Marapokot, Kab. Nagekeo, Prov. Nusa Tenggara Timur

Thomasonan Lutfie Prananto^{1*}

¹Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

*Email : thomasonanlp@untagsmg.ac.id

Diterima November 2023; Disetujui November 2023; Dipublikasi Desember 2023

Abstract. *Wave Modeling at Marapokot Harbor, Kab. Nagekeo, East Nusa Tenggara Province covers the coastal area to the waters of Marapokot. The spread of waves is influenced by the contour of the bottom of the waters, wind and water currents where wave movements are transformed according to variations in the topography of the waters. There are several types of wave transformation, including: shoaling, breaking, refraction, diffraction and others. This wave modeling uses MIKE21 DLI software to transform data processing parameters into simultaneous wave modeling with a specified duration. The results of the wave modeling analysis evaluation were analyzed and categorized as water conditions at Marapokot Harbor being dominant in the southeast with wave heights in front of the pier as high as 1.65 meters for the wave direction from the North, 1.20 meters for the North East wave direction, 1.01 meters for the East wave direction, and 1.42 meters East wave direction. The wave model analysis of Marapokot Waters with the Tanto Sentosa Ship falls into the Medium Sized Vessel criteria, with a wave height requirement of 0.5 meters. So that Marapokot port is categorized as a safe port for mooring and loading and unloading for both types of Tanto Sentosa ships based on OCDI references.*

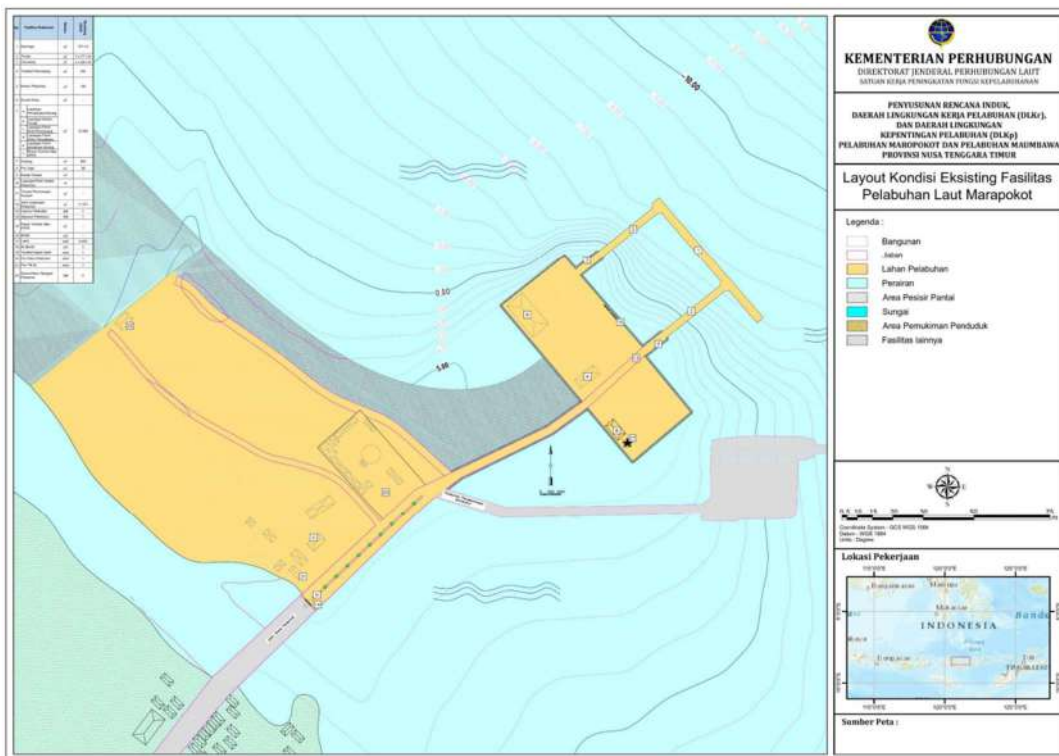
Keywords: *Evaluation, Harbor, Marapokot, Wave, Modeling, MIKE21, OCDI*

Abstrak. Pemodelan Gelombang pada Pelabuhan Marapokot, Kab. Nagekeo, Provinsi Nusa Tenggara Timur melingkupi Kawasan pantai (coastal area) hingga perairan Marapokot. Penyebaran gelombang dipengaruhi oleh kontur dasar perairan, angin, dan arus perairan dimana pergerakan gelombang ditransformasikan menurut variasi topografi dasar perairan tersebut. Ada beberapa tipe transformasi gelombang, diantaranya: pendangkalan (*shoaling*), pecah (*breaking*), refraksi (*refraction*), difraksi (*diffraction*) dan lain-lain. Pemodelan gelombang ini menggunakan software MIKE21 DLI guna mentransformasikan parameter hasil olah data menjadi pemodelan gelombang yang simultan dengan durasi yang di tentukan. Hasil evaluasi analisa pemodelan gelombang di analisa dan di katagorikan pada kondisi perairan di Pelabuhan Marapokot dominan pada tenggara dengan tinggi gelombang di depan dermaga setinggi 1.65 m untuk arah gelombang dari Utara, 1.20 m arah gelombang Timur Laut, 1.01 m arah gelombang timur, dan 1.42 m arah gelombang timur. Analisa model gelombang Perairan Marapokot dengan Kapal Tanto Sentosa masuk kedalam kriteria Medium Sized Vessel, dengan syarat tinggi gelombang 0.5 meter. Sehingga pelabuhan Marapokot di katagorikan sebagai pelabuhan yang aman untuk tambat dan bongkar muat untuk kedua jenis Kapal Tanto Sentosa berdasarkan acuan OCDI.

Keywords: Pelabuhan, Marapokot, Gelombang, Pemodelan, MIKE21, OCDI

1 Pendahuluan

Pemodelan Gelombang dilakukan dalam tiga arah mata angin yaitu timur, Tenggara, dan Selatan sementara arah angin lainnya diasumsikan tidak terbentuk gelombang. Input model adalah tinggi gelombang signifikan, periode gelombang signifikan dan arah gelombang dengan menggunakan periode ulang 50 tahunan pada Pelabuhan Marapokot dengan memperhatikan parameter input yang di gunakan pada software Model MIKE 21. Pemodelan MIKE 21 dapat memberikan informasi terkait arah dan tinggi gelombang yang bekerja dan terjadi pada pelabuhan Marapokot. Hal ini memberikan informasi dan evaluasi terkait alur pelayaran dan keselamatan pelayaran oleh kapal-kapal yang akan berlabuh dan bongkar muat pada Dermaga Marapokot. Ugensitas Pelabuhan Marapokot dapat memberikan manfaat dan fungsi yang maksimal jika operasional pelabuhan dapat di evaluasi dengan baik. Untuk itu di harapkan adanya peningkatan sektor baik ekonomi, bisnis, sosial, dan masyarakat di sekitar Pelabuhan Marapokot.



Gambar 1. Pelabuhan Marapokot. (Sumber : Kementrian Perhubungan, Dirjen Hubla, 2021)

2 Tinjauan Pustaka

Gelombang memiliki karakteristik harmonik yang bervariasi dengan mengacu pada parameter-parameter yang penting pada analisa refraksi gelombang adalah :

K_s : koefisien pendangkalan

K_r : koefisien refraksi Dimana :

$$K_s : \sqrt{\frac{C_{g_o}}{C_g}}$$

$$K_s : \sqrt{\frac{b_o}{b}}$$

C_g : kecepatan 'grup' gelombang ((subscript "o" menyatakan 'laut dalam') Sementara, tinggi gelombang yang terjadi pada perairan dangkal (H) dapat dihitung sebagai berikut :

$H = H_o \cdot K_s \cdot K_r$ Refraksi adalah peristiwa berubahnya arah perambatan dan tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman dasar laut. Gelombang akan merambat lebih cepat pada perairan yang dalam dari pada perairan yang dangkal. Difraksi adalah peristiwa transmisi energi gelombang dalam arah kesamping (lateral) dari arah perambatan gelombang. Peristiwa ini terjadi apabila terdapat bangunan laut yang menghalangi perambatan gelombang. Pada bagian yang terlindung oleh bangunan laut, tetap terbentuk gelombang akibat transmisi lateral tadi. Analisis fenomena refraksi/difraksi yang akan digunakan dalam Pekerjaan ini dilaksanakan dengan mensimulasikan proses refraksi-difraksi di kawasan perairan proyek. Model numerik yang akan digunakan adalah Modul STWAVE dari perangkat lunak MIKE21.

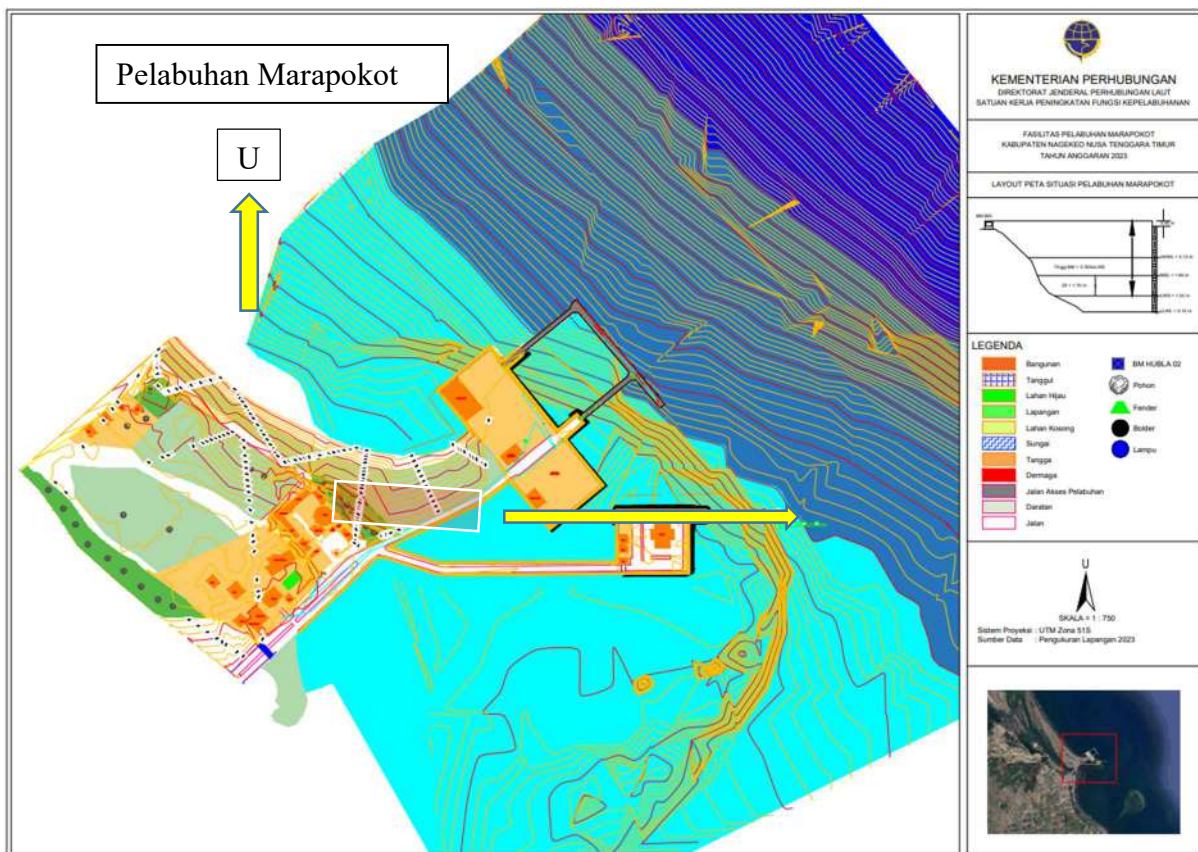
Melalui pemodelan MIKE21 Spectral Waves (SW) dapat dihasilkan keluaran sebagai berikut:

- a) Tinggi Gelombang di daerah muara dan depan pelabuhan
- b) Kontur gelombang dalam berbagai arah pembentukan gelombang
- c) Mengetahui perkiraan area gelombang pecah sebagai awal mulai terjadinya Transpor Sedimen

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Geolokasi Lokasi Penelitian

Pelabuhan Marapokot berada pada pulau Flores lokasi di Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Secara pola dominan perairan ini cenderung pada kondisi pola perairan Tenggara yang cukup ekstrim dan gelombang di perairan yang cukup tinggi. Pelabuhan Marapokot sudah beroperasi sejak tahun 2012 setelah di lakukan perbaikan pada Lantai Dermaga dan fasilitas pendukungnya. Katagori Pelabuhan Marapokot di Lingkungan Kementerian Perhubungan Laut termasuk katagori pengumpan Lokal. Hal ini di karenakan pelabuhan Marapokot fasilitas dan Panjang dermaga masih cukup kecil dengan Panjang dermaga tambat ialah 45 m dengan fasilitas pendukung berupa lapangan penumpukan, kantor pelayanan, dan gudang. Untuk itu pelabuhan Marapokot di proyeksikan hanya sebagai Sabuk Maritim atau Tol Laut dan Penyeberangan serta Bongkar Muat Kapal skala Kecil.



Gambar 2. Pelabuhan Marapokot. (Survey Topografi Primer, 2023)

3.2 Analisa Model Gelombang

MIKE21: Modul SW merupakan salah satu modul dari MIKE21 yang berfungsi untuk pemodelan simulasi pertumbuhan dan transformasi gelombang yang dihasilkan oleh angin. Pemodelan Gelombang dilakukan dalam tiga arah mata angin yaitu timur, Tenggara, dan Selatan sementara arah angin lainnya diasumsikan tidak terbentuk gelombang. Input model adalah tinggi gelombang signifikan, periode gelombang signifikan dan arah gelombang dengan menggunakan periode ulang 50 tahunan. Tinggi Gelombang Signifikan dan Periode Gelombang Signifikan telah dihitung pada bab sebelumnya.

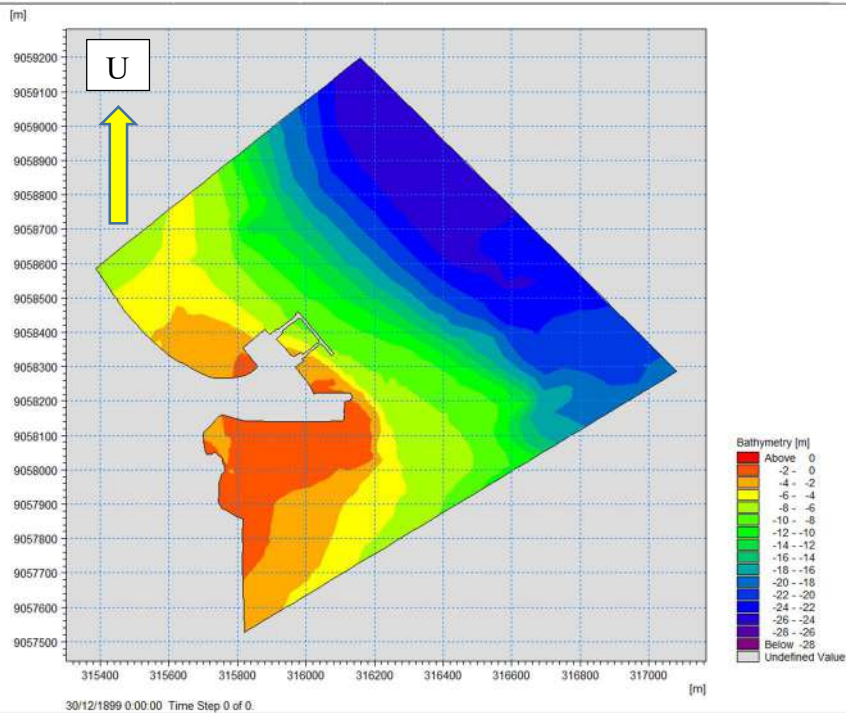
Tabel 1. Periode Ulang Gelombang 50 Tahunan.

Arah Gelombang	Periode Ulang (Tahun)											
	2		10		25		50		100		200	
	H (m)	T (dt)	H (m)	T (dt)	H (m)	T (dt)	H (m)	T (dt)	H (m)	T (dt)	H (m)	T (dt)
Utara	2.1	7.0	3.2	8.6	3.7	9.2	4.0	9.5	4.3	9.9	4.7	10.3
Timur Laut	1.0	4.9	2.0	6.8	2.5	7.7	2.9	8.2	3.3	8.7	3.7	9.2
Timur	0.7	4.2	1.4	5.8	1.8	6.4	2.0	6.9	2.3	7.3	2.5	7.7
Tenggara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Selatan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Daya	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barat Laut	1.8	6.5	3.2	8.6	3.7	9.2	3.9	9.5	4.2	9.7	4.4	10.0

Input yang dibutuhkan dalam Modul SW ini diantaranya adalah

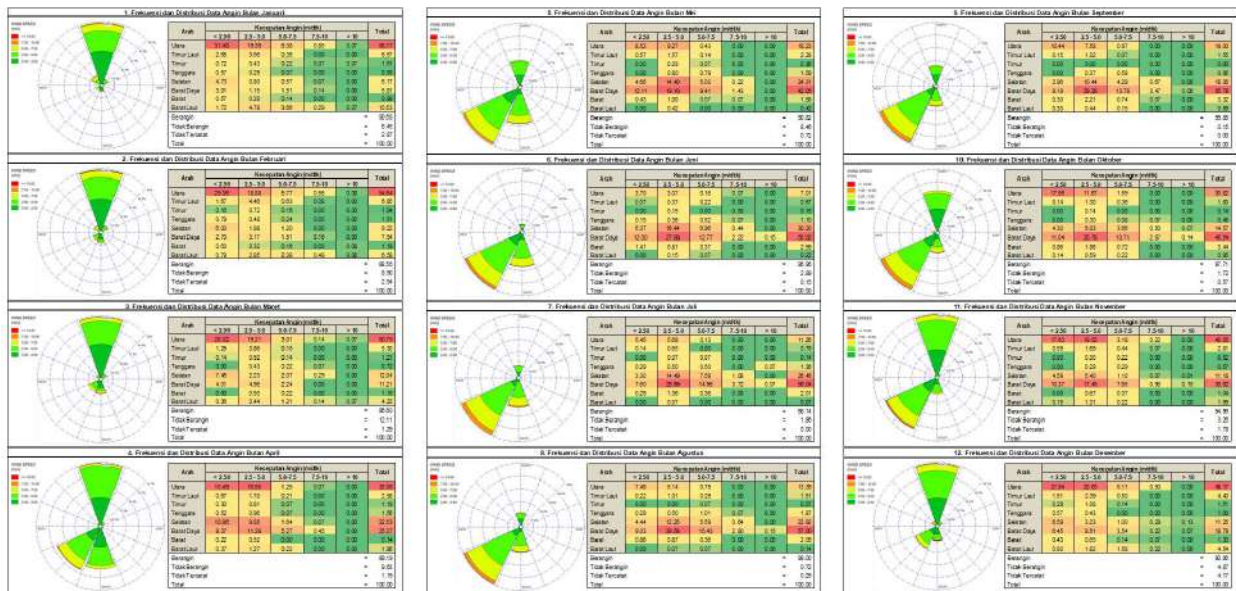
- Data Batimetri
- Data Angin
- EMA Output Modul HD

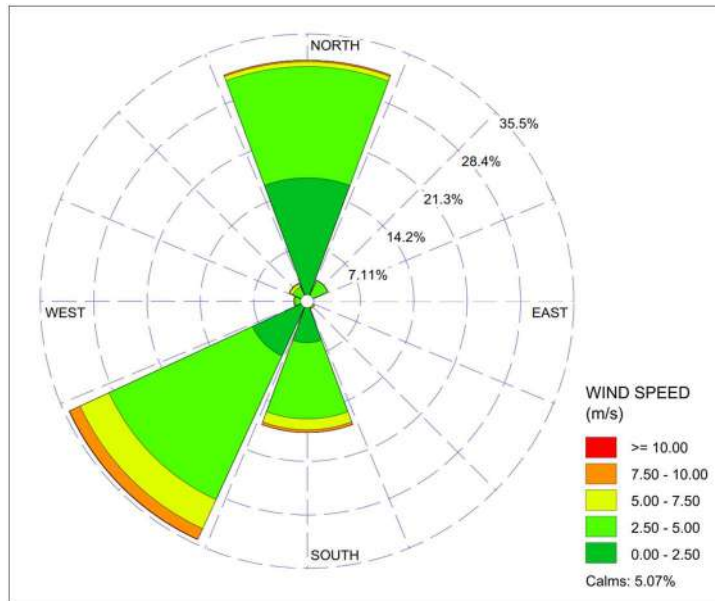
Kedalaman hasil digitasi Survei Lapangan yang kemudian dijadikan sebagai input MIKE ZERO dengan tampilan sebagai berikut:



Gambar 3. Data Parameter Bathimetri Pel. Marapokot. (Sumber : Pengolahan Mike 21, 2023)

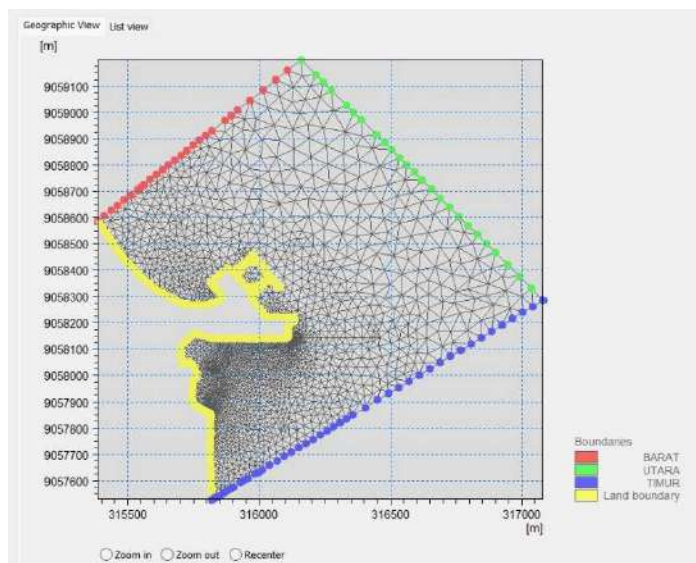
Dari gambar 2 di atas terlihat kedalaman di Dermaga Pelabuhan Marapokot berada pada kedalaman -0 meter sampai dengan -28 meter. Lokasi Pelabuhan Marapokot berada di area yang terlindungi dari gelombang arah Barat, Barat Laut, Selatan, dan Barat Daya, sehingga dalam perencanaan pemodelan, diasumsikan gelombang yang diperhitungkan hanya dari arah Utara, Barat Laut, Timur Laut, dan Timur.





Gambar 4. Total distribusi kecepatan dan arah angin jam jaman (2003-2022) Data angin ECMWF Marapokot di BMKG Maumere. (Sumber : Pengolahan, 2023)

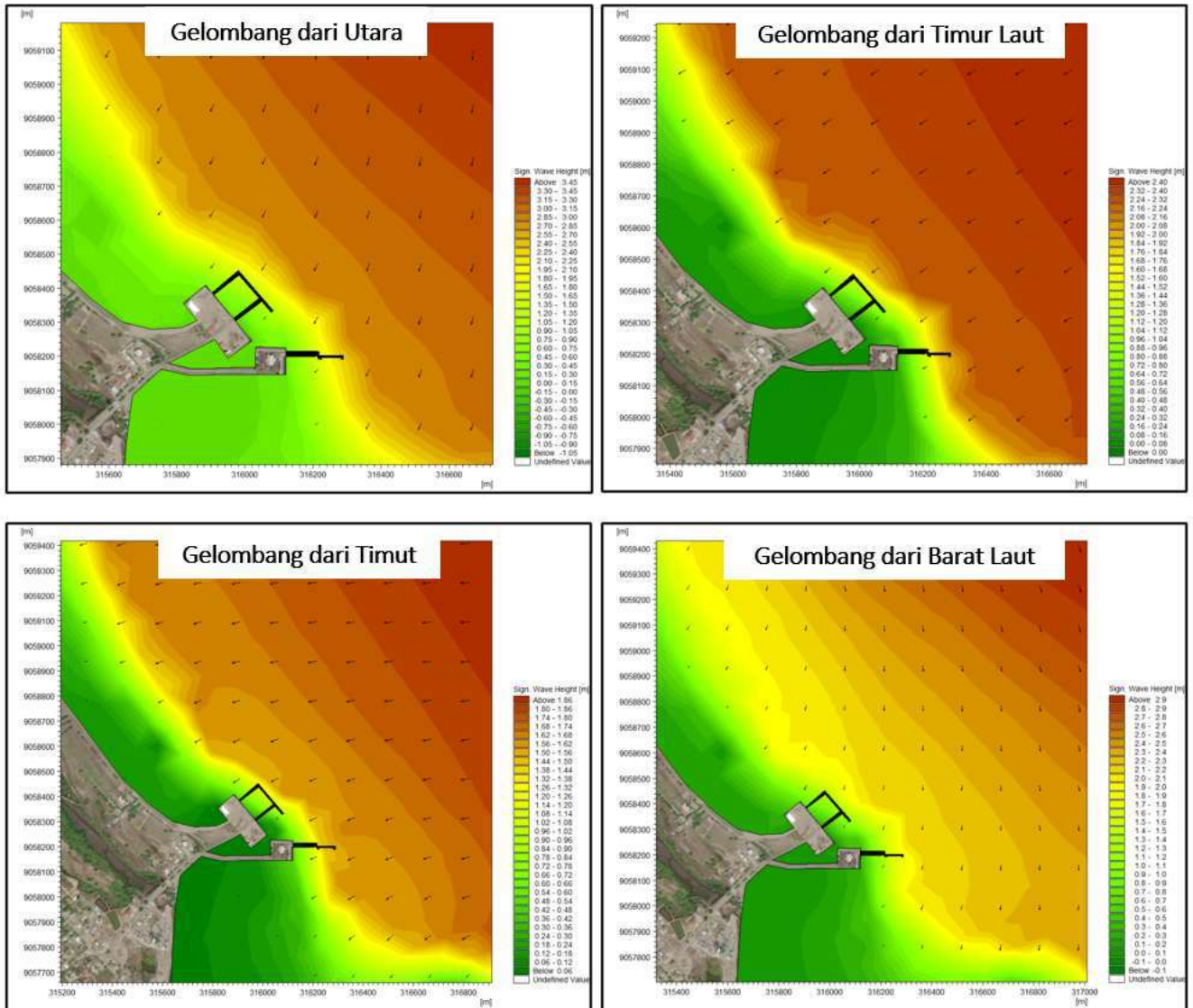
Dari gambar Windrose dan tabel kejadian angin di atas, dapat disimpulkan bahwa presentasi kejadian angin yang paling sering terjadi dari arah barat daya dengan total kejadian 34,86 %. Hal ini menunjukkan pengaruh gelombang akan sangat di pengaruhi oleh arah angina dominan yang bekerja. Tentu Model EMA output yang bekerja pada analisa Software MIKE 21 ini di dapatkan mess grid yang memenuhi parameter yang telah di ketahui dan di lakukan post proprocessing data olah Model Gelombang pada Pelabuhan Marapokot.



Gambar 5. EMA Model Mess Boundary Gelombang Pel. Marapokot. (Sumber : Pengolahan, 2023)

3.3 Hasil Pemodelan Gelombang Perairan Pelabuhan Marapokot

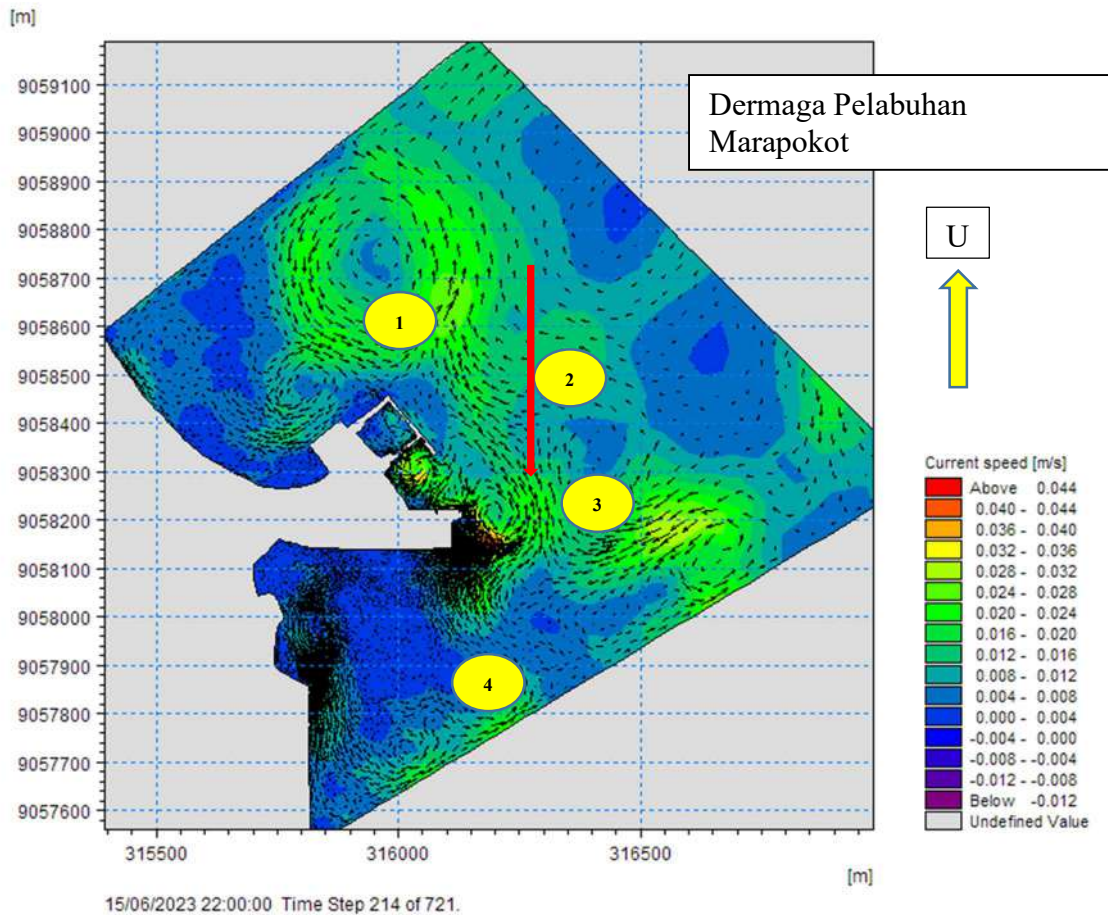
Pemodelan Gelombang di peroleh hasil data parameter input yang digunakan dengan menggunakan software MIKE 21 di dapat pola gelombang pada pelabuhan Marapokot pada berbagai kondisi baik dari arah tenggara ke muka dermaga dan dari arah selatan ke muka dermaga pada pelabuhan Marapokot di sajikan sebagai berikut.



Gambar 6. Gelombang Pelabuhan Marapokot.(Sumber : Pengolahan, 2023)

3.4 Evaluasi Hasil Model Kelayakan Pelabuhan Marapokot

Berdasarkan hasil pemodelan gelombang Marapokot yang ada pada perairan tersebut dengan Desain Eksisting Dermaga pada Pelabuhan Marapokot di peroleh kondisi hasil analisa perhitungan sebagai berikut :



Gambar 7. Titik Observasi Dermaga Pelabuhan Marapokot.(Sumber : Pengolahan, 2023)

Di dapatkan area titik observasi hasil koreksi pemodelan atau sampel data pengamatan dengan membandingkan dominasi hasil model gelombang sebelumnya di peroleh nilai pada table gelombang baik pada arah tenggara maupun arah selatan di pelabuhan Marapokot.

Tabel 2. Titik Observasi Dermaga Pelabuhan Marapokot.(Sumber : Pengolahan, 2023)

Arah Gelombang Datang	Tinggi Gelombang Rencana Periode Ulang 50 Tahunan Di Laut Dalam	Tinggi Gelombang Hasil Perambatan di Kolam Pelabuhan (m)
Utara	4.00	1.65
Timur Laut	2.91	1.20
Timur	2.01	1.01
Barat Laut	3.93	1.42

Dari hasil simulasi gelombang pada 4 arah datang gelombang menggunakan periode ulang 50 tahun, diperoleh tinggi gelombang di depan dermaga setinggi 1.65 meter untuk arah gelombang dari Utara, 1.20 meter arah gelombang Timur Laut, 1.01 meter arah gelombang Timur, dan 1.42 meter arah gelombang Timur. Perairan kolam pelabuhan harus cukup tenang, baik dalam kondisi operasional maupun kondisi storm (badai) untuk memungkinkan penambatan selama 72.5% dari hari selama 1 tahun. Tinggi gelombang kritis untuk bongkar muat penumpang dan barang di kolam di depan fasilitas tambatan ditentukan berdasarkan jenis kapal, dan ukuran. Adapun skema masa layanan pada kapal dan jumlah hari layanan sebagai berikut :

Tabel 3. Persentase Masa Layanan.

No	Bulan	Persentase Masa layan	Jumlah Hari Layan
1	Januari	46%	14
2	Februari	47%	13
3	Maret	57%	18
4	April	74%	22
5	Mei	89%	28
6	Juni	96%	29
7	Juli	93%	29
8	Agustus	88%	27
9	September	84%	25
10	Oktober	75%	23
11	November	65%	20
12	Desember	55%	17
Total Masa Layan =		73%	265
Waktu Operasional Kapal Selama 265.4 Hari atau 8.7 Bulan dalam 1 Tahun (72,5 %)			

Berdasarkan analisa jumlah layanan dan analisa pemodelan gelombang dari parameter berupa angin (rose wave), pemodelan bathimetri dasar laut, dan EMA Output Modul HD di simpulkan bahwa analisis kemampuan pelabuhan untuk bongkar muat kapal atau masa layan pelabuhan dengan memperhatikan faktor layanan dan keamanan pada pelabuhan sebagai berikut :

Tabel 4. Spesifikasi Kapal Rekomendasi.

Bobot Kapal Rencana (DWT)	6.327
Legth Overall (L), m	106,84
Molded Breadht (B), m	17,16
Full Load Drafth (d), m	5.60

Ketentuan ini di sesuaikan dengan analisa pada Kriteria Tinggi Gelombang Pada Kolam Pelabuhan (Theshold Wave Height for Cargo Handling). Ditampilkan pada tabel di bawah.

Tabel. 5 Kriteria Tinggi Gelombang pada Kolam Pelabuhan.(Sumber : OCDI)

SHIP SIZE	TRESHOLD WAVE HIGHT FOR CARGO HANDLING
SMALL SIZE SHIP	0.3
MEDIUM AND LARGE SIZE VASSEL	0.5
VERY LARGE VASSEL	0.7-1.5

Dari tabel diatas kapal yang bersandar di Pelabuhan Marapokot termasuk kedalam kategori medium dan large sized vessel , sehingga gelombang yang diijinkan untuk berlabuh kapal adalah 0,5 m. Berdasarkan informasi yang diperoleh, kapal terbesar yang bersandar di Dermaga Pelabuhan Marapokot adalah KM Tanto Sentosa, dengan spesifikasi berikut :



DWT	:	6.829
Loa (m)	:	106
Lebar (m)	:	20
Draft (m)	:	5,7

Sumber: www.marinetraffic.com

Gambar 8. Spesifikasi Kapal Tanto Sentosa.

Dari data spesifikasi kapal dan korelasi terhadap kategor ship size, Kapal Tanto Sentosa masuk kedalam kriteria Medium Sized Vessel, dengan syarat tinggi gelombang 0.5 meter. Dengan demikian tinggi gelombang pada dermaga Pelabuhan Marapokot aman untuk kapal melakukan aktivitas tambat hingga bongkar muat.

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Hasil evaluasi analisa pemodelan gelombang di analisa dan di katagorikan pada kondisi perairan di Pelabuhan Marapokot dominan pada tenggara dengan tinggi gelombang di depan dermaga setinggi 1.65 m untuk arah gelombang dari Utara, 1.20 m arah gelombang Timur Laut, 1.01 m arah gelombang timur, dan 1.42 m arah gelombang timur.
2. Analisa model gelombang Perairan Marapokot dengan Kapal Tanto Sentosa masuk kedalam kriteria Medium Sized Vessel, dengan syarat tinggi gelombang 0.5 meter. Sehingga pelabuhan Marapokot di katagorikan sebagai pelabuhan yang aman untuk tambat dan bongkar muat untuk kedua jenis Kapal Tanto Sentosa berdasarkan acuan OCDI.

Daftar Pustaka

- [1] Afriady, A., Alam, T. M., Ismail, M. F. A. 2019. Pemanfaatan data angin untuk karakteristik gelombang laut di perairan natuna berdasarkan data angin tahun 2009–2018. *Buletin Oseanografi Marina Inpres.* 8(2): 55-60.
- [2] Catherinna, M., Subarjo, P., Satriadi, A. 2015. Pemetaan Bathimetri Perairan Anyer, Banten Menggunakan *Multibeam Echosounder (MBES)*. *Jurnal Oseanografi.* 4(1): 253-261.
- [3] Dada, O.A., Agbaje, A.O., Adesina, R.B., Asiwaju-Bello, Y.A. 2019. Effect of Coastal Land Use Change on Coastline Dynamics Along the Nigerian Transgressive Mahin Mud Coast. *Ocean & Coastal Management.* 168:251–264. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.11.014
- [4] DHI. 2004. MIKE 21 Tidal Analysis and Prediction Module, Scientific Documentation. DHI.
- [5] DHI. 2012a. MIKE 21 Spectral Wave Module Scientific Documentation. DHI.
- [6] DHI. 2012b. MIKE 21 SW Spectral Waves FM Module User Guide. DHI.
- [7] Fadholi, A. 2013. Analisis Data Angin Permukaan di Bandara Pangkalpinang Menggunakan Metode Windrose. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian.* 10(2): 112-122.



- [8] Hiwari, H. & Subiyanto. 2020. Pemodelan Arus Permukaan Laut Selat Lembeh, Sulawesi Utara Menggunakan Aplikasi MIKE 21. *Jurnal Akuatek*. 1(2): 84-93. <https://doi.org/10.24198/akuatek.v1i2.31021>
- [9] Kaiwen, Z., Ayodotun, O.A., Jian, S., Wei, H. 2018. Long-Term Characterization of Sea Condition in East China Sea using Significant Wave Height and Wind Speed. *J.Ocean Univ.China (Oceanic and coastal sea research)*.17(4): 733-743.
Parvathy, K. G., Gopinath, D. I., Noujas, V., Thomas, K. V. 2014. Wave
- [10] Institute Of Japan. 1991.OCDI (Overseas Coastal Area Development Institute of Japan). Japan. Jakarta
- [11] Transformation along Southwest coast of India using MIKE 21. *The International Journal of Ocean and Climate Systems*. 5(1): 23-34. <https://doi.org/10.1260/1759-3131.5.1.23>
- [12] Taryono, T., Sofian, I., Alam, T. M. 2016. Analisis Panjang dan Tinggi Gelombang untuk Operasi KRI TNI-AL di Perairan Indonesia. *Jurnal Chart Datum*. 2(1): 79-94. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v2i1>.
- [13] Sutasurya, L.A., Handojo, A. & Riyanto, B., *Title of book*, ed. 2, Publisher, 2007. (Book)
- [14] Speksifikasi Kapal, Tanto Sentosa *KM EL.No.3. sumber. www.marinetraffic.com*