

Pemodelan Kolam Labuh dan Karakteristik Parameter Fisis pada Kolam Pelabuhan PT McDermott Indonesia (Studi Kasus: Pelabuhan Khusus PT McDermott Indonesia)

Modeling Of the Harbor Pond and Characterization of Physical Parameters in The Port Pond of PT Mcdermott Indonesia (Case Study: Special Port of PT Mcdermott Indonesia)

Diah Mustika Rini^{*1}, Siti Noor Chayati^{*2}

Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Negeri Batam, Jl. Ahmad Yani, Teluk. Tering, Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29461

*Korespondensi penulis: diahmustikar80@gmail.com

Diterima: DDMMYYYY; Diperbaiki: DDMMYYYY; Disetujui: DDMMYYYY; Dipublikasi: DDMMYYYY

Abstrak: PT McDermott Indonesia adalah perusahaan yang bergerak di industri fabrikasi migas, di dalam kegiatan operasionalnya kolam Pelabuhan memiliki peran penting yang digunakan sebagai tempat bersandar dan olah gerak kapal. Penelitian ini dibuat untuk membuat pemodelan dan pengetahuan mengenai karakteristik parameter fisis di wilayah kolam pelabuhan PT McDermott Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model, ukuran, dan kedalaman kolam labuh yang sesuai dengan kebutuhan operasional kapal yang digunakan, yaitu kapal Xiang Tai Kou, serta memahami kondisi parameter fisis seperti pasang surut, arus, gelombang, dan angin di area pelabuhan. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data hasil pengamatan seperti data batimetri, data karakteristik kapal, data pasang surut dari buku tabel pasut PUSHIDROSAL, dan parameter fisis lainnya didapatkan dari situs ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*). Hasil studi menunjukkan bahwa kolam pelabuhan yang aman untuk operasional kapal Xiang Tai Kou harus memiliki kedalaman minimal 11,99 m, dengan radius 231,10 m sebagai tempat olah gerak kapal. Parameter fisis seperti pasang surut diolah dengan menggunakan metode admiralty menunjukkan surut terendah berada pada 0.355163 cm terhadap Zo. Pengolahan data arus dengan menggunakan ODV (*Ocean Data View*) menunjukkan Kecepatan arus tercatat berkisar antara 0.1 hingga 0.4 m/s dengan rentang kedalaman 0 hingga 15 m. Hasil pengolahan WR plot menunjukkan grafik Windrose dengan keterangan kecepatan angin dominan wilayah utara dengan kecepatan berkisar 3,60 hingga 5,70 m/s, dan perhitungan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan dengan menggunakan metode SMB (*Sverdrup, Munk dan Bretschneider*) menunjukkan grafik dengan nilai tinggi gelombang berada di rentan 0 hingga 0,75 m dengan periode gelombang berkisar antara 0 hingga 2.3 detik.

Copyright © 2020 Geoid. All rights reserved.

Abstract: PT McDermott Indonesia is a company engaged in the oil and gas fabrication industry, in its operational activities the Port pond has an important role that is used as a place to lean and maneuver the ship. This study was made to make modeling and knowledge about the characteristics of physical parameters in the port pool area of PT McDermott Indonesia. The purpose of this study is to determine the model, size, and depth of the berth pool that is in accordance with the operational needs of the ship used, namely the Xiang Tai Kou ship, as well as to understand the condition of physical parameters such as tides, currents, waves, and wind in the port area. The data used in this study includes observation data such as bathymetric data, ship characteristics data, tidal data from the PUSHIDROSAL hook table book, and other physical parameters obtained from the ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) website. The results of the study show that the safe harbor pool for the operation of the Xiang Tai Kou ship must have a minimum depth of 11.99 m, with a radius of 231.10 m as a place for ship movement. Physical parameters such as tides processed using the admiralty method show the lowest retreat is at 0.355163 cm with respect to Zo. Current data processing using ODV (Ocean Data View) shows that the recorded current speed ranges from 0.1 to 0.4 m/s with a depth range of 0 to 15 m. The results of the WR plot processing showed a Windrose graph with a description of the dominant wind speed in the northern region with a speed ranging from 3.60 to 5.70 m/s, and the calculation of high values and significant wave periods using the SMB method (Sverdrup, Munk and Bretschneider) showed a graph with wave height values in the range of 0 to 0.75 m with wave periods ranging from 0 to 2.3 seconds.

Kata kunci: kolam pelabuhan, parameter fisis, batimetri

cara untuk sitasi: Nama1, P., Nama2, P., & Nama3, P. (2020). Judul Naskah Publikasi. *Geoid*, 15(1), 1 - 5. doi:10.12962/j24423998.v15i1.3834 (Justified, Times New Roman 10)

Pendahuluan

McDermott Incorporated adalah sebuah perusahaan yang menyediakan jasa rekayasa dan konstruksi untuk industri energi. PT McDermott Indonesia (PTMI) adalah salah satu anak perusahaan dari McDermott Incorporated. Terletak di kawasan industri Batu Ampar, PT. McDermott Indonesia merupakan salah satu kontraktor minyak terbesar di Indonesia. PTMI beroperasi di berbagai bidang seperti rekayasa, fabrikasi, instalasi, pengadaan, riset, manufaktur, sistem lingkungan, dan manajemen proyek. Dalam kegiatan operasional perusahaannya, PTMI memiliki berbagai fasilitas fabrikasi yang mendukung berbagai pengerjaan proyek besar, seperti pembuatan module, jacket, dll (Sudirman, 2022). PTMI memiliki letak yang strategis, Berbatasan langsung dengan selat Singapura menjadikan komoditas transportasi laut sebagai penunjang kegiatan operasional perusahaan. Dalam kegiatan operasionalnya, Pelabuhan khusus merupakan salah satu fasilitas yang dimiliki oleh PTMI yang digunakan untuk menunjang kinerja perusahaan.

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat melakukan aktivitasnya (Triatmodjo, 2010). Dalam industri fabrikasi migas, Pelabuhan ini memainkan peran penting dalam logistik, pemuatan, dan pemasangan struktur-struktur besar ke kapal instalasi, serta mendukung operasional kapal-kapal tersebut sebelum menuju lokasi proyek lepas pantai. Untuk maksud tersebut, maka dibutuhkan bangunan-bangunan atau fasilitas-fasilitas pelabuhan untuk melayani kapal-kapal dilaut maupun di darat. Salah satu elemen kunci dari pelabuhan ini adalah kolam pelabuhan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009, Kolam pelabuhan adalah perairan di depan dermaga yang digunakan untuk kepentingan operasional sandar dan olah gerak kapal. Kolam labuh dirancang untuk memungkinkan kapal-kapal besar berlabuh sementara sebelum melanjutkan aktivitas mereka, seperti pemuatan material atau menunggu jadwal keberangkatan menuju lokasi proyek lepas pantai.

Berdasarkan efisiensi dan kepentingan operasional sebuah kolam pelabuhan, dalam pembuatannya perlu dilakukan penelitian terhadap beberapa kondisi parameter fisis di wilayah perairan tersebut. Beberapa parameter fisis yang perlu dikaji dalam pembuatan kolam pelabuhan antara lain : Batimetri, pasang surut, angin, arus, gelombang, dan karakteristik kapal yang akan bersandar di kolam pelabuhan. Pengetahuan mengenai batimetri perairan digunakan untuk mengetahui informasi mengenai kedalaman perairan kolam pelabuhan. Selain dapat memberikan informasi mengenai kedalaman dasar perairan, kegiatan survei batimetri juga dapat digunakan untuk memberikan informasi lain, seperti kondisi topografi perairan, objek-objek asing yang berbahaya di dasar perairan, dan lain sebagainya (Poerbandono, 2005). Kondisi pasang surut perairan, memberikan informasi elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) wilayah perairan tersebut. serta perbedaan pasang surut sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pelabuhan, misalnya keadaan alur pelayaran/pelabuhan ditentukan oleh muka air surut terendah (Mandi, 2015). Kondisi gelombang, digunakan memberikan informasi ketinggian gelombang yang aman untuk kegiatan bongkar muat kapal. Aman bagi kapal memiliki arti bahwa gelombang yang ditimbulkan oleh keluar masuknya kapal tidak menimbulkan gangguan keamanan dari efek refleksi, refraksi dan resonansi gelombang (Triatmodjo, 2010). Kondisi angin, digunakan sebagai acuan dalam panduan keselamatan pelayaran (BMKG, 2024). Kondisi arus digunakan memberikan informasi mengenai kelayakan sebuah pelabuhan. Pengamatan arus bertujuan untuk mendapatkan data arah dan kecepatan arus pada area rencana konstruksi di laut setiap saat sehingga didapatkan gambaran arah arus dominan dan besaran arus setiap waktu (Triatmodjo, 2010). Pengetahuan terhadap karakteristik dan ukuran sebuah kapal yang akan bersandar di kolam pelabuhan sangat penting untuk diketahui, dikarenakan informasi tersebut akan mempengaruhi lebar dan kedalaman kolam pelabuhan yang akan dibuat (Alfianto, 2020).

Salah satu kapal besar yang berlabuh di pelabuhan PTMI adalah kapal pengangkut modul Xiang Tai Kou. Menurut situs resmi Cosco Shipping tahun 2024, Kapal Xiang Tai Kou adalah sebuah kapal semi-submersible yang dimiliki oleh COSCO Shipping Specialized Carriers . Kapal ini biasa digunakan untuk mengangkut beban berat dan berukuran besar. Kapal yang memiliki dimensi : panjang 231 meter, lebar 46 meter, draft kapal sebesar 10,90 m, dengan tonase kotor sebesar 47,124 ton. Kapal dengan bendera Liberia ini digunakan untuk proyek-proyek yang memerlukan transportasi barang berat dan spesifik, seperti module platform,dll. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, maka penulis ingin mengambil judul “Pemodelan Kolam Labuh dan Karakteristik Parameter Fisis pada Kolam Pelabuhan PT McDermott Indonesia”.

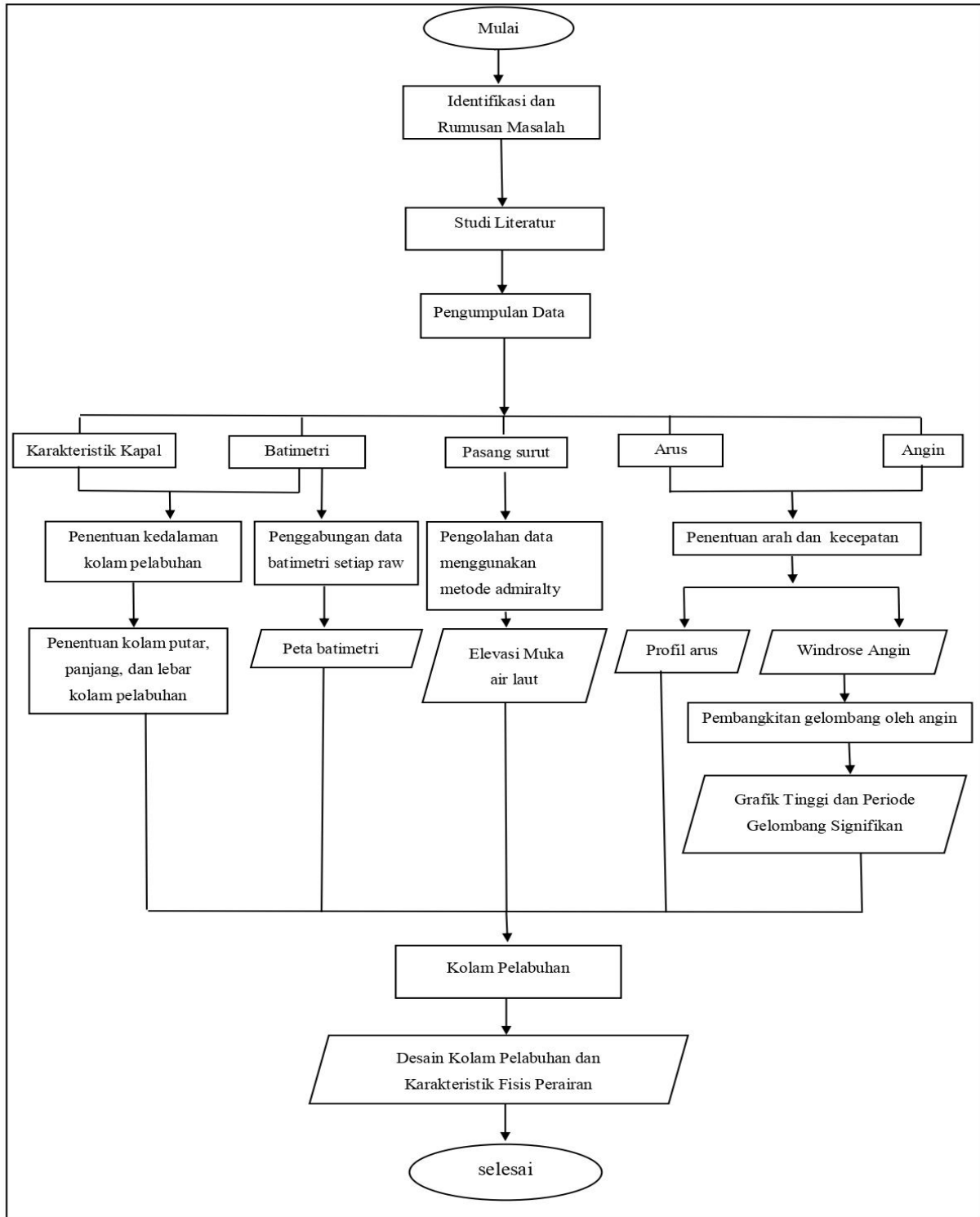
Data dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada wilayah pelabuhan khusus PT McDermott Indonesia yang terletak di Jalan Bawal No. 1, Batu Merah, Batu Ampar, Kota Batam, Kepulauan Riau 29452 seperti yang ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pelabuhan khusus PT McDermott Indonesia

penelitian ini dilakukan dengan pembuatan desain kolam labuh dan karakteristik parameter fisis perairan pada kolam pelabuhan PT McDermott Indonesia, dengan alur pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut.



Dalam pengerjaan penelitian ini menggunakan data sekunder. Berikut adalah tahapan pengolahan data pada penelitian ini :

1. Pengumpulan Data

Data batimetri yang didapatkan adalah data hasil pengukuran lapangan yang dilakukan oleh PT McDermott Indonesia pada tanggal 10 juni 2024 hingga 14 juni 2024. pada pengambilan data batimetri ini menggunakan alat Multibeam Echosounder, dengan akuisisi dan pemrosesan data dibantu menggunakan software Beamwork NavAQ. Hasil pemetaan posisi dan batimetri dihitung, dikoreksi terhadap nilai pasut, dan divisualisasikan secara real-time dan langsung disimpan dalam file log hasil NavAQ berupa data dengan format xyz . sehingga penulis tidak perlu melakukan pengolahan kembali data batimetri tersebut.

Data sekunder lainnya yang digunakan berupa data karakteristik kapal, pasang surut, arus, angin, dan gelombang. Data pasang surut diperoleh dari buku tabel pasang surut PUSHIDROSAL, data arus, angin, yang didapatkan dari situs ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) dengan periode data bulan juni tahun 2024 menyesuaikan dengan pengambilan data batimetri. Untuk perhitungan gelombang menggunakan data angin yang didapatkan dan kemudian dilakukan pengolahannya dengan metode *Sverdrup, Munk dan Bretschneider (SMB)*. Data karakteristik kapal yang digunakan adalah kapal terbesar yang berlabuh di PT McDermott Indonesia yaitu kapal Xiang Tai Kou. Kapal Xiang Tai Kou adalah sebuah kapal semi-submersible yang dimiliki oleh Cosco Shipping sebuah perusahaan transportasi dan pengiriman kontainer internasional Cina dengan spesifikasinya ditunjukkan oleh Gambar 2.

Semi-submersible Vessel

XIANG TAI KOU



Ship's Name	Built	IMO No.	Flag
##海口 XIANG TAI KOU	2024	9639452	TBC



Side View



Top View



MAIN DATA

Classification	CCS, Semi-submersible Heavy Lift Vessel	Ballast System 4* 6,900 m ³ / hr air compressors
	Ice Class B2, DP-2	2* 1,400 m ³ / hr air compressors
GRT / NRT	32,793 / 9,838	Bulkheads 8 Transverse bulkheads, 3 Longitudinal bulkheads
Deadweight	~65,000 mt	Power Supply 380 V, 50 Hz, 700 KW during transit to Cargo
Loaded Draft	10.90 m	Accommodation for 49 persons including crews on board
LOA	231.10 m	
Breadth Moulded	46.00 m	
Hull Depth	14.50 m	
Service Speed	11.50 kn	
Full Speed	13.00 kn	
Cargo Deck	192.00 x 46.00 m	
Deck Submersion	13.00 m	
Casings	12.00 x 6.75 x 17.40 m, all two casings removable	
Allowable load on maindeck	25.00 tons / m ²	

* All above details are in good faith but without guarantee.
 ** All details including speed are given in good faith and are "about" and are given without guarantee. They must not be used as basis for charterparties or contracts without COSCO SHIPPING SPECIALIZED CARRIERS CO., LTD.'s explicit written authority.

HOUSTON	ROTTERDAM	GUANGZHOU
24275 Katy Freeway, Suite 220 Katy, Texas 77494 United States of America Telephone: +1-281-497-4300 E-mail: commercial@coscoht.com	K.P. van der Mandelelaan 100 3062 MB Rotterdam The Netherlands Telephone: +31-10-24 04 777 E-mail: commercial@coscoht.com	Guangzhou Ocean Plaza, 15th Floor 20 Huacheng Avenue Guangzhou, 510623 P.R.China E-mail: semisub.cssc@coscoshipping.com

Gambar 2. Spesifikasi Kapal Xiang Tai Kou

2. Pengolahan data

2.1 Penentuan kolam pelabuhan

Menurut Bambang Triatmodjo (2010), dalam pembangunan sebuah kolam pelabuhan harus diperhatikan beberapa faktor, keadaan kolam pelabuhan yang harus tenang, kedalaman kolam pelabuhan yang aman, serta kolam putar yang cukup untuk olah gerak kapal. Dalam penentuan kedalaman kolam pelabuhan yang aman untuk berlabuhnya kapal dapat dihitung dengan persamaan 1,1 kali draft kapal pada muatan penuh, dimana draft kapal yang digunakan adalah draft kapal terbesar yang akan berlabuh di pelabuhan PTMI yaitu kapal Xiang Tai Kou yang memiliki draft kapal sebesar 10,90 m. Adapun dalam sebuah kolam pelabuhan memerlukan kolam putar sebagai tempat olah gerak kapal, yang mana Xiang Tai Kou adalah salah satu kapal yang memerlukan bantuan kapal tunda untuk olah gerak kapalnya, sehingga perhitungan luas kolam putar menggunakan persamaan luas minimum kolam putar adalah luas lingkaran dengan jari jari sama dengan panjang total kapal (Loa) atau 231,10 m.

2.2 Pengolahan data batimetri

Kegiatan survei batimetri dilakukan di wilayah perairan pelabuhan PTMI terhitung dari tanggal 10 hingga 14 juni 2024. Survei ini menggunakan alat Multibeam Echosounder, dengan akuisisi dan pemrosesan data dibantu menggunakan software Beamwork NavAQ. Hasil pemetaan posisi dan batimetri dihitung, dikoreksi dan divisualisasikan secara real-time dan langsung disimpan dalam file log hasil NavAQ berupa data dengan format xyz. Data batimetri yang didapatkan berupa 32 block data yang terlebih dahulu dilakukan penggabungan datanya. Untuk menggabungkan data batimetri dapat memanfaatkan tools *merge* yang ada pada software ArcGis 10.8. setelah dilakukannya penggabungan data, maka data tersebut dapat dilakukan interpolasi data point gabungan menjadi data raster dengan tools IDW, yang kemudian bisa dilakukan pembuatan kontur kedalaman dengan interval 0,8 m. Pengolahan data batimetri ini digunakan untuk mengetahui kedalaman aktual di perairan PTMI.

2.3 Pengolahan Data Arus, dan Angin

Data arus, dan angin merupakan data hasil pengunduhan dari situs ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) yang kemudian dikonversikan ke ODV (*Ocean data View*) untuk menghasilkan data berbentuk txt yang berisi informasi mengenai tanggal, jam, longitude, latitude, nilai U, nilai V, serta untuk data arus dengan tambahan nilai kedalaman. Untuk data arus dan angin perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai kecepatan dan arah terlebih dahulu dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai yang diuraikan pada persamaan 1, dan persamaan 2 (Poerbandono et al. 2005). Untuk melakukan perhitungan arah dan kecepatan dapat memanfaatkan perangkat lunak Excel, dikarenakan perhitungannya mencakup keseluruhan data setiap jam dalam rentan waktu selama 30 hari (1 bulan).

Rumus menentukan nilai kecepatan :

$$V = \sqrt{u^2 + v^2} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

a. *u* adalah kecepatan angin/ arus yang berada di sumbu x (horizontal).

b. *v* adalah kecepatan angin/ arus yang berada di sumbu y (vertikal).

Rumus menentukan nilai arah :

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{u}{v} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

θ adalah sudut arah arus / angin yang diukur dari sumbu x (vertikal).

Sudut ini dinyatakan dalam derajat. Dengan keterangan interpretasi hasil adalah:

Jika $u > \theta$ dan $v > \theta$, arah arus berada di kuadran pertama (timur laut).

Jika $u < \theta$ dan $v > \theta$, arah arus berada di kuadran kedua (barat laut).
 Jika $u < \theta$ dan $v < \theta$, arah arus berada di kuadran ketiga (barat daya).
 Jika $u > \theta$ dan $v < \theta$, arah arus berada di kuadran keempat (timur daya).

Setelah mendapatkan nilai kecepatan dan arah, selanjutnya untuk data angin dapat dilakukan pembuatan windrose dengan menggunakan perangkat lunak WR Plot. Windrose dibuat untuk menunjukkan arah dan frekuensi angin dari 1 stasiun angin yang terdekat dari wilayah pelabuhan PTMI, dimana stasiun angin yang digunakan berada pada titik koordinat $1^{\circ} 9' 10.8''$ U, $103^{\circ} 59' 29.76''$ T yang berjarak kurang lebih 2.23 km dari lokasi penelitian.

Sedangkan untuk data arus, dapat dilakukan pembuatan profil arus dengan menggunakan perangkat lunak *ocean data view (ODV)*. Profil arus digunakan untuk visualisasi dan analisa data arus laut yang berdasarkan pada kedalaman dan kecepatan arus di wilayah lokasi stasiun yang terdekat dengan area penelitian. Pembuatan profil arus ini menggunakan 2 stasiun arus terdekat dengan area penelitian yaitu berada pada koordinat 103.917° T – 104° T dan 1.167° U, dengan kedalaman rata rata perairan 0.49 hingga 15.81 meter.

2.4 Pengolahan data gelombang

Menurut Mandi (2015), gelombang laut dapat ditimbulkan karena angin. Dengan menggunakan data angin yang sama yaitu data angin yang berada di stasiun angin dengan koordinat $1^{\circ}9'10.8''$ U, $103^{\circ}59'29.76''$ T. Sebelumnya data angin ini telah dilakukan perhitungan untuk menentukan arah, kecepatan, dan nilai U_a , sehingga perhitungan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan Periode gelombang (T_s) dapat dilakukan. Tinggi gelombang signifikan dapat diartikan sebagai tinggi gelombang yang diperoleh dari peramalan gelombang. Periode gelombang adalah rata-rata dari sepertiga gelombang tertinggi, dan biasanya diwakili oleh periode puncak gelombang yang signifikan (Triatmodjo, 2010).

Metode SMB (*Sverdrup-Munk-Bretschneider*) adalah metode empiris yang digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang yang terbentuk oleh angin di atas perairan terbuka (seperti laut atau danau), berdasarkan kecepatan angin, *fetch* (jarak tempuh angin), dan kedalaman air. Perhitungan *fetch* efektif dilakukan dengan menghitung dimana arah angin dominan menjadi garis *fetch* poros untuk menentukan garis *fetch* kurang lebih 45° ke kanan dan ke kiri dengan interval 5° . setelah mengetahui nilai *wind stress factor* (U_a), *fetch*, dan kedalaman di perairan stasiun angin yang yang mana bisa didapat dari situs *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dengan menyesuaikan koordinat stasiun angin. Perhitungan untuk nilai tinggi signifikan (H_s) dan periode Gelombang (T_s) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus seperti yang diuraikan pada persamaan 3, dan persamaan 4 (Satriadi, 2017). Pengolahan data pembangkitan gelombang oleh angin ini menggunakan perangkat lunak Excel dikarenakan pengolahan data ini mencakup perhitungan keseluruhan data setiap jam dalam periode waktu 30 hari (1 bulan), dan hasil pengolahan ini akan menghasilkan grafik tinggi dan periode gelombang signifikan.

Tinggi gelombang signifikan (H_s)

$$H_s = 0.283 \cdot \frac{U_a^2}{g} \tanh \left[0.53 \left(\frac{gh}{U_a^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right] \tanh \left[\frac{0.00565 \left(\frac{gX}{U_a^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{\tanh \left[0.53 \left(\frac{gh}{U_a^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right]} \right] \dots\dots(3)$$

Periode Gelombang (T_s)

$$T_s = 7.54 \frac{U_a}{g} \tanh \left[0.833 \left(\frac{gh}{U_a^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right] \tanh \left\{ \frac{0.0379 \left(\frac{gX}{U_a^2} \right)^{\frac{1}{3}}}{\tanh \left[0.833 \left(\frac{gh}{U_a^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right]} \right\} \dots\dots(4)$$

Keterangan :

H_s = tinggi gelombang signifikan (m)

T_s = periode gelombang/ detik (s)

U_a = faktor tegangan angin (m/s)

X = fetch (m)

h = kedalaman (m)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/s^2)

2.5 Pengolahan Data Pasang Surut

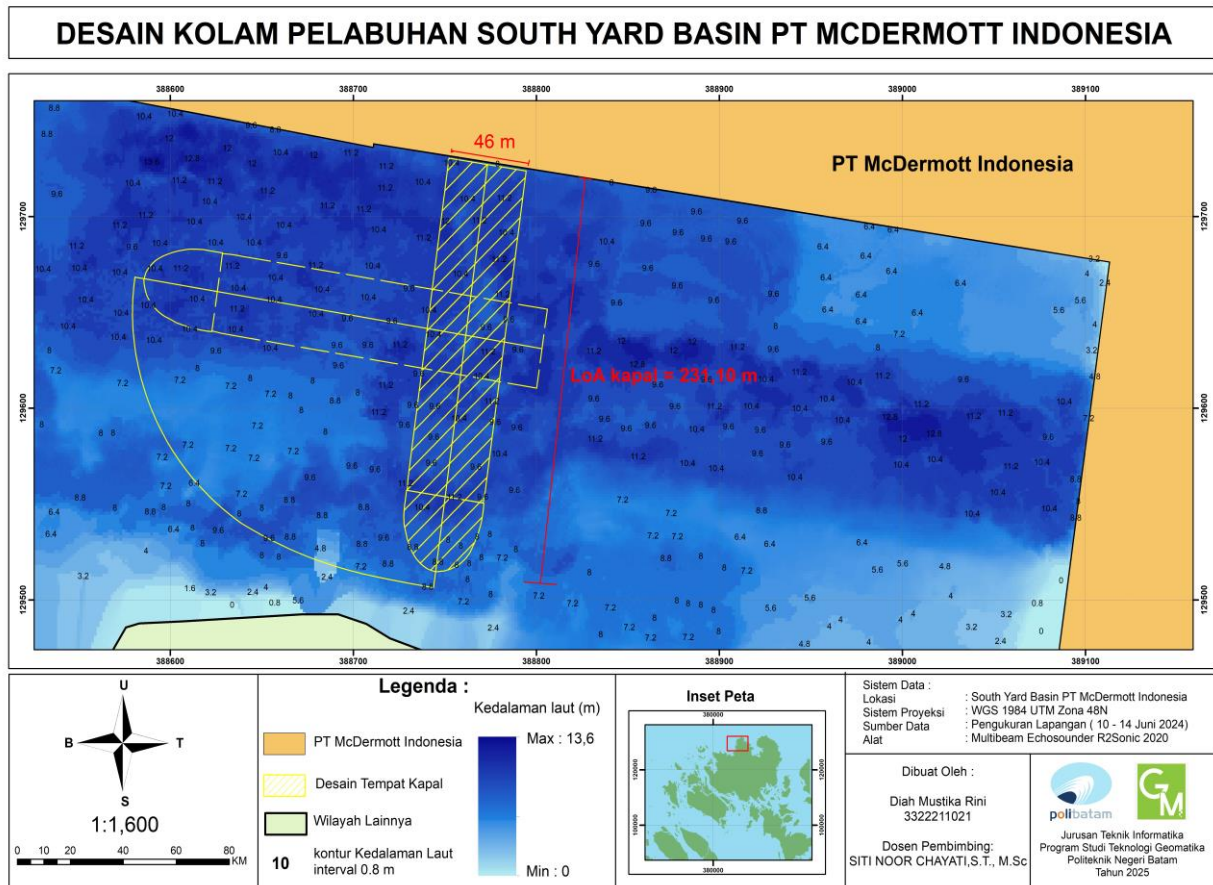
Menurut Triatmodjo (2010) pengetahuan elevasi pasang surut penting dalam perencanaan bangunan-bangunan pelabuhan. sebagai contoh, elevasi puncak bangunan digunakan untuk pembuatan pemecah gelombang, sementara untuk kedalaman alur pelayaran, dan kolam pelabuhan ditentukan oleh muka surut air laut (LLWL). Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data pasang surut yang didapatkan dari buku tabel pasang surut kepulauan Indonesia tahun 2024 yang dikeluarkan oleh pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan laut. Stasiun pasut yang digunakan terletak d wilayah Batu Ampar, lebih tepatnya berada di koordinat $01^\circ 09' 54.11''\text{U}$, $104^\circ 00' 07.42''\text{T}$. Buku ini berisi data pasut berupa tabel berisi nilai elevasi dalam satuan cm, tabel ini berisi tanggal, jam, dan nilai elevasi. Data ini kemudian dapat dilakukan pengolahannya menggunakan excel dengan metode Admiralty untuk mengetahui nilai elevasi permukaan laut, dimana datum referensi yang digunakan adalah nilai muka surut terendah (LLWL).

Hasil dan Pembahasan

1. Kolam Pelabuhan

Faktor penting dalam sebuah kolam pelabuhan adalah ketenangan perairan, kedalaman kolam pelabuhan yang aman, dan kolam putar yang sesuai untuk kegiatan olah gerak kapal. Kedalaman ini menjadi faktor penting dalam menentukan kelayakan area untuk berbagai aktivitas maritim, termasuk sandar dan olah gerak kapal. Salah satu kebutuhan utama pada kedalaman perairan untuk kapal Xiang Tai Kou adalah perairan tersebut harus memiliki kedalaman minimal 11,99 meter, kedalaman ini sesuai dan dimaksudkan agar kapal tidak mengalami risiko kandas serta memungkinkan pergerakan kapal yang lebih stabil. Selain itu, dilihat dari dimensi kapal Xiang Tai Kou yang besar serta area pelabuhan yang terbatas dengan panjang 758 meter, dengan lebar 248 meter mengharuskan penggunaan bantuan kapal tunda untuk olah gerak kapal Xiang Tai Kou ini. Oleh karena itu, area kolam putar dengan jari-jari sebesar 231,10 meter harus tersedia guna memastikan kapal dapat melakukan perputaran dengan aman dan efisien. Adanya kolam putar dengan ukuran yang sesuai sangat penting dalam mendukung kelancaran operasional pelabuhan,

Hasil pengolahan data batimetri di wilayah PT McDermott Indonesia menunjukkan variasi kedalaman perairan yang berkisar antara 0 hingga 13.6 meter. Untuk wilayah yang direncanakan sebagai tempat bersandarnya kapal Xiang Tai Kou, kedalaman perairan bervariasi antara 8 hingga 12 meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Variasi kedalaman ini menunjukkan bahwa perairan PTMI belum memenuhi standar minimal untuk tempat sandar kapal Xiang Tai Kou. kegiatan pengerukan dasar laut dapat dilakukan terhadap wilayah terencana yang mana akan digunakan dalam jalur dan olah gerak kapal di pelabuhan PTMI. Kegiatan pengerukan ini penting dilakukan agar perairan PTMI memiliki kedalaman yang aman dan mengurangi resiko terjadinya kapal kandas.



Gambar 3. Desain kolam pelabuhan PTMI

2. Pasang Surut

Tabel 1. Elevasi Muka Air Laut

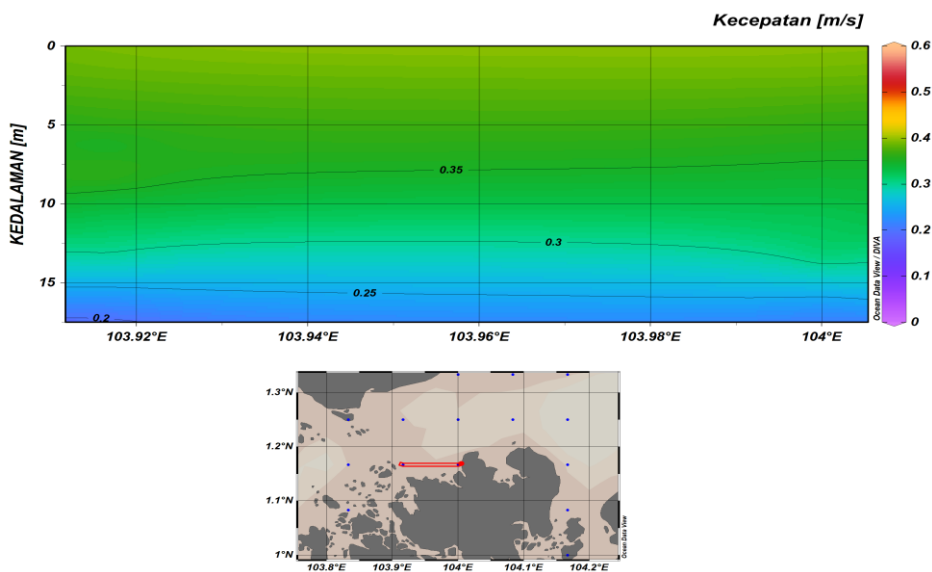
Parameter	Nilai (cm)	keterangan
Zo	2.0574	Elevasi referensi lokal
MSL	1.79856	rata-rata muka laut terhadap Zo
HHWL	3.75963	pasang tertinggi
LLWL	0.35516	surut terendah
MHWL	3.00464	rata-rata pasang
MLWL	1.11014	rata-rata surut
Formzahl	0.79702	koefisien bentuk pasang surut

Berdasarkan pengolahan data pasang surut dengan menggunakan metode admiralty dengan periode waktu bulan juni 2024 ini digunakan untuk mengetahui nilai elevasi permukaan air laut seperti yang tertera pada Tabel 1. Diketahui bahwa nilai Zo berada pada 2.0574 cm, dengan rata-rata muka laut sebesar 1.79856 cm terhadap datum. Elevasi tertinggi saat pasang mencapai 3.75963 cm, sedangkan elevasi terendah saat surut mencapai 0.35516 cm yang digunakan sebagai acuan datum referensi. Nilai pasang rata-rata 3.00464 cm dengan nilai rata-rata surut adalah 1.11014 cm. Nilai Formzahl diketahui sebesar 0.79702 cm yang menunjukkan tipe pasang surut campuran condong harian ganda (semi-diurnal). Pengetahuan elevasi permukaan air ini memiliki pengaruh penting dalam perencanaan kolam pelabuhan, terutama dalam menentukan kedalaman minimum kolam pelabuhan, dan untuk panduan keselamatan navigasi kapal saat

surut kritis. Penentuan elevasi fasilitas pelabuhan yang sesuai dapat dilihat dari dengan kisaran pasang maksimum.

3. Arus

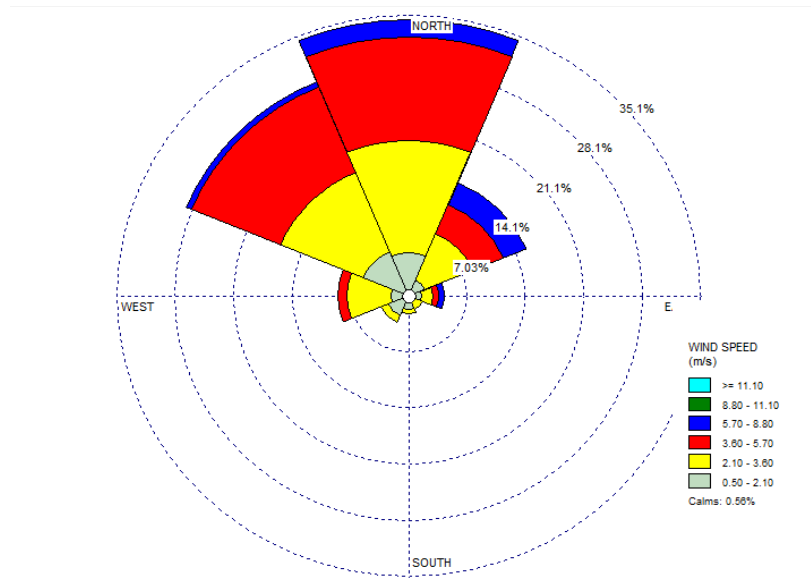
Hasil pembuatan profil arus seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. menunjukkan bahwa kondisi perairan Batu Ampar memiliki kecepatan arus berkisar 0 m/s hingga 0.4 m/s dengan rata-rata kedalaman berkisar 0 hingga 15 meter. Kecepatan arus tertinggi berada di lapisan permukaan air (0–5 m) yang mencapai kurang lebih 0.4 m/s yang ditandai oleh gradasi warna hijau-kuning, dan secara bertahap menurun seiring bertambahnya kedalaman. Di bawah 15 meter, kecepatan arus menurun hingga kurang lebih 0.2 m/s. Mengindikasikan adanya lapisan arus yang lebih lambat di dasar perairan. Menurut Ditjen Perikanan (1981), nilai kecepatan arus yang sesuai untuk pembangunan pelabuhan adalah 0,2–0,4 m/s. Dimana kondisi arus di wilayah PTMI berkisar antara 0,2 hingga 0,4 m/s menunjukkan distribusi horizontal arus yang terlihat relatif seragam, mencerminkan kestabilan arus laut di wilayah ini sehingga kondisi arus laut di wilayah PTMI termasuk kategori yang aman.



Gambar 4. Profil Arus

4. Angin

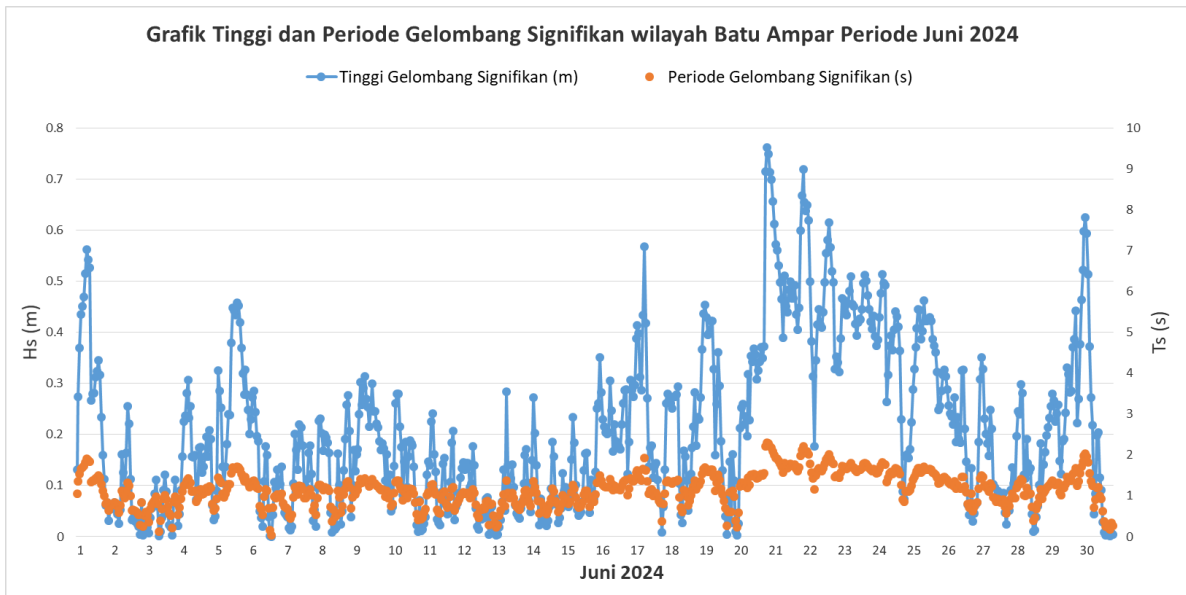
Berdasarkan hasil pembuatan wind rose dari data periode 1 hingga 30 Juni 2024 yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Arah angin dominan berasal dari utara dengan frekuensi sebesar 35,1% dengan arah dominan kedua berada di arah barat laut dengan frekuensi 28,1%, menunjukkan bahwa angin selama periode bulan juni mayoritas bertiup dari kedua arah tersebut. Kecepatan angin yang paling sering terjadi berada pada rentang 3,60 hingga 5,70 m/s (warna merah) dan 2,10 hingga 3,60 m/s (warna kuning), sementara angin dengan kecepatan sangat tinggi ($\geq 11,10$ m/s) hanya terjadi sesekali. Arah timur, tenggara, dan selatan menunjukkan frekuensi angin yang rendah, dan kejadian angin tenang (*calms*) hanya tercatat sebesar 0,56%. Pengetahuan terhadap kondisi angin ini digunakan dalam panduan keselamatan pelayaran yang dikeluarkan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), tahun 2024. Dimana untuk kapal besar seperti Kapal Xiang Tai Kou kecepatan angin dominan yang beresiko adalah diatas 13,89 m/s, sementara kondisi kecepatan angin dominan di wilayah pelabuhan PTMI berada pada rentang 3,60–5,70 m/s sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi angin di wilayah PTMI ini aman untuk operasional kapal Xiang Tai Kou.



Gambar 5. Windrose wilayah Batu Ampar

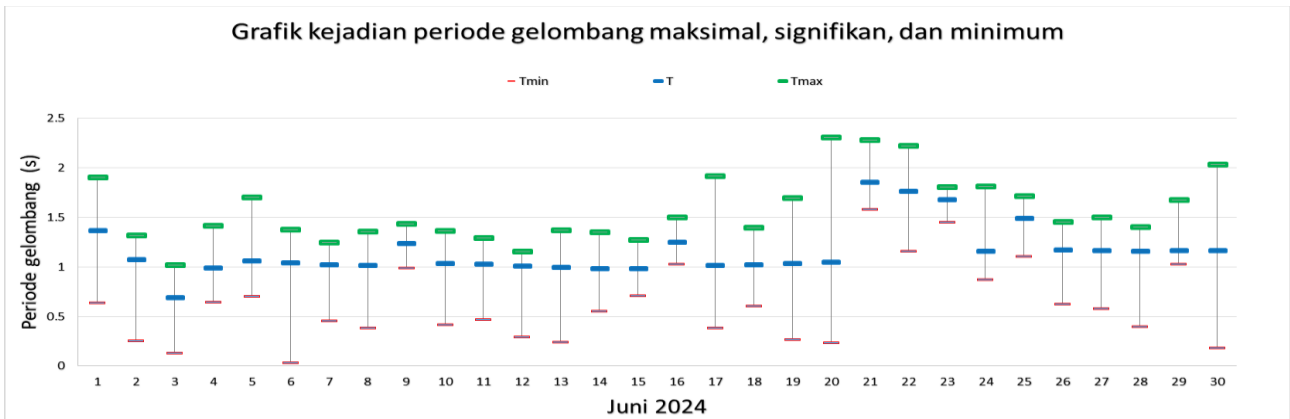
5. Gelombang

Hasil pengolahan data angin terhadap pembangkitan gelombang menunjukkan bahwa kondisi perairan Batu Ampar Berdasarkan hasil perhitungan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) selama bulan Juni 2024 ditunjukkan oleh Gambar 6. Terlihat bahwa nilai H_s berkisar antara 0,05 sampai 0,8 meter, dan periode gelombang berkisar antara 0 hingga 2 detik. Lonjakan yang signifikan terhadap tinggi dan periode gelombang dapat terlihat pada grafik di tanggal 21 juni yang berada di puncak tertinggi kemudian mulai mengalami penurunan hingga tanggal 24 juni 2024.



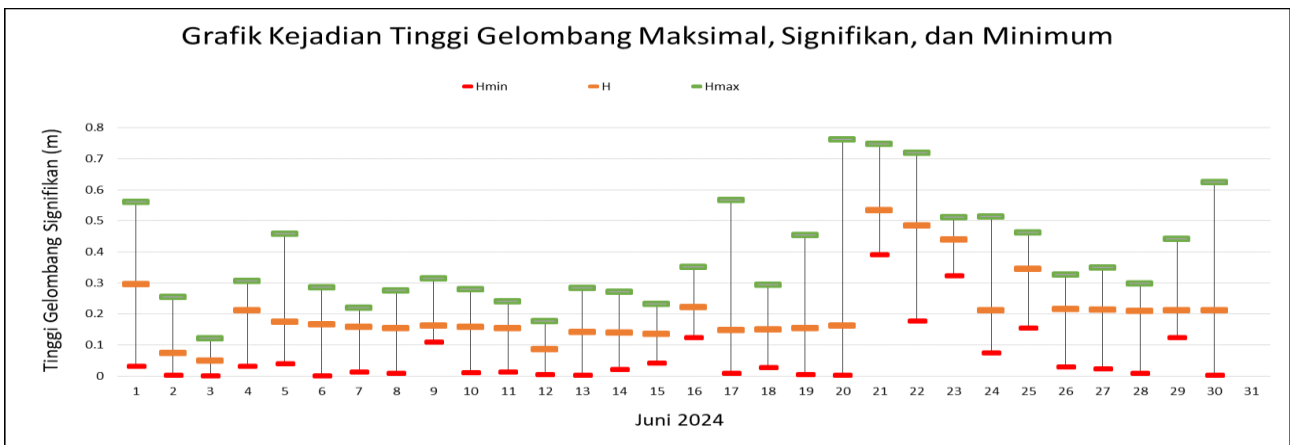
Gambar 6. Grafik tinggi dan periode gelombang signifikan

Pada Gambar 7. ditunjukkan grafik kejadian maksimal, rata-rata, dan minimal periode gelombang pada bulan juni 2024. Dalam grafik dapat terlihat bahwa periode gelombang tertinggi terjadi pada tanggal 20 juni 2024, dengan rata-rata periode gelombang 1 detik, periode maksimal 2,3 detik, dan periode minimalnya 0,2 detik. Adapun periode gelombang terendah terjadi pada tanggal 9 juni dimana rata-rata periode gelombang 1,3 detik, periode tertinggi 1,4 detik, dan periode terendah berada di angka 1 detik.



Gambar 7. Grafik periode gelombang

Pada Gambar 8. ditunjukkan grafik kejadian maksimal, rata-rata, dan minimal tinggi gelombang pada bulan juni 2024. Dalam grafik dapat terlihat bahwa periode gelombang tertinggi terjadi pada tanggal 20 juni 2024, dengan rata-rata tinggi gelombang 0,2 meter, tinggi maksimal 0,75 meter, dan tinggi minimalnya 0 meter. Adapun tinggi gelombang terendah terjadi pada tanggal 3 juni dimana rata-rata periode gelombang 0,05 meter, tinggi maksimalnya 0,15 meter dan tinggi minimalnya berada di angka 1 0 meter.



Gambar 8. Grafik tinggi gelombang

Perbedaan antara periode minimum dan maksimum (Tmin dan Tmax) selama 30 hari menunjukkan adanya variasi energi gelombang yang cukup tinggi, kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi angin laut atau faktor cuaca lain. Nilai Hmax mencapai puncaknya sekitar 0,75 meter, sedangkan Hmin berkisar antara 0,00 hingga 0,15 meter. Menurut Triatmodjo (2010), Untuk kapal yang mengangkut barang padat dengan ukuran Kapal 1300-15000 DWT ketinggian gelombang kritis maksimal berada di angka 0,80 meter, sedangkan kapal Xiang Tai Kou memiliki bobot mati berkisar 65000 mt yang menandakan ketinggian gelombang puncak di angka lebih dari 0,75 meter tidak akan memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas kapal, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk kapal Xiang Tai Kou masih berada di kondisi aman untuk melakukan aktivitas di kolam pelabuhan PTMI.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis batimetri, pasang surut, arus, angin, dan gelombang di area pelabuhan PT McDermott Indonesia, dapat disimpulkan bahwa wilayah ini memiliki potensi yang layak untuk dijadikan area sandar dan manuver kapal besar seperti Xiang Tai Kou. Kedalaman perairan yang berkisar antara 8 hingga 12 meter memungkinkan operasional kapal dengan draft yang cukup besar, meskipun kegiatan pengerukan tetap diperlukan untuk mencapai kedalaman minimum 11,99 meter. Analisis pasang surut menunjukkan variasi muka air laut yang signifikan, dengan LLWL sebesar 0.3352 dan HHWL hingga 3.759 cm, sehingga penting

untuk mempertimbangkan elevasi ini dalam penentuan elevasi dermaga dan fasilitas pelabuhan. Kecepatan arus yang relatif rendah dengan nilai maksimal berkisar 0,4 m/s. Arah dan kecepatan angin berkisar antara 3,60–5,70 m/s dengan angin dominan mengarah ke utara, masih pada tahap aman karena kecepatan angin kurang 13,89 m/s untuk kapal besar. Untuk kapal yang mengangkut barang padat dengan ukuran Kapal 1300-15000 DWT ketinggian gelombang kritis maksimal berada di angka 0,80 meter, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk kapal Xiang Tai Kou masih berada di kondisi aman untuk melakukan aktivitas di kolam pelabuhan PTMI. Dari hasil studi memperkuat kesesuaian lokasi untuk kegiatan pelabuhan. Oleh karena itu, wilayah ini secara teknis mendukung pengembangan fasilitas sandar dan kolam pelabuhan dengan mempertimbangkan karakteristik parameter fisis di wilayah perairan PTMI.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Perusahaan PT Explora Prima yang telah bersedia memberikan data, dan terkhususnya kepada PT McDermott Indonesia yang telah memberikan fasilitas, dan ijin penggunaan data perusahaan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Daftar Pustaka

- Alfianto, A. (2020). *Perencanaan Alur Pelayaran dan Kolam Pelabuhan untuk Pelabuhan Minyak di Banyuwangi (Studi kasus : Pantai Bangsring, Wongsorejo Kab. Banyuwangi)*. <http://repository.unmuhjember.ac.id/7561/10/J.%20ARTIKEL.pdf>
- BMKG. (2024, Desember 16). *Saran Keselamatan Berlayar*. <https://maritim.bmkg.go.id/index.php/info/37/Saran-Keselamatan-Berlayar/>.
- Cosco Shipping. (2024). <https://coscoht.com/cosco-shipping-specializeds-xiang-tai-kou-delivered/>. - cOsco Heavy Transport
- Direktorat Jenderal Perikanan. (1981). Standar kelayakan pelabuhan perikanan. Departemen Pertanian.
- Mandi, N. B. R. (2015). *Pelabuhan: Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai*.
- Poerbandono, & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*.
- Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL. (2024). Tabel Pasang Surut Kepulauan Indonesia Tahun 2024. Pushidrosal.
- Satriadi, A. (2017). *Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Di Perairan Dangkal (Studi Kasus Perairan Semarang)*. 6, 17–23. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/bulomaDiterima/>
- Sudirman. (2022). *Laporan Magang Industri-vm191732 Pengaruh Preheat Dengan Pengelasan Carbon Steel Terhadap Kekuatan Tarik*. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/98058>
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Beda Offset yogyakarta.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).