

SIMULASI PEMODELAN ARUS PASANG SURUT DI PERAIRAN TELUK JAKARTA TIDAL CURRENT MODELLING SIMULATION IN THE WATERS OF JAKARTA BAY

Muhammad Bakri¹, Yoyok Nurkaya Santosa², Awaluddin¹, Hawati¹,
Kurnia Malik², & Widodo Setiyo Pranowo³

¹Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan Dan Perikanan Bone

²Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut Dan Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL),

³Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN),

email: bakrimuhammad464@gmail.com

ABSTRAK

Teluk Jakarta merupakan salah satu perairan penting di Indonesia yang berperan besar dalam aktivitas ekonomi, pelayaran, pertahanan dan wisata pantai. Aktivitas tersebut tentu tidak lepas dari pengaruh oseanografi fisik salah satunya yaitu pola pasang surut dan arus laut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi pemodelan arus pasang surut di perairan teluk Jakarta menggunakan perangkat lunak Mike 21. Pemodelan ini diperlukan untuk memahami dinamika arus pasang surut yang berpengaruh terhadap aktivitas pesisir dan infrastruktur di teluk Jakarta. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data batimetri, data angin, dan data pasang surut. Hasil simulasi pemodelan Mike 21 selama 1 bulan di area teluk Jakarta didapatkan bahwa kecepatan arus pasut maksimum 0,15 m/s dengan tipe pasang surut harian tunggal (diurnal). Data pengamatan digunakan untuk memvalidasi data hasil model mike 21, validasi dilakukan untuk mengetahui keakuratan data hasil pemodelan yang telah dilakukan. Hasil validasi pasut mendapatkan nilai RMSE 0,13 dan validasi arus mendapat nilai RMSE 0,05. dari hasil validasi yang telah dilakukan bisa di simpulkan bahwa pemodelan yang telah dilakukan sudah cukup bagus karena mendekati nilai tinggi air yang sebenarnya.

Kata kunci: Arus, Pasang Surut, Mike 21, Teluk Jakarta.

ABSTRACT

Jakarta Bay is one of the most important bodies of water in Indonesia, playing a major role in economic activities, shipping, defence and beach tourism. These activities certainly cannot be separated from the influence of physical oceanography, one of which is the pattern of tides and currents. This research aims to model the tidal currents in the waters of Jakarta Bay using the MIKE 21 software. This modelling is needed to understand the dynamics of tidal currents that affect coastal activities and infrastructure in Jakarta Bay. The data used in this study are bathymetric data, wind data and tidal data. The results of the MIKE 21 modelling simulation for one month in the Jakarta Bay area showed that the maximum tidal current speed was 0.15 m/s with a single diurnal tidal type. Observational data is used to validate the data from the MIKE 21 model results, validation is done to determine the accuracy of the modelling data that has been done. The results of the tidal validation get an RMSE value of 0.13 and the current validation gets an RMSE value of 0.05. From the results of the validation that has been done it can be concluded that the modelling that has

been done is good enough because it is close to the actual water level value.

Keywords: *Currents, Tides, Mike 21, Jakarta Bay.*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya berada perairan. Potensi air di Indonesia merupakan posisi strategis bagi pelayaran internasional dan nasional, berskala merata Pelayaran antar pulau terkecil di Indonesia. Untuk mendukung kegiatan pelayaran pada khususnya dan kegiatan yang dilakukan di perairan (transportasi air) pada umumnya mutlak diperlukan untuk mengetahui pergerakannya kenaikan dan penurunan permukaan air laut secara normal disebut pasang surut. Pasang surut air laut (pasut) adalah pergerakan naik turun permukaan laut yang disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik antara bumi–bulan–matahari. Selain karena daya tariknya Ini adalah pengaruh meteorologi dan oseanografi juga berperan dalam pembentukannya karakteristik pasang surut, sehingga di masing-masing Permukaan bumi mempunyai kedudukan permukaan Air laut bervariasi dari satu tempat ke tempat lain tempat lain dan dari waktu ke waktu (Supriyono *et al*, 2015).

Pengamatan pasang surut juga untuk tujuan praktis dan juga untuk kebutuhan sains dalam mempelajari fenomena laut dapat memberikan dampak langsung atau tidak langsung untuk kehidupan manusia. Di wilayah pesisir Diperlukan pemantauan jangka Panjang untuk memprediksi kemungkinan terjadinya kenaikan permukaan laut yang bisa berbahaya kehidupan masyarakat pesisir. Pencegahan dini bencana dapat dilakukan dengan memeriksa secara mendalam perilaku posisi permukaan laut dari waktu ke waktu selama periode waktu tertentu. Sejauh ini, di wilayah perairan Indonesia mengalami keterbatasan data pasang surut yang disebabkan karena sulit dalam melakukan pengambilan data terutama

di daerah lepas pantai (Gumelar 2016).

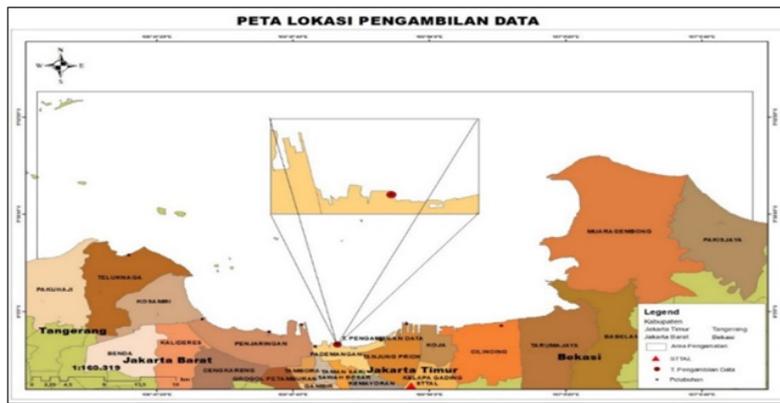
Untuk tujuan praktis, data pasang surut diperlukan dalam menentukan permukaan pasang surut (grafik datum), yaitu sebagai bidang acuan kedalaman laut pada peta navigasi laut, proyek rekayasa (jembatan, dermaga dan pelabuhan), pengerukan alur pelayaran dan pelabuhan, penentuan garis pangkal untuk batas wilayah laut teritorial, serta operasionalnya militer (pendaratan, penyelaman, pembongkaran dan instalasi tambang), selain data pasang surut juga diperlukan dalam navigasi laut dangkal, karena sifat pasang surut yang periodik dapat diprediksi dengan mendapatkan nilainya dari komponen penyusunnya (Supriyono *et al*, 2015).

Lokasi yang digunakan untuk melakukan simulasi pemodelan yaitu teluk Jakarta dikarenakan teluk Jakarta merupakan tempat lalu lintas kapal yang sangat padat dan pelabuhan terbesar dan tersibuk yang ada di Indonesia. Berdasarkan pengantar diatas terhadap dinamika perairan di teluk Jakarta maka dilakukan pemodelan hidrodinamika arus pasang surut. Pemodelan yang dilakukan menggunakan perangkat lunak MIKE 21 flow model fm (.m21) *hydrodynamic module*. Dari hasil pemodelan yang telah dilakukan saya berharap ini dapat membantu pemerintah untuk dijadikan sebagai salah satu acuan untuk pelayaran atau kegiatan pesisir lainnya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kerja Praktik Akhir (KPA) ini telah dilaksanakan pada tanggal 3 Januari sampai dengan 20 Maret 2024, berlokasi di Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Jakarta Utara.



Gambar 1. Peta domain model dan stasiun observasi sebagai validasi.

Figure 1. Model domain map and observation stations for validation.

Data Observasi Arus

Data arus berupa kecepatan, arah dan waktu diperoleh dari hasil pengamatan selama 15 hari di perairan pantai marina teluk Jakarta. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat Current Meter 106 Valeport, periode data mulai tanggal 14 Januari 2024 sampai dengan 28 Januari 2024.

Pengukuran data lapangan didapatkan besar dan arah arus umum. Besar dan arah arus ini di uraikan komponennya menjadi komponen T (timur-barat) dan U (utara-selatan). Hasil pemisahan komponen arus kemudian dilakukan pemisahan arus pasut dari arus total untuk masing-masing komponen T maupun U. Hasil dari analisis harmonik berupa komponen arus pasut dan arus residu ditentukan arah dan kecepatan arus digunakan rumus berikut (Simatupang *et al*, 2016)

1. Menentukan arah arus non pasut (arus residu (arus tetap)):

$$a_{\text{ arus non pasut}} = \text{Arctan} \left(\frac{T_{\text{ arus rata-rata}}}{U_{\text{ arus rata-rata}}} \right)$$

2. Menentukan kecepatan arus non pasut:

$$= \sqrt{(U_{\text{ arus rata-rata}})^2 + (T_{\text{ arus rata-rata}})^2}$$

Pasut

Data pasang surut berupa lokasi, waktu dan tinggi muka air diperoleh dari data hasil

pengukuran selama 15 hari di perairan pantai marina teluk Jakarta. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat Tide Master Valeport, periode data mulai tanggal 9 Januari sampai 23 Januari 2024. Hasil observasi data pasang kemudian akan diolah menggunakan Metode admiralty. Untuk mendapatkan konstanta pasang surut M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1. Setelah didapatkan komponen harmonik pasang surut dari metode admiralty, selanjutnya dapat diperoleh tipe atau jenis pasang surut di wilayah pantai marina ancol dengan bilangan formzahl (Kurniawan *et al*, 2023)

Bilangan Formzahl yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan Formzahl ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan Formzahl (Pugh, 1987) sebagai berikut:

$$F = \left(\frac{Hk1 + Ho1}{Hm2 + Hs2} \right)$$

Berdasarkan nilai F maka dapat diklasifikasikan karakteristik pasang surut sebagai berikut:

- 0 < F < 0.25 : Harian Ganda (Semi diurnal)
- 0.25 < F < 1.5 : Harian Campuran Condong

Ganda (*Mixed tide prevailing* semi diurnal)
 $1.5 < F < 3.0$: Harian Campuran Condong
 Tunggal (*Mixed tide prevailing* diurnal)
 $F > 3.0$: Harian Tunggal (diurnal)

Data Pembangkit Model

Data Batimetri dan Data Garis Pantai

Data Batimetri berupa format XYZ, yaitu XY Posisi dan Z kedalaman, dan data garis pantai dalam format XY (posisi) yang kemudian disesuaikan dengan format data MIKE 21. Data tersebut diperoleh dari hasil digitasi peta laut dari Dishidros TNI-AL dengan peta nomor 98 dan 86 (Teluk Jakarta). Menggunakan *software* ArcGIS 10.8. Output diatas prosesnya adalah data posisi garis pantai serta data posisi dinyatakan dalam *decimal degree*, sedangkan kedalaman dinyatakan dalam satuan meter.

Data hasil digitasi yang telah dibuat dalam bentuk xyz kemudian di input kedalam MIKE 21 untuk memuat *mesh*. Pada Mike zero salah satu modul yang berfungsi untuk membuat *fleksibel* mesh adalah mesh generator (.mdf) dimana outputnya berbentuk elemen segitiga. File *mesh* diperlukan sebagai input utama untuk menjalankan model hidrodinamika MIKE 21. Desain model dibangun sesuai domain model dengan Batasan-batasannya serta data masukan model yang diharapkan membangun model dengan simulasi yang baik dengan data error yang kecil. Kriteria mesh yang digunakan untuk membuat domain model dapat dilihat dalam Tabel 1.

Nilai maksimum yang digunakan yaitu

Tabel 1. Kriteria pembentukan mesh pada area domain model

Table 1. Criteria for mesh formation in the modelled domain area

No	Kriteria mesh	Keterangan
1	Maksimum elemen	0,0001 deg ²
2	Sudut terkecil	26°
3	Jumlah elemen	12393
4	Jumlah titik	8713

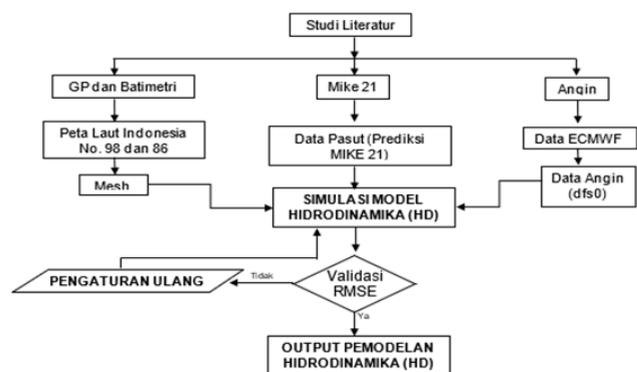
0,0001 deg² yang berarti setiap ukuran mesh seluas 1,2391 km². Bentukkan mesh mengaplikasikan *unstructured grid* yang berbentuk segitiga (*Triangular mesh*) guna mendapatkan resolusi geometri yang lebih tinggi pada sepanjang garis pantai yang kompleks, sehingga keseluruhan area penelitian mampu didekati sesuai dengan kondisi sebenarnya (Malik *et al.*, 2023).

Data Angin

Data angin berupa kecepatan, arah dan waktu diperoleh dari data global ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*) yang dapat diakses pada <https://cds.climate.copernicus.eu/>. Periode data adalah satu bulan yaitu dari tanggal 1 Januari 2024 sampai dengan 31 Januari 2024, dengan interval waktu setiap satu jam. Kemudian di input kedalam odv (*Ocean Data View*) untuk mengekstrak format file jadi txt, kemudian dimasukkan ke dalam Microsoft excel untuk mencari kecepatan dan arah angin.

Pasang Surut

Data pasang surut hasil model di dapatkan dari global tide prediction yg terdapat pada software mike 21. Pemodelan arus pasang surut menggunakan Mike 21 hydrodynamic (HD) module. Hydrodynamic (HD) module adalah model matematik untuk menghitung perilaku hidrodinamika air untuk berbagai fungsi gaya, seperti kondisi angin spesifik atau ketinggian air yang ditentukan dalam batas model terbuka. Hydrodynamic



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.
 Figure 2. Research Flowchart.

module mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai (DHI, 2017).

Validasi Model

Untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil model dilakukan validasi data dengan menggunakan tools RMSE. Data pengamatan pasut dan arus digunakan untuk validasi data hasil model prediksi MIKE 21. Data observasi menggunakan data hasil pengamatan 15 hari di perairan pantai marina teluk Jakarta periode untuk pasut 09-23 Januari 2024 dan arus periode 14-28 Januari 2024. Data yang telah terkumpul akan dianalisis kemudian dicari nilai RMSE dan korelasinya.

Root Mean Square Error (RMSE)

Model yang bisa dibangun dikatakan baik jika modelnya mendekati kondisi sebenarnya di alam, besarnya nilai validasi model yang dapat diperoleh diterima dengan nilai RMSE < 40% (Rahma *et al*, 2022). Nilai dari validasi yang diperoleh dengan menggunakan persamaan RMSE (*Root Mean Square Error*).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (xi - yi)^2}$$

Keterangan:

RMSE : *Root Mean Square Error*

Xi : data hasil simulasi

Yi : data lapangan

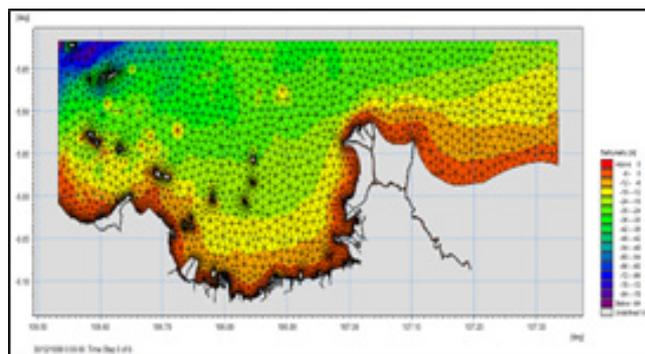
N : jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpolasi Data Garis Pantai Dan Batimetri

Model numerik dengan menggunakan Mike 21 FM menerapkan metode *computational Fluid Dynamics* (FEM), dengan bentuk *unstruktur grid* yang berbentuk segitiga (*Triangular mesh*) (DHI, 2024) seperti yang terlihat pada gambar 3.

Hasil interpolasi kedalaman dari perangkat lunak Mike 21 FM yang terlihat



Gambar 3. Interpolasi Batimetri Dan Garis Pantai.

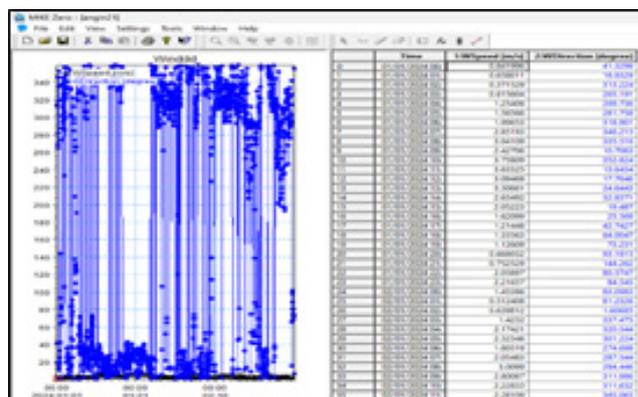
Figure 3. Interpolation of bathymetry and coastline.

pada Gambar 3. menunjukkan warna itu sebagai kedalaman dan bentuk segitiga sebagai jaring-jaring mesh. Kedalaman paling dangkal di perairan teluk Jakarta berkisar 6 meter pada area domain model namun akan semakin dalam dengan kedalaman 78 meter.

Angin

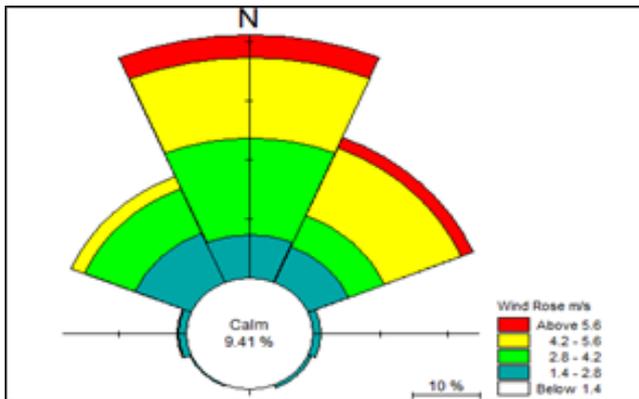
Time Series Angin (.dfs0)

Data angin yang telah di peroleh arah dan kecepatannya pada Microsoft Excel kemudian di *copy* ke Mike 21 untuk di buat time series, setelah data arah dan kecepatan angin di copy maka akan muncul grafik arah dan kecepatan angin. Data *time series* angin digunakan sebagai salah satu input data pada pemodelan hydrodynamic pada Mike 21 (Gambar 4).



Gambar 4. Tampilan data Time Series Angin dalam format dfs0.

Figure 4. Display of Wind Time Series data in dfs0 format.



Gambar 5. Mawar Angin Perairan Teluk Jakarta.
Figure 5. Wind rose of Jakarta Bay waters.

Windrose

Data angin yang sudah diolah dan dibuat jadi time series selain untuk input model data angin juga dibuat dalam bentuk *windrose*. Pembuatan *Windrose* menggunakan Mike Zero plot composer (.plc), plot *windrose* dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil plot wind rose yang telah dilakukan, terlihat pada Gambar 4 Menunjukkan arah dan kecepatan angin di teluk Jakarta. Dapat dilihat bahwa angin dominan bergerak dari arah Utara, ke arah Timur laut dan ke arah Barat laut dengan kecepatan angin maksimum sebesar 5,6 m/s dan kecepatan angin minimum 1,4 m/s.

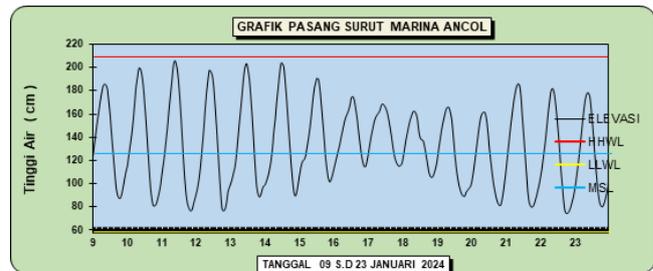
Pasang surut

Hasil pengolahan data pasang surut menunjukkan nilai bilangan Formzahl (F) sebesar 3,39 Berdasarkan nilai Formzahl tersebut disimpulkan bahwa tipe pasang surut pada area kajian adalah Tipe harian tunggal (diurnal) yaitu pasut yang terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dalam sehari.

Gambar 5. Menunjukkan grafik pasang surut di pantai marina, di mana pasang

Tabel 2. Hasil analisis harmonik pasang surut metode admiralty, pantai marina januari 2024
Table 2. Results of harmonic analysis of admiralty tides, marina beach January 2024

HASIL TERAKHIR										
	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A Cm	133	6	6	3	30	11	1	0	2	10
g °		315	317	277	145	109	143	278	317	145



Gambar 5. Elevasi Pasang Surut Pantai Marina Ancol Jabuari 2024.

Figure 5. Tidal Elevation of Marina Ancol Beach January 2024.

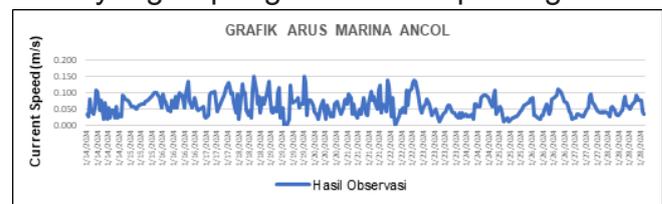
tertinggi terjadi pada tanggal 11 Januari 2024 dengan tinggi air laut sebesar 206 cm dan surut terendah terjadi pada tanggal 23 Januari 2024 dengan tinggi air laut sebesar 74 cm.

Arus

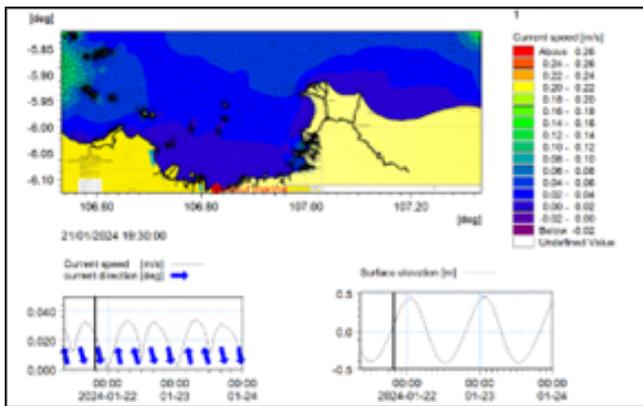
Hasil pengolahan data arus di perairan pantai marina dapat di lihat pada gambar 7. Berdasarkan Gambar 7. Menunjukkan grafik kecepatan arus di pantai marina selama 15 hari mulai dari tanggal 14 Januari sampai 28 Januari. Kecepatan arus tertinggi pada perairan pantai marina ancil terjadi pada tanggal 19 Januari 0,151 m/s dan kecepatan arus terendah terjadi pada tanggal 19 dan 22 Januari sebesar 0,000 m/s.

Simulasi Pemodelan

Simulasi model arus yang didapat dari hasil running model 2 Dimensi ini berupa simulasi pola pergerakan dan kecepatan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut



Gambar 7. Grafik arus Marina Ancol.
Figure 7. Current graph of Marina Ancol.



Gambar 8. Model Arus Pasut Ketika Menuju Pasang.

Figure 8. Tidal Current Model at High Tide.

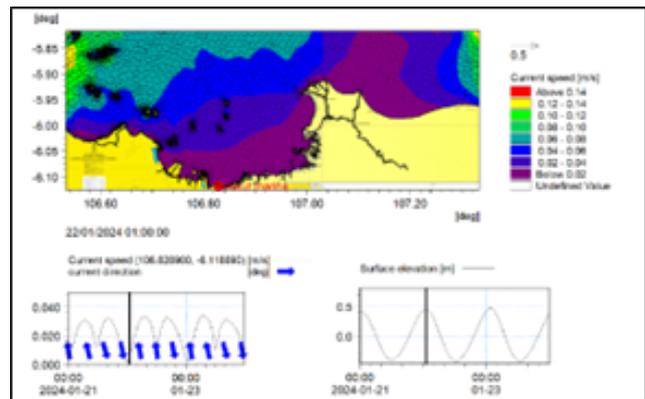
dan angin dimana telah didapat data yang signifikan pada periode waktu 1 sampai 31 Januari 2024.

Simulasi Model Arus Arus Pasut Menuju Pasang

Hasil simulasi pemodelan pola dan kecepatan arus pasut menuju pasang bisa dilihat pada Gambar 8. Gambar 8, menunjukkan simulasi arus pasut menuju pasang di perairan teluk Jakarta, di mana *vector* panah adalah arah arus pasut dan warna yaitu sebagai kecepatan arus pasut. Keadaan arus pasut di teluk Jakarta saat menuju pasang terjadi pada tanggal 21 Januari 2024 pada jam 22:00 di mana pergerakan arah arus pasut dari arah Utara dominan bergerak ke arah Selatan, Sebagian bergerak ke arah Barat dan ke arah Timur dengan rata-rata kecepatan arus 0,6 m/s bisa dilihat pada gambar simulasi dominan berwarna biru.

Simulasi Model Arus Pasut saat Pasang Tertinggi

Hasil simulasi pemodelan pola dan kecepatan arus pasut saat pasang tertinggi bisa dilihat pada Gambar 9. Gambar 9, menunjukkan simulasi arus pasut teluk Jakarta ketika pasang tertinggi (*spring tide*) terjadi pada tanggal 21 Januari 2024 pada jam 00:00. Di mana pergerakan arus dari arah utara dominan bergerak ke arah Barat sebagian bergerak ke arah Timur dengan kecepatan



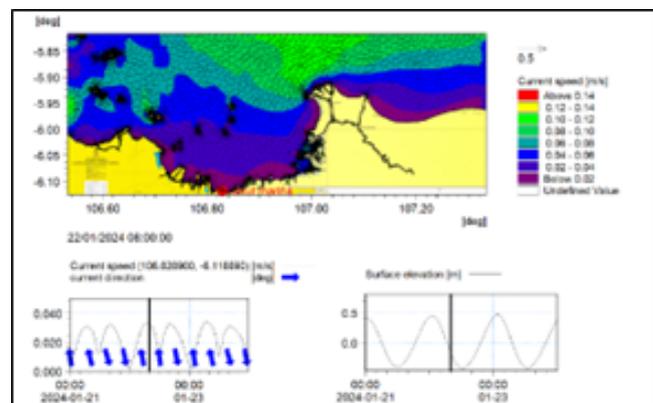
Gambar 9. Model Arus Pasut Ketika Pasang Tertinggi.

Figure 9. Tidal Current Model at Highest Tide.

arus tertinggi sebesar 0,12 m/s yang bisa dilihat warna kuning pada hasil simulasi dan kecepatan arus terendah 0,02 m/s bisa dilihat dari ungu. Menurut Aryono *et al* (2014), ketika pasang dan surut mencapai titik tertinggi atau terendah maka kecepatannya menjadi 0 m/s kemudian mengalami perubahan arah arus.

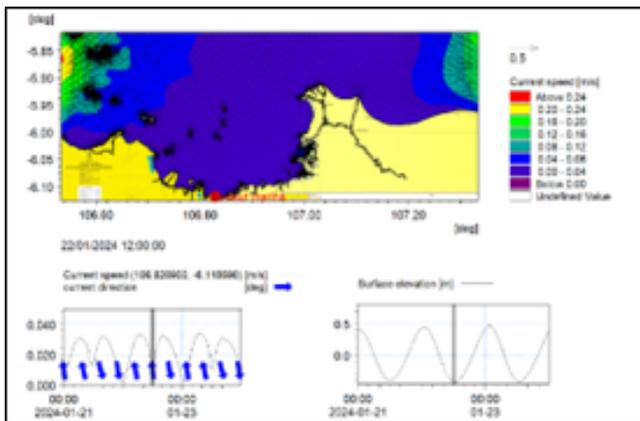
Simulasi Pemodelan Arus Pasut saat Menuju Surut

Hasil simulasi pemodelan pola dan kecepatan arus pasut saat menuju surut bisa dilihat pada gambar 10. Gambar 10, Menunjukkan simulasi pola pergerakan dan kecepatan arus pasut menuju surut di perairan teluk Jakarta yang terjadi pada tanggal 22 Januari 2024 pada jam 07:45. Pergerakan arus pasut dari arah Selatan dan Barat dominan bergerak ke arah Timur dan



Gambar 10. Model Arus Pasut Ketika Menuju Surut.

Figure 10. Tidal Current Model at Low Tide.



Gambar 11. Model Arus Pasut Ketika Surut Terendah.

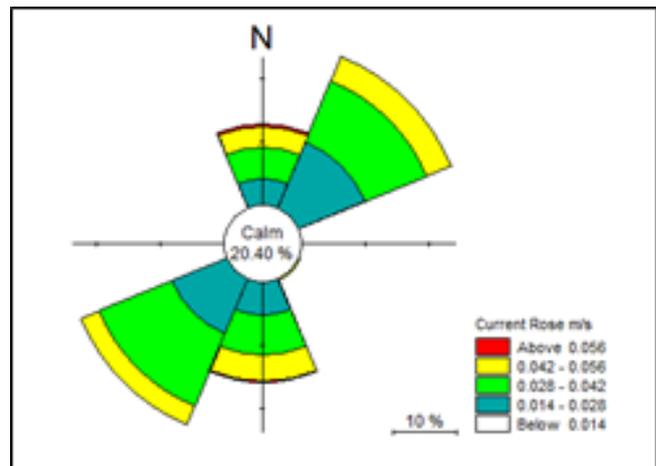
Figure 11. Tidal Current Model at Lowest Tide.

berbelok ke arah Utara dengan kecepatan arus tertinggi sebesar 0,10 m/s dari warna hijau dan untuk kecepatan arus terendah 0,02 m/s dari warna ungu.

Simulasi Pemodelan Arus Pasut saat Surut Terendah

Simulasi pemodelan pola dan kecepatan arus pasut saat surut terendah dapat dilihat pada Gambar 11. Gambar 11. Menunjukkan bahwa kondisi arus pasut teluk Jakarta saat surut terjadi pada tanggal 22 Januari 2024 jam 12:00. Pergerakan arus pasut dari arah Barat dan Timur dominan bergerak ke arah Utara dengan kecepatan arus tertinggi 0,24 m/s bisa dilihat dari warna merah dan kecepatan arus terendah 0,00 m/s dari warna ungu. Kecepatan arus yang rendah bisa terjadi karena posisi laut saat surut terendah dalam keadaan tenang sehingga kecepatan arusnya rendah.

Hasil pemodelan arus pasang surut yang telah dilakukan di perairan Teluk Jakarta mendapatkan nilai elevasi maksimum 0,26 m dan minimum -0,02 m, dengan kecepatan arus maksimum 0,26 m/s dan minimum 0,00 m/s. Menurut Atmojo *et al.*, (2019) menyatakan bahwa perairan Teluk Jakarta pada bulan maret 2018 mempunyai elevasi berturut-turut yaitu Z0 senilai 1,72 m, MSL senilai 1,909 m, MHWL senilai 2,544 m, MLWL senilai 1,274 m. Menurut Setiyadi *et al.*, (2024)



Gambar 12. Current Rose Teluk Jakarta.

Figure 12. Current Rose of Jakarta Bay.

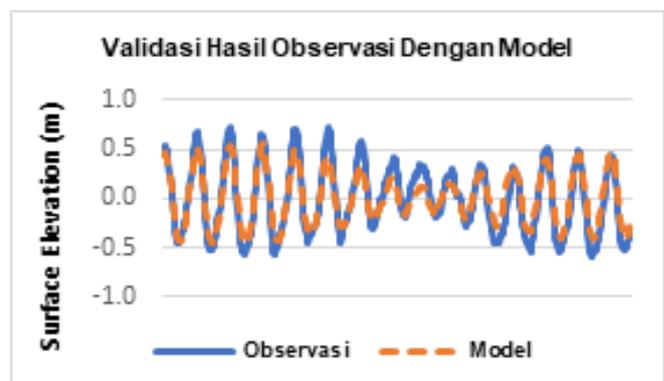
menyatakan bahwa pada puncak musim Barat bulan Januari 2023 di wilayah Teluk Jakarta memiliki kecepatan arus maksimal sebesar 0,48559 m/s dan kecepatan arus minimum sebesar 0,00001 m/s.

Validasi Hasil Model

Hasil simulasi model hidrodinamika yaitu elevasi pasut dan kecepatan arus divalidasi dengan hasil observasi lapangan, survei mahasiswa STTAL dilakukan pada posisi yang sama antara model dan observasi. Tujuan dilakukan validasi data adalah untuk mengecek tingkat keakuratan hasil model.

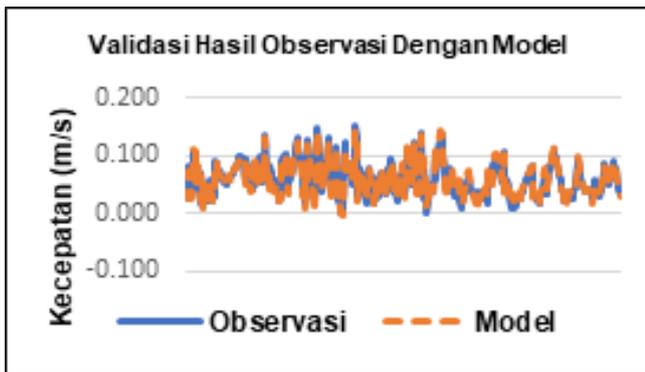
Validasi Pasang Surut

Hasil validasi pasang surut menunjukkan perbandingan elevasi pasang surut hasil



Gambar 13. Grafik Validasi Pasut Hasil MIKE 21 Dan Hasil Observasi.

Figure 13. Tidal Validation Graph of MIKE 21 Results and Observation Results.



Gambar 14. Grafik Validasi Arus Hasil Mike 21 Dan Hasil Observasi.

Figure 14. Flow Validation Chart of Mike 21 Results and Observation Results.

simulasi model dengan data observasi. Pola yang ditunjukkan grafik hasil model yang terbentuk dan polanya mendekati sama dengan data survei STTAL. Secara visual dapat diketahui bahwa pasang surut yang terjadi mempunyai tipe pasang surut harian tunggal (diurnal). Nilai RMSE untuk pasang surut model dengan hasil pengamatan mendapatkan nilai 0,13. Grafik validasi pasang surut hasil model dengan hasil observasi dapat dilihat pada Gambar 13.

Validasi Arus Pasut

Validasi arus hasil model dengan hasil observasi adalah Langkah penting dalam menilai keakuratan model hidrodinamika seperti MIKE 21. Dalam kasus dimana grafik antara hasil model dan observasi menunjukkan kesesuaian yang baik dengan nilai RMSE yang rendah 0,05. Grafik validasi arus pasang surut dapat dilihat pada gambar 14.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil interpolasi kedalaman dari perangkat lunak Mike 21 FM menunjukkan kedalaman minimum di perairan teluk Jakarta berkisar 6 meter dengan kedalaman maksimum 78 meter. Kriteria mesh yang digunakan pada domain model yaitu maksimum elemen 0,0001 deg°, sudut terkecil 26°, jumlah elemen 12393 dan jumlah titik 8.713.

Hasil *windrose* menunjukkan bahwa arah angin di perairan teluk Jakarta dominan bergerak dari arah Utara, Timur laut dan Barat laut dengan kecepatan angin maksimum 5.6 m/s.

Hasil simulasi pemodelan arus pasang surut yang telah dilakukan sudah cukup bagus, bisa dilihat pada hasil overlay data hasil observasi dengan hasil model mempunyai pola grafik yang sama dan nilai RMSE yang rendah. Hasil perhitungan RMSE arus pasang surut mendapatkan nilai 0,05 dan untuk pasang surut mendapatkan nilai 0,13.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis artikel ini adalah contributor utama. Artikel ini merupakan bagian dari Kerja Praktek Akhir (KPA) penulis pertama yang dibimbing teknis pengukuran dilaut oleh penulis kedua dan penulis kelima. Simulasi pemodelan dan penulis artikel dibimbing teknis oleh penulis keenam dan ketujuh. Pembimbing ketiga dan keempat tak henti-hentinya memberikan motivasi dan dukungan moril. KPA dilaksanakan di Laboratorium Hidro-Oseanografi STTAL di Kelapa Gading Barat Jakarta Utara..

DAFTAR PUSTAKA

- Aryono, M., Purwanto, P., Ismanto, A., & Rina, R. (2014). Kajian potensi energi arus laut di perairan Selat antara Pulau Kandang Balak dan Pulau Kandang Lunik, Selat Sunda. *Journal of Oceanography*, 3(2), 230–235.
- Atmodjo, W., & Pranowo, W. S. (2019). Karakteristik pasang surut di Teluk Jakarta berdasarkan data 253 bulan. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 25–36.
- Azis Kurniawan, M., Azhari, F., Handoko, D., Setiyo Pranowo, W., Tinggi Teknologi Angkatan Laut, S., & Riset dan Inovasi Nasional, B. (n.d.). Studi komparasi pengolahan data pasang surut di

- perairan Sebatik Kalimantan Utara menggunakan metode least square dan metode admiralty. *Jurnal Chart Datum*, 9(1), 1–10.
- DHI. (2017). Flow model FM module scientific and spectral wave FM document. DHI. https://manualas.mikepoweredbydhi.heip/latest/Coast_and_sea/mike_fm_hd_3d.pdf
- DHI. (2024). MIKE 3 Flow Model FM: Hydrodynamic and Transport Module. Dalam MIKE DHI (hal. 1–158). https://manuals.mikepoweredbydhi.help/latest/Coast_and_Sea/MIKE_FM_HD_3D.pdf
- Gumelar, J., Sasmito, B., & Amrohman, F. J. (2016). Analisis harmonik dengan menggunakan teknik kuadrat terkecil untuk penentuan komponen-komponen pasut di wilayah laut selatan Pulau Jawa dari satelit altimetri Topex/Poseidon dan Jason-1. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 194–203.
- Malik, K., Pranowo, W. S., Sukoco, N. B., Adrianto, D., Setiyadi, J., & Handoko, D. (2023). Hydrodynamic characteristics of the Lombok Strait during the 2022 West Monsoon peak and estimation of ocean current power generation potential. *Computational and Experimental Research in Materials and Renewable Energy*, 6(2), 72. <https://doi.org/10.19184/cerimre.v6i2.43786>
- Pugh, D. (1987). Tides, surges, and mean sea-level. J. Wiley.
- Setiyadi, J., Handoko, D., Ayuningsih, T. L., Malik, K., Sartimbul, A., & Pranowo, W. S. (2023). Karakter tinggi gelombang signifikan, dinamika muka laut dan sirkulasi arus permukaan laut di Teluk Jakarta berdasarkan data model global. *Jurnal Riset Jakarta*, 16(2), 51–58.
- Simatupang, C. M., & Agussalim, A. (2016). Analisis data arus di perairan muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Geodesi*, 8(1).
- Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2015). Analisa dan perhitungan prediksi pasang surut menggunakan metode admiralty dan metode least square (studi kasus perairan Tarakan dan Balikpapan). *Jurnal Chart Datum*, 1(1), 9–20.