

PEMODELAN ARUS SEJAJAR PANTAI DAN SEBARAN TOTAL SSC (*SEDIMENT SUSPENDED CONCENTRATION*) DI PERAIRAN TANJUNG KALIAN PADA BULAN DESEMBER 2022

MODELING OF LONGSHORE CURRENTS AND TOTAL SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION (SSC) DISTRIBUTION IN THE TANJUNG KALIAN WATERS IN DECEMBER 2022

¹Deri Sutiawan*, ¹Muhammad Hafizh Prasetyo Adji, ¹Afifa Saira Putri, ¹Mohammad Raihan Gymnastiar, ¹Eldeenio Akeyla Ibrahim, ²Gentio Harsono, ²Arochim

¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: derisutiawan14@students.undip.ac.id

Abstrak

Perairan Tanjung Kalian terletak di Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Bangka Belitung. Perairan ini tentunya tidak terlepas dari bencana pesisir seperti abrasi dan erosi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola arus sejajar pantai (*longshore current*) dan sebaran total SSC (*sediment suspended concentration*) di Perairan Tanjung Kalian pada bulan Desember 2022. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data batimetri dan garis pantai dari Peta Laut Indonesia (PLI) No. 52R2, data angin dan gelombang dari ECMWF, serta data lapangan untuk validasi dari data prediksi pasang surut BIG. Metode yang digunakan adalah metode numerik menggunakan *Coupled Model FM*, menggunakan beberapa modul, yaitu modul *hydrodynamic*, *mud transport*, dan *spectral waves*. Hasil analisis menunjukkan nilai kecepatan arus sejajar pantai di Perairan Tanjung Kalian pada bulan Desember 2022 berkisar antara 0,00 – 0,6 m/s dengan arah arus dominan bergerak menuju arah barat laut dan tenggara. Tinggi gelombang signifikan (*Hs*) hasil pemodelan menunjukkan nilai berkisar antara 0,00 – 0,42 m dengan arah gelombang dominan bergerak dari arah barat dan barat laut. Hasil model sebaran total SSC menunjukkan nilai berkisar antara 0,000000 – 0,0040 kg/m³. Hasil validasi RMSE (*root mean square error*) model bernilai sebesar 0,479857448 m yang menunjukkan tingkat akurasi baik.

Kata Kunci: Tanjung Kalian, Arus Sejajar Pantai, Sebaran Total SSC, Metode Numerik

Abstract

*The waters of Tanjung Kalian is located in West Bangka Regency, Bangka Belitung Province. These waters are certainly at risk of natural disasters such as abrasion and erosion. The primary objective of this study is to determine the longshore current patterns and the total suspended sediment concentration (SSC) distribution in the waters of Tanjung Kalian in December 2022. The data used in this study include bathymetric and shoreline data from the Indonesian Nautical Chart (PLI) No. 52R2, wind and wave data from ECMWF, as well as field data for validation obtained from tidal prediction data provided by BIG. The study employed a numerical method, using several modules, namely the hydrodynamic, mud transport, and spectral waves modules. The analysis results show that the longshore current velocity in the waters of Tanjung Kalian in December 2022 ranges from 0,00 to 0,6 m/s, with the dominant current direction moving northwestward and southeastward. The significant wave height (*Hs*) obtained from the model ranges from 0,00 to 0,42 m, with the dominant wave direction coming from the west and northwest. The total SSC distribution model results indicate values ranging from 0,000000 to 0,0040 kg/m³. The validation result of the model shows a root mean square error (RMSE) of 0,479857448 m, indicating a good level of accuracy.*

Keyword: Tanjung Kalian, Longshore Current, Total SSC Distribution, Numerical Methods

1. PENDAHULUAN

Longshore current atau arus sejajar pantai merupakan pergerakan massa air

yang bergerak sejajar dengan garis pantai. Arus sejajar pantai terbentuk akibat adanya gelombang pecah yang membentuk sudut

terhadap garis pantai sehingga menciptakan arus yang sejajar dengan garis pantai (Triatmodjo, 1999). Kecepatan dari arus sejajar pantai sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan sudut dari gelombang pecah (Pratama *et al.*, 2023). Arus sejajar pantai yang terbentuk akibat gelombang pecah ini dapat mengangkut partikel-partikel sedimen di sepanjang garis pantai sehingga dapat menyebabkan terjadinya proses abrasi dan sedimentasi di pantai (Suhana *et al.*, 2018).

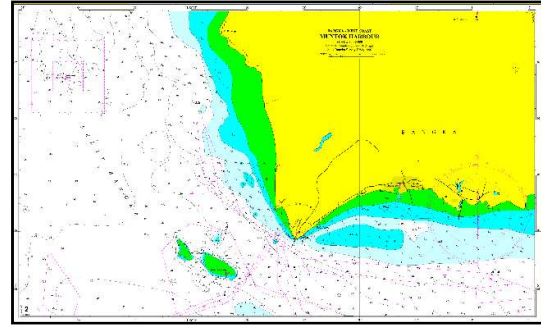
Menurut Safwan *et al.* (2016), proses transpor sedimen pada peristiwa arus sejajar pantai terjadi karena adanya turbulensi sedimen dasar perairan serta adanya fenomena *cross shore* yang menyebabkan angkutan sedimen di wilayah *intertidal* terangkut secara bolak-balik dan tegak lurus terhadap garis pantai akibat pengaruh gelombang dan terbawa bersama massa air. Peristiwa transpor sedimen di wilayah pesisir ini berpengaruh terhadap perubahan morfologi garis pantai melalui proses abrasi dan akresi (Suleman dan Bur, 2023).

Perairan Tanjung Kalian merupakan wilayah yang terletak di Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Perairan ini sering digunakan untuk berbagai kegiatan seperti pariwisata, pelabuhan, hingga kegiatan industri. Lokasi yang memiliki garis pantai ini tentunya tidak terlepas dari bencana pesisir seperti abrasi dan erosi. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan arus sejajar pantai dan sebaran total SSC (*Sediment Suspended Concentration*) pada bulan Desember tahun 2022.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dijelaskan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Laut Indonesia No. 52R2
(Sumber: Pushidrosal, 2023)

Pada penelitian ini, telah dilakukan pemodelan arus sejajar pantai dan sebaran total sedimen di wilayah Perairan Tanjung Kalian, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Bangka Belitung. Pemodelan dilakukan pada musim barat dari tanggal 1 Desember 2022 hingga 31 Desember 2022.

2.2 Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam pengolahan model arus sejajar pantai dan sebaran total sedimen adalah:

- Data batimetri dan garis pantai yang diperoleh dari Peta Laut Indonesia No. 52R2 (Pelabuhan Muntok, Bangka Belitung) keluaran PUSHIDROSAL Tahun 2023.
- Data angin dan gelombang diperoleh dari *website* European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) Copernicus dengan jenis data *reanalysis ERA5 hourly data on single levels* untuk *input* model gelombang.
- Data prediksi pasang surut diperoleh dari *software* MIKE 21 melalui *Tidal Prediction of Height* sebagai parameter model.
- Data prediksi pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk validasi hasil model.

2.3 Metode Numerik

Pada penelitian ini, pemodelan dilakukan dengan metode numerik menggunakan *Coupled Model FM*. Penelitian ini menggunakan beberapa modul, yaitu: modul *hydrodynamic*, *mud transport*, dan *spectral waves*. Modul *hydrodynamic* ini

memfasilitasi simulasi yang komprehensif terhadap dinamika aliran, seperti sungai, danau, estuari, pantai, serta laut. Modul ini digunakan untuk mendapatkan komponen arus laut dan elevasi muka air laut. Modul ini dibangun oleh persamaan kontinuitas dan persamaan momentum sebagai berikut (Wicaksono *et al.*, 2024):

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan momentum dalam komponen horizontal x dan y (Wicaksono *et al.*, 2024):

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (2)$$

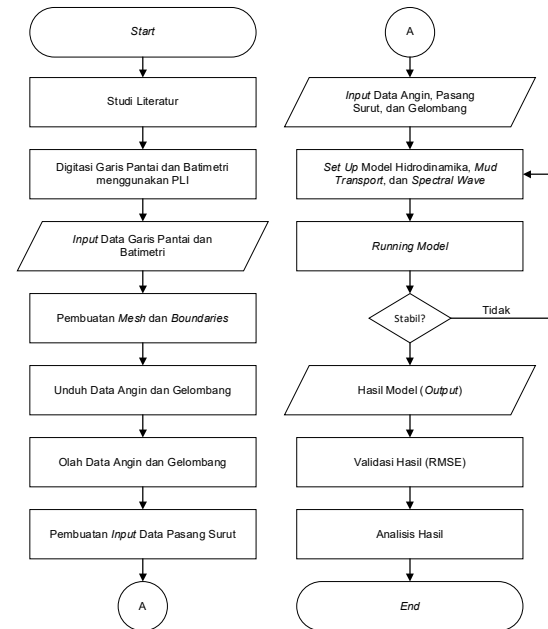
$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) \right] - \Omega_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- $h(x, y, t)$: kedalaman air ($\eta - d, m$)
 $d(x, y, t)$: kedalaman air dalam berbagai waktu (m)
 $\eta(x, y, t)$: elevasi permukaan (m)
 $p, q (x, y, t)$: *flux densities* dalam arah x dan y ($m^3/s/m$) = (uh, vh)
 (u, v) : *depth averaged velocities* dalam arah x dan y
 $C(x, y)$: *chezy resistance*
 g : kecepatan gravitasi (m/s^2)
 $V, V_x, V_y (x, y, t)$: kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)
 $p_a(x, y, t)$: tekanan atmosfer ($kg/m/s^2$)
 ρ_w : berat jenis air (kg/m^3)
 $\tau_{xx}, \tau_{xy} \tau_{yy}$: *shear stress*

Modul *mud transport* digunakan untuk mensimulasikan pergerakan partikel sedimen yang halus di perairan. Modul *spectral waves* digunakan untuk mensimulasikan penjalaran gelombang dari lokasi awal ke arah pantai.

Pemodelan dilakukan melalui beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil akhir. Secara garis besar, tahapan pemodelan tersebut terbagi menjadi tiga tahap utama, yaitu tahap *pre-processing*, tahap *processing*, dan tahap *post-processing*. Tahap *pre-processing* meliputi studi literatur, persiapan data (angin, gelombang, dan pasang surut), dan digitasi (batimetri dan garis pantai). Tahap *processing* meliputi pembuatan *mesh*, pembuatan model batas (*boundary model*), dan penentuan pengaturan model (*set-up model*). Terakhir, tahap *post-processing* meliputi penyajian hasil model dalam bentuk visualisasi, validasi model dan analisis hasil. Tahapan tersebut dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

2.4 Validasi RMSE

Keakuratan hasil pengolahan data dapat diukur melalui perhitungan kesalahan relatif. *Root Mean Square Error* (RMSE) mengkalkulasi perbandingan data lapangan dan prediksi model sebagai estimasi atas nilai yang diobservasi. Validasi dilakukan dengan data pasang surut hasil pengamatan lapangan yang diperoleh dari BIG. Apabila nilai kesalahan relatif kecil maka hasil pengolahan data dapat dikatakan akurat dan mewakili kondisi sebenarnya yang terjadi di

lapangan (Sufyan *et al.*, 2023). Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n [\hat{X}_i - X_i]^2}$$

Keterangan:

RMSE : *root mean square error*

\hat{X}_i : hasil model

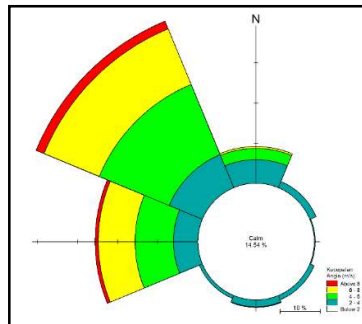
X_i : data validasi

N : jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Wind Rose

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan diagram *windrose* untuk mengetahui distribusi kecepatan dan arah angin di Perairan Tanjung Kalian pada bulan Desember 2022. Hasil pengolahan diagram *windrose* tersebut disajikan pada Gambar 3.

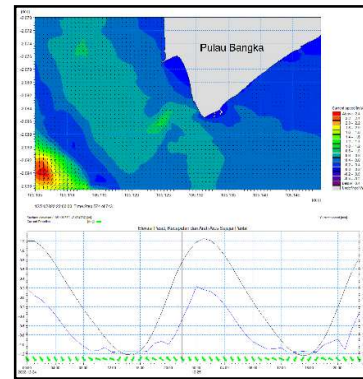


Gambar 3. *Wind Rose* pada Bulan Desember 2022 (Musim Barat)

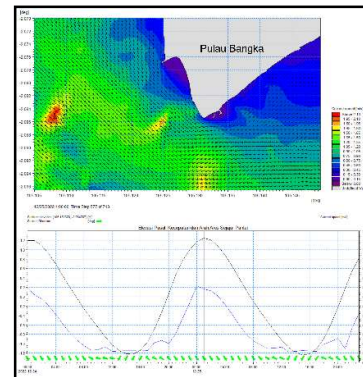
Berdasarkan Gambar 3, arah angin di Perairan Tanjung Kalian pada bulan Desember 2022 dominan bertiup dari arah barat laut dan barat, dengan kecepatan angin dominan berkisar antara 4-6 m/s. Dominasi arah angin tersebut dipengaruhi oleh musim barat yang sedang berlangsung, di mana massa angin bergerak dari Benua Asia yang bertekanan tinggi di Belahan Bumi Utara (BBU) menuju Benua Australia yang bertekanan rendah di Belahan Bumi Selatan (BBS) (Wardhani *et al.*, 2021).

3.2 Kecepatan dan Arah Arus Sejajar Pantai

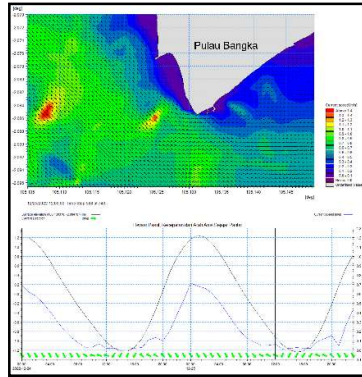
Dari hasil pemodelan arus sejajar pantai, dilakukan analisis kecepatan arus pada empat kondisi waktu yang berbeda, yaitu pada kondisi menuju pasang tertinggi, kondisi pasang menuju tertinggi, kondisi menuju surut terendah, dan kondisi surut terendah. Hasil model kecepatan arus sejajar pantai tersebut disajikan pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 7 dan tampilan *current rose* pada Gambar 8, sebagai berikut.



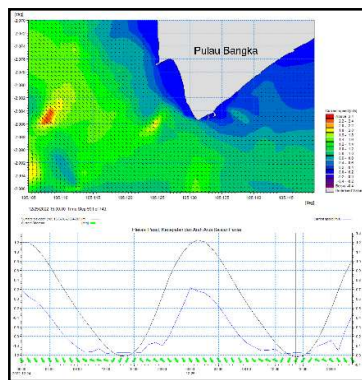
Gambar 4. Kecepatan Arus pada Kondisi Menuju Pasang Tertinggi pukul 22.00 WIB (24/12/2022)



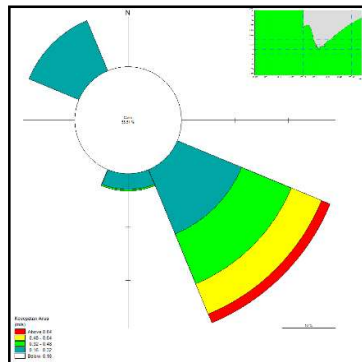
Gambar 5. Kecepatan Arus pada Kondisi Pasang Tertinggi pukul 01.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 6. Kecepatan Arus pada Kondisi Menuju Surut Terendah pukul 12.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 7. Kecepatan Arus pada Kondisi Surut Terendah pukul 15.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 8. Current Rose pada Bulan Desember 2022 (Musim Barat)

Hasil pemodelan yang disajikan pada Gambar 4 menunjukkan kecepatan arus sejajar pantai pada kondisi menuju pasang tertinggi, yang terjadi pada 24 Desember 2022 pukul 23.00 WIB, memiliki kisaran kecepatan arus sejajar pantai dominan antara 0,2-0,6 m/s dengan arah dominan mengarah ke tenggara di sisi barat pesisir Tanjung

Kalian dan dominan mengarah ke timur laut di sisi timur pesisir Tanjung Kalian. Selanjutnya, pada kondisi pasang tertinggi yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 01.00 WIB (Gambar 5), kecepatan arus sejajar pantai dominan berkisar antara 0,00-0,45 m/s dengan arah arus yang tetap mengarah ke tenggara di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dan timur laut di sisi timur pesisir Tanjung Kalian.

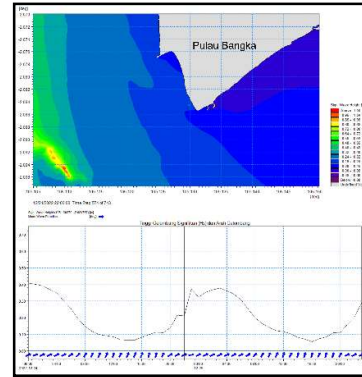
Sementara itu, pada kondisi menuju surut terendah yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 12.00 WIB (Gambar 6), kecepatan arus sejajar pantai dominan berkisar antara 0,0-0,5 m/s dan mengalami perubahan arah arus dominan menuju barat laut di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dan dominan mengarah ke barat daya di sisi timur pesisir Tanjung Kalian. Pada kondisi surut terendah yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 15.00 WIB (Gambar 7), kecepatan arus sejajar pantai dominan berkisar antara 0,0-0,4 m/s dengan arah arus dominan tetap mengarah ke barat laut di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dan dominan mengarah ke barat daya di sisi timur pesisir Tanjung Kalian.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa arah arus dominan bergerak ke tenggara di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dan dominan mengarah ke timur laut di sisi timur pesisir Tanjung Kalian selama fase menuju pasang tertinggi dan pada kondisi pasang tertinggi, sedangkan selama fase menuju surut terendah dan pada surut terendah, arah arus dominan beralih ke barat laut di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dan dominan mengarah ke barat daya di sisi timur pesisir Tanjung Kalian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dinamika pasang surut berperan dalam mempengaruhi pergerakan arah arus dominan yang ditandai dengan perubahan arah arus seiring dengan perubahan kondisi pasang surut. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Aryono *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa ketika pasang atau surut mencapai titik tertinggi maupun terendah, kecepatan arus akan menurun hingga 0 m/s dan diikuti oleh perubahan arah arus.

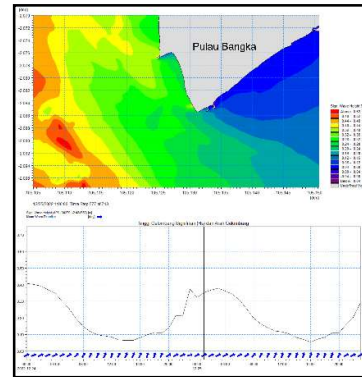
Gambar 8 menampilkan diagram *current rose* di Perairan Tanjung Kalian pada Desember 2022, yang berlokasi pada koordinat $105^{\circ} 07' 49,332''$ BT dan $2^{\circ} 05' 5,2332''$ LS (sisi barat pesisir Tanjung Kalian). Diagram tersebut menunjukkan bahwa arah arus dominan bergerak ke tenggara di sisi barat pesisir Tanjung Kalian dengan kisaran kecepatan arus dominan antara 0,16-0,48 m/s. Arah arus dominan tersebut cenderung dipengaruhi kondisi pasang di lokasi penelitian. Sedangkan, sedikit dominasi arah arus yang bergerak ke barat laut cenderung dipengaruhi oleh kondisi surut. Pola arah arus yang tergambar dalam *current rose* tersebut juga mengindikasikan adanya perubahan arah arus di lokasi pengamatan.

3.3 Tinggi Gelombang Signifikan (Hs) dan Arah Gelombang

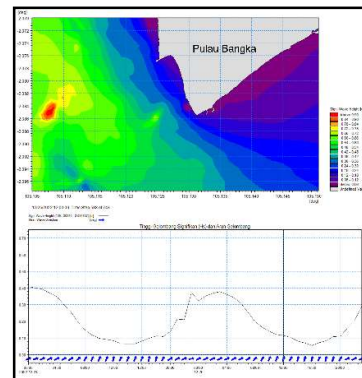
Dari hasil pemodelan tinggi gelombang signifikan (Hs) dan arah gelombang, dilakukan analisis gelombang pada empat kondisi waktu yang berbeda, yaitu pada kondisi menuju pasang tertinggi, kondisi pasang menuju tertinggi, kondisi menuju surut terendah, dan kondisi surut terendah. Analisis hasil model gelombang dilakukan untuk mengetahui nilai tinggi gelombang signifikan (Hs) dan arah gelombang dominan yang mempengaruhi kecepatan dan arah arus sejajar pantai yang terjadi di Perairan Tanjung Kalian pada bulan Desember 2022. Hasil model tinggi gelombang signifikan (Hs) dan arah gelombang tersebut disajikan pada Gambar 9 sampai dengan Gambar 16 dan tampilan *wave rose* pada Gambar 17, sebagai berikut.



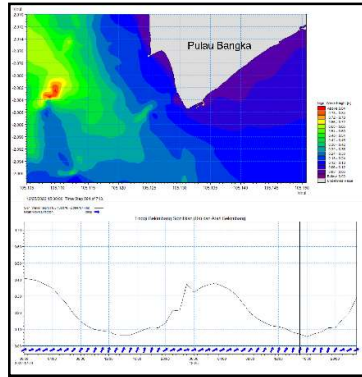
Gambar 9. Tinggi Gelombang Signifikan (Hs) pada Kondisi Menuju Pasang Tertinggi pukul 22.00 WIB (24/12/2022)



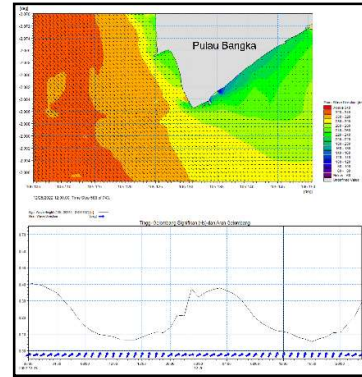
Gambar 10. Tinggi Gelombang Signifikan (Hs) pada Kondisi Pasang Tertinggi pukul 01.00 WIB (25/12/2022)



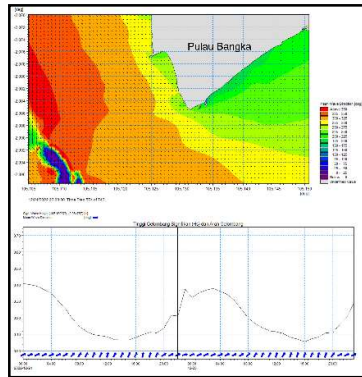
Gambar 11. Tinggi Gelombang Signifikan (Hs) pada Kondisi Menuju Surut Terendah pukul 12.00 WIB (25/12/2022)



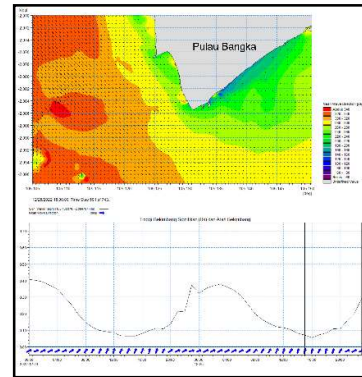
Gambar 12. Tinggi Gelombang Signifikan (H_s) pada Kondisi Surut Terendah pukul 15.00 WIB (25/12/2022)



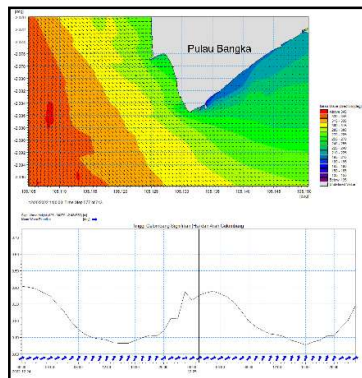
Gambar 15. Arah Gelombang pada Kondisi Menuju Surut Terendah pukul 12.00 WIB (25/12/2022)



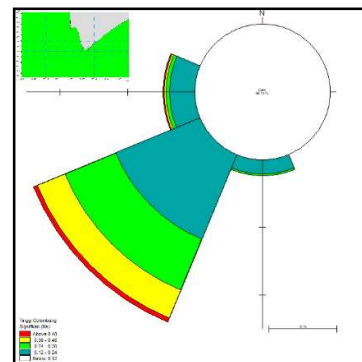
Gambar 13. Arah Gelombang pada Kondisi Menuju Pasang Tertinggi pukul 22.00 WIB (24/12/2022)



Gambar 16. Arah Gelombang pada Kondisi Surut Terendah pukul 15.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 14. Arah Gelombang pada Kondisi Pasang Tertinggi pukul 01.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 17. Wave Rose pada Bulan Desember 2022 (Musim Barat)

Hasil pemodelan yang disajikan pada Gambar 9 dan Gambar 13 menunjukkan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan arah gelombang pada kondisi menuju pasang tertinggi, yang terjadi pada 24 Desember 2022 pukul 22.00 WIB, memiliki kisaran tinggi gelombang signifikan (H_s) dominan antara

0,00-0,32 m dengan arah gelombang dominan bergerak dari arah barat dan barat laut dengan nilai 250-325 derajat. Selanjutnya, pada kondisi pasang tertinggi yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 01.00 WIB (Gambar 10 dan Gambar 14), tinggi gelombang signifikan (H_s) dominan berkisar antara 0,04-0,32 m dengan arah gelombang dominan bergerak dari barat dan barat laut dengan nilai 270-330 derajat.

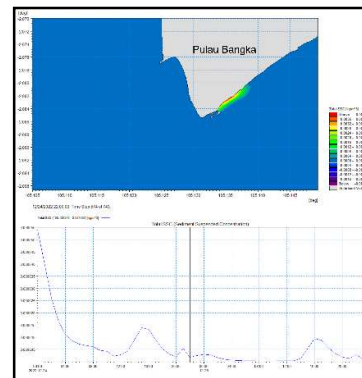
Sementara itu, hasil pemodelan yang disajikan pada Gambar 11 dan Gambar 15 menunjukkan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan arah gelombang pada kondisi menuju surut terendah, yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 12.00 WIB, memiliki kisaran tinggi gelombang signifikan (H_s) dominan antara di bawah 0,06-0,42 m dengan arah gelombang dominan mengarah dari arah barat dan barat laut dengan nilai 260-340 derajat. Selanjutnya, pada kondisi surut terendah yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 15.00 WIB (Gambar 12 dan Gambar 16), tinggi gelombang signifikan (H_s) dominan berkisar antara 0,00-0,30 m dengan arah gelombang bergerak dari barat dan barat laut dengan nilai 260-340 derajat.

Gambar 17 menampilkan diagram *wave rose* di Perairan Tanjung Kalian pada Desember 2022, yang berlokasi pada koordinat 105° 7' 49,332" BT dan 2° 5' 5,2332" LS (sisi barat pesisir Tanjung Kalian). Diagram tersebut menunjukkan bahwa arah gelombang dominan bergerak dari barat daya dengan kisaran tinggi gelombang signifikan (H_s) antara 0,12-0,24 m. Pola arah gelombang yang tergambar dalam *wave rose* tersebut mengindikasikan perubahan arah gelombang di lokasi pengamatan tidak terlalu signifikan. Arah gelombang dominan yang bergerak menuju pantai tersebut berperan dalam pembangkitan arus sejajar pantai di lokasi pengamatan. Kecepatan arus sejajar pantai yang dibangkitkan akan berbanding lurus dengan arah dan tinggi gelombang signifikan pembangkitnya. Besarnya sudut datang gelombang akan mempengaruhi pola arus sejajar pantai yang memungkinkan sedimen berpindah sepanjang pantai dan akan terendapkan pada daerah di mana

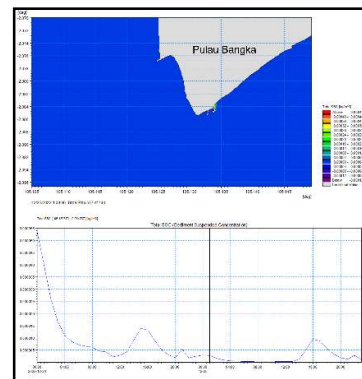
kecepatan arusnya tidak memungkinkan lagi untuk memindahkan sedimen (Triatmodjo, 1999).

3.4 Sebaran Total SSC (*Sediment Suspended Concentration*)

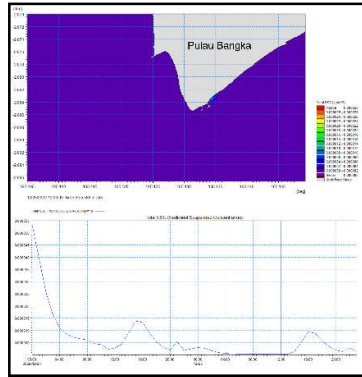
Dari hasil pemodelan sebaran total SSC, dilakukan analisis sebaran total SSC pada empat kondisi waktu yang berbeda, yaitu pada kondisi menuju pasang tertinggi, kondisi pasang menuju tertinggi, kondisi menuju surut terendah, dan kondisi surut terendah. Hasil model sebaran total SSC tersebut disajikan pada Gambar 18 hingga Gambar 21 sebagai berikut.



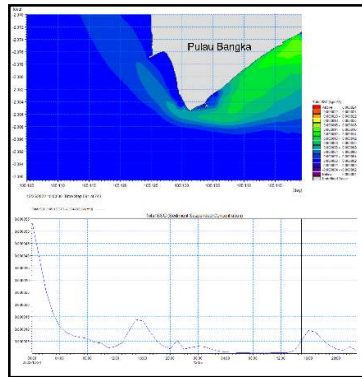
Gambar 18. Sebaran Total SSC pada Kondisi Menuju Pasang Tertinggi pukul 22.00 WIB (24/12/2022)



Gambar 19. Sebaran Total SSC pada Kondisi Pasang Tertinggi pukul 01.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 20. Sebaran Total SSC pada Kondisi Menuju Surut Terendah pukul 12.00 WIB (25/12/2022)



Gambar 21. Sebaran Total SSC pada Kondisi Surut Terendah pukul 15.00 WIB (25/12/2022)

Hasil pemodelan yang disajikan pada Gambar 18 menunjukkan sebaran total SSC pada kondisi menuju pasang tertinggi, yang terjadi pada 24 Desember 2022 pukul 22.00 WIB, memiliki kisaran sebaran total SSC dominan antara $0,0000-0,0004 \text{ kg/m}^3$ dengan sedikit sebaran total SSC sebesar $0,0004-0,0040 \text{ kg/m}^3$ pada bagian tenggara pesisir Tanjung Kalian. Selanjutnya, pada kondisi pasang tertinggi yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 01.00 WIB (Gambar 19), sebaran total SSC dominan berkisar antara $0,00000-0,00004 \text{ kg/m}^3$ dengan sedikit sebaran total SSC sebesar $0,00012-0,00044 \text{ kg/m}^3$ pada bagian selatan pesisir Tanjung Kalian.

Sementara itu, pada kondisi menuju surut terendah yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 12.00 WIB (Gambar 20), sebaran total SSC dominan berkisar antara $0,000000-0,000002 \text{ kg/m}^3$ dengan

sedikit sebaran total SSC sebesar $0,000002-0,000014 \text{ kg/m}^3$ pada bagian selatan pesisir Tanjung Kalian. Pada kondisi surut terendah yang terjadi pada 25 Desember 2022 pukul 15.00 WIB (Gambar 21), sebaran total SSC dominan berkisar antara $0,000000-0,000002 \text{ kg/m}^3$ dengan sebaran total SSC sebesar $0,000002-0,000014 \text{ kg/m}^3$ pada bagian timur dan tenggara pesisir Tanjung Kalian.

Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat bahwa sebaran total SSC di Perairan Tanjung Kalian relatif kecil. Hal ini disebabkan karena nilai kecepatan arus yang relatif kecil di Perairan Tanjung Kalian, sehingga dalam jangka waktu yang pendek tidak akan mengakibatkan perubahan garis pantai yang signifikan (Azizi *et al.*, 2017).

3.5 Hasil Validasi Model

Data pasang surut model divalidasi dengan menggunakan data prediksi pasang surut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk mengevaluasi keakuratan hasil model, seperti yang ditampilkan pada Gambar 22 sebagai berikut.



Gambar 22. Validasi Data Pasang Surut Model MIKE 21 pada Bulan Desember 2022 dengan Data BIG

Validasi model dilakukan dengan menggunakan nilai *root mean square error* (RMSE) yang menggambarkan tingkat keakuratan hasil model dengan data observasi. Titik koordinat pasang surut yang digunakan untuk validasi RMSE terletak pada $105^{\circ} 08' 00,96'' \text{ BT}$ dan $02^{\circ} 05' 05,53'' \text{ LS}$, baik untuk data prediksi pasang surut BIG maupun data pasang surut model. Hasil RMSE menunjukkan nilai sebesar $0,479857448 \text{ m}$, dengan nilai elevasi pasang surut hasil model lebih rendah dibandingkan

data prediksi BIG, namun memiliki tren pola yang sama. Menurut Chai dan Draxler (2014), klasifikasi nilai RMSE dikatakan sangat baik untuk nilai 0 – 0,29, baik untuk nilai 0,3 – 0,59, cukup untuk nilai 0.6 - 0.7, dan tidak baik untuk nilai > 0.7. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil model pada penelitian ini masih tergolong ke dalam klasifikasi baik. Penyebab nilai RMSE yang cukup tinggi dari hasil model tersebut dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti parameter *set-up model* dan kondisi perairan yang sebenarnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kecepatan arus sejajar pantai di perairan Tanjung Kalian bervariasi tergantung pada kondisi pasang surut, dengan kisaran antara 0,0-0,6 m/s. Arah arus menunjukkan pola yang berbeda pada setiap fase pasang surut, di mana pada kondisi menuju pasang tertinggi dan pada kondisi pasang tertinggi dominan menuju arah tenggara di sisi barat dan menuju arah timur laut di sisi timur, sedangkan pada kondisi menuju surut terendah dan pada kondisi surut terendah dominan menuju arah barat laut di sisi barat dan menuju arah barat daya di sisi timur. Tinggi gelombang signifikan di perairan ini juga bervariasi, dengan kisaran 0,00-0,42 m, di mana gelombang dominan datang dari arah barat dan barat laut.

Sebaran total SSC (*Suspended Sediment Concentration*) menunjukkan nilai yang relatif kecil di seluruh perairan, dengan sedikit peningkatan konsentrasi di beberapa bagian, terutama di tenggara dan selatan pesisir Tanjung Kalian pada kondisi pasang tertinggi serta di bagian timur dan tenggara pada kondisi surut terendah.

Nilai RMSE hasil model pasang surut dengan data BIG menunjukkan nilai sebesar 0,479857448 m sehingga dapat dikatakan hasil model memiliki tingkat akurasi baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL dan Kepala Dinas Oseanografi dan Meteorologi (Kadisosemet) yang telah

memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Pushidrosal. Terima kasih juga kepada para mentor yang telah membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aryono, M., Purwanto, P., Ismanto, A. dan Rina, R. (2014). Kajian Potensi Energi Arus Laut di Perairan Selat antara Pulau Kandang Balak dan Pulau Kandang Lunik, Selat Sunda. *Jurnal of Oceanography*, 3(2): 230-235.
- Azizi, M. A., Hariyadi, H. dan Atmodjo, W. (2017). Pengaruh Gelombang Terhadap Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Tanjung Kalian Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 165-175.
- Chai, T. dan Draxler, R. R. (2014). Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute (MAE)? – Arguments Against Avoiding RMSE in the Literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3):1247-1250.
- Pratama, D. P., Atmodjo, W. dan Wirasatriya, A. (2023). Pengaruh arus sejajar pantai (*Longshore Current*) terhadap proses perubahan garis pantai di Pantai Marunda, Jakarta Utara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(2): 108-117.
- Safwan, M. A., Widada, S. dan Subardjo, P., 2016. Pengaruh Arus Sepanjang Pantai (*Longshore Current*) Terhadap Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Journal of Oceanography*, 5(4): 415-424.
- Sufyan, A., Risandi, J. dan Akhwady, R. (2023). Observasi Pasang Surut dan Arus di Muara Porong untuk Mendukung Pengembangan Pulau Lusi: Observation of Tide and Current in Muara Porong to Support Lusi Island Development. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2):200-206.
- Suhana, M. P., Nurjaya, I. W. dan Natih, N. M. (2018). Karakteristik Gelombang Laut Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2005-2014. *Dinamika Maritim*, 6(2): 16-19.

- Suleman, S. A. dan Bur, S. (2023). Mitigasi Bencana Abrasi dan Sedimentasi Pantai Pada di Pesisir Pantai Kabupaten Pangkep. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 6(1): 56-61.
- Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wardhani, P. A., Widagdo, S. dan Prasita, V. D. (2021). Pola Angin dan Kaitannya Terhadap Karakteristik Tinggi Gelombang di Perairan Labuan Bajo, NTT. *J-Tropimar*, 3(1):34-42.
- Wicaksono, T. S. N., Wulandari, N. Z. Dan Agassi, R. N., 2024. Pemodelan Arus Pasang Surut dan Gelombang 2D di Perairan Pulau Aru Provinsi Maluku pada Bulan Januari dan Agustus Tahun 2023. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 6(2):55-64.

