

**PEMODELAN ARUS PASANG SURUT DAN TRANSPOR SEDIMEN 2D
MENGUNAKAN METODE DI PERAIRAN KALIMANTAN BARAT
PADA BULAN JULI 2024**

**2D TIDAL CURRENT AND MUD TRANSPORT MODELING
USING NUMERICAL METHOD IN THE WATERS OF WEST KALIMANTAN
IN JULY 2024**

¹Ayu Cahyani*, ²Nadia Zahrina W., ²Arrochim, ²Tasya Olivia

¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, ITB

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: 12921043@mahasiswa.itb.ac.id

Abstrak

Perairan Kalimantan Barat bagian barat daya memiliki karakteristik fisik yang dipengaruhi oleh interaksi antara aliran sungai, pasang surut, dan kondisi laut terbuka yang terhubung dengan Selat Karimata. Banyaknya sungai akan memengaruhi dinamika sedimen di perairan ini. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dinamika arus pasang surut dan transpor sedimen. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data dan informasi mengenai karakteristik arus dan gelombang melalui studi literatur dan pemodelan numerik 2 dimensi. Data batimetri dan garis pantai diambil dari Peta Laut Indonesia (PLI) No. 486, data pasang surut, data angin dan data gelombang diambil melalui ECMWF, serta data lapangan untuk validasi diambil dari data prediksi pasang surut BIG. Hasil analisis pasang surut di Perairan Kalimantan Barat pada bulan Juli 2024 menunjukkan surut terendah pada 21 Juli 2024 pukul 01.00 WIB dengan elevasi muka air laut -0,75 m, kecepatan arus 0,20-0,55 m/s ke arah barat laut dengan total konsentrasi sedimen tersuspensi sebesar 0,015-0,060 kg/m² di muara; pasang tertinggi pada 21 Juli 2024 pukul 15.00 WIB dengan elevasi muka air laut 0,697 m, kecepatan arus 0,05-0,45 m/s ke arah tenggara dengan total konsentrasi sedimen tersuspensi sebesar 0,013-0,032 kg/m² di muara. Hasil arus pasang surut yang terverifikasi cukup akurat dengan nilai RMSE model pasang surut dengan data BIG sebesar 28,22% sehingga hasil model valid untuk digunakan.

Kata Kunci: Arus, Pasang Surut, Transpor Sedimen, Model Numerik, Kalimantan Barat

Abstract

The waters of southwest West Kalimantan have physical characteristics that are influenced by the interaction between river flow, tides, and open sea conditions connected to the Karimata Strait. The number of rivers will affect the dynamics of sediment in these waters. This study aims to understand the dynamics of tidal currents and sediment transport. The methods used are data collection and information about the characteristics of currents and waves through literature studies and 2-dimensional numerical modeling. Bathymetry and coastline data are taken from the Indonesian Sea Map (PLI) No. 486, tidal data, wind data and wave data are taken through ECMWF, and field data for validation are taken from BIG tidal prediction data. The results of tidal analysis in West Kalimantan Waters in July 2024 showed the lowest tide on July 21, 2024 at 01.00 WIB with a sea level elevation of -0.75 m, current speed of 0.20-0.55 m/s to the northwest with a total Suspended Sediment Concentration (SSC) of 0.015-0.060 kg/m² in the estuary; the highest tide on July 21, 2024 at 15.00 WIB with a sea level elevation of 0.697 m, current speed of 0.05-0.45 m/s to the southeast with a total Suspended Sediment Concentration (SSC) of 0.013-0.032 kg/m² in the estuary. The verified tidal current results are quite accurate with the RMSE value of the tidal model with BIG data of 28.22% so that the model results are valid for use.

Keyword: Current, Tidal, Mud Transport, Numerical Model, West Kalimantan

1. PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan air laut yang terjadi secara periodik yang diakibatkan oleh faktor-

faktor tertentu. Faktor-faktor tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik-menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari. Selain faktor-faktor tersebut,

pasang surut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti angin, curah hujan, dan iklim. Faktor ini juga menentukan ketinggian tambahan pada permukaan laut dan fluktuasinya sepanjang masa (Pariwono, 1989). Pasang-surut (pasut) merupakan gejala alamiah yang dapat dilihat di lautan, yaitu proses gerakan naik turunnya air laut secara teratur (secara vertikal) dari seluruh partikel massa air laut dari yang terdalam hingga yang berada di permukaan. Arus pasang surut merupakan pergerakan massa air laut secara horizontal yang dihubungkan dengan naik turunnya permukaan air laut, terjadinya gaya Tarik benda-benda angkasa seperti bulan dan matahari terhadap muka air laut (Rachmayani, 2023). Transpor sedimen dipengaruhi lima faktor utama, yaitu aliran sungai, arus, pasang surut, gelombang, dan perubahan ketinggian air (Kunte, 2003). Aliran air dari sungai berperan penting dalam transpor sedimen, adanya aliran air dari sungai dapat membawa sedimen ke pantai. Kemudian, proses gelombang, pasang surut, dan arus akan mendistribusikan kembali sedimen tersebut. Selain dipengaruhi kondisi hidrodinamika, transpor sedimen dipengaruhi pula oleh kondisi properti sedimen (Aprilianti, 2024).

Perairan Kalimantan Barat bagian barat daya memiliki karakteristik fisik yang dipengaruhi oleh interaksi antara aliran sungai, pasang surut, dan kondisi laut terbuka yang terhubung dengan Selat Karimata. Banyaknya muara sungai akan memengaruhi dinamika sedimen di perairan tersebut. Pemodelan arus pasang surut dan transpor sedimen dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui dinamika perairan Kalimantan Barat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah pemodelan hidrodinamika dan transpor sedimen 2 dimensi. Perangkat lunak memungkinkan pengguna untuk memodelkan berbagai fenomena hidrodinamika seperti perubahan tinggi muka air, arus, transpor sedimen, dan dispersi polutan dalam dua dimensi (horizontal). Persamaan-persamaan ini merupakan turunan dari persamaan Navier-

Stokes yang disederhanakan. Berikut adalah persamaan yang digunakan.

Persamaan Kontinuitas (Konservasi Massa)

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

Persamaan Momentum (Konservasi Momentum)

Komponen momentum dalam arah-x:

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

Komponen momentum dalam arah-y:

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

Deskripsi simbol terdapat pada tabel 1, dan tabel 2, sebagai berikut:

Tabel 1. Keterangan simbol pada persamaan hidrodinamika (DHI, 2017)

Simbol	Keterangan
$h(x, y, t)$	Kedalaman air ($\eta - d, m$)
$d(x, y, t)$	Kedalaman air yang bervariasi terhadap waktu (m)
$\eta(x, y, t)$	Elevasi muka air laut (m)
$p, q(x, y, t)$	Flux densities ($m^3/s/m$)
$C(x, y)$	Chezy resistance ($m^{1/3}/s^2$)
g	Percepatan gravitasi Bumi (m^2/s)
$f(V)$	Faktor gesekan angin
$V, V_x, V_y(x, y, t)$	Kecepatan angin (m/s)
$\Omega(x, y)$	Parameter koriolis (s^{-1})
$p_a(x, y, t)$	Tekanan atmosfer ($kg/m/s^2$)
ρ_w	Densitas air (kg/m^3)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	Effective shear stress

x, y	Koordinat (m)
t	Waktu (s)

Formulasi transpor sedimen didasarkan pada perhitungan adveksi-dispersi yang diintegrasikan dengan kedalaman dalam *Hydrodynamic Module*. *Mud Transport Module* menyelesaikan apa yang disebut sebagai persamaan adveksi-dispersi.

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (4)$$

dengan:

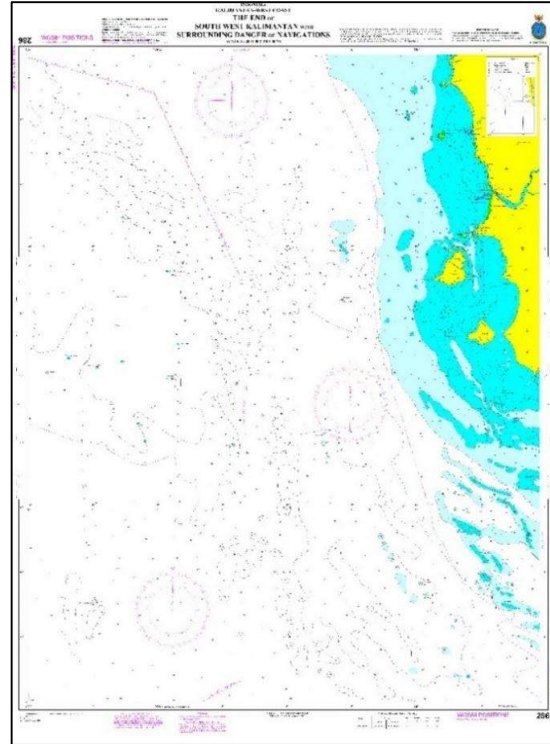
Tabel 2. Keterangan simbol pada persamaan transpor sedimen

Simbol	Keterangan
c	Konsentrasi sedimen dalam air (kg/m^3)
t	Waktu (s)
u, v	Komponen kecepatan aliran dalam arah x dan y
D_x, D_y	Koefisien dispersi dalam arah x dan y (m^2/s)
S	Sour or sink dari sedimen ($\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$)
Q_L	Source discharge per unit horizontal area ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)
C_L	Concentration of the source discharge (g/m^3)

Dari beberapa modul yang tersedia, pada penelitian digunakan *Hydrodynamics Module* untuk mensimulasikan arus pasang surut dan *Mud Transport Module* untuk mensimulasikan transpor sedimen.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini memodelkan arus pasang surut di perairan Kalimantan Barat, dari 1 Juli 2014 pukul 00.00 WIB hingga 31 Juli 2024 pukul 23.00 WIB. Batas-batas daerah kajian dijelaskan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Laut Indonesia (PLI) No.286 (Sumber: Pushidrosal, 2023)

2.2 Data

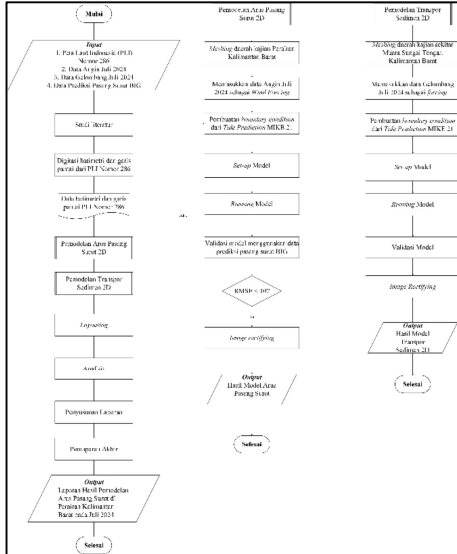
Data batimetri dan garis pantai didapatkan dari hasil digitasi Peta Laut Indonesia (PLI) Nomor 286 menggunakan software ArcGIS 10.8.

Data angin didapatkan dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) pada 1 Juli 2024 hingga 31 Juli 2024. Data angin yang digunakan adalah angin ketinggian 10 m dalam arah u (Barat-Timur) dan angin ketinggian 10 m dalam arah v (Utara-Selatan). Data angin dibuka menggunakan software *Ocean Data View* (ODV) dan lebih lanjut diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan kecepatan dan arah angin.

Data pasang surut yang digunakan di bagian *Flow Model* (FM) berasal dari *Danish Hydraulic Institute* (DHI) *global tide model data* pada 1 Juli 2024 hingga 31 Juli 2024. Validasi pasang surut dilakukan dengan data *tidal prediction* Badan Informasi Geospasial (BIG).

2.3 Diagram Alir Penelitian

Alur proses dan tahapan permodelan dijelaskan dalam Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

- Pre-Processing:** Terdiri dari menyiapkan data *input* model dan digitasi Peta Laut Indonesia (PLI) Nomor 286 untuk mendapatkan data batimetri dan garis pantai.
- Processing:** Dalam tahap ini dilakukan *meshing* untuk menentukan grid model, kemudian dilanjutkan dengan menentukan kondisi batas (*boundary condition*) dan *set-up* model, serta *running* model.
- Post-Processing:** Setelah didapatkan hasil model, dilakukan validasi model.

2.4 Kriteria Tingkat Kesalahan/Error

Menurut Arun Goel (2011), ada 2 kriteria tingkat kesalahan, yaitu:

a. Correlation Coefficient (r)

Correlation Coefficient (r) merupakan perbandingan antara nilai hasil prediksi model dengan nilai hasil observasi yang sebenarnya. Korelasi menunjukkan arah dan kekuatan hubungan dari dua variabel. Nilai *r*

(atau yang biasa disebut Pearson's *r*) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(S_i - \bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}} \quad (5)$$

dengan:

- O_i = Nilai prediksi model
- \bar{O} = Rata-rata data nilai prediksi model
- S_i = Nilai hasil observasi
- \bar{S} = Rata-rata data nilai hasil observasi
- n = Banyaknya data

Tingkat keterkaitan korelasi dapat dideskripsikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 3. Interpretasi Tingkat Keeratan Koefisien Korelasi (Nugroho, 2005)

Interval Koefisien <i>r</i>	Keeratan Korelasi
0,00-0,20	Sangat Lemah
0,21-0,40	Lemah
0,41-0,70	Moderate/Sedang
0,71-0,90	Kuat
0,91-0,99	Sangat Kuat
1	Korelasi Sempurna

b. Root Mean Squared Error (RMSE)

Root Mean Squared Error (RMSE) adalah akar kuadrat dari rata-rata kuadrat semua eror (Neill dkk., 2018). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2} \quad (6)$$

dengan:

- O_i = Nilai prediksi model
- S_i = Nilai hasil observasi
- n = Banyaknya data

Menurut Chai dan Draxler (2014), model dengan tingkat kesalahan yang semakin kecil maka model tersebut semakin akurat. Penggunaan metode RMSE sangat umum dan dianggap sangat baik dalam menentukan kesalahan prediksi numerik (Neill dkk., 2018). Tingkat kesalahan dalam metode RMSE ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4. Kriteria Nilai RMSE (Lahopang dkk., 2023)

RMSE	Tingkat Kesalahan
0,00 – 0,299 (0% – 29,9%)	Kecil
0,30 – 0,599 (30% – 59,9%)	Sedang
0,60 – 0,899 (60% – 89,9%)	Besar
> 0,9 (> 90%)	Sangat Besar

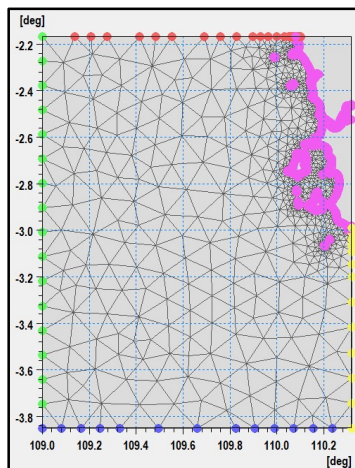
2.5 Skenario Model

Koordinat daerah kajian model arus pasang surut adalah 2°10'0.54" S – 3°50'0,55" S dan 108°59'42,30" E – 110°19'3,06" E.

Set Up model hidrodinamika, *Unstructured Grid* hidrodinamika di perairan Kalimantan Barat disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Set-up Model Hidrodinamika

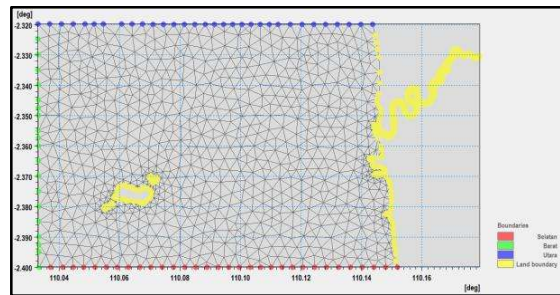
Mesh	Unstructured Grid
Maximum Element Area	0,009 deg ²
Durasi Simulasi	31 hari
Simulation Start Date	01/07/2024 00:00:00
Simulation End Date	31/07/2024 23:00:00
Time Steps	744
Time Step Interval	3600 detik



Gambar 3. *Unstructured Grid* Model Hidrodinamika di Perairan Kalimantan Barat

Koordinat daerah kajian model transpor sedimen adalah 2°19'12" S – 2°23'60" S dan 110°1'48" E – 110°10'48" E.

Set Up transpor sedimen, *Unstructured Grid* transpor sedimen di perairan Kalimantan Barat disajikan pada Gambar 4 dan Tabel 6 sebagai berikut:



Gambar 4. *Unstructured Grid* Model Transpor Sedimen di Muara Sungai Tengar, Kalimantan Barat

Tabel 6. Set-up Model Transpor Sedimen

Mesh	Unstructured Grid
Maximum Element Area	0,00001 deg ²
Durasi Simulasi	31 hari
Simulation Start Date	01/07/2024 00:00:00
Simulation End Date	31/07/2024 23:00:00
Time Steps	744
Time Step Interval	3600 detik

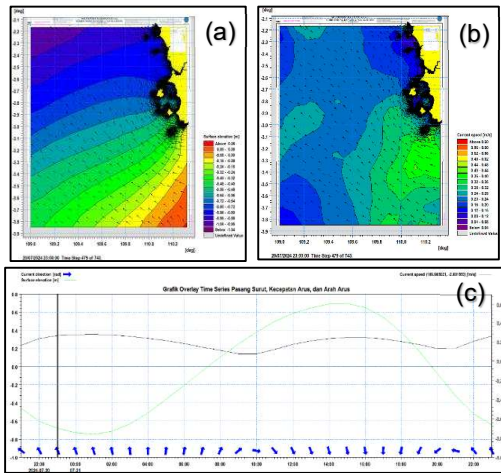
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arus Pasang Surut

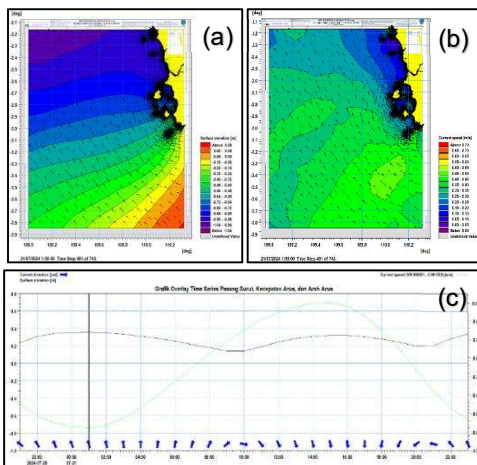
Model arus pasang surut dibuat menggunakan model aliran atau *Flow Model/ FM* (Flexible Mesh), kemudian dianalisis kondisi elevasi muka air laut, kecepatan, dan arah arusnya.

Gambar 5. menunjukkan elevasi muka air laut, kecepatan arus, dan grafik *overlay time series* pasang surut, kecepatan arus, dan arah arus pada saat menuju surut, pada tanggal 20 Juli 2024 pukul 23.00 WIB. Dari gambar tersebut didapatkan bahwa elevasi muka air laut dari hasil pemodelan MIKE adalah berkisar pada di bawah -1,04 m hingga di atas 0,08 m dengan dominan elevasi muka air laut yang lebih tinggi berada di daerah selatan perairan, kecepatan arus

berkisar antara 0,12 m/s hingga 0,48 m/s, dengan dominan arus ke arah barat laut.

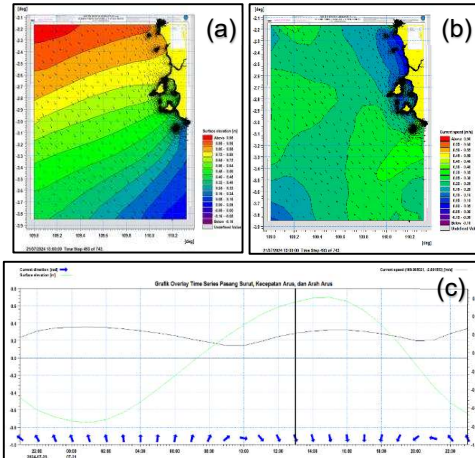


Gambar 5. (a) Elevasi muka air laut, (b) kecepatan arus, dan (c) grafik *overlay time series* saat menuju surut pukul 23.00 WIB (20/07/2024)



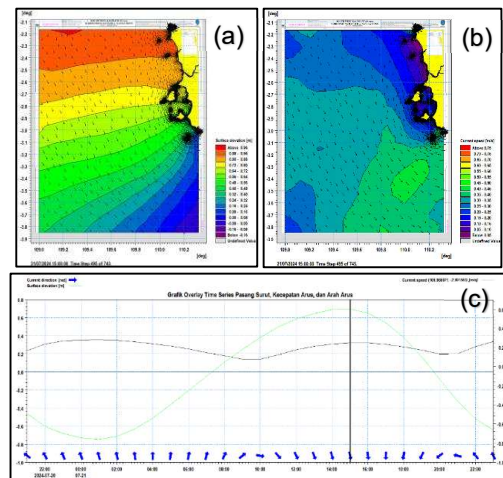
Gambar 6. (a) Elevasi muka air laut, (b) kecepatan arus dan (c) grafik *overlay time series* saat surut pukul 01.00 WIB (21/07/2024)

Pada Gambar 6. menunjukkan kondisi perairan ketika surut yakni pada tanggal 21 Juli 2024 pukul 01.00 WIB. Hasil pemodelan MIKE menunjukkan elevasi muka air laut adalah -0,75 m, kecepatan arus berkisar antara 0,20 m/s hingga 0,55 m/s, dengan dominan arus ke arah barat laut.



Gambar 7. (a) Elevasi muka air laut, (b) kecepatan arus, dan (c) grafik *overlay time series* saat menuju pasang pukul 13.00 WIB (21/07/2024)

Gambar 7. merunjukkan kondisi perairan pada saat menuju pasang pada tanggal 21 Juli 2024 pukul 13.00 WIB. Dapat diketahui elevasi muka air laut ketika menuju pasang adalah 0,08 m hingga di atas 0,96 m. Elevasi muka air laut yang tinggi dominan di bagian utara perairan. Kecepatan arus berada pada kisaran 0,15 m/s hingga 0,45 m/s dengan arah arus dominan ke tenggara.

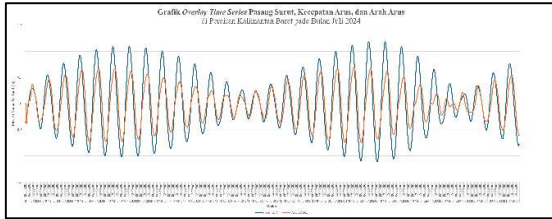


Gambar 8. (a) Elevasi muka air laut, (b) kecepatan arus, dan (c) grafik *overlay time series* saat pasang pukul 15.00 WIB (21/07/2024)

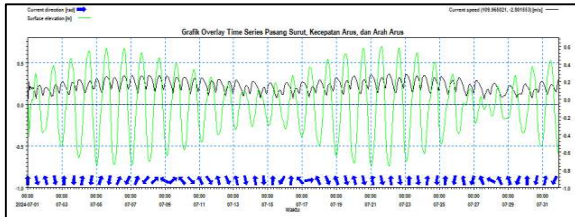
Dari Gambar 8. dapat diketahui kondisi perairan pada saat pasang tanggal 21 Juli 2024 pukul 15.00 WIB, elevasi muka air laut sebesar 0,697 m, kecepatan arus berkisar dari di bawah 0,05 m/s hingga 0,45 m/s dengan dominan arah arus ke tenggara. Arus dengan kecepatan rendah berada di sekitar daerah pesisirnya.

3.2 Validasi Model Arus Pasang Surut

Setelah pemodelan arus pasang surut berhasil dilakukan, data elevasi muka air laut yang didapatkan dari model MIKE kemudian divalidasi dengan data prediksi pasang surut Badan Informasi Geospasial (BIG), diambil salah satu titik dalam daerah kajian yakni pada koordinat 0.816° dan 107.839°BT yang ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Grafik overlay pasang surut BIG dengan pasang surut MIKE.

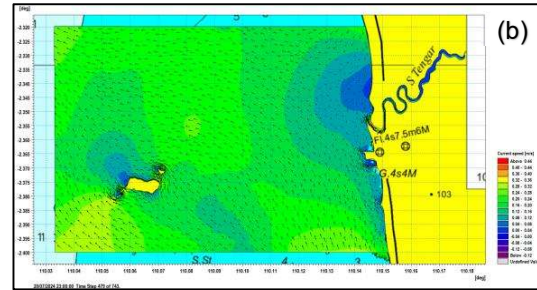
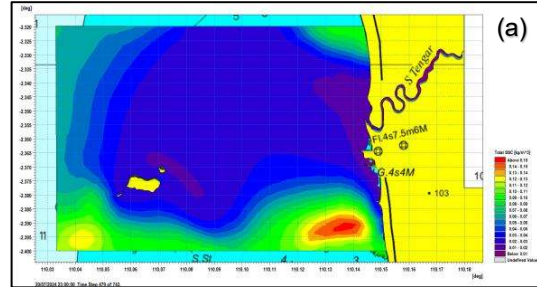


Gambar 10. Grafik overlay time series pasang surut, kecepatan arus, dan arah arus

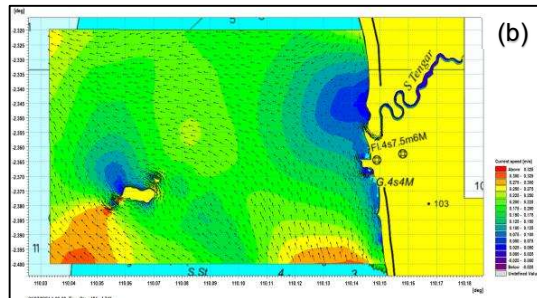
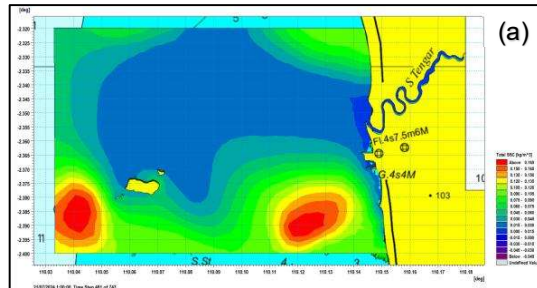
Gambar 10. sumbu x menunjukkan waktu, dan sumbu y menunjukkan elevasi muka air laut. Dilakukan perhitungan menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE), didapatkan nilai *error* sebesar 28,22%. Dengan nilai *error* di bawah 40%, maka suatu model dapat diterima kebenarannya (Atmodjo, 2011 dalam Candrasari dkk., 2015).

3.3 Transpor Sedimen

Gambar 11. menunjukkan total *Suspended Sediment Concentration* (SSC) pada waktu menuju surut tanggal 20 Juli 2024 pukul 23.00 WIB. Dapat diketahui di sekitar muara, total SSC adalah berkisar pada 0,01-0,045 kg/m^3 . Total SSC bertambah seiring menuju laut lepas. Sedangkan pada saat surut yang ditunjukkan oleh Gambar 12, total SSC adalah berkisar pada 0,015-0,060 kg/m^3 di muara pada tanggal 21 Juli 2024 pukul 01.00 WIB.



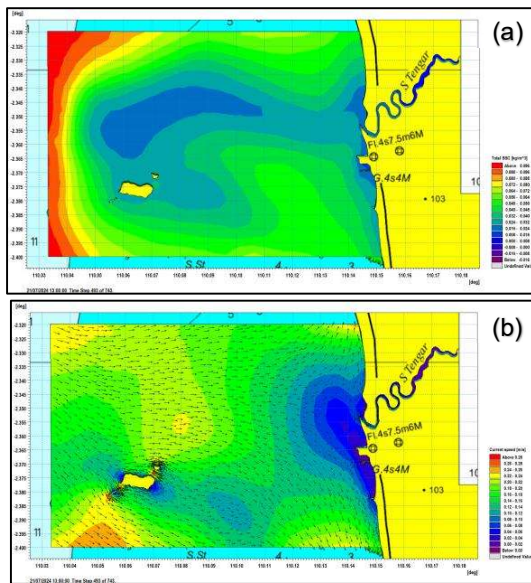
Gambar 11. (a) Transpor sedimen. (b) kecepatan arus (bawah) saat menuju surut pukul 23.00 WIB (20/07/2024)



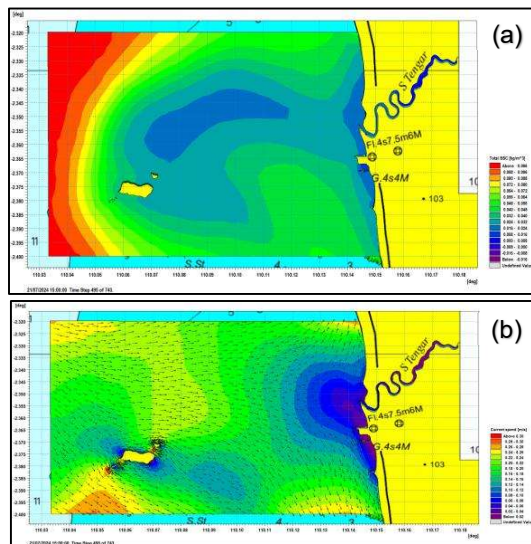
Gambar 12. (a) Transpor sedimen (atas) dan (b) kecepatan arus (bawah) saat surut pukul 01.00 WIB (21/07/2024)

Gambar 13. menunjukkan total *Suspended Sediment Concentration* (SSC) pada waktu menuju pasang tanggal 21 Juli 2024 pukul 13.00 WIB. Dapat diketahui di sekitar muara, total SSC adalah berkisar pada 0,024-0,032 kg/m^3 . Sedangkan pada saat pasang yang ditunjukkan oleh Gambar 14, total SSC adalah berkisar pada 0,013-

0,032 kg/m³ di muara pada tanggal 21 Juli 2024 pukul 15.00 WIB.



Gambar 13. (a) Transpor sedimen dan (b) kecepatan arus saat menuju pasang pukul 13.00 WIB (21/07/2024)



Gambar 14. (a) Transpor sedimen dan (b) kecepatan arus (bawah) saat pasang pukul 15.00 WIB (21/07/2024)

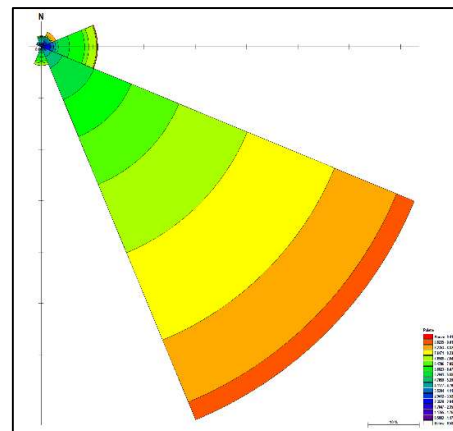
Secara temporal, total *Suspended Sediment Concentration* (SSC) di muara lebih tinggi jika dan lebih rendah di laut lepas. Total *Suspended Sediment Concentration* (SSC) di muara lebih rendah ketika pasang dan lebih tinggi di laut lepas. Jika ditinjau dari pergerakan arusnya, pada saat surut arus menuju ke arah laut lepas menjauhi muara,

sedangkan pada saat pasang arus menuju ke arah daratan (muara). Pada saat pasang, muka air laut akan lebih tinggi di daerah laut lepas dibandingkan dengan daerah estuari, hal ini disebut dengan *flood tide*.

Pada saat surut, muka air laut akan lebih rendah dibandingkan dengan daerah estuari, sehingga arus pasang surut akan keluar dari estuari menuju laut lepas yang biasa disebut dengan *ebb tide* (Rachmayani, 2023). Pada saat surut air di daerah hulu sungai akan mengalir ke arah muara dengan membawa partikel tersuspensi yang lebih nanua dibandingkan pada saat pasang (Dharma, 2003).

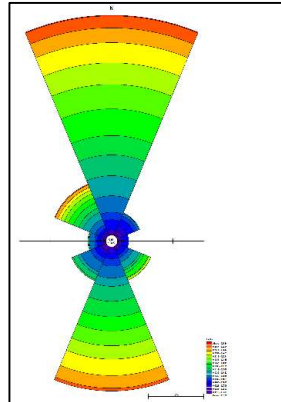
3.4. Rose Diagram

Plot Wind Rose pada perairan Kalimantan Barat pada bulan Juli 2024 di sajikan pada gambar 15 sebagai berikut:



Gambar 15. *Wind rose* bulan Juli 2024

Diagram Rose membutuhkan *input* magnitudo dan arah. Untuk *wind rose*, digunakan data angin tanggal 1-31 Juli 2024 dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF); untuk current rose, digunakan data kecepatan arus hasil pemodelan hidrodinamika MIKE 21. Gambar 15. menunjukkan angin dominan bertiup dari arah tenggara ke barat laut dengan kecepatan berkisar dari 2,35 m/s hingga di atas 9,41 m/s. Kecepatan dominan pada kisaran 7,85 m/s hingga 8,24 m/s. Waktu kajian adalah ketika musim timur (Juni Juli Agustus) 2024.



Gambar 16. Current rose bulan Juli 2024

Pada saat musim timur, angin yang melewati wilayah Indonesia berasal daerah Australia yang merupakan daerah belahan Bumi Bagian Selatan (BBS) ke belahan Bumi Bagian Utara (BBU). Hal ini dipengaruhi oleh posisi matahari yang berada di BBU, mengakibatkan tekanan udara di daerah BBU lebih kecil daripada tekanan udara di daerah BBS, sehingga angin akan bertiup dari daerah BBS ke BBU.

Gambar 16. menunjukkan arah arus yang dominan ke arah utara dengan kecepatan berkisar antara 0,0176 m/s hingga di atas 0,2824 m/s. Arus dominan berkisar antara 0,1235 m/s hingga 0,2394 m/s.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan Kesimpulan bahwa kondisi Surut terendah terjadi pada tanggal 21 Juli 2024 pada pukul 01.00 WIB dengan elevasi muka air laut - 0,75 m, kecepatan arus 0,20-0,55 m/s ke arah barat laut; pasang tertinggi pada 21 Juli 2024 pukul 15.00 WIB dengan elevasi muka air laut 0,697 m, kecepatan arus 0,05-0,45 m/s ke arah tenggara.

Total *Suspended Sediment Concentration* (SSC) di muara Sungai Tengar lebih tinggi pada saat surut daripada saat pasang dengan total SSC sebesar 0,015-0,060 kg/m²; pada saat pasang total SSC sebesar 0,013-0,032 kg/m².

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Pushidrosal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianti, F. A., (2024), Pemodelan Perubahan Batimetri di Area Kabel Bawah Laut Selat Bangka, Tugas Akhir, FITB ITB, Bandung.
- Chai, T. and Draxler, R.R., (2014), Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE) Arguments against Avoiding RMSE in the Literature, *Geoscientific Model Development*, **7**, 1247-1250.
- Dharma, Y. S., (2003), Perbedaan Kekeruhan dan Padatan Tersuspensi Pada Saat Pasang dan Surut di Muara Sungai Siak, [Skripsi], Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, 41 hlm (Tidak Diterbitkan).
- Kunte, P.D., (2003), *Study of sediment transportation in the gulf of kachchh, using 3d hydrodynamic model simulation and satellite data*, Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University.
- Lahopang, V. R. A., Widada, S., & Atmodjo, W. (2023). Sebaran Ukuran Butir Sedimen di Muara Sungai Sragi Baru-Wonokerto, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, **5(1)**, 18-27.
- Neill, S. P., & Hashemi, M. R., (2018), *Fundamentals of ocean renewable energy: generating electricity from the sea*. Academic Press.
- Nugroho, (2005), "Strategi Jitu Memilih Metode Statistik Penelitian dengan SPSS", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Warren, I. R., & Bach, H., (1992), MIKE 21: a modelling system for estuaries, coastal waters and seas, *Environmental software*, **7(4)**, 229-240.

