

**PEMODELAN ARUS PASANG SURUT DAN GELOMBANG 2D DI PERAIRAN PULAU ARU
PROVINSI MALUKU PADA BULAN JANUARI DAN AGUSTUS TAHUN 2023**

***TIDAL CURRENTS AND 2D WAVE MODELING IN ARU ISLAND OF MALUKU PROVINCE
ON JANUARY AND AUGUST 2023***

¹Talitha Sahda Nindyra Wicaksono*, ²Nadia Zahrina W., ²Rifqi Noval Agassi

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

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

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

Abstrak

Penelitian ini fokus pada pemodelan arus dan gelombang laut di perairan Kepulauan Aru. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memberikan wawasan mendalam mengenai model bangunan dan melakukan analisis kondisi secara detail. arus dan gelombang yang dihasilkan di wilayah tersebut. Pendekatan yang diadopsi melibatkan pengumpulan data dan informasi terkait karakteristik arus dan gelombang melalui studi literatur dan penerapan pemodelan numerik. Data yang diperoleh kemudian diverifikasi menggunakan informasi dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) dan dianalisis untuk memahami karakteristik arus dan gelombang pasang surut. Hasil analisis menunjukkan bahwa arus pasang surut di perairan Kepulauan Aru cenderung bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan berkisar antara 0,06 hingga 0,30 m/s. Sedangkan tinggi gelombang signifikan cenderung bergerak ke arah utara dengan nilai antara 1,3 hingga 1,5 meter. Hasil validasi arus pasang surut terlihat nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) antara model arus pasang surut dengan data Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk musim barat sebesar 0,012%, dan untuk musim timur sebesar 0,012%. adalah 0,008% yang menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Dengan demikian, hasil model menunjukkan tingkat akurasi yang memadai dalam mereplikasi karakteristik arus pasang surut di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Arus Laut, Gelombang, Kepulauan Aru, Pasang Surut Air Laut, Maluku

Abstract

This research focuses on modeling currents and sea waves in the waters of the Aru Islands. The main objective of this research is to provide in-depth insights into the building model and conduct a detailed analysis of the conditions of currents and waves generated in the region. The adopted approach involves the collection of data and information related to the characteristics of currents and waves through literature studies and the application of numerical modeling. The obtained data is then verified using information from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) and analyzed to understand the characteristics of tidal currents and waves. The analysis results indicate that tidal currents in the waters of the Aru Islands tend to move northwestward with speeds ranging from 0.06 to 0.30 m/s. Meanwhile, significant wave heights tend to move northward with values between 1.3 and 1.5 meters. When the results of tidal currents are validated, it is observed that the Root Mean Square Error (RMSE) values between the tidal current model and data from the Geospatial Information Agency (BIG) for the west season is 0.012%, and for the east season is 0.008%, indicating a good level of accuracy. Thus, the model results demonstrate an adequate level of accuracy in replicating the characteristics of tidal currents in the region.

Keyword: Ocean Current, Wave, Aru Islands, Tides, Maluku

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Aru merupakan Kabupaten hasil dari pemekaran Kabupaten Maluku Tenggara yang diresmikan pada tahun 2003 berdasarkan Undang-undang No. 40 Tahun 2003 berisi Pembentukan Kabupaten Seram Bagian Timur, Kabupaten Seram Bagian

Barat, dan Kabupaten Kepulauan Aru di Provinsi Maluku, lihat Gambar 1. Kabupaten Kepulauan Aru memiliki lintang geografis antara 5° sampai 8° Lintang Selatan dan 133,5° sampai 136,5° Bujur Timur. Kepulauan Aru terdiri dari beberapa pulau sebanyak 187 pulau, dimana terdapat sekitar 89 pulau berhuni dan sisanya merupakan

pulau kosong. Luas wilayah pada kepulauan Aru adalah $\pm 55.270,22 \text{ Km}^2$ dengan luas daratan $\pm 6.426,77 \text{ Km}^2$. (Kartohardjono *et al.*, 2015). Pada penelitian ini akan menganalisa terkait kondisi gelombang dan arus pasang surut yang terjadi pada musim barat dan musim timur bulan Januari dan Agustus di perairan kepulauan Aru, Kabupaten Maluku Tenggara. Arus Laut merupakan suatu pergerakan massa air dimana yang menyebabkan perpindahan secara vertikal dan horizontal dan berlangsung secara kontinu. Arus laut dapat terjadi karena adanya daya pembangkit arus yang bekerja baik pada lapisan antar muka air, udara ataupun pada badan air seperti angin, rotasi bumi, beda salinitas dan temperature dan gaya gravitasi bulan (Watofa *et al.*, 2021). Arus laut dapat dikatakan sebagai perpindahan massa air laut yang dapat mengendalikan suatu transport partikel dan objek pada suatu perairan. Kondisi atmosfer juga dapat terdampak oleh pergerakan arus, melalui transport suhu lautan dan samudera yang dikendalikan arus tersebut. Arus sendiri dapat dibangkitkan oleh beberapa parameter salah satunya merupakan pasang surut. Arus pasang surut merupakan pergerakan air secara horizontal yang disebabkan oleh pasang surut (Pitaloka *et al.*, 2023).

Pasang surut itu sendiri merupakan fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Fase umur bulan dan jarak benda langit terhadap bumi dapat mempengaruhi pasang surut dalam faktor astronomis. Dimana semakin dekat jarak benda langit dengan bumi, maka semakin besar pengaruh yang ditimbulkan begitu juga dengan sebaliknya. Panjang data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai elevasi yang lebih valid adalah 18,6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut. Hal ini sangat berkaitan dengan pergeseran titik tanjak orbit bulan dan untuk memastikan bahwa pada saat astronomis terendah selang waktu 18,6 tahun berada dalam satu periode gelombang. (Khairunnisa *et al.*, 2021).

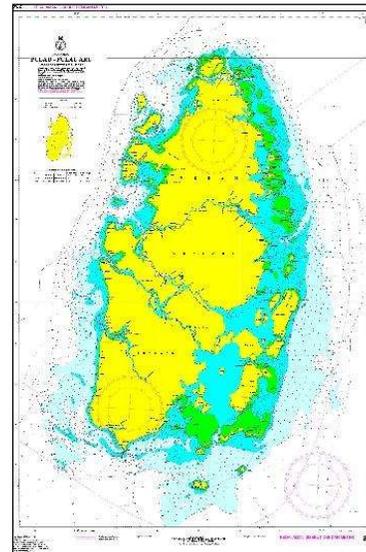
Pada penelitian ini selain menganalisa tentang arus pasang surut juga membahas

mengenai gelombang laut. Gelombang laut merupakan proses naik turunnya air laut akibat pengaruh transfer energi oleh angin ke permukaan air. Terdapat tiga faktor yang menentukan karakteristik gelombang yang dibangkitkan oleh angin yaitu lamanya angin bertiup (durasi angin), kecepatan angin, dan jarak yang ditempuh oleh angin dari daerah pembangkit gelombang yang berada di perairan Kepulauan Aru. Pergerakan gelombang merambat menuju tepi pantai mengalami beberapa proses perubahan ketinggian gelombang diakibatkan dari proses pendangkalan, refleksi, difraksi atau proses refleksi sebelum akhirnya gelombang tersebut pecah (Wahyulia *et al.*, 2023).

Arus, pasang surut dan gelombang merupakan parameter penting dalam dinamika suatu perairan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisa pengaruh dari pasang surut terhadap arus, pengaruh angin terhadap pembentukan gelombang dan juga menguji akurasi dari hasil pemodelan.

2. METODE PENELITIAN

Area penelitian dijelaskan pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Peta Laut Indonesia (PLI) No.234
(Sumber: PUSHIDROSAL, 2014)

Pada penelitian ini, telah dilakukan proses pemodelan arus pasang surut dan gelombang. Daerah yang digunakan dalam pembuatan model ini adalah perairan

Kepulauan Aru dibagian utara (Pulau Wokam, Pulau Kola, dan sekitarnya). Pemodelan ini dilakukan pada musim barat dan musim timur atau khususnya pada bulan Januari dan Agustus Tahun 2023. Kepulauan Aru merupakan salah satu Pulau yang terdapat pada Provinsi Maluku.

Penelitian ini menggunakan beberapa modul yaitu modul *Hydrodynamic* dan *Spectral Wave. Flow Model (FM)* merupakan komponen integral yang memainkan peran penting dalam pemodelan aliran 2D. Modul ini memfasilitasi simulasi yang kompeherensif terhadap dinamika aliran, seperti sungai, danau, estuari, pantai, dan laut. Modul ini memiliki pendekatan *Software*, persamaan kontinuitas ditulis sebagai berikut :

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

dan persamaan momentum untuk 2 komponen horizontal x dan y ditulis sebagai berikut,

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

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

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 resistace* ($m^{1/3}/s$)
- g = kecepatan gravitasi (m/s^2)

$V, V_x, V_y(x, y, t)$ = kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)

- $\Omega(x, y)$ = *Coriolis parameter* (s^{-1})
- $p_a(x, y, t)$ = tekanan atmosfer ($kg/m/s^2$)
- ρ_w = berat jenis air (kg/m^3)
- $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$ = *shear stress*

Dalam pembuatan model gelombang menggunakan modul *Spectral Wave (SW)*. Modul ini merupakan modul gelombang spektral yang akan digunakan untuk simulasi penjalaran gelombang dari lokasi geombang yang dibangkitkan ke arah pantai. Rata-rata tinggi gelombang signifikan di perairan dalam umumnya adalah berkisar antara 0,8 – 1,4 m dengan periode rata-rata 7 - 9 detik. Apabila terjadi kejadian esktrim seperti siklon akan mengakibatkan tinggi gelombang hingga 14 m dan periode gelombang hingga 18 detik (Jansen, 2019).

Keakuratan hasil pengolahan data lapangan dapat diukur dalam bentuk persentase nilai melalui perhitungan nilai kesalahan relatifnya, yang dikenal sebagai *Root Mean Square Error (RMSE)*. Apabila nilai kesalahan relatif kecil dan perbandingan antara data hasil pengolahan mendekati data lapangan serta data prediksi pasang surut, dapat disimpulkan bahwa hasil pengolahan memberikan gambaran yang akurat tentang kondisi pasang surut yang sebenarnya di lapangan (Ichsari *et al.*, 2020). Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{X}_i - X_i]^2} \dots \dots \dots (4)$$

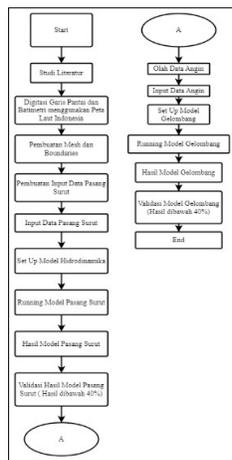
Keterangan:

- $RMSE$ =akar dari rata-rata kuadrat kesalahan
- \hat{X}_i = hasil pemodelan
- X_i = data validasi
- N = jumlah data

Data yang digunakan diolah sesuai *flowchart* pada gambar 2, adapun pembuatan pemodelan pasang surut dan gelombang adalah:

- a. Data batimetri dan garis pantai pada Peta Laut Indonesia No. 324 (Pulau Aru, Maluku) keluaran PUSHIDROSAL Tahun 2014
- b. Data prediksi pasang surut yang terdapat pada software MIKE 21 menggunakan *Tidal Prediction of Height Toolbox* sebagai input parameter pada model pasang surut
- c. Data prediksi pasang surut keluaran Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai pembanding untuk validasi hasil model pasang surut
- d. Data angin keluaran *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) Copernicus* sebagai input pada model gelombang.

Permodelan pada penelitian ini melewati beberapa tahapan yang di kerjakan sampai dengan mendapatkan hasil ahir. Tahapan proses penelitian ini dijelaskan pada gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Proses Pembuatan Model

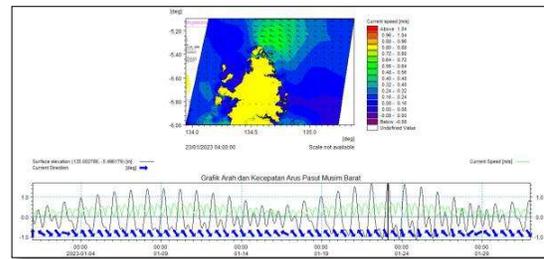
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang di analisis yaitu kecepatan arus (*current speed*), arah arus (*current direction*), elevasi muka air (*surface elevation*). Terdapat tiga waktu kondisi yang dapat di analisis, dimana pada saat pasang,

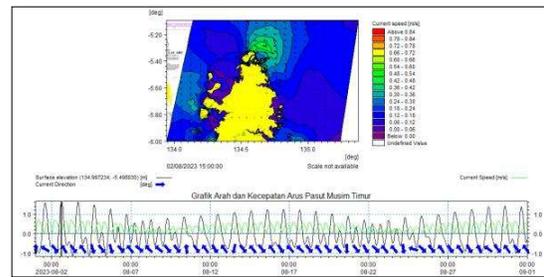
pasang menuju surut, surut, dan surut menuju pasang. Data yang diolah diambil pada musim barat dan musim timur khususnya pada bulan Januari dan Agustus Tahun 2023. Hasil model arus pasang surut, dijelaskan pada Gambar 3 – Gambar 10 sebagai berikut:

3.1 Arus Pasang Surut

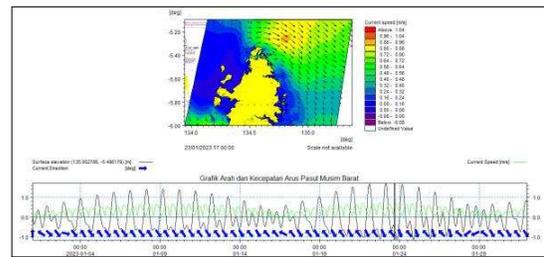
Model arus pasut pasang tertinggi pada musim Barat dan musim Timur, serta model arus pasut surut terendah pada musim Barat dan musim Timur dijelaskan pada gambar 3 – gambar 10 sebagai berikut:



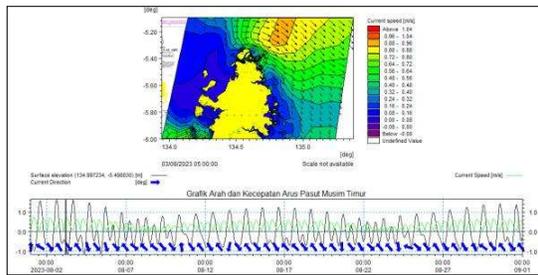
Gambar 3. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Barat (Bulan Januari 2023)



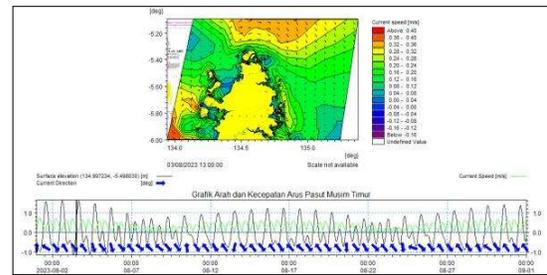
Gambar 4. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Timur (Bulan Agustus 2023)



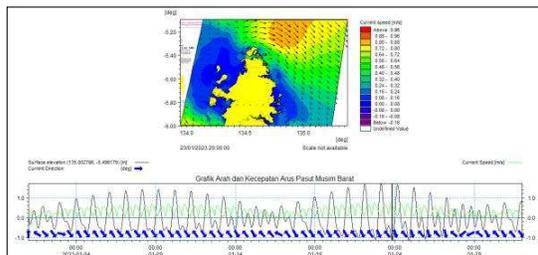
Gambar 5. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Menuju Surut Musim Barat (Bulan Januari 2023)



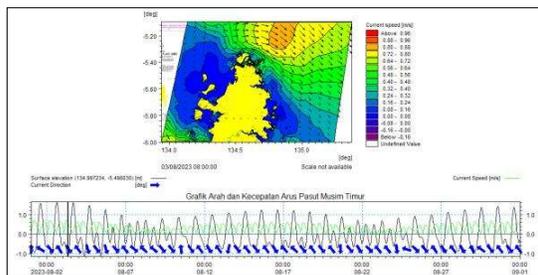
Gambar 6. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Menuju Surut Musim Timur (Bulan Agustus 2023)



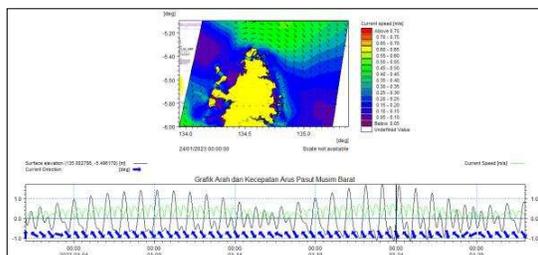
Gambar 10. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Surut Menuju Pasang Musim Timur (Bulan Agustus 2023)



Gambar 7. Hasil Model Arus Pasang Timur Surut Pada Saat Surut Terendah Musim Barat (Bulan Januari 2023)



Gambar 8. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Surut Terendah Musim Timur (Bulan Agustus 2023)



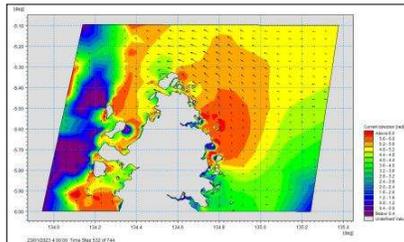
Gambar 9. Hasil Model Arus Pasang Surut Pada Saat Surut Menuju Pasang Musim Barat (Bulan Januari 2023)

3.1.1 Kecepatan Arus Pasang Surut

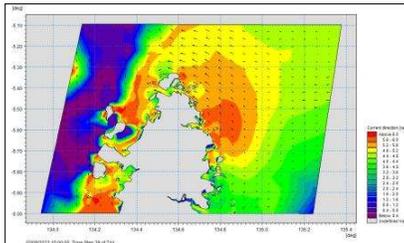
Dari hasil beberapa pemodelan di atas dapat diamati bahwa kondisi-kondisi tersebut terjadi pada waktu yang berbeda. Kecepatan arus pada kondisi pasang tertinggi musim barat (Januari) terjadi pada tanggal 23 Januari 2023 pada pukul 04.00 sedangkan pada bulan musim timur (Agustus) terjadi pada tanggal 2 Agustus 2023 pukul 15.00. Pada saat pasang kecepatan arus bergerak dengan kecepatan arus dominan sekitar 0.06 - 0.30 m/s dari arah Tenggara ke arah Barat Laut. Kepulauan Indonesia juga dipengaruhi oleh angin muson yang pada saat musim barat angin bergerak dari Benua Asia menuju Benua Australia, sedang ketika musim timur angin bergerak dari Benua Australia menuju ke Benua Asia (Setyawan dan Pamungkas, 2017). Pasang tertinggi biasanya terjadi selama dua kali dalam sebulan yang biasanya terjadi pada pertengahan dan akhir pada setiap bulannya. Pada saat pasang menuju surut arus akan mengalami kecepatan maksimumnya, hal ini terjadi pada tanggal 23 Januari 2023 pukul 17.00 dan 3 Agustus 2023 pukul 05.00 kecepatan arus maksimal berkisar 0.96 - 1.04 m/s. Lalu pada saat kondisi surut terendah pada tanggal 23 Januari pukul 20.00 dan 3 Agustus 2023 pukul 08.00 kecepatan arus hanya berkisar -0.16 - 0.96 m/s. Surut terendah biasanya terjadi pada saat pasang perbani (terjadi sekitar pertengahan bulan pada saat fase kuartir pertama dan fase kuartir ketiga). Sedangkan pada saat surut menuju pasang biasanya kecepatan arus memiliki kelambatan/ melemah, kecepatan arus maksimal yang terjadi pada tanggal 24 Januari 2023 pukul 00.00 dan 3 Agustus 2023 pukul 00.00 adalah berkisar 0.36 - 0.75 m/s.

3.1.2 Arah Arus Pasang Surut

Kondisi arah arus pada saat pasang tertinggi musim Barat (bulan Januari) dan musim Timur (bulan Agustus) dijelaskan pada gambar 11 dan gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 11. Arah Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Barat (23 Januari 2023)



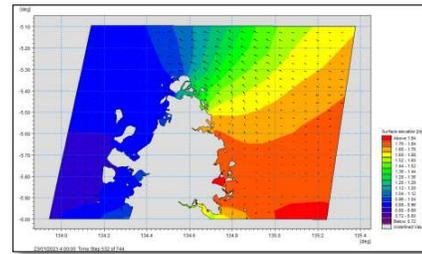
Gambar 12. Arah Arus Pasang Surut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Timur (02 Agustus 2023)

Ketika kondisi pasang tertinggi arah arus bergerak ke arah Barat Laut dominan sebesar 285° pada kedua musim, pada musim barat angin cenderung mengarah ke daratan dan sebaliknya pada musim timur biasanya akan mengarah dari daratan ke laut. Hal ini dikarenakan pada musim darat sering terjadi musim hujan dan pada musim timur sering dikaitkan dengan angin musim timuran. Pada hasil pemodelan arah arus bergerak sesuai dengan pola arus pesisir yang datang dari arah Tenggara. Dominasi arah angin adalah arah Tenggara, yaitu pada bulan April hingga bulan November, sedangkan angin Barat Laut adalah bulan Desember hingga bulan Maret (Kartohardjono *et al.*, 2015)

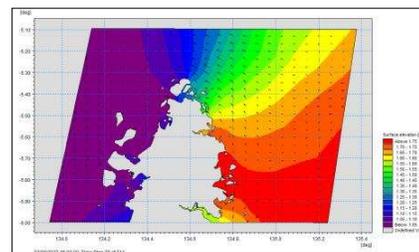
3.1.3 Elevasi Muka Air Laut

Kondisi elevasi muka air laut pada saat pasang tertinggi musim Barat (bulan Januari) dan musim Timur (bulan Agustus) dijelaskan

pada gambar 13 dan gambar 14 sebagai berikut:



Gambar 13. Elevasi Muka Air Laut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Barat (23 Januari 2023)

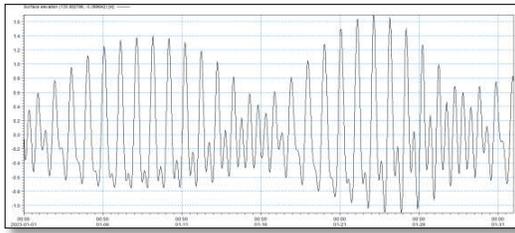


Gambar 14. Elevasi Muka Air Laut Pada Saat Pasang Tertinggi Musim Timur (02 Agustus 2023)

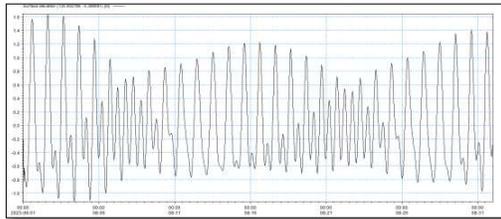
Pada hasil pemodelan di atas, elevasi muka air laut tertinggi saat pasang berkisar 1.04 m – 1.75 m. Perbedaan diatas cukup signifikan yaitu skitar 0.71 m antara keduanya. Hal ini berhubungan dengan adanya pasang purnama dan pasang perbani, dimana pada saat pasang purnama gaya gravitasi bulan dan matahari bekerja Bersama-sama yang mengakibatkan pasang surut menjadi lebih kuat. Sedangkan pada saat pasang perbani adalah kondisi sebaliknya yang mengakibatkan pasang surut menjadi lemah.

3.1.4 Time Series Pasang Surut

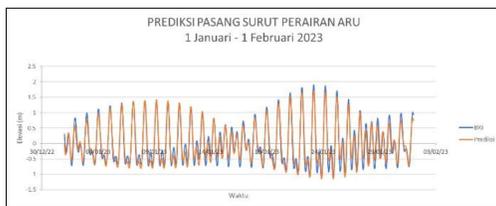
Kondisi *time series* pasang surut di perairan Aru pada bulan Januari dan bulan Agustus dijelaskan pada Gambar 15 dan gambar 16. Dari data yang dikerjakan untuk mengevaluasi keakuratan hasil elevasi ini, data kemudian divalidasi menggunakan prediksi pasang surut yang diberikan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG), dijelaskan pada Gambar 17-18 sebagai berikut :



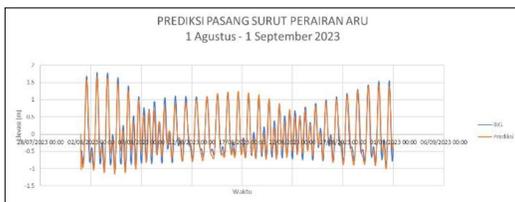
Gambar 15. Time Series Pasang Surut Pada Januari 2023



Gambar 16. Time Series Pasang Surut Pada Agustus 2023



Gambar 17. Validasi Data Pasang Surut Model Mike 21 Pada Bulan Januari Dengan Data BIG



Gambar 18. Validasi Data Pasang Surut Model Mike 21 Pada Bulan Agustus Dengan Data BIG

Proses validasi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana hasil elevasi tersebut sesuai dengan prediksi pasang surut resmi. Hasil dari evaluasi keakuratan ini diukur menggunakan nilai *Root Mean Squar Error* (RMSE), yang menggambarkan seberapa baik hasil model mencocokkan data observasional. Dalam konteks ini, nilai RMSE antara hasil elevasi model dengan data pasang surut dari BIG pada musim barat tercatat sebesar 0,012%, sedangkan pada musim timur tercatat sebesar 0,008%. Penurunan kecil ini menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik antara hasil model dan

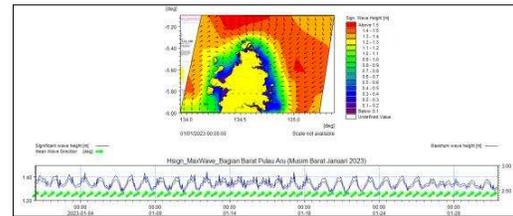
prediksi resmi BIG, mengindikasikan akurasi yang baik dalam mereplikasi kondisi pasang surut pada tanggal dan waktu tersebut.

3.2 Gelombang Laut (Ocean Wave)

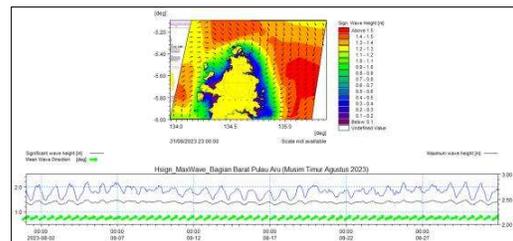
Beberapa kondisi gelombang laut yang akan dibahas diantaranya adalah *Significant Wave Height*, *Maximum Wave Height*, *Mean Wave Height*, *Wind Rose*, dan *Wave Rose*, dengan pembahasan, sebagai berikut:

3.2.1 Significant Wave Height

Kondisi tinggi gelombang signifikan pada musim Barat dan musim Timur di perairan Laut Aru dijelaskan pada gambar 19 – 20 sebagai berikut:



Gambar 19. Tinggi Gelombang Signifikan di Pulau Aru pada Musim Barat (Januari 2023)



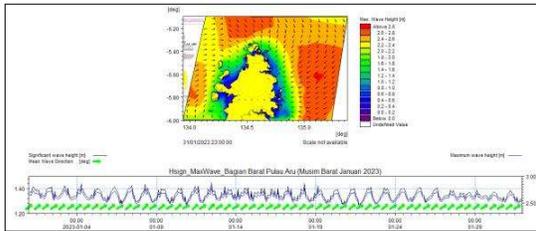
Gambar 20. Tinggi Gelombang Signifikan di Pulau Aru pada Musim Timur (Agustus 2023)

Pada pemodelan gelombang salah satu parameter penting yang harus dianalisis adalah *Significant Wave Height* (SHW) yang merupakan sepertiga tinggi gelombang dari suatu spektrum gelombang. Jika dilihat pada grafik *time series*, nilai *maximum* selama lebih tinggi dari *significant wave height* dikarenakan SHW ini memberikan gambaran yang lebih "*signifikan*" tentang kondisi gelombang daripada menggunakan rata-rata tinggi gelombang secara keseluruhan. SHW pada pemodelan bulan Januari dan Agustus tidak memiliki perbedaan yang spesifik dikarenakan keduanya memiliki kisaran nilai

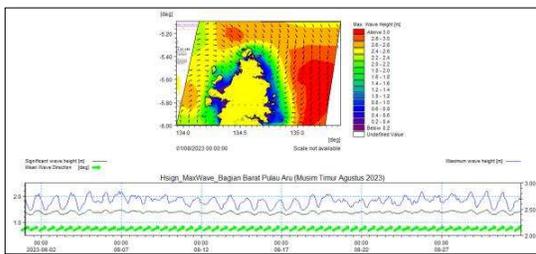
yang sama yaitu berkisar 0,1 – 1,5 m dan arah gelombang menuju utara.

3.2.2 Maximum Wave Height

Kondisi tinggi gelombang maksimum pada musim Barat dan musim Timur di perairan Laut Aru dijelaskan pada gambar 21 – 22 sebagai berikut:



Gambar 21. Tinggi Gelombang Maksimum di Pulau Aru pada Musim Barat (Januari 2023)

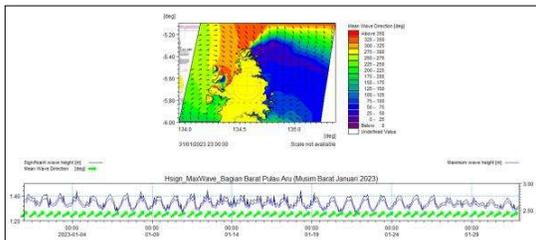


Gambar 22. Tinggi Gelombang Maksimum di Pulau Aru pada Musim Timur (Agustus 2023)

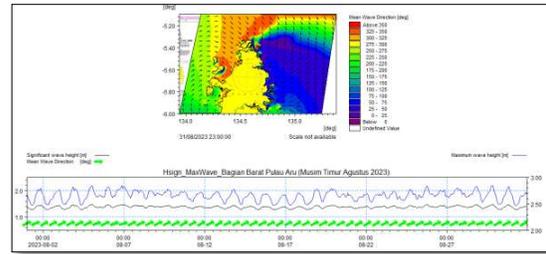
Nilai *maximum* pada musim barat dan timur tidak terlalu berbeda dikarenakan nilai *maximum* dominan berada pada kisaran 2.8 – 3.0 m dan arah angin dominan mengarah ke pesisir.

3.2.3 Mean Wave Direction

Kondisi *mean wave direction* pada musim Barat dan musim Timur di perairan Laut Aru dijelaskan pada gambar 23 – 24.



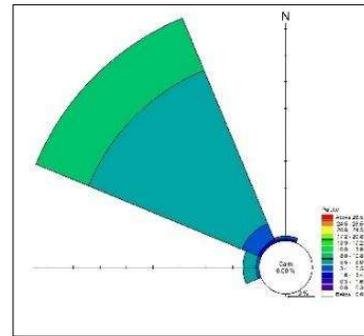
Gambar 23. Mean Wave Direction di Pulau Aru pada Musim Barat (Januari 2023)



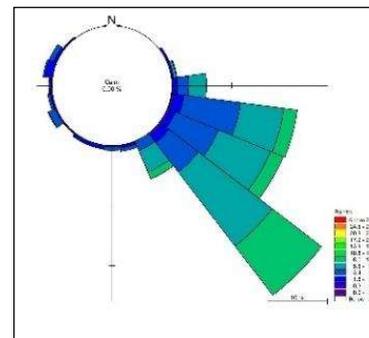
Gambar 24. Mean Wave Direction di Pulau Aru pada Musim Timur (Agustus 2023)

3.2.4 Wind Rose

Beberapa kondisi angin yang akan dibahas diantaranya adalah kondisi angin pada musim barat dan musim timur, dengan pembahasan pada gambar 25 – gambar 28, sebagai berikut.



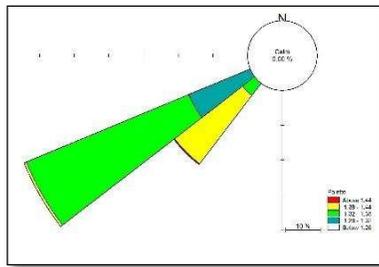
Gambar 25. Wind Rose di Pulau Aru pada Musim Barat (Januari 2023)



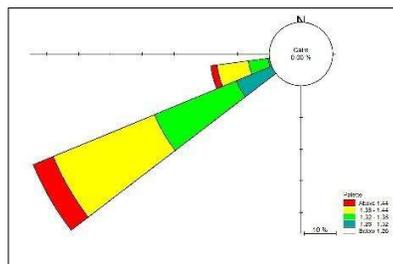
Gambar 26. Wind Rose di Pulau Aru pada Musim Timur (Agustus 2023)

3.2.5 Wave Rose

Kondisi Gelombang pada musim barat dan musim timur dijelaskan pada gambar 25 – gambar 26 sebagai berikut:



Gambar 27. Wave Rose di Pulau Aru pada Musim Barat (Januari 2023)



Gambar 28. Wave Rose di Pulau Aru pada Musim Timur (Agustus 2023)

Dapat dilihat pada hasil *wind rose* dan juga *wave rose* yang menunjukkan bahwa angin menjalar ke wilayah pantai dari Barat Laut dan Tenggara. Kondisi yang terjadi dapat di analisis dari persentase angin *calm* (angin tenang), bahwa pada musim barat dan timur dari hasil *wind rose* dapat disimpulkan dalam jangka waktu 1 bulan angin tenang pada wilayah ini sebesar 0.00% atau angin pada wilayah ini dapat dikatakan dominan 5.5 – 8.0 m/s pada kedua musim, dimana dalam skala Beaufort menunjukkan bahwa angin berada pada tingkatan sepoi sedang. Sedangkan pada hasil *wave rose* arah datang gelombang dari sebelah barat pulau menjalar ke mendekati pantai ke arah Timur Laut dengan kecepatan penjalaran gelombang berkisar 1.20 – 1.44 m/s.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa Arus pasut di perairan Pulau memiliki arah dominan dari Tenggara ke arah Barat Laut dengan kecepatan 0,06-0,30 m/s.

Tinggi gelombang signifikan di perairan Pulau Aru memiliki arah dominan menuju utara dengan nilai gelombang tertinggi yaitu 1,5 m.

Nilai RMSE hasil model pasang surut dengan data BIG sebesar 0,012% pada musim barat dan 0,008 % pada musim timur dapat dikatakan akurat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Pushidrosal. Ucapan terima kasih juga untuk Badan Informasi Geospasial yang telah menyediakan data Batimetri Nasional yang diunduh pada laman <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/> dan juga Copernicus yang telah menyediakan data angin yang dapat diunduh pada laman <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>.

6. DAFTAR PUSTAKA

- DHI. (2017). MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, Scientific Documentation. *DHI Documentation*.
- Ichsari, L. F., Handoyo, G., Setiyono, H., Ismanto, A., Marwoto, J., Yusuf, M., & Rifai, A. (2020). Studi komparasi hasil pengolahan pasang surut dengan 3 metode (admiralty, least square dan fast fourier transform) di pelabuhan Malahayati, Banda Aceh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2), 121-128.
- Jansen, T. (2019). Comparing Nearshore Wave Parameters in Amurang Bay location using MIKE-21 Spectral Wave Model. *Journal of Sustainable Engineering: Proceedings Series*, 1(2), 150-158.
- Kartohardjono, A., Buwono, H. K., & Al Hanif, B. (2015). Studi Kebutuhan Pelabuhan Dan Tinjauan Teknis Terhadap Kondisi Perairan Daerah Kepulauan Aru. *Konstruksia*, 7(1).
- Khairunnisa, K., Apdillah, D., & Putra, R. D. (2021). Karakteristik pasang surut di perairan Pulau Bintang bagian timur menggunakan metode admiralty. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 58-69.

- Pamungkas, A. (2018). Karakteristik parameter oseanografi (pasang-surut, arus, dan gelombang) di perairan utara dan selatan Pulau Bangka. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 51-58.
- Pitaloka, D., Jayanthi, O. W., Kartika, A. G. D., Wicaksono, A., Syaifullah, M., & Fikriah, I. (2023). Pengolahan Data Arus Laut menggunakan Bahasa Program R. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 231-242.
- Setyawan, W. B., & Pamungkas, A. (2017, September). Perbandingan karakteristik oseanografi pesisir utara dan selatan Pulau Jawa: pasang-surut, arus, dan gelombang. In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III* (pp. 191-202).
- Truong, D. D., Tri, D. Q., & Don, N. C. (2021). The impact of waves and tidal currents on the sediment transport at the sea port. *Civil Engineering Journal*, 7(10), 1634-1649.
- Wahyulia, S., Driptufanny, D. M., Armi, I., Arini, D., & Defwaldi, D. (2023). Analisis Pemodelan Gelombang Laut 2D Di Perairan Kota Padang Dengan Menggunakan Software Mike 21: Studi Kasus: Pantai Pasir Jambak, Kota Padang, Sumatra Barat. *Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, 2(1), 35-40.
- Watofa, A. A., Pranowo, W. S., & Adrianto, D. (2021). Pemodelan Hidrodinamika 2 Dimensi Arus dan Gelombang untuk Operasi Pendaratan Amfibi Di Pesisir Pulau Selaru Kabupaten Maluku Tenggara Barat (Studi Kasus: Labuhan Lemian Pulau Selaru): Modeling of 2-Dimensional Hydrodynamic Currents and Waves for Amphibious Landing Operations on The Coast of Selaru Island of West Southeast Maluku Regency (Case Study: Labuhan Lemian Selaru Island). *Jurnal Hidropilar*, 7(2), 69-