

Pemodelan Hidrodinamika 2-Dimensi Arus Laut Permukaan Perairan Desa Berakit Kabupaten Bintan

Nur Anisa¹, Mario Putra Suhana¹, Harish Wirayuhanto^{1*}

¹Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH)

Jl. Raya Dompok Bukit Bestari Kota Tanjung Pinang 29115 Kepulauan Riau

*hwirayuhanto@umrah.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i2.17227>

Abstrak

Arus laut merupakan suatu parameter oseanografi yang sangat penting dalam menentukan suatu kondisi perairan. Belum tersedianya data terkait arus laut pada perairan Desa Berakit menjadi salah satu pentingnya dilakukan penelitian terkait arus laut pada perairan. Alternatif yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi arus laut adalah dengan menggunakan pemodelan hidrodinamika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola distribusi dan karakteristik arus laut permukaan di perairan Desa Berakit. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pemodelan hidrodinamika 2 Dimensi untuk mensimulasikan pola arus laut selama 1 (satu) tahun pada Desember 2020 hingga November 2021 dengan menggunakan *software* MIKE 21 dengan melakukan pencuplikan pada 2 (dua) kondisi berbeda yaitu pada saat pasang tertinggi dan surut terendah. Hasil model divalidasi dengan menggunakan data pengukuran lapangan. Hasil pemodelan pola arus menunjukkan tingkat validasi dengan kategori kecil, sehingga dapat dijadikan acuan dalam memberikan gambaran kondisi *real* pola dan distribusi arus pada lokasi penelitian. Pada lokasi penelitian arus laut dibangkitkan oleh pasang surut dengan adanya pengaruh lain yaitu angin. Kecepatan arus rata-rata pada saat musim utara 0,11 m/s, musim timur berkisar 0,09 m/s, musim selatan berkisar 0,10 m/s dan pada saat musim barat berkisar 0,11 m/s dengan arah dominan menuju ke arah selatan pada saat pasang dan menuju ke utara pada saat surut. Kecepatan arus laut dominan lebih besar pada saat kondisi pasang dibandingkan dengan kondisi surut hal ini akibat adanya perbedaan elevasi muka air laut dengan arah gerak berlawanan.

Kata Kunci : arus laut, hidro-oseanografi, pemodelan, desa Berakit

Abstract

Ocean currents are an oceanographic parameter that is very important in determining water conditions. The unavailability of data related to ocean currents in the waters of Berakit Village is one of the importance of conducting research related to ocean currents in the waters. An alternative that can be used to determine the condition of ocean currents is to use hydrodynamic modeling. This study aims to analyze the distribution patterns and characteristics of surface ocean currents in the waters of Berakit Village. This research was carried out by conducting 2D hydrodynamic modeling to simulate ocean current patterns for 1 (one) year from December 2020-November 2021 using the MIKE 21 software by sampling in 2 (two) different conditions, namely during the highest tide and lowest tide. The model results are validated using field measurement data. The results of the current pattern modeling show a validation level with a small category, so that it can be used as a reference in providing an overview of the real conditions of the current pattern and distribution at the study site. At the research location, ocean currents are generated by tides with another influence, namely wind. The average current speed during the northern monsoon is 0,11 m/s, east monsoon is around 0,09 m/s, south monsoon is around 0,10 m/s and during the west monsoon it is around 0,11 m/s with the dominant direction towards the south at high tide and towards to the north at low tide. The speed of the dominant ocean currents is greater during high tide conditions compared to low tide conditions, this is due to differences in sea level elevation with the opposite direction of motion.

Key words : sea current, hydro-oceanography, modelling, Berakit village

PENDAHULUAN

Wilayah perairan Desa berakit terletak pada bagian Timur Pulau Bintan. Secara geografis perairan Desa Berakit terletak pada 01° 14' 10"

LU dan 104° 34' 18" BT. Desa ini memiliki luas wilayah sekitar 53,25 km dengan seluruh wilayahnya termasuk dalam kawasan pesisir (Agustina *et al.*, 2015). Kawasan pesisir tentunya tidak lepas dari pengaruh faktor hidro-oseanografi seperti gelombang, arus laut dan pasang surut yang sangat berpengaruh terhadap kondisi di suatu perairan (Indrayanti *et al.*, 2014; Saputro *et al.*, 2023). Masyarakat di desa tersebut

Article History:

Received: Oct, 27th 2022; **Accepted:** May, 30th 2023

Cite this as :

Anisa, N., Suhana, M.P & Wirayuhanto, H. 2023. Pemodelan Hidrodinamika 2-Dimensi Arus Laut Permukaan Perairan Desa Berakit kabupaten Bintan. *Rekayasa*. Vol 16(2). 148-155.

pada umumnya bermatapencabangan sebagai nelayan. Pada perairan desa berakit tersedia sarana perhubungan laut yakni Pelabuhan Internasional. Pelabuhan ini sudah lama dibangun namun hingga kini belum difungsikan. Permasalahan utama yang terjadi diakibatkan adanya proses sedimentasi yang begitu cepat sehingga mengakibatkan pendangkalan pada alur pelayaran (Sudiyono, 2016; Hidayah & Apriyanti, 2020). Sedimentasi merupakan proses pendangkalan suatu perairan yang diakibatkan oleh penumpukan partikel sedimen. Proses sedimentasi disebabkan oleh gelombang dan arus laut (Saputra, 2013). Arus laut merupakan salah satu faktor hidro-oseanografi yang penting untuk diketahui.

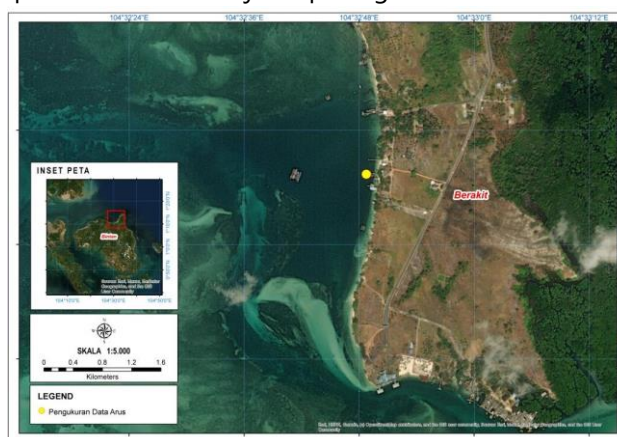
Informasi terkait arus laut belum tersedia di perairan Desa Berakit, arus laut (*sea current*) juga merupakan salah satu parameter oseanografi yang berperan penting dalam menentukan kondisi suatu perairan (Permadi *et al.*, 2015). Arus laut merupakan suatu proses pergerakan perpindahan massa air laut dari satu tempat menuju ke tempat lainnya secara vertikal maupun horizontal, gerakan massa air yang terjadi menghasilkan vektor yang mempunyai besaran kecepatan dan arah (Zallesa & Zaelani, 2020). Pada perairan Desa Berakit informasi terkait arus laut belum tersedia. Kajian dalam pengukuran arus laut dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode. Salah satu cara pengukuran arus laut yang efisien adalah dengan menggunakan metode aplikasi numerik (Budiman *et al.*, 2014). Salah satu alternatifnya yaitu dengan cara membuat pemodelan hidrodinamika 2 Dimensi.

Pemodelan hidrodinamika 2 Dimensi merupakan suatu metode pemodelan yang memanfaatkan teknologi komputer (Mehdiabdi *et al.*, 2015). Pemodelan hidrodinamika 2 Dimensi merupakan langkah awal yang dapat dilakukan untuk memonitoring kondisi perairan, dengan alternatif yang relatif murah dan mudah. Dengan melakukan pemodelan maka dapat diperoleh gambaran sebaran arus yang terjadi di masa sekarang ataupun prediksi di masa mendatang (Sarmada *et al.* 2018). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukannya penelitian mengenai arus laut permukaan melalui pemodelan hidrodinamika 2 dimensi di perairan Desa Berakit guna

mengetahui informasi kondisi arus pada perairan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan pemodelan hidrodinamika dengan *software* MIKE 21 selama bulan Desember 2020-November 2021. Model divalidasi dengan data pengukuran langsung di lapangan selama 3 (tiga) hari pada bulan juni 2021 bertempat di perairan Desa Berakit, Kabupaten Bintan. Koordinat lokasi penelitian yaitu $01^{\circ} 12' 31.59''$ N dan $104^{\circ} 32' 48.96''$ E. Peta penelitian akan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

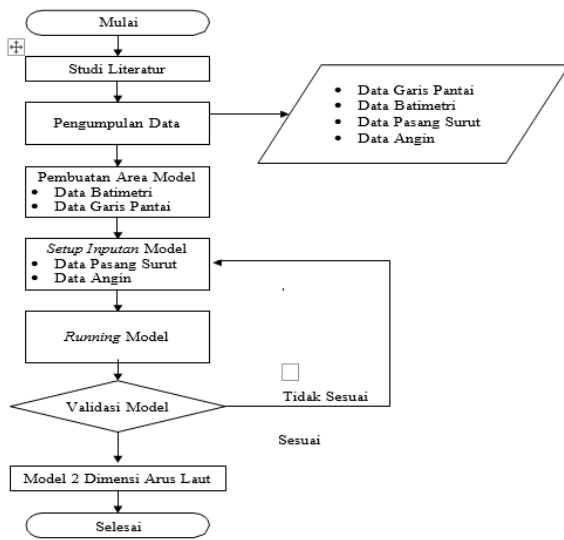
Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi *current meter*, data pasang surut, data arah dan kecepatan angin, data shapefile Provinsi Kepulauan Riau serta data BATNAS (Batimetri Nasional)

Metode dan Prosedur Penelitian

Metode dan prosedur pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan studi literatur terkait arus laut, arus laut permukaan, dan pemodelan hidrodinamika 2 dimensi. Selanjutnya dilakukan survei lapangan untuk pengambilan data secara *in situ* dalam penentuan titik pengamatan dan pengukuran di lapangan menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu dengan melihat keterwakilan kondisi lingkungan di lapangan. Data yang akan diukur di lapangan adalah data arus permukaan, data arah dan kecepatan angin, data pasang surut, data batimetri dan garis pantai.

Data masukan seperti data batimetri, garis pantai, pasang surut, serta arah dan kecepatan angin dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* MIKE 21 untuk membuat pemodelan arus permukaan laut.

Melalui tahapan membuat domain model menggunakan *mesh generator* dan menentukan *boundary condition* dari model yang akan dibuat. Setelah itu dilakukan *running model* apabila model berhasil selanjutnya selanjutnya melakukan validasi hasil yang dihasilkan, apabila tidak berhasil maka harus kembali pada tahapan *setup* model dengan memasukkan data kecepatan angin dan pasang surut selama 1 (satu) tahun sesuai dengan simulasi model yang akan dibuat. Metode dan prosedur pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut hasil prediksi atau peramalan dianalisis menggunakan metode *Admiralty* untuk menentukan tiap-tiap komponen dan konstanta dari harmonik pasang surut. Dengan menggunakan perhitungan elevasi muka air laut seperti berikut : Tabel 2. Elevasi Muka Air Laut dan Perhitungannya

No.	Elevasi Muka Air	Simbol	Rumus
1.	Mean Sea Level	MSL	AA(S ₀)
2.	Lowest Low Water Level	LLWL	A(S ₀) - [A(M2) + A(S2) + A(N2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(K2) + A(M4) + A(MS4)]
3.	Highest High Water Level	HHWL	A(S ₀) + [A(M2) + A(S2) + A(N2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(K2) + A(M4) + A(MS4)]
4.	High Water Spring	HWS	S ₀ + (M2+S2) + (K1+O1)
5.	Low Water Spring	LWS	S ₀ - (M2+S2) - (K1+O1)

Arah dan Kecepatan Angin

Koreksi data arah dan kecepatan angin menggunakan beberapa persamaan berikut mengacu pada (Suhana et al., 2021; Adji et al., 2020). Koreksi kecepatan angin terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu koreksi ketinggian, koreksi durasi, koreksi stabilitas, koreksi efek lokasi, dan *wind stress factor*.

Analisis Model Hidrodinamika

Analisis model hidrodinamika yang dilakukan adalah analisis arah dan kecepatan arus pada kondisi pasang tertinggi dan surut terendah serta mengetahui ketinggian muka air rata-rata (*mean sea level*). Pada penelitian ini digunakan model arus dua dimensi menggunakan *software* MIKE 21 dengan menggunakan modul *Flow model (FM)*. Modul FM umumnya digunakan untuk mengetahui pola dan sirkulasi arus laut (Amirullah et al., 2014; Sri Suharyo & Adrianto, 2018). Persamaan yang digunakan dalam model adalah dengan menggunakan persamaan memontum dan persamaan kontinuitas dengan perata-rataan kedalaman. Model ini menggunakan pendekatan metode elemen hingga (*finite element method*) untuk menyelesaikan persamaan yang digunakan (Surbakti et al., 2011).

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

Persamaan momentum pada sumbu X.....(2)

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 - q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (ht_{xy} + \frac{\partial}{\partial x} (ht_{xy}) - \alpha_q - fVV_x + \frac{h}{\rho w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

Persamaan momentum pada sumbu Y.....(3)

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 - q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (ht_{yy} + \frac{\partial}{\partial x} (ht_{xy}) - \alpha_q - fVV_x + \frac{h}{\rho w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

- Dimana:
- H : adalah kedalaman perairan;
 - d (x,y,t) : adalah kedalaman yang bervariasi terhadap waktu;
 - p,q : adalah flux densitas pada sumbu x dan y (m³/s/m);
 - u,v : adalah kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman pada sumbu x dan y;
 - c (x,y) : adalah chezy resistance (m^{1/2}s⁻¹); gravity adalah gravitasi (m²/s);
 - f(V) : adalah faktor gesekan angin;
 - Ω(x,y) : adalah parameter coriolis;
 - p_a(x,y) : adalah tekanan atmosfer (kgm⁻¹s⁻²);
 - ρw : adalah densitas air laut (kgm⁻³);
 - ζ : adalah surface elevation;
 - txx, txy, tyx : adalah komponen shear stress efektif.

Validasi Model

Validasi hasil model arus laut akan dilakukan dengan cara melakukan pencuplikan di salah satu lokasi di sekitar lokasi penelitian kemudian melakukan perbandingan data yang dihasilkan dari pemodelan dengan data hasil pengukuran langsung di lapangan. Pada penelitian ini model divalidasi dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* menggunakan persamaan berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

- A_t : Hasil pengukuran di lapangan
- F_t : Hasil pemodelan
- n : Jumlah data

HASIL PEMBAHASAN

Tipe dan Pola Pasang Surut

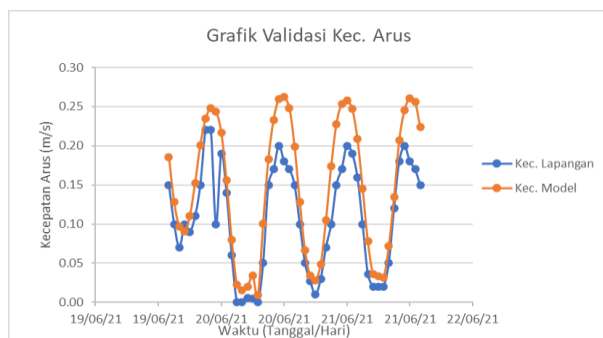
Pasang surut di lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai pasang surut dengan tipe condong harian ganda (*mixed predominantly semi diurnal tide*). Tipe ini diperoleh berdasarkan perhitungan nilai formzahl (F) pada lokasi penelitian sekitar 0.82 (Tabel 3). Hal tersebut mengacu pada Supriyadi *et al.*, (2018) bahwasannya tipe pasang surut diklasifikasikan menjadi empat tipe yaitu tipe pasang surut ganda apabila ($F \leq 0.25$), tipe campuran condong harian ganda ($0.25 \leq F \leq 1.25$), tipe campuran condong harian tunggal ($1.50 \leq F \leq 3.00$) dan tipe tunggal ($F > 3.00$).

Tabel 3. Komponen harmonik pasang surut di perairan Desa Berakit

	M2	S2	N2	K1	O1	K2	P1
Amplitudo (m)	0.51	0.17	0.10	0.27	0.29	0.04	0.09
Fase ($^{\circ}$)	87.3	110.	55.7	329.9	276.5	110.1	329.9
Formzahl (F)	0.82						

Pola Distribusi Arus

Model arus pada penelitian ini disimulasikan selama 1 (satu) tahun untuk memperoleh gambaran umum distribusi arus laut permukaan di lokasi penelitian. Hasil model tidak ditampilkan secara keseluruhan melainkan ditampilkan pada 4 (empat) kondisi yaitu pada musim Utara, Timur, Selatan dan Barat. Pencuplikan dilakukan pada kondisi surut terendah dan pasang tertinggi. Hasil validasi model dilakukan menggunakan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE).

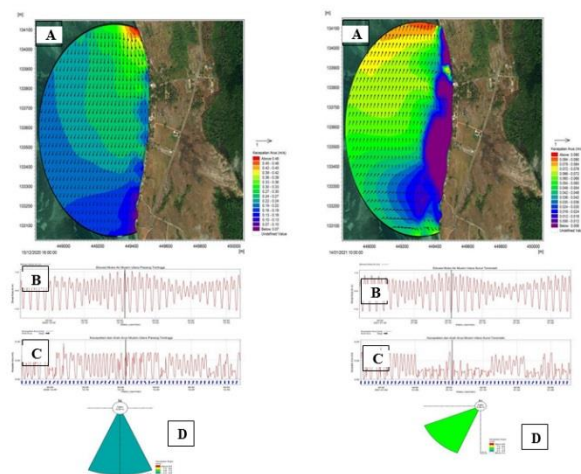


Gambar 3. Grafik Validasi Kecepatan Arus
 Nilai RMSE diperoleh dengan cara melakukan pencuplikan terhadap hasil model yang diperoleh dengan periode waktu dengan titik lokasi sesuai dengan pengukuran di lapangan. Validasi hasil pencuplikan model diperoleh nilai sebesar 0.15 atau 15% dengan kategori kecil dengan hasil pemodelan sangat baik (Astari *et al.*, 2018). Hal ini karena semakin kecil nilai RMSE maka semakin baik model yang dihasilkan atau semakin

mendekati gambaran sesungguhnya (Umri *et al.*, 2021).

Arus Musim Utara

Hasil model hidrodinamika arus laut permukaan pada perairan Desa Berakit pada musim utara (Desember-Februari) kecepatan arus rata-rata selama musim utara berkisar 0,11 m/s. Pada saat pasang tertinggi kecepatan arus laut berkisar 0,21 m/s dengan vektor arus bergerak menuju ke arah selatan perairan Desa Berakit dengan elevasi muka air berkisar 1,06 m. Pada saat kondisi surut terendah kecepatan arus berkisar 0,00 m/s dengan vektor arus dominan bergerak menuju utara, namun ada beberapa vektor yang bergerak menjauhi pantai dengan elevasi muka air berkisar -1,17 m/s. Pada saat musim utara kondisi pasang tertinggi dan surut terendah angin bertiup dari arah selatan dan barat daya.

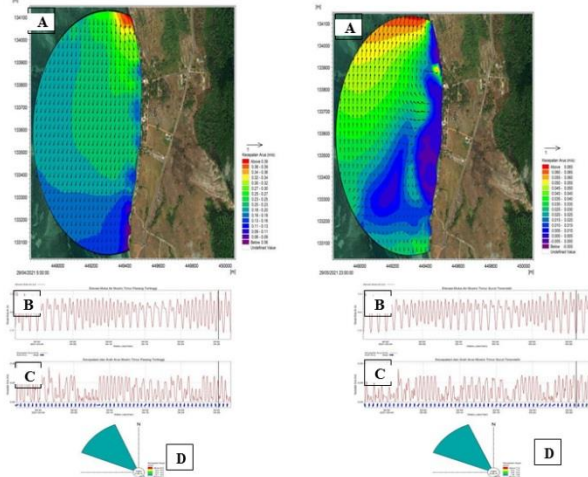


Gambar 4. Arus saat pasang tertinggi dan surut terendah musim utara (A) vektor arus yang di-overlay dengan kecepatan arus; (B) elevasi pasang surut musim utara; (C) arah dan kecepatan arus musim utara; (D) mawar angin pada musim utara

Arus Musim Timur

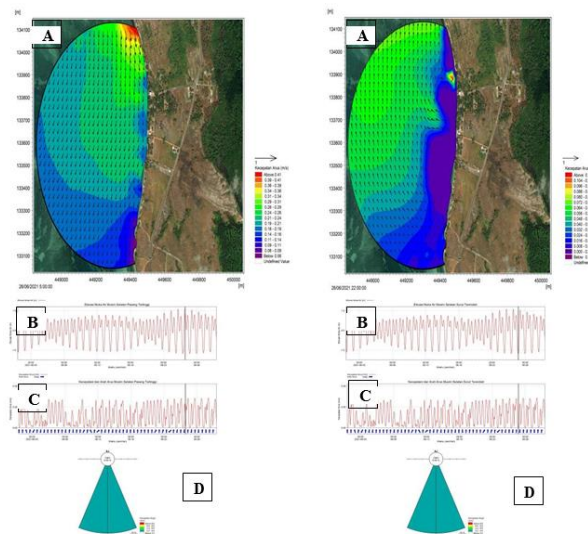
Pada musim timur (Maret-Mei) kecepatan arus rata-rata selama musim timur berkisar 0,09 m/s. Arus laut pada saat kondisi pasang tertinggi kecepatan arus berkisar 0,19 m/s dengan vektor arus menuju ke arah selatan perairan Desa Berakit dengan elevasi muka air 1,13 m. Pada saat kondisi surut terendah kecepatan arus berkisar 0.00 m/s dengan vektor arus bergerak menjauhi pantai menuju ke utara dan selatan perairan Desa Berakit dengan elevasi muka air berkisar -1,17 m. Pada saat musim timur kondisi pasang tertinggi dan

surut terendah angin bertiup dari arah utara barat laut.



Gambar 5. Arus saat pasang tertinggi dan surut terendah musim timur (A) vektor arus yang di-overlay dengan kecepatan arus; (B) elevasi pasang surut musim timur; (C) arah dan kecepatan arus musim timur; (D) mawar angin pada musim timur

Arus Musim Selatan



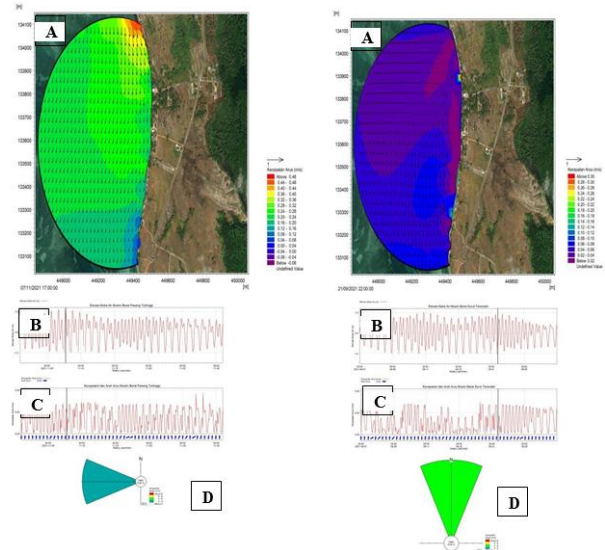
Gambar 6. Arus saat pasang tertinggi dan surut terendah musim selatan (A) vektor arus yang di-overlay dengan kecepatan arus; (B) elevasi pasang surut musim selatan; (C) arah dan kecepatan arus musim selatan; (D) mawar angin pada musim selatan

Pada musim selatan (Juni-Agustus) kecepatan arus rata-rata 0,10 m/s. Arus laut pada saat kondisi pasang tertinggi kecepatan arus berkisar 0,19 m/s dengan vektor arus bergerak menuju ke arah selatan perairan Desa Berakit dengan elevasi muka

air berkisar 1,07 m. Pada saat kondisi surut terendah kecepatan arus berkisar 0,01 dengan arah arus bergerak menjauhi pantai menuju utara perairan Desa Berakit dengan elevasi muka air berkisar -1,18 m. Pada saat musim selatan kondisi pasang tertinggi dan surut terendah angin bertiup dari arah selatan.

Arus Musim Barat

Pada musim barat (September-November) kecepatan arus rata-rata berkisar 0,11 m/s. Arus laut pada saat kondisi pasang tertinggi kecepatan arus berkisar 0,22 m/s dengan vektor arus bergerak menuju ke arah selatan dengan elevasi muka air berkisar 1,10 m. Pada saat kondisi surut terendah kecepatan arus berkisar 0,00 m/s dengan vektor arus bergerak menuju ke selatan perairan, namun ada vektor arus yang bergerak dari arah barat menuju ke arah utara dan selatan dengan elevasi muka air berkisar -1,01 m. Pada saat musim barat kondisi pasang tertinggi dan surut terendah angin bertiup dari arah barat dan utara



Gambar 7. Arus saat pasang tertinggi dan surut terendah musim barat (A) vektor arus yang di-overlay dengan kecepatan arus; (B) elevasi pasang surut musim barat; (C) arah dan kecepatan arus musim barat; (D) mawar angin pada musim barat

Pasang surut merupakan fenomena proses naik dan turunnya muka air laut secara berkala akibat adanya gaya gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari secara umum pasang surut diprediksi melalui proses analisis harmonik (Syahputra & Nugraha, 2016). Tipe pasang surut pada setiap wilayah di permukaan bumi tidak selalu sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan

besarnya gaya tarik bulan dan matahari yang tidak sama pada setiap wilayah atau dengan kata lain tergantung pada posisi tempat serta keadaan topografi dasar lautnya (Muhidin *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil perhitungan *formzahl number* (F), pasang surut di lokasi penelitian menunjukkan bahwasannya pasang surut bertipe campuran condong harian ganda (*mixed predominantly semi diurnal tide*). Hal tersebut mengacu pada Wyrski (1961) bahwa *formzahl number* dengan nilai $F \leq 1.50$, dikategorikan sebagai pasang surut dengan tipe campuran condong harian ganda. Perairan dengan tipe pasang surut seperti ini umumnya terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu berbeda (Irawan, 2017).

Arus laut merupakan suatu proses perpindahan masa air dari suatu tempat menuju ke tempat lain akibat adanya berbagai faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas atau pasang surut (Majchicaryono, 2014; Hidayah *et al.*, 2023). Secara umum karakter arus laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh hembusan angin dan pasang surut. Pola arus di sekitar lokasi penelitian diketahui sangat erat dipengaruhi oleh pola angin dan dibangkitkan oleh pasang surut. Berdasarkan hasil simulasi arus pada perairan Desa Berakit, arus dominan bergerak tidak sesuai atau berbeda dari hembusan angin. Kecepatan angin rata-rata pada setiap musimnya tidak berpengaruh signifikan terhadap kecepatan rata-rata arus permukaan pada perairan Desa Berakit. Menurut (Aziz, 2006), sirkulasi arus permukaan laut khususnya pada perairan dangkal sangat kuat mendapat pengaruh dari pasang surut, gesekan angin di permukaan, perbedaan gradien tekanan maupun densitas air laut. Oleh karena itu pada perairan Desa Berakit arus laut dominan bergerak tidak sesuai dengan arah angin, hal ini terjadi karena pola arus permukaan laut khususnya pada perairan dangkal ini banyak faktor yang mempengaruhinya.

Gaya pembangkit arus di pesisir dan di laut berbeda. Pergerakan arus di kawasan pesisir dominan dipengaruhi oleh kondisi pasang surut (Baja, 2012). Kecepatan arus laut permukaan umumnya juga dipengaruhi oleh adanya perbedaan kedalaman perairan, dimana kecepatan arus laut lebih besar pada kedalaman perairan yang lebih dangkal sedangkan pada perairan yang

lebih dalam kecepatan arus dominan lebih kecil (Meidji *et al.*, 2022). Pola pergerakan arus di perairan Desa Berakit berdasarkan hasil simulasi model merupakan pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut dengan asumsi tidak ada pengaruh angin dan juga gesekan dasar hal ini sesuai dengan pernyataan Hardani *et al.* (2015) bahwasannya arus yang faktor pembangkit utamanya adalah pasang surut dominan bergerak ke dua arah. Pola arus pada perairan Desa Berakit dominan bergerak ke dua arah (*bi-directional*) yaitu utara dan selatan. Dari hasil simulasi model menunjukkan adanya perbedaan pola arus yang terbentuk pada saat kondisi pasang dan kondisi surut, bahwasannya arus di sekitar sungai, estuari dan teluk gerakan arus pasang surut adalah bolak balik, dimana pada masing-masing kondisi pasang surut pola arus pasang surutnya akan berbeda (Permadi *et al.*, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan pendekatan model hidrodinamika, kecepatan arus rata-rata pada perairan Desa Berakit musim utara berkisar berkisar 0,11 m/s, kecepatan arus rata-rata pada musim timur berkisar 0,09 m/s, kecepatan arus rata-rata pada musim selatan berkisar 0,10 m/s dan pada musim barat kecepatan arus rata-rata berkisar 0,11 m/s dengan arah dominan menuju utara dan selatan. Berdasarkan validasi yang dilakukan menggunakan rumus perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) diperoleh nilai sebesar 0.15 atau 15% dengan kategori kesalahan atau *error* kecil sehingga model yang dihasilkan dapat memberikan menggambarkan kondisi sesungguhnya atau *real* arus laut pada perairan Desa Berakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S.H., Putra, R.D., Suhana, M.P., Febrianto, T., & Koenawan, C.J. 2020. Characteristic of sea waves Southern Batam City waters-Northern Lingga District waters. *Journal of Applied Geospatial Information*. 4(2): 367–371
- Agustina, L., Zen, L. W., & Zulfikar, A. (2015). Nilai Ekonomi Ekosistem Padang Lamun Desa Berakit Kab. Bintan Provinsi Kepulauan Riau. *Dinamika Maritim*, 5(1), 46-57
- Amirullah, A. N., Sugianto, D. N., & Indrayanti, E. (2014). Kajian Pola Arus Laut Dengan

- Pendekatan Model Hidrodinamika Dua Dimensi Untuk Pengembangan Pelabuhan Kota Tegal. *Journal of Oceanography*, 3(4), 671-682.
- Anisa, M. N., Purwanto, P., & Prasetyawan, I. B. (2017). Studi pola arus laut di Perairan Tapaktuan, Aceh Selatan. *Journal of Oceanography*, 6(1), 183-192.
- Astari, K. F., A. Hendri., M. Fauzi. 2018. Analisis pasang surut perairan Dumai menggunakan metode admiralty. *Jom FTEKNIK*. 5(2): 1-7.
- Azis, F. 2006. Gerak air di laut. *J. Oseana*. 31(4): 9–21.
- Baja, S. 2012. *Perencanaan tata guna lahan dalam pengembangan wilayah*. Andi Offset. Yogyakarta. p.322– 323.
- Budiman, A. S., Koropitan, A. F., Nurjaya, I. W. 2014. Pemodelan hidrodinamika arus pasang surut Teluk Mayalibit kabupaten Raja Ampat provinsi papua barat. *Depik*, 3(2). <https://doi.org/10.13170/depik.3.2.1536>
- Hardani, O. M., Rifai, A., Sugianto, D. N. 201). Kajian Pola Arus di Teluk Ujungbatu Jepara. *Journal of Oceanography*, 4(1), 242-252.
- Hidayah, Z., & Apriyanti, A. (2020). Deteksi perubahan garis pantai Teluk Jakarta bagian timur Tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(2), 143-150.
- Hidayah, Z., Maula, M., & Wardhani, M. K. (2023). Pemodelan Arus dan Muatan Padatan Tersuspensi di Perairan Estuari Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah Gresik. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 87-97.
- Indrayanti, E., Tarhadi, T., DS, A. A. 2014. Studi pola dan karakteristik arus laut di perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah pada musim peralihan I. *Journal of Oceanography*. 3(1), 16-25.
- Irawan, S. (2017). Kondisi hidro-oseanografi perairan Pulau Bintan (studi kasus perairan Teluk Sasah). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 10(1), 41-53.
- Meidji, I. U., Demulawa, M., Rifai, R. R. 2022. Kajian model hidrodinamika sebaran pola arus permukaan di Teluk Palu. *Kuantum: Jurnal Pembelajaran dan Sains Fisika*. 3(1), 30-37.
- Mehdiabadi, F. E., Mehdizadeh, M. M., Rahbani, M. 2015. Simulating Wind Driven Waves in the Strait of Hormuz Using Mike 21. *Ilmu Kelautan*. 20(1): 6-13.
- Permadi LC, Indrayanti E, Rochaddi B. 2015. Studi arus pada perairan laut di sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Oseanografi*. 4 (2): 516-523.
- Saputra, H., Subardjo, P., & Saputro, S. (2013). Studi pola sebaran sedimen dasar akibat arus sepanjang pantai di sekitar pemecah gelombang pantai Kuta Bali. *Journal of Oceanography*, 2(2), 161-170.
- Saputro, A. A., Hidayah, Z., & Wirayuhanto, H. (2023). Pemodelan Dinamika Arus Permukaan Laut Alur Pelayaran Barat Surabaya. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(1), 88-100.
- Sudiyono, S. (2016). Strategi Adaptasi Nelayan Desa Tanjung Berakit Dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Masyarakat Dan Budaya*, 18(2), 107-125.
- Suhana, M.P. et al. 2021. Characteristics of sea waves condition at the northern and eastern of Bintan Island within period of 2015-2019. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–10. IOP Publishing Ltd
- Supriyadi, E., Siswanto., Pranowo, W.S. (2018). Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Meteorologi dan Geofisika*, 9(1), 29-38
- Surbakti, H., Purba, M. & Nurjaya, IW. (2011). Pemodelan pola arus di perairan pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 3(1), 9-14.
- Sri Suharyo, O., & Adrianto, D. (2018). Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok (Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(1), 30–38. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i1.8>
- Surbakti, H., Purba, M. & Nurjaya, IW. (2011). Pemodelan pola arus di perairan pesisir

- Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 3(1), 9-14.
- Supriyadi, E., Siswanto., Pranowo, W.S. (2018). Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Metereologi dan Geofisika*, 9(1), 29-38
- Syahputra, H., Nugraha, R. B. A. 2016. Analisis Perbandingan Akurasi Model Prediksi Pasang Surut: Studi Kasus di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. *Maspari J. Marine Science Research*. 8(2): 119-126.
- Wyrcki, K. 1961. *Physical Oceanography of Southeast Asian Waters*. Naga Report. I. 2. The University of California, La Jolla.
- Yogaswara, G. M., Indrayanti, E., & Setiyono, H. 2016. Pola arus permukaan di perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta pada musim peralihan (Maret-Mei). *J. Oseanografi*. 5(2): 227– 233.
- Zallesa, S & Zaelani, A. 2020. Kajian arus permukaan dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika di perairan Pulau Gili Terawangan Lombok, Nusa Tenggara Barat. *J. Akuatek*. 1(2): 113- 117. <https://doi.org/10.24198/akuatek.v1i2.31295>

