



Karakteristik Pola Arus Laut di Perairan Selat Sunda Periode Tahun 2013 – 2023

Characteristic of Ocean Current Patterns in Sunda Strait Waters for the Periode 2013 – 2023

Rofikoh Latif Yuhana^{1*}, Danar Guruh Pratomo², Khomsin²

¹Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur, 60111

²Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur, 60111

*Email: rofikohlatif@gmail.com

Naskah Masuk: 30 Juni 2025 | Naskah Diterima: 17 Desember 2025 | Naskah Terbit: 31 Desember 2025

Abstrak. Penelitian ini mengkaji karakteristik pola arus permukaan laut di Perairan Selat Sunda menggunakan data arus model numerik dari *Marine Copernicus* selama periode 2013 – 2023. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi arah dan kecepatan arus pada periode musiman, yaitu musim barat (Desember – Januari – Februari), musim peralihan I (Maret – April – Mei), musim timur (Juni – Juli – Agustus), dan musim peralihan II (September – Oktober – November). Data arus model *Marine Copernicus* diverifikasi terhadap data pengamatan *High Frequency* (HF) Radar menggunakan metode statistik koefisien korelasi Pearson (*r*) dan *Root Mean Square Error* (RMSE), menghasilkan nilai *r* sebesar 0.77 dan RMSE 0.26 m/s, menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada musim barat, arus dominan menuju ke timur laut dengan kecepatan rata-rata 0.5 – 1.0 m/s dan maksimum 1.5 – 2.0 m/s. Pada musim peralihan I, arus menuju ke timur laut dengan kecepatan rata – rata 0.75 – 1.25 m/s dan maksimum 1.5 – 2.0 m/s. Pada musim timur, arus dominan menuju ke barat daya dengan kecepatan rata – rata 1.25 – 1.75 m/s dan maksimum 1.5 – 2.0 m/s. Pada musim peralihan II, arus menunjukkan arah tidak beraturan menuju barat dan timur, dengan kecepatan rata – rata 1.0–1.5 m/s dan maksimum 1.5 – 2.0 m/s. Pola arus ini dipengaruhi oleh angin monsoon, topografi dasar laut, dan interaksi pesisir, yang berdampak pada navigasi, perikanan, dan ekosistem laut.

Kata Kunci: Selat Sunda, Arus Permukaan, HF Radar, *Marine Copernicus*, Pola Arus Musiman

Abstract. This study examines the characteristics of ocean surface current patterns in the Sunda Strait using numerical model current data from *Marine Copernicus* during the period 2013 – 2023. The analysis was conducted to identify the direction and speed of currents in seasonal periods, namely the west season (December – January – February), transition season I (March – April – May), east season (June – July – August), and transition season II (September – October – November). *Marine Copernicus* model current data was verified against *High Frequency* (HF) Radar observation data using the statistical method of Pearson correlation coefficient (*r*) and *Root Mean Square Error* (RMSE), resulting in an *r* value of 0.77 and RMSE of 0.26 m/s, indicating a good level of accuracy. The results of the analysis show that in the west season, the dominant current heads northeast with an average speed of 0.5 – 1.0 m/s and a maximum of 1.5 – 2.0 m/s. In the first transitional season, the current flows to the northeast with an average speed of 0.75 – 1.25 m/s and a maximum of 1.5 – 2.0 m/s. In the east season, the dominant current flows to the southwest with an average speed of 1.25 – 1.75 m/s and a maximum of 1.5 – 2.0 m/s. In the second transitional season, the current flows irregularly towards the west and east, with an average speed of 1.0 – 1.5 m/s and a maximum of 1.5 – 2.0 m/s. These current patterns are

influenced by monsoon winds, seabed topography, and coastal interactions, which impact navigation, fisheries, and marine ecosystems.

Keywords: *Sunda Strait, Surface Currents, HF Radar, Marine Copernicus, Seasonal Current Patterns*

Pendahuluan

Faktor keselamatan dan keamanan selama pelayaran merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam kegiatan pelayaran seperti yang tertuang dalam Undang – Undang No. 17 Tahun 2018 tentang Pelayaran. Beberapa faktor baik internal maupun eksternal dapat mempengaruhi keselamatan dan keamanan pelayaran. Faktor internal yang dapat berpengaruh diantaranya adalah kondisi kapal, kondisi mesin, kondisi kelistrikan, ketersediaan bahan bakar dan jenis kargo yang diangkut. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh adalah operasi Pelabuhan, kualitas sumber daya manusia, lingkungan pelayaran, cuaca dan iklim ^[1]. Selat Sunda termasuk pada lintasan Arus Monsoon Indonesia (Armondo) dan sebagai perairan yg relatif krusial pada beberapa sektor maritim misalnya transportasi, perikanan, & perdagangan. Kondisi fisik yang dinamis dipengaruhi oleh adanya sistem angin monsun yang berlangsung akibat pergerakan udara ^[2]. Salah satu faktor oseanografi laut yang diakibatkan oleh sirkulasi massa air laut secara vertikal dan horizontal adalah arus permukaan. Pergerakan air di atas permukaan laut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain angin, perbedaan kepadatan, dan pasang surut air laut ^[3].

Perkembangan inovasi teknologi kelautan yang semakin maju, pengukuran data arus permukaan kini dapat dilakukan dengan lebih efisien, yakni dengan pengamatan oleh *High Frequency Radar* (HF Radar). Instrumen HF Radar sudah banyak digunakan diberbagai negara untuk menyediakan data pengukuran arus permukaan dengan cakupan spasial yang relatif luas dan resolusi spasial dan temporal yang tinggi dalam interval waktu yang berdekatan ^[4]. HF Radar merupakan instrumen kelautan yang mengacu pada penginderaan jauh berbasis darat yang dipasang permanen di pinggir pantai dengan kemampuan merekam kondisi perairan sejauh ~200 km area lepas pantai pada kedalaman hingga 2 m ^[5]. HF Radar dapat mengukur pada resolusi spasial tinggi (1 – 6 km) dan resolusi temporal setiap jam atau lebih tinggi ^[6]. Mekanisme resonansi Bragg yang digunakan HF Radar, yaitu hamburan balik yang dihasilkan dari pantulan gelombang radio. Gelombang radio yang dipancarkan pada frekuensi tertentu akan mengenai permukaan laut kemudian dipantulkan ke antena penerima. Frekuensi yang diterima akan membentuk efek Bragg dan pergeseran Doppler.

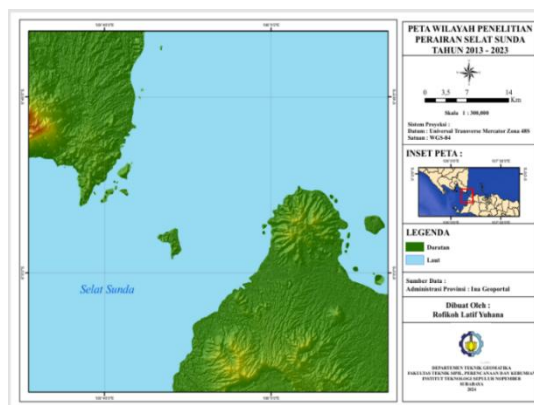
Terdapat banyak jenis data model yang dapat diolah untuk mendapatkan karakteristik arus laut di Selat Sunda. Salah satu penyedia data pemodelan arus adalah *Copernicus Marine Service Information* (CMEMS) yang menyediakan produk *Global Ocean Physics Analysis and Forecast*. Produk ini mencakup rata – rata harian dan bulanan suhu, salinitas, arus, permukaan laut, kedalaman lapisan campuran, dan parameter es dari atas ke bawah diatas samudera global. Produk ini juga tersedia dataset khusus arus permukaan yang juga mencakup arus gelombang dan pasang surut yang disebut *Surface Merged Ocean Current* (SMOC).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk menguji hubungan variabel dengan mengandalkan pengukuran numerik dan analisis statistik. Definisi lain menyebutkan bahwa penelitian kuantitatif adalah penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya. Pada penelitian ini analisis yang digunakan adalah metode analisis statistik deskriptif. Analisis deskriptif merupakan metode statistik yang



digunakan untuk meringkas, menggambarkan, dan menyajikan data secara sistematis sehingga pola atau karakteristik utama data dapat dipahami [7]. Dari hasil identifikasi ini selanjutnya akan dideskripsikan karakteristik pola arus laut meliputi arah dan kecepatan arus. Wilayah penelitian ini dilakukan di wilayah Selat Sunda yang terletak pada koordinat antara 5.5° LS sampai 6.25° LS dan 105.5° BT sampai 106.5° BT yang ditunjukkan pada Gambar 1. Selat Sunda merupakan selat yang memisahkan Pulau Jawa dan Pulau Sumatera serta menghubungkan Samudra Hindia dengan Laut Jawa, secara geografis selat ini berbatasan dengan Laut Jawa di bagian utara, Samudera Hindia di bagian selatan, Provinsi Lampung di bagian barat dan Provinsi Banten di bagian timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam menentukan karakteristik pola arus laut dapat dilihat pada Gambar 2. Pada tahap pengumpulan data, data model *Marine Copernicus* dengan format NetCDF yang telah diunduh perlu dilakukan ekstrak data terlebih dahulu untuk mengeluarkan variabel yang akan digunakan sebagai prediktor. Hasil akhir dari ekstrak data adalah sebuah file *Comma Separated Value* (CSV) yang berisi variabel prediktor yang digunakan seperti koordinat lokasi, waktu, serta arah dan kecepatan arus.

Verifikasi kuantitatif terhadap akurasi data model arus laut dari *Marine Copernicus* dilakukan dengan membandingkannya dengan data observasi dari HF Radar periode tahun 2024. Proses verifikasi ini menggunakan dua parameter statistik utama, yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Correlation Coefficient* (r), yang diterapkan pada data kecepatan arus laut sebagai parameter yang tersedia baik pada data model maupun data observasi. Tujuan utama verifikasi ini adalah untuk mengevaluasi kualitas data model *Marine Copernicus* yang akan digunakan sebagai data input utama dalam aplikasi *Jupyter Notebook*. Penilaian kualitas model disesuaikan dengan ambang batas yang relevan menurut literatur atau penelitian sebelumnya. Dalam konteks penelitian ini, verifikasi dilakukan di wilayah Selat Sunda, khususnya di sekitar Pelabuhan Merak, guna mengukur tingkat akurasi model numerik terhadap kondisi aktual. Metode yang digunakan meliputi pendekatan statistik deskriptif dan evaluatif untuk menilai kesesuaian data model terhadap data pengamatan.

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data pengamatan arus laut dari HF Radar milik BMKG (<https://maritim.bmkg.go.id/radar/>), dan data model arus laut dari *Marine Copernicus* (https://data.marine.copernicus.eu/product/GLOBAL_MULTIYEAR_PHY_001_030/download?dataset=cmems_mod_glo_phy_myint_0.083deg_PID-m_202311). Kedua jenis data ini dikumpulkan dan dianalisis selama periode 2013 hingga 2023, untuk melihat karakteristik pola arus laut tiap periode seasonal.

Tabel 1. Jenis data yang digunakan

Jenis Data	Format	Interval
Data pengamatan arus HF Radar	CSV	Per jam
Data model arus <i>Marine Copernicus</i>	NetCDF	Per jam

Perhitungan *Correlation Coefficient* (r) pada rumus (1) digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih secara linear ^[8]. Pada verifikasi tahap ini akan dilihat hubungan antara arus observasi dari HF Radar dengan arus dari model *Marine Copernicus*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut ^[9] :

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i) (\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan : rxy adalah *Correlation Coefficient*, n merupakan banyaknya data, x adalah variabel arus dari HF Radar dan y variabel arus dari *Marine Copernicus*.

Persamaan *Root Mean Square Error* (RMSE) digunakan untuk validasi model pada penelitian ini tercantum pada rumus (2). Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui nilai penyimpangan (*error*) dari data model *Marine Copernicus* terhadap data HF Radar. Nilai RMSE mempunyai rentang 0 sampai ∞ . Jika nilai RMSE semakin mendekati 0 berarti nilai penyimpangan (*error*) yang semakin kecil, menandakan kualitas data semakin baik. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut ^[8]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - o_k)^2} \quad (2)$$

Keterangan : RMSE atau *Root Mean Square Error*, n adalah banyaknya data, y merupakan nilai dari data model *Marine Copernicus*, dan o adalah nilai data dari HF Radar.

Visualisasi data arus menggunakan *software* ArcGIS, metode yang digunakan adalah IDW (*Inverse Distance Weighting*), yaitu metode khusus dalam *moving average* terbobot (*weighted moving average*) yang memiliki parameter pemodelan yang disebut power (p) yang berfungsi untuk menentukan pengaruh terhadap data – data yang akan diinterpolasi. *Interpolasi Inverse Distance Weighted* (IDW) adalah salah satu metode interpolasi spasial yang memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode ini umumnya dipengaruhi oleh inverse jarak yang diperoleh dari persamaan matematika dan kita dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari titik – titik sampel. Nilai power pada interpolasi IDW ini menentukan pengaruh terhadap titik – titik input, dimana pengaruh akan lebih besar pada titik – titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak dimana permukaan yang dihasilkan kurang detail dan terlihat halus ^[10].

Secara teori, semakin besar nilai p maka area hasil interpolasi akan lebih terpusat dan memiliki nilai rata – rata yang rendah. Jika nilai p semakin kecil, maka area interpolasi akan semakin luas dan memiliki nilai rata – rata yang lebih besar ^[11]. Parameter error yang digunakan pada metode IDW adalah RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE menyediakan ukuran atau nilai yang digunakan untuk menentukan model terbaik yang dihasilkan dari proses interpolasi spasial ^{[12], [13], [14]}, semakin rendah nilai RMSE maka semakin akurat model interpolasi yang dihasilkan.

$$z^i = \sum_{i=1}^n \omega_i z_i \quad (3)$$

Dimana Z_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) merupakan nilai ketinggian data yang ingin diinterpolasi sejumlah n titik, dan bobot (weight) ω_i yang dirumuskan sebagai :

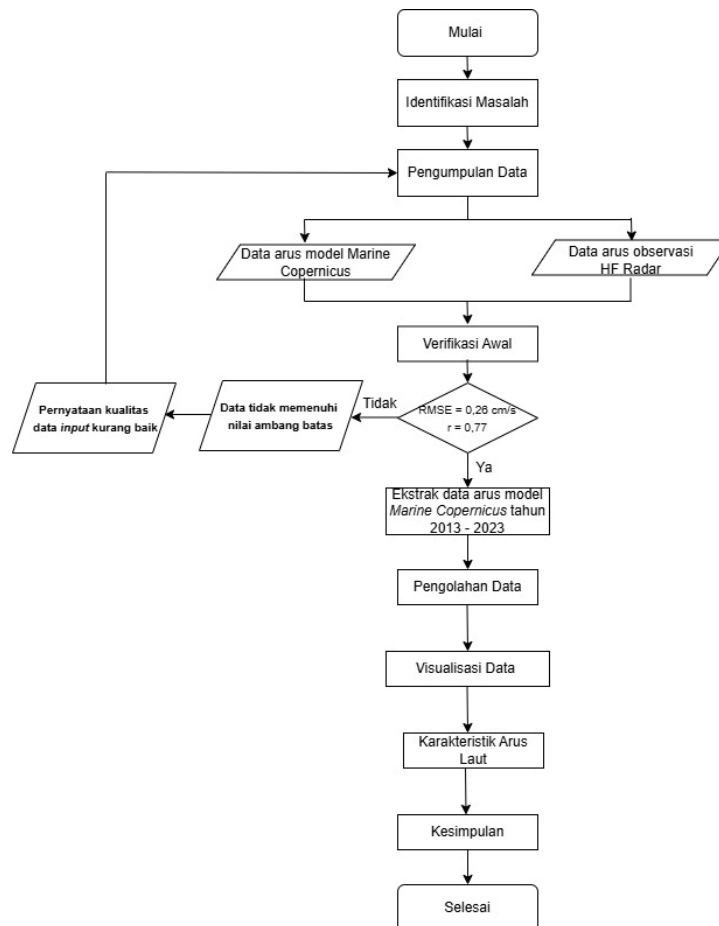
$$\omega_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-p}} \quad (4)$$

p adalah nilai positif yang dapat diubah-ubah yang disebut dengan parameter power (biasanya bernilai dan h_i merupakan jarak dari sebaran titik ke titik interpolasi yang dijabarkan sebagai berikut :



$$hi = \sqrt{(x - xi)^2 + (y - yi)^2} \quad (5)$$

(x,y) adalah koordinat titik interpolasi dan (xi,yi) adalah koordinat untuk sebaran titik. Fungsi peubah weight bervariasi untuk keseluruhan data sebaran titik sampai pada nilai yang mendekati nol dimana jarak bertambah terhadap sebaran titik.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Verifikasi Data Model *Marine Copernicus*

Verifikasi dilakukan untuk mengetahui nilai tingkat akurasi data model numerik arus laut yang digunakan dalam penelitian ini dengan data pengamatan dari HF Radar di perairan Selat Sunda, khususnya di sekitar wilayah Pelabuhan Merak. Metode statistik deskriptif dan evaluatif digunakan untuk memverifikasi parameter kecepatan arus. Metode ini meliputi perhitungan koefisien korelasi *Pearson* (r) dan *Root Mean Square Error* (RMSE)^[15].

Hubungan antara kedua data dinilai dengan rentang -1 sampai 1 . Nilai r mendekati 1 menandakan hubungan yang semakin kuat antara kedua data. Nilai r mendekati 0 menandakan hubungan yang semakin lemah antara kedua data. Sedangkan r mendekati -1 menandakan hubungan yang semakin kuat namun memiliki fase yang berbeda (bertolak belakang). Pedoman interpretasi nilai koefisien korelasi menurut (Sugiyono, 2014) seperti yang tertera pada Tabel 2.

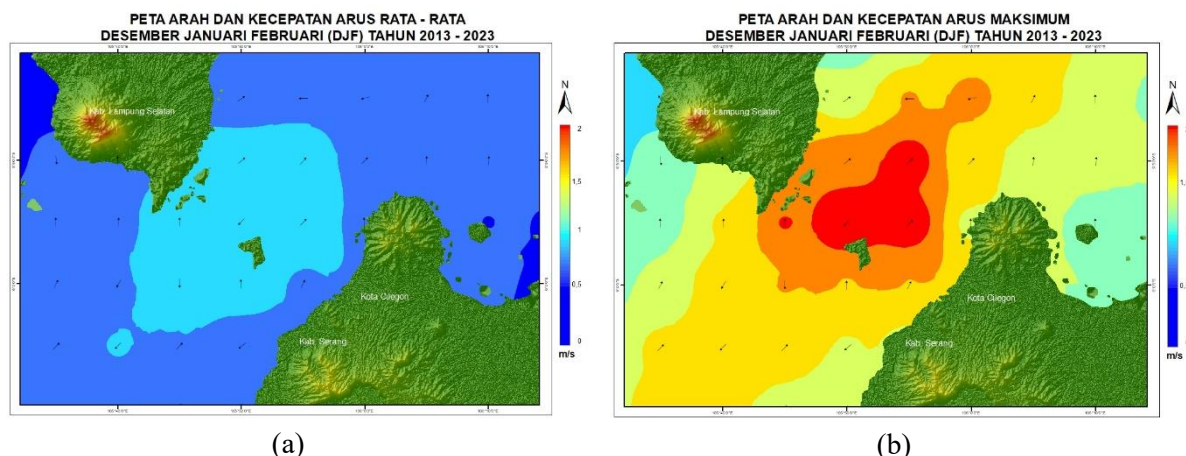
Tabel 2. Pedoman interpretasi nilai koefisien korelasi (Sumber : Sugiyono, 2014)^[9]

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.00 – 0.199	Sangat Rendah
0.20 – 0.399	Rendah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.000	Sangat Kuat

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa nilai RMSE antara model dan data pengamatan HF Radar untuk kecepatan arus adalah sebesar 0.26 m/s, yang mengindikasikan adanya selisih yang relatif kecil antara data model dan pengamatan dan merefleksikan deviasi eror yang dapat diterima. Sementara itu, nilai koefisien korelasi sebesar 0.77 menunjukkan hubungan yang kuat antara keduanya. Nilai ini berada pada kategori korelasi kuat menurut klasifikasi korelasi Pearson (0.70 – 0.90), sehingga model dapat dianggap cukup andal untuk digunakan dalam analisis karakteristik arus laut di wilayah studi. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa model numerik mampu merepresentasikan pola arus laut yang terjadi di lapangan, meskipun masih terdapat perbedaan kecil yang bisa disebabkan oleh keterbatasan resolusi spasial dan temporal model, serta pengaruh lokal yang tidak sepenuhnya tertangkap oleh skema model, serta pengaruh lokal yang tidak sepenuhnya tertangkap oleh skema model. Model mampu mereplikasi fluktuasi kecepatan arus yang terekam oleh HF Radar secara akurat. Secara spesifik, model berhasil menangkap periodisitas utama dari variasi kecepatan arus, yang merepresentasikan siklus pasang surut harian (diurnal) dan semi – harian (semidiurnal), baik waktu terjadinya arus kencang maupun arus tenang menunjukkan keselarasan yang tinggi.

Karakteristik Pola Arus

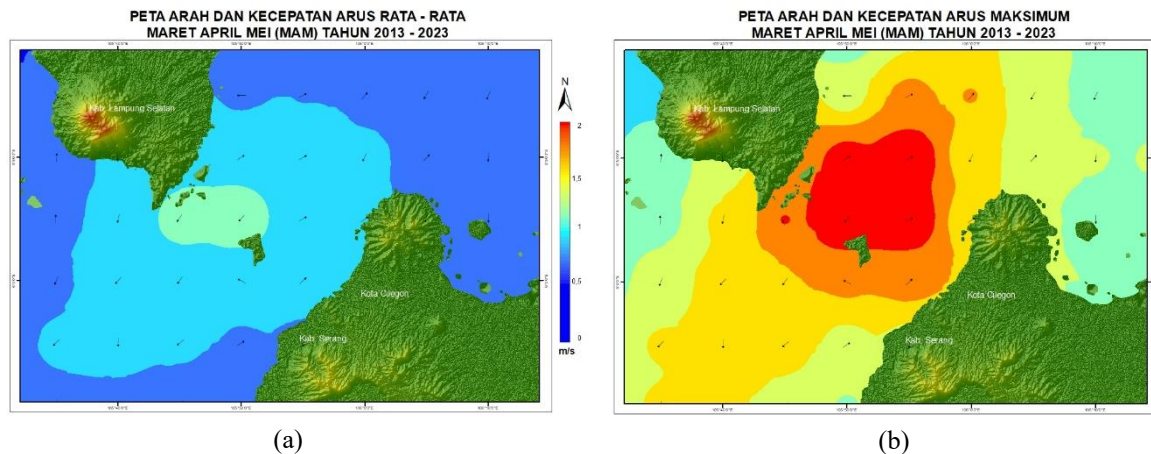
Musim barat atau angin baratan memiliki pola angin yang bergerak dari barat (Asia) menuju tenggara (Australia) dimana tekanan tinggi di Asia dan tekanan rendah di Australia, sehingga terjadi perpindahan angin dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah ^[16]. Di wilayah Perairan Indonesia arus dibangkitkan oleh angin musiman yang bertiup sepanjang tahun. Kondisi angin di Perairan Selat Sunda dipengaruhi oleh sistem angin *monsoon* yang mengalami perubahan arah dua kali dalam kurun waktu setahun. Bulan April sampai September disebut angin *monsoon* timur, sedangkan bulan Oktober sampai Maret sebagai *monsoon* barat ^[17].



Gambar 3. Peta arah dan kecepatan arus periode Desember – Januari – Februari (DJF) tahun 2013 – 2023
(a) Arah dan kecepatan arus rata – rata; (b) Arah dan kecepatan arus maksimum

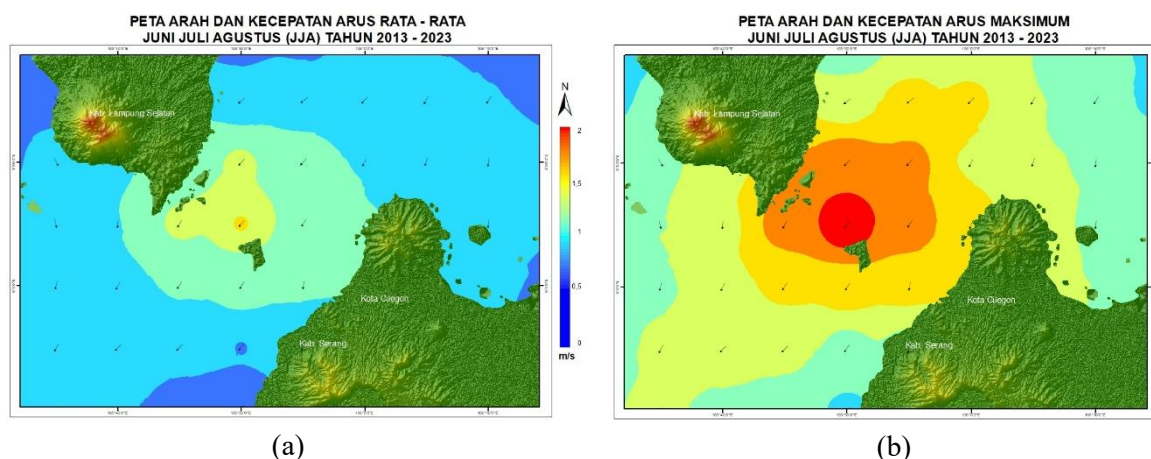
Hasil pengolahan data menggunakan *software Ocean Data Viewer (ODV)* menunjukkan pola pergerakan arah arus selama musim barat (musim hujan) periode Desember – Januari – Februari (DJF)

pada Gambar 3(a) dominan menuju timur laut dengan rata – rata kecepatan arus laut berkisar 0.5 – 1.0 m/s terutama di bagian tengah, sedangkan di wilayah sekitar pantai atau pulau kecil relatif rendah, pada Gambar 3(b) arah arus dominan menuju timur laut dengan kecepatan maksimum 1.5 – 2.0 m/s terutama di bagian tengah dan relatif turun di bagian pesisir ^[18].



Gambar 4. Peta arah dan kecepatan arus periode Maret – April – Mei (MAM) tahun 2013 – 2023
(a) Arah dan kecepatan arus rata – rata; (b) Arah dan kecepatan arus maksimum

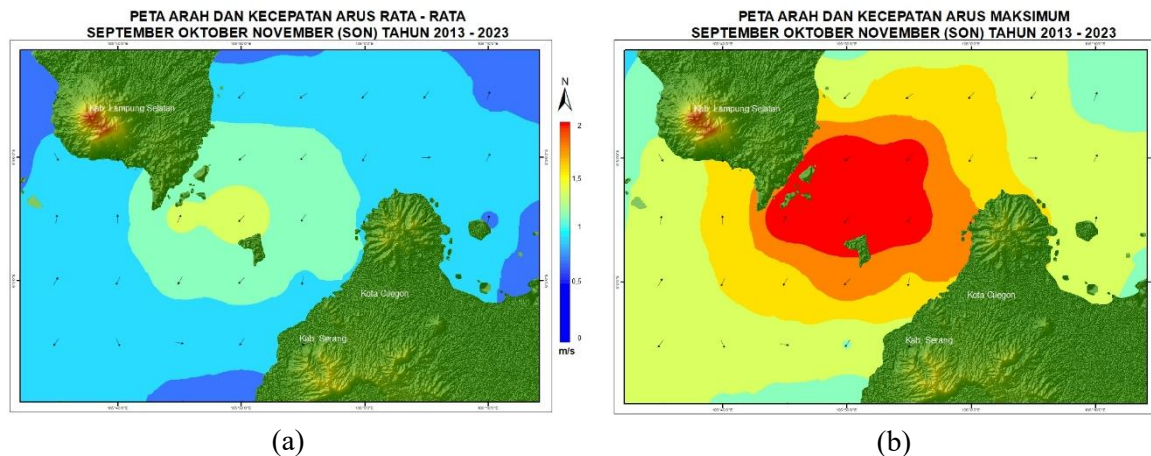
Pada Gambar 4(a) peta ini menunjukkan pola pergerakan arah arus selama musim peralihan I (dari musim kemarau menuju musim hujan) periode Maret – April – Mei (MAM) dominan menuju timur laut dengan kecepatan arus rata – rata 0.75 – 1.25 m/s dan pada Gambar 4(b) pola pergerakan arah arus dominan menuju timur laut dengan kecepatan arus maksimum mencapai 1.5 – 2.0 m/s di perairan Selat Sunda yang dipengaruhi oleh monsoon Tenggara ^[19]. Angin dari arah tenggara mendorong arus ke utara, dengan kecepatan bervariasi dari 0 hingga 2 m/s. Area biru tua menunjukkan arus tenang (<0.5 m/s), sementara kuning – merah di dekat Lampung Selatan menandakan arus kuat (1.5 – 2 m/s). Zona hijau (0.5 – 1 m/s) mencerminkan transisi akibat topografi dan angin monsoon. Fenomena ini memengaruhi navigasi, perikanan, dan dinamika pesisir ^[20].



Gambar 5. Peta arah dan kecepatan arus periode Juni – Juli – Agustus (JJA) tahun 2013 – 2023
(a) Arah dan kecepatan arus rata – rata; (b) Arah dan kecepatan arus maksimum

Pola pergerakan arah arus pada musim timur (musim kemarau) periode Juni – Juli – Agustus (JJA) pada Gambar 5(a) menunjukkan arah arus dominan menuju barat daya dengan kecepatan arus rata-rata 1.25 – 1.75 m/s dan pada Gambar 5(b) arah arus dominan menuju barat daya dengan kecepatan arus maksimum mencapai 1.5 – 2.0 m/s di bagian tengah dan relatif turun di wilayah pesisir ^[21]. Di wilayah pesisir, kecepatan arus cenderung menurun secara relatif dibandingkan dengan bagian tengah, yang

kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi dengan topografi dasar laut atau pengaruh daratan. Variasi kecepatan arus ini menunjukkan adanya gradien dinamika oseanografi yang signifikan antara wilayah tengah dan pesisir, yang dapat memengaruhi distribusi sedimen, nutrisi, serta aktivitas ekosistem laut di kawasan tersebut selama musim kemarau ^[22].



Gambar 6. Peta arah dan kecepatan arus periode September – Oktober – November (SON) tahun 2013 – 2023
(a) Arah dan kecepatan arus rata – rata; (b) Arah dan kecepatan arus maksimum

Musim peralihan II (dari musim kemarau menuju musim hujan) pada periode September-Oktober-November (SON) persebaran arus permukaan laut yang terjadi bergerak dengan arah yang tidak beraturan dimana terbagi menjadi dua arah, ada yang bergerak menuju Benua Asia (Barat) dan Benua Australia (Timur) ^[23]. Pada Gambar 6(a) menunjukkan arah arus dominan menuju barat daya dengan kecepatan arus rata – rata 1.0 – 1.5 m/s dan pada Gambar 6(b) arah arus dominan menuju barat daya dengan kecepatan arus maksimum mencapai 1.5 – 2.0 m/s. Kecepatan arus yang lebih tinggi ini terjadi di wilayah tertentu dengan dinamika arus yang lebih kuat, seperti di bagian tengah perairan tetapi wilayah pesisir kecepatan arus cenderung lebih rendah. Pola pergerakan arus yang bervariasi ini dapat memengaruhi transportasi massa air, distribusi nutrisi, dan aktivitas ekosistem laut, serta menjadi indikator penting dalam memahami interaksi antara faktor oseanografi dan atmosfer selama periode peralihan musiman ^[24].

Kesimpulan

Data model arus *Marine Copernicus* menunjukkan performa yang cukup baik dan dapat merepresentasikan kondisi real di wilayah Studi. Hal ini ditunjukkan oleh hasil koefisien korelasi yang mengindikasikan korelasi pada kategori kuat, walaupun masih terdapat adanya tendensi model yang *underestimate* seperti pada nilai kecepatan maksimum dan *overestimate* pada nilai kecepatan minimum, namun secara umum kapabilitas model dalam mereplikasi pola temporal dan periodisitas pasang surut tergolong sangat baik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada periode monsoon barat laut (Desember – Februari), aliran massa air secara persisten bergerak menuju utara, sebagai respon terhadap gradien tekanan regional yang dibangkitkan oleh akumulasi massa air di Laut Jawa. Selama monsoon Tenggara (Juni – Agustus), terjadi pembalikan total dimana aliran dominan bergerak menuju Selatan dan barat daya, kondisi ini merepresentasikan aliran kompensasi dari Laut Jawa menuju Samudera Hindia. Sedangkan pada saat musim peralihan (Maret – Mei dan September – November), sirkulasi ditandai oleh variabilitas arah yang tinggi akibat melemahnya gaya dorong musonal yang terorganisir. Sehingga, dari hasil penelitian ini secara spesifik didapatkan bahwa pola arus yang terjadi dipengaruhi oleh angin monsoon, kondisi topografi dasar laut, dan interaksi pesisir yang berdampak pada navigasi, perikanan, dan ekosistem laut.

Saran

Untuk meningkatkan akurasi analisis pola arus di Perairan Selat Sunda, disarankan untuk memperluas cakupan data pengamatan dengan menambah stasiun HF Radar di wilayah strategis, terutama di sekitar pelabuhan utama seperti Merak dan Bakauheni, guna menangkap variasi lokal yang lebih rinci. Selain itu, pengembangan model numerik dengan resolusi spasial dan temporal yang lebih tinggi dapat membantu meminimalkan penyimpangan data. Penelitian lanjutan juga perlu mempertimbangkan pengaruh faktor oseanografi lainnya, seperti pasang surut dan gelombang internal, untuk memahami dinamika arus secara lebih komprehensif. Terakhir, integrasi data satelit dan pengamatan lapangan secara waktu sebenarnya dapat mendukung penerapan hasil penelitian ini untuk kebutuhan navigasi, perikanan, dan pengelolaan sumber daya laut yang lebih efektif.

Ucapan Terimakasih

Saya berterima kasih kepada Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (PPSDM BMKG) yang telah memberikan beasiswa pada program S2 (Pasca Sarjana).

Daftar Pustaka

- [1] Prasetyo. E., “Pengembangan Sistem Informasi Cuaca Maritim Interaktif dan Berbasis Dampak,” in *Presentasi, Webinar Pusat Meteorologi Maritim Edisi 1.*, 2020.
- [2] Oktavia. R., Manurung. P., and Parinowo. J.I., “Variasi muka laut dan arus geostrofik permukaan perairan Sunda berdasarkan data pasut dan angin tahun 2008,” *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 3, no. (2), pp. 127–152, 2011.
- [3] NOAA, “What’s the difference between a tide and a current?,” Natl Ocean Service Website.
- [4] Serodja. C. M., Ramdhani. A., and Ismanto. A., “Analisa Pengaruh Angin Monsoon Timur terhadap Arus Permukaan Berdasarkan Data HF Radar di Perairan Selat Sunda,” *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 4, no. (4), pp. 11–18, 2023.
- [5] Rubio. A., Mader. J., and Corgnati. L., “HF radar activity in European coastal seas: Next steps toward a pan-European HF radar network,” *Front Mar Sci*, vol. 4, no. 8, 2017.
- [6] Roarty. H., Klein. J., and Dante. S., “Evaluation of wave data from HF radar by the national weather service,” In *2019 IEEE/OES Twelfth Current, Waves and Turbulence Measurement (CWTM)*, pp. 1–4, 2019.
- [7] Subagyo. P., *Statistik deskriptif*, BPFE-Yogyakarta. 2003.
- [8] Wilks. D.S., “Statistical Methods in the Atmospheric Sciences,” *Elsevier*, 2019.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R&D*. 2014.
- [10] Waston. D.F. and Philip. G.M., “A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation ,” vol. 2, pp. 315–327, 1985.
- [11] Pasaribu. J.M. and Haryani. N.S., “Perbandingan Teknik Interpolasi Dem Srtm dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spline,” *Jurnal Penginderaan Jauh*, vol. 9, no. (2), pp. 126–139, 2012.
- [12] Gumiere. S.J., Gallichand. J., Caron. J., Lafond. J.A., Hallema. D.W., and Periard. Y., “Mapping soil hydraulic conductivity and matric potential for water management of cranberry: characterisation and spatial interpolation methods,” *Biosyst Eng*, vol. 128, pp. 29–40, 2014.
- [13] Hsu. S., Hamilton. I., and Mavrogianni. A., “Comparing spatial interpolation techniques of local urban temperature for heat-related health risk estimation in a subtropical city,” *Procedia Eng*, vol. 198, pp. 354–365, 2017.
- [14] Respatti. E., Wahyuningsih. S., and Goejantoro. R., “Perbandingan metode Ordinary Kriging dan Inverse Distance Weighted untuk estimasi elevasi pada data topografi (studi kasus: topografi wilayah FMIPA Universitas Mulawarman). ,” *Jurnal Eksponensial*, vol. 5, no. (2), pp. 163–170, 2014.



- [15] Serodja. C.M., Ismanto. A., Hakim. A.R., and Ramdhani. A., “Analisa pengaruh angin monsoon timur terhadap arus permukaan berdasarkan data HF radar di perairan Selat Sunda,” *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 4, no. (4), pp. 11–18, 2023.
- [16] Siregar. S.N., Syamsuddin. M.L., Pranowo. W.S., Purba. N.P., and Sari. L.P., “Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015,” *DEPIK*, pp. 44–59, 2017.
- [17] Dida. H.P., Sudjito. S., and Denny. W., “Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat.,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. (2), pp. 95–101, 2016.
- [18] Dumatubun. I.A.P.P, Pranowo. W.S., Sartimbul. A., Setiyadi. J., Sari. S.H.J., and Setyawan. F.O., “Karakteristik Arus Permukaan Laut pada Selat Madura: Characteristics of Sea Surface Current in Madura Strait,” *Jurnal Chart Datum*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [19] Rahmawitri. H., Sukoraharjo. S.S., and Atmadipoera. A.S., “Pola sirkulasi dan variabilitas arus di Perairan Selat Sunda,” *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 11(3), pp. 141–157, 2016.
- [20] Saputra. R. Pi.S., Arsalia. R. Pi.S., Widhiastika. D. Pi.S., and Nugroho. A., *PENGANTAR ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN*. Global Kreatif Media, 2025.
- [21] Pasaribu. R.P., “Karakteristik Arus Laut Jawa Pada Musim Barat Di Beberapa Kedalaman,” *Jurnal Geologi Kelautan*, vol. 22, no. 1, 2024.
- [22] Daud. A., Pratomo. D.G., and Putra. A.W., “Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Arus Laut di Perairan Selat Sunda,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, vol. 5, no. (2), pp. 386–394, 2025.
- [23] Widiyanto. F. and Pahlevi. A.R., “Analisis Klimatologi Arus Laut Selat Sunda Terhadap Situasi Penyeberangan Merak-Bakauheni,” *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 2023.
- [24] Sahari. S. *et al.*, *Dinamik Populasi Dan Ekosistem Perairan*. 2025.

