

Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 14 Nomor 1 Tahun 2025, hal 132-140

STUDI KARAKTERISTIK GELOMBANG, ARUS DAN ANGIN PERMUKAAN TAHUN 2023 DI RUTE PELABUHAN TANJUNG PERAK - BANJARMASIN UNTUK KESELAMATAN PELAYARAN

¹⁾Aisyah Salsabila, ²⁾Fairhiza Firman Arjangga, ³⁾Jihan Nurrahma Wardani, ⁴⁾Nabila Khansa Hanifa, ⁵⁾Toni Andrian Wahyu Hutabarat, ⁶⁾Arrizal Rahman Faton

¹⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: aisyahsalsabila.21026@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: fairhizafirman.21021@mhs.unesa.ac.id

³⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: jihannurrahma.21028@mhs.unesa.ac.id

⁴⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: nabilakhansa.21023@mhs.unesa.ac.id

⁵⁾ Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: toniandrian.21035@mhs.unesa.ac.id

⁶⁾ BMKG, Tanjung Perak Surabaya, email: arrizal.fatoni@bmkgo.id

Abstrak

Keamanan dan keselamatan pelayaran sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik laut, termasuk kedalaman laut, tinggi gelombang, dan kecepatan angin. Salah satu jalur pelayaran strategis di Indonesia adalah rute Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya menuju Pelabuhan Banjarmasin di Kalimantan Selatan, yang berperan penting bagi kapal niaga dan penumpang serta mendukung kegiatan ekonomi dan sosial di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik gelombang, arus, dan angin permukaan pada rute pelayaran ini sebagai upaya mitigasi risiko maritim dan peningkatan keselamatan pelayaran. Data penelitian menggunakan model InaWave yang diperoleh melalui platform OPeNDAP BMKG, dianalisis untuk menghasilkan peta rerata bulanan tinggi gelombang, arus, dan kecepatan angin sepanjang tahun 2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa selama bulan transisi (Maret-Mei dan September-November), terjadi variabilitas signifikan pada parameter angin, arus, dan gelombang, ditandai oleh anomali gelombang maksimum dan perubahan arah arus yang tiba-tiba. Kondisi ini memerlukan perhatian ekstra dalam perencanaan pelayaran untuk mengurangi risiko operasional.

Kata Kunci: karakteristik, gelombang, arus, angin permukaan, rute pelayaran.

Abstract

The safety and security of maritime navigation are greatly influenced by physical sea conditions, including water depth, wave height, and wind speed. One of Indonesia's strategic shipping routes is the corridor between Tanjung Perak Port in Surabaya and Banjarmasin Port in South Kalimantan, which plays a crucial role for both commercial and passenger vessels, while also supporting economic and social activities in the surrounding areas. This study aims to analyze the characteristics of ocean waves, currents, and surface winds along this shipping route as part of efforts to mitigate maritime risks and enhance navigational safety. The research utilizes InaWave model data obtained through the OPeNDAP BMKG platform, which was analyzed to produce monthly average maps of wave height, currents, and wind speed throughout 2023. The analysis reveals that during the transitional months (March-May and September-November), significant variability occurs in wind, current, and ocean waves parameters, characterized by anomalous maximum waves and sudden changes in current direction. These conditions require extra attention in voyage planning to minimize operational risks.

Keywords: characteristics, ocean waves, currents, surface winds, shipping route.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, membentang dari lintang geografis 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT, dengan garis pantai mencapai 80.791 km (Bayong, 2006). Indonesia, dengan letak geografisnya memiliki kekayaan laut yang luar biasa. Lebih dari 70% wilayahnya berupa lautan, menjadikan Indonesia sebagai negara maritim sejati. Melalui konvensi hukum laut PBB ke tiga, United Nation Convention on the Law of the Sea 1982 (UNCLOS 1982), kemudian diratifikasi oleh Indonesia dengan Undang Undang No.17 Tahun 1985. Berdasarkan UNCLOS 1982, total luas wilayah laut Indonesia menjadi 5,9 juta km^2 , terdiri atas 3,2 juta km^2 perairan teritorial dan 2,7 juta km^2 perairan Zona Ekonomi Eksklusif, luas perairan ini belum termasuk landas kontinen (*continental shelf*). Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia (*the biggest Archipelago in the World*). Hal tersebut menjadikan wilayah laut Indonesia sebagai urat nadi perdagangan dunia. Hal itu dapat dibuktikan dari Selat Malaka dan jalur ALKI yang secara umum merupakan jalur perdagangan strategis yang dilalui kapal-kapal perdagangan dunia dengan volume perdagangan mencapai 45 persen dari total nilai perdagangan seluruh dunia (Nugroho, 2014). Özpeynirci, et. al (2012) menyatakan bahwa struktur geografis merupakan alasan utama suatu negara atau wilayah untuk menentukan sistem transportasi yang digunakannya. Melihat fakta-fakta struktur geografis Indonesia, dimana wilayah laut Indonesia lebih luas dari wilayah daratannya, seharusnya transportasi laut menjadi prioritas penggunaan, pengembangan dan perbaikan.

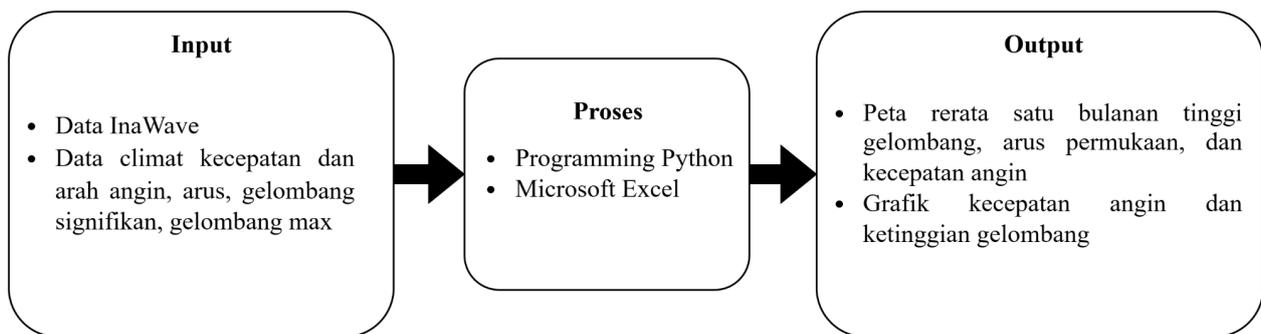
Transportasi laut berperan penting dalam menghubungkan satu daerah dengan pulau lain sehingga dapat merangsang pertumbuhan ekonomi daerah (*transport promote the trade*) serta menunjang perekonomian yang telah berkembang (*trade follow the ship*). Segala aktivitas yang berkaitan dengan kelautan tentu sangat sensitif terhadap setiap perubahan yang terjadi di laut. Gelombang laut merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan bagi kegiatan kelautan, sehingga informasi terhadap variasi dan karakteristik gelombang laut tentu sangat diperlukan. Secara klimatologis wilayah Indonesia dipengaruhi oleh angin musim barat dan timur, dinamika ini akan berpengaruh secara langsung terhadap dinamika yang terjadi di perairan Indonesia. Aldrian (2008), menjelaskan bahwa kondisi monsun wilayah perairan Indonesia merupakan interaksi reguler dari laut dan atmosfer lokal. Kajian tentang karakteristik gelombang dan angin permukaan yang memuat informasi variasi tinggi gelombang dan angin permukaan di perairan Indonesia sangat diperlukan sebagai suatu acuan bagi kebutuhan masyarakat dan pemerintah dalam melaksanakan kegiatan pelayaran, perdagangan, perikanan, serta penelitian di wilayah perairan Indonesia.

Rute pelayaran Surabaya ke Banjarmasin tidaklah tunggal dan bergantung pada jalur yang dipilih oleh kapal, serta kondisi cuaca dan arus laut. Namun, secara umum, setelah meninggalkan dermaga, kapal akan bergerak keluar dari Selat Madura menuju Laut Jawa. Dimana selama perjalanan ini, kapal akan melewati beberapa titik penting, termasuk zona perikanan dan jalur pelayaran utama. Setelah menyeberangi Laut Jawa, kapal akan memasuki Selat Makassar dari bagian selatan. Perairan ini lebih dalam dan lebar, tetapi tetap perlu waspada terhadap arus dan kondisi laut yang bisa berubah dengan cepat. Setelah mencapai ujung selatan Kalimantan, kapal akan memasuki muara Sungai Barito dan akan tiba di Dermaga Alalak di Banjarmasin. Dengan kondisi cuaca serta arus yang perlu diperhatikan, maka keselamatan, keamanan, dan kenyamanan adalah hal yang selalu dijaga bagi semua kapal pada umumnya, tetapi kondisi cuaca laut tidak dirasakan sama bagi setiap kapal, melainkan bergantung kepada besar dan desain serta perlengkapan masing-masing kapal. Namun demikian keselamatan adalah yang paling diutamakan bagi semua kapal. Dimana Gelombang permukaan laut adalah salah satu fenomena yang sangat kompleks dan mudah berubah dibandingkan dengan arus dan pasang surut, sehingga untuk memahami secara menyeluruh tentang perilaku dan karakteristik gelombang permukaan laut merupakan hal yang sulit. Gelombang tersebut pada hakekatnya adalah gelombang acak yang terbentuk karena berbagai macam jenis gelombang dengan frekuensi tertentu yang bersuperposisi satu sama lainnya. Sumber pembangkit gelombang tersebut terutama adalah angin, sehingga sering disebut dengan Gelombang Angin (*Wind Waves*). Fungsi utama dari informasi

meteorologi bagi pelayaran adalah memberi petunjuk pemilihan jalan agar dapat berlayar dengan aman, nyaman, selamat sampai tujuan, dan tepat waktu.

II. METODE

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik gelombang, arus, dan angin permukaan di rute pelayaran sebagai upaya mitigasi risiko maritim dan keselamatan pelayaran. Wilayah penelitian yang digunakan yaitu rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin sepanjang tahun 2023. Data diperoleh melalui web oPenDAP BMKG berupa data model. Kemudian data model tersebut diolah menggunakan pemrograman python dan dianalisis karakteristik gelombang, arus, dan angin permukaan untuk memberikan gambaran terkait kondisi cuaca di rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema penelitian karakteristik gelombang, arus, dan kecepatan angin di wilayah rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin.

Penelitian ini menganalisis rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin menggunakan tiga variabel operasional, yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon. Variabel kontrol yang digunakan adalah *script* Python untuk menentukan karakteristik gelombang, arus, dan kecepatan angin di sepanjang rute pelayaran, serta cakupan area penelitian yang meliputi 7 titik pada rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin. Variabel manipulasi yang digunakan terdiri dari data model *InaWave* dan parameter bulanan dalam kurun waktu tahun 2023. Variabel respon pada penelitian ini berupa peta rerata bulanan tinggi gelombang, peta rerata bulanan arus, dan peta rerata bulanan kecepatan angin.

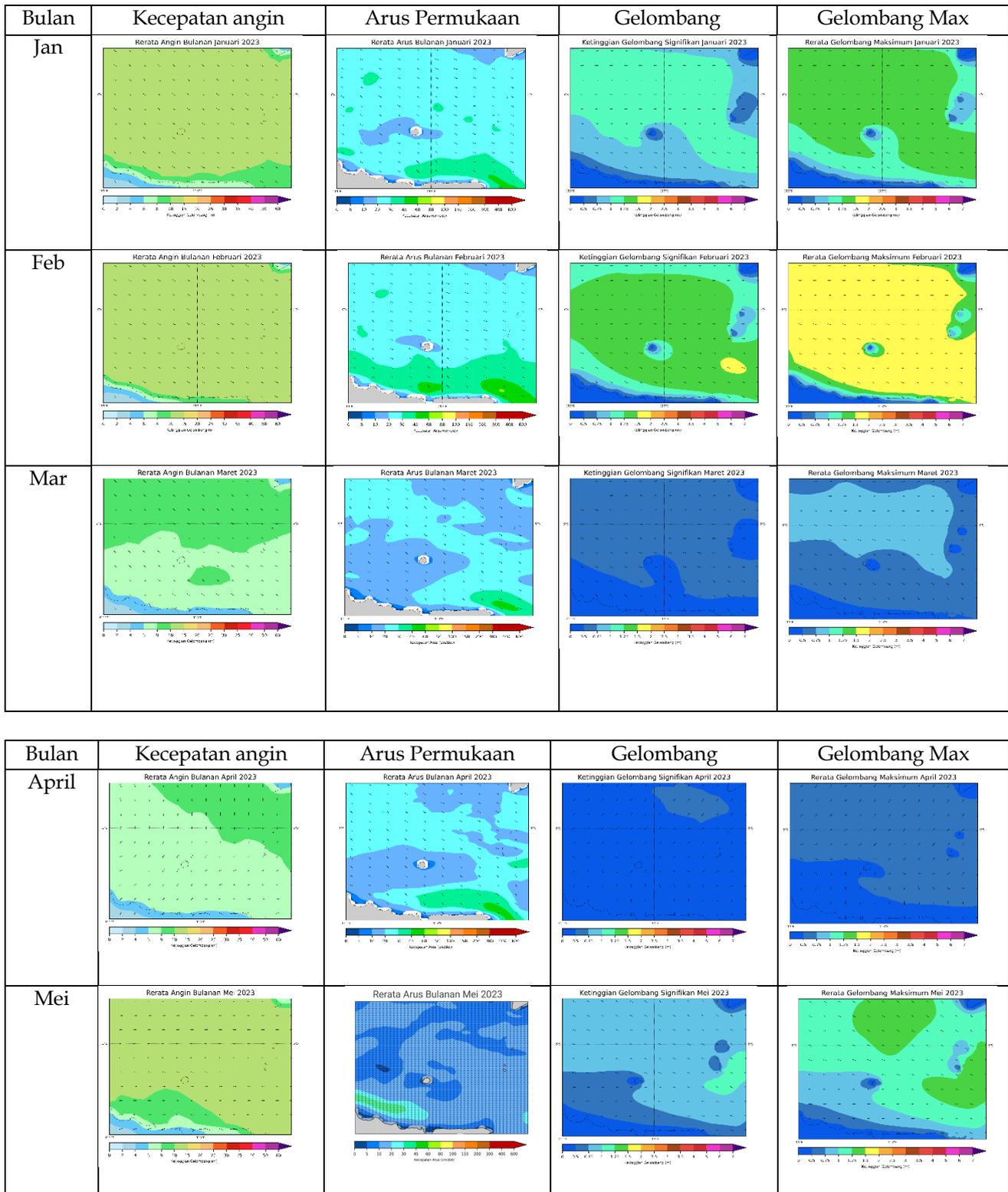
Penelitian ini menggunakan data utama yang diperoleh dari pemodelan *InaWave* yang menyediakan informasi terkait gelombang laut, arus, dan angin permukaan di wilayah rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin sepanjang tahun 2023. Data tersebut didapat melalui platform web OPeNDAP BMKG dari Stasiun Meteorologi. Keseluruhan data *InaWave* diunduh satu bulan penuh untuk periode satu tahun penuh pada rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin yang mencakup batas koordinat area penelitian, yaitu -7° hingga -4° LS dan 111° hingga 115° BT. Pemilihan area ini didasarkan pada relevansi rute pelayaran sebagai jalur transportasi laut yang vital, baik berperan dalam distribusi logistik maupun aktivitas perdagangan antar pulau di Indonesia.

Karakteristik gelombang laut, arus, dan angin permukaan dapat diketahui melalui proses pengolahan data penelitian menggunakan *script* python yang dirancang untuk menghasilkan visualisasi berupa peta rerata bulanan kecepatan angin, arus, dan ketinggian gelombang. Data model *InaWave* dengan resolusi spasial 10 km ini dianalisis lebih lanjut untuk menggambarkan pola klimatologi penelitian. Selain itu, analisis statistik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel untuk menghasilkan grafik rerata bulanan parameter kecepatan angin dan tinggi gelombang sehingga memberikan gambaran tren klimatologi pada rute pelayaran pelabuhan Tanjung Perak-Banjarmasin sepanjang tahun 2023.

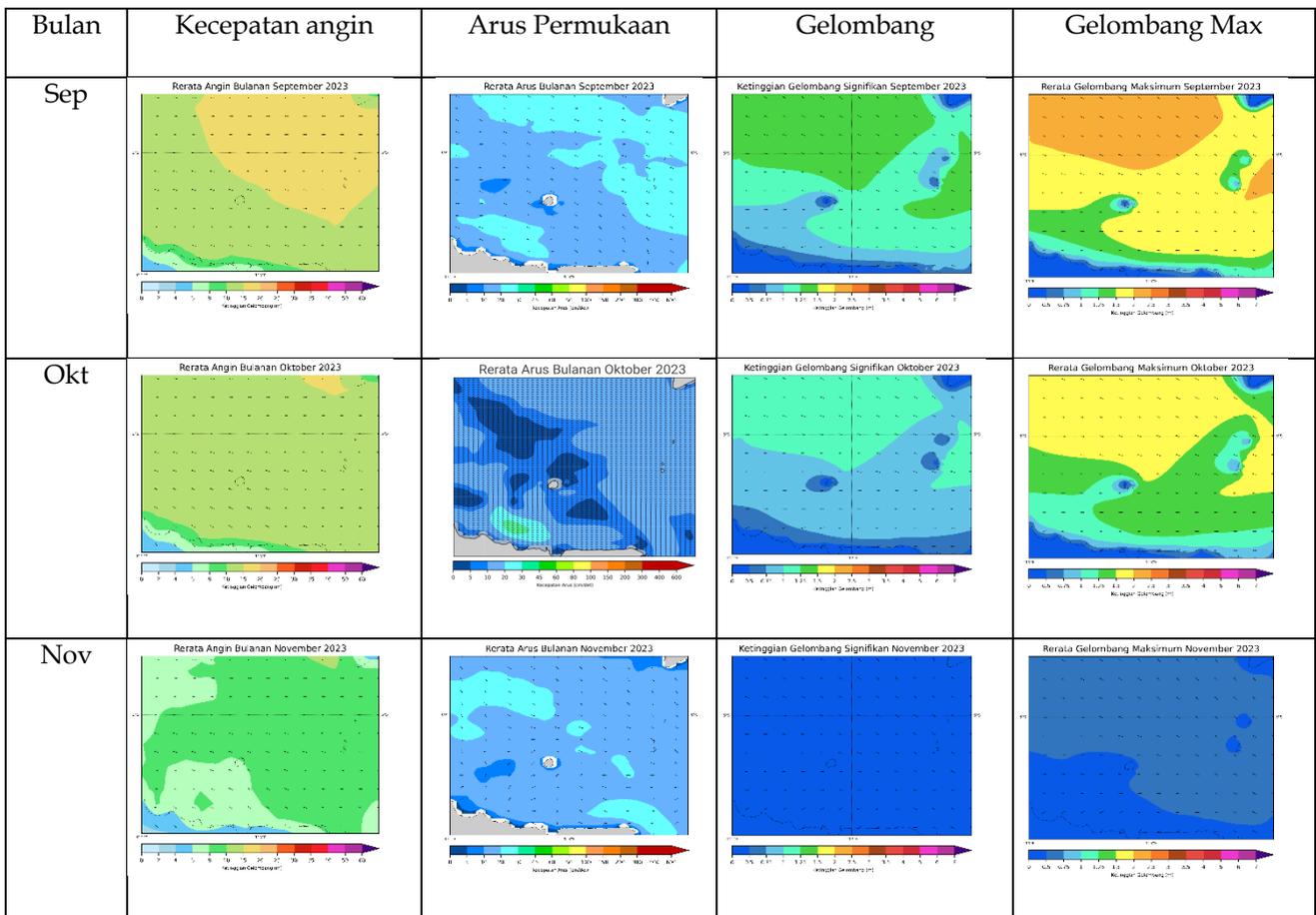
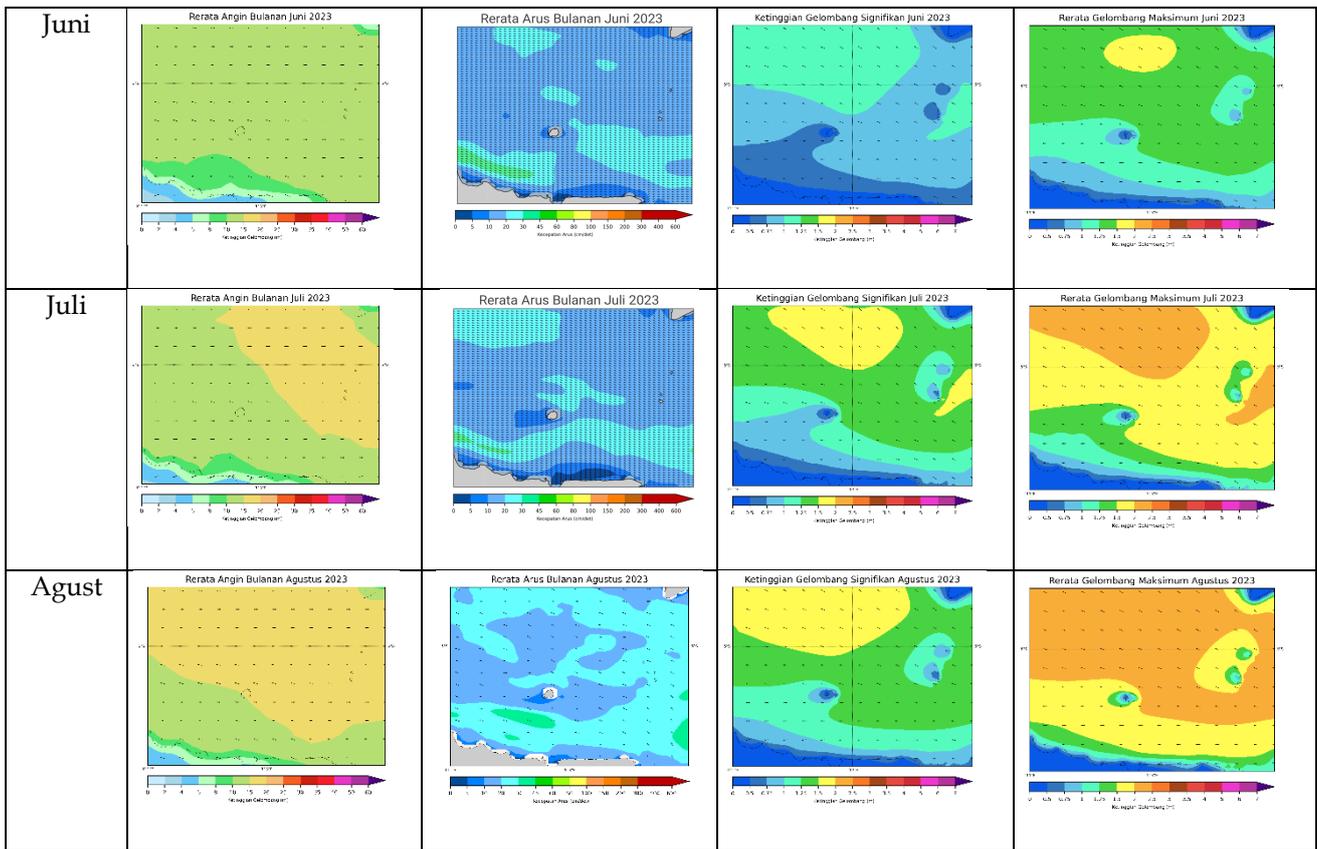
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

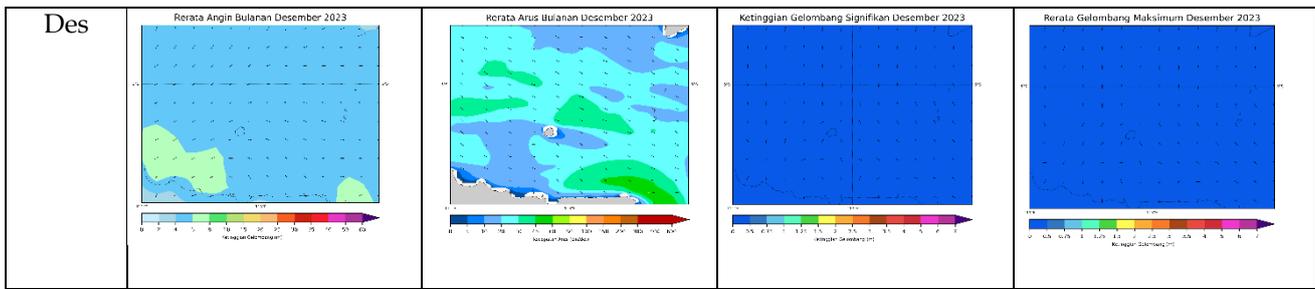
Penelitian ini menghasilkan data visual berupa peta rerata tinggi gelombang, peta rerata bulanan arus, dan peta rerata bulanan angin pada wilayah rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin. Gambar berikut merupakan rincian data berdasarkan wilayah penelitian pada tahun 2023:

Tabel 1 Peta rerata bulanan kecepatan angin, arus permukaan, gelombang, dan gelombang maksimum di rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin sepanjang tahun 2023.



Studi Karakteristik Gelombang, Arus, dan Angin Permukaan Tahun 2023 di Rute Pelabuhan Tanjung Perak - Banjarmasin Untuk Keselamatan Pelayaran





Berdasarkan Tabel 1 distribusi kecepatan angin sepanjang tahun 2023 pada rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin, terlihat adanya fluktuasi yang diwakili oleh gradasi warna tertentu. Variasi warna ini merefleksikan dinamika pola angin yang dipengaruhi oleh sistem monsun tahunan. Pada musim hujan (Januari-Februari) peta menunjukkan dominasi warna hijau dengan intensitas sedang yang tersebar di sepanjang rute pelayaran. Hal ini mengindikasikan kecepatan angin permukaan yang cukup signifikan akibat dari pengaruh Monsun Barat yang bergerak dari barat laut ke tenggara. Kondisi ini memerlukan perhatian khusus bagi keselamatan pelayaran karena meningkatnya potensi gangguan akibat gelombang tinggi dan percepatan arus laut mencapai rata-rata 1,5-2 m/s sehingga dapat mengganggu stabilitas kapal.

Memasuki periode transisi pertama (Maret-Mei) distribusi warna pada peta mengalami perubahan ke arah gradasi hijau yang lebih terang, terutama pada bulan Maret. Hal ini menunjukkan adanya penurunan kecepatan angin sebagai dampak dari melemahnya sistem monsun barat. Namun, pada bulan April dan Mei distribusi warna mulai menunjukkan peningkatan kembali ke intensitas sedang seiring dengan penguatan sistem monsun timur yang mulai berpengaruh di kawasan tersebut. Selama musim kemarau (Juni-Agustus), peta distribusi angin mulai menunjukkan dominasi warna hijau dan kuning dengan intensitas yang lebih pekat, terutama pada bulan Agustus. Hal ini mencerminkan puncak aktivitas monsun timur yang ditandai dengan kecepatan angin lebih tinggi dan stabil. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko terhadap keselamatan pelayaran akibat gelombang tinggi dan turbulensi arus laut.

Pada periode transisi kedua (September-November), distribusi warna pada peta menunjukkan tren pelemahan secara bertahap. Intensitas warna yang lebih pekat pada bulan September berangsur-angsur memudar pada bulan-bulan selanjutnya yakni Oktober dan November. Hal ini menandakan berkurangnya kecepatan angin sebagai dampak dari melemahnya pengaruh monsun timur. Selanjutnya pada bulan Desember, peta menunjukkan dominasi warna yang lebih terang yakni pigmen biru muda, menandakan penurunan signifikan kecepatan angin relatif lebih rendah seiring dengan dimulainya pengaruh monsun barat kembali. Kondisi ini memberikan peluang bagi aktivitas pelayaran yang aman, meskipun harus tetap waspada terhadap potensi gangguan lokal seperti badai kecil dan tekanan rendah mendadak.

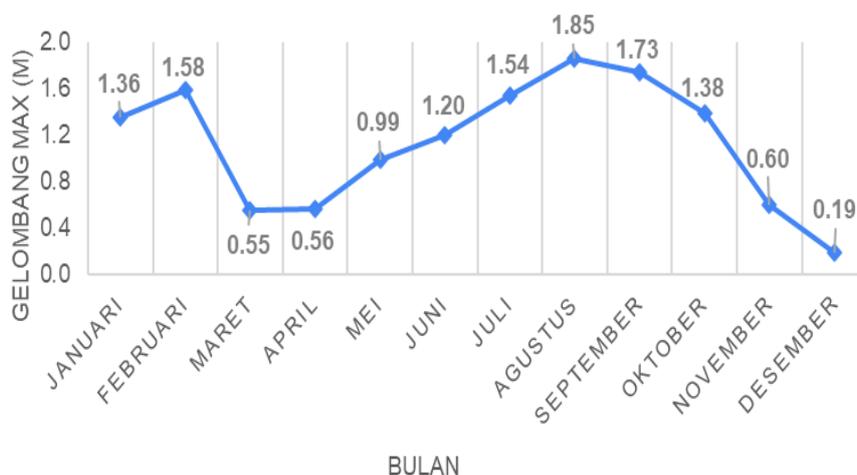


Gambar 2. Rerata Kecepatan Angin Permukaan Laut Rute Pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin tahun 2023

Setelah dianalisis melalui tabel peta rerata kecepatan angin bulanan, Gambar 2 memperkuat hasil tersebut dengan fluktuasi temporal yang lebih spesifik. Kecepatan angin tertinggi tercatat pada bulan Agustus yakni sebesar 15,25 kt yang mencerminkan puncak pengaruh monsun timur. Selain itu, kecepatan angin yang cukup signifikan juga terjadi pada Januari dan Februari dengan nilai masing-masing sebesar 11,69 kt dan 12,93 kt akibat dari pengaruh monsun barat. Penurunan kecepatan angin terlihat pada periode transisi pertama yakni Maret dan April dengan kecepatan berkisar pada 7 kt sebelum mengalami peningkatan kembali pada Mei menyentuh angka 10,87 kt seiring dengan peralihan menuju monsun timur. Selama musim kemarau (Juni-Agustus) angin cenderung menguat dengan tren peningkatan dari Juni hingga puncaknya di bulan Agustus dengan kecepatan angin sebesar 15,25 kt. Pada periode transisi kedua, kecepatan angin menurun bertahap dari bulan September hingga mencapai nilai terendah pada bulan Desember sebesar 5,56 kt yang menandakan awal pengaruh monsun barat. Grafik ini menegaskan pola musiman kecepatan angin yang berfluktuasi sesuai dinamika monsun, dengan kecepatan tertinggi terjadi pada musim hujan dan kemarau, sedangkan periode transisi ditandai oleh penurunan kecepatan angin secara signifikan atau cenderung stabil.

Pola musiman arus permukaan di wilayah perairan Indonesia memiliki keterkaitan erat dengan dinamika atmosfer, khususnya pengaruh monsun tropis yang secara signifikan mempengaruhi kecepatan dan arah arus laut sepanjang tahun. Pada musim hujan (Januari-Februari), arus permukaan cenderung bergerak dari barat laut dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya. Fenomena ini terjadi akibat dominasi angin monsun barat yang kuat dan menghasilkan transfer momentum signifikan ke lapisan permukaan laut. Kombinasi angin kencang dan gelombang tinggi meningkatkan energi kinetik arus, khususnya di wilayah perairan seperti Laut Jawa dan Selat Makassar. Kecepatan arus yang tinggi pada periode ini, sering kali disertai oleh gelombang besar sehingga memiliki potensi untuk mempengaruhi stabilitas pelayaran, terutama di kawasan dengan kondisi meteorologi yang ekstrem.

Memasuki bulan Mei, meskipun kecepatan angin dan tinggi gelombang mulai mengalami peningkatan sebagai bagian dari peralihan musim, kecepatan arus justru menunjukkan penurunan. Hal ini dapat dikaitkan dengan pola angin yang belum stabil dan adanya transisi dalam dinamika sistem arus, termasuk potensi terjadinya *downwelling* yang memperlambat momentum horizontal arus permukaan. Pada periode Mei hingga Oktober, arus cenderung bergerak dari arah tenggara mengikuti pengaruh angin monsun timur yang mulai mendominasi. Kecepatan arus mencapai puncaknya pada bulan Agustus, bertepatan dengan puncak musim kemarau, ketika angin monsun timur berada pada intensitas tertinggi. Pada periode ini, fenomena *upwelling* di perairan selatan Jawa turut berkontribusi dalam memperkuat gradien tekanan horizontal di permukaan laut, sehingga mempercepat aliran arus ke arah tenggara. Kecepatan arus kembali menurun pada bulan Oktober akibat melemahnya angin monsun timur menjelang musim peralihan kedua. Kemudian, pada bulan November hingga Desember, arus berangsur bergerak kembali dari arah barat laut mengikuti pola angin monsun barat yang mulai aktif menjelang musim hujan.



Gambar 3. Rerata Ketinggian Gelombang Laut Rute Pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin tahun 2023

Data ketinggian gelombang pada rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin sepanjang tahun 2023 menunjukkan adanya dinamika musiman yang berkaitan erat dengan kecepatan angin dan arus permukaan. Berdasarkan grafik 3.2, puncak ketinggian gelombang tercatat pada bulan Februari dengan nilai 1,58 m dan pada bulan Agustus mencapai 1,85 m. Kondisi ini selaras dengan kecepatan angin yang tinggi dan arus permukaan yang kuat akibat pengaruh monsun barat pada musim hujan dan monsun timur pada puncak musim kemarau. Sebaliknya, pada periode transisi seperti Maret-April dan November-Desember, tinggi gelombang cenderung stabil dan rendah dalam kisaran antara 0,55-0,60 m dan kondisi ini merefleksikan melemahnya kecepatan angin serta arus perairan yang lebih tenang.

Jika ditinjau dari peta distribusi tinggi gelombang yang terlampir pada tabel 1, variasi warna pada peta mencerminkan intensitas tinggi gelombang laut sepanjang tahun. Warna hijau hingga jingga mendominasi pada bulan-bulan puncak seperti Februari dan Agustus, menunjukkan peningkatan signifikan yang signifikan dengan tinggi gelombang di atas 1,5 m yang masuk dalam kategori harus diwaspadai oleh kapal nelayan. Sebaliknya pada warna biru muda hingga biru tua terlihat lebih dominan pada periode transisi atau peralihan musim dan awal musim kemarau seperti Maret-April dan November-Desember yang menunjukkan perairan lebih stabil dengan energi gelombang yang minimal serta arus permukaan stabil, Kondisi ini menjadi momen optimal bagi para nelayan untuk melaut.

Keselamatan pelayaran di rute Tanjung Perak-Banjarmasin bergantung pada kondisi cuaca maritim. Kondisi cuaca seperti angin kencang, arus kuat, dan gelombang tinggi pada musim hujan sangat mempengaruhi keselamatan pelayaran sehingga diperlukan langkah mitigasi yang sesuai, yaitu pemberian peringatan dini, penggunaan teknologi navigasi modern, peningkatan infrastruktur dan regulasi, dan pelatihan keselamatan untuk awak kapal. Gelombang tinggi dan arus kuat dapat mengakibatkan kapal mengalami kesulitan dalam menjaga stabilitas, terutama pada kapal bermuatan berat. Selain itu, angin monsun barat yang kuat dapat mengakibatkan perubahan jalur, memperpanjang durasi perjalanan, dan meningkatkan penggunaan bahan bakar. Situasi ini juga berpotensi menyebabkan peningkatan keausan pada komponen mekanis kapal, seperti baling-baling dan mesin utama, yang bisa berujung pada kerusakan teknis selama perjalanan.

Pada periode transisi pertama (Maret-April) dan transisi kedua (November-Desember), kecepatan angin cenderung lebih rendah, berkisar antara 4-7 m/s, dengan tinggi gelombang yang stabil dan relatif rendah, antara 0,55-0,60 meter. Keadaan perairan yang lebih tenang ini, diiringi dengan stabilitas arus permukaan, menciptakan kondisi yang aman bagi pelayaran. Peralihan menuju musim kemarau ditandai dengan berkurangnya intensitas angin dan gelombang, yang memungkinkan kapal berlayar dengan lebih efisien. Oleh karena itu, periode transisi ini merupakan waktu yang optimal untuk operasi pelayaran, karena kondisi perairan yang lebih stabil memberikan peluang bagi kapal untuk beroperasi dengan kecepatan yang lebih tinggi dan waktu perjalanan yang lebih singkat.

Selama musim kemarau (Juni-Agustus), meskipun kecepatan angin mencapai puncaknya pada bulan Agustus (15,25 kt) dan tinggi gelombang juga meningkat (hingga 1,85 m), secara umum kondisi perairan tetap lebih stabil dibandingkan dengan musim hujan. Arus permukaan yang bergerak ke arah tenggara akibat dominasi angin muson timur dapat mempercepat kapal, meskipun ada peningkatan risiko gelombang tinggi dan turbulensi arus laut. Namun, kecepatan angin rata-rata yang berkisar antara 4-6 m/s pada sebagian besar periode musim kemarau, serta gelombang yang jarang melebihi 1,5 meter, menciptakan kondisi perairan yang lebih tenang dibandingkan dengan musim hujan. Dengan persiapan yang matang, seperti pengecekan kondisi kapal dan perencanaan rute yang hati-hati, musim kemarau tetap memungkinkan untuk mengoptimalkan operasi pelayaran, meningkatkan kecepatan kapal, dan memperpendek waktu perjalanan.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini mengungkapkan bahwa karakteristik kecepatan angin, arus permukaan, dan tinggi gelombang di rute pelayaran Tanjung Perak-Banjarmasin sangat dipengaruhi oleh pola musiman monsun tropis. Pada musim hujan, kecepatan angin yang tinggi, arus permukaan yang kuat, dan gelombang signifikan menjadi faktor utama yang meningkatkan risiko keselamatan pelayaran, terutama pada bulan Februari yang

mencatat puncak gelombang dengan tinggi rata-rata mencapai 1,58 meter. Sebaliknya, musim kemarau menawarkan perairan yang lebih stabil, meskipun kecepatan angin dan tinggi gelombang mencapai puncaknya pada bulan Agustus, yang mencatat kecepatan angin tertinggi sebesar 15,25 knot dan tinggi gelombang rata-rata 1,85 meter.

Pada periode transisi (Maret–April–Mei dan September–Oktober–November), kondisi angin, arus, dan gelombang menunjukkan variabilitas yang signifikan. Periode ini sering kali ditandai dengan penurunan kecepatan angin dan tinggi gelombang yang relatif rendah, namun disertai anomali seperti perubahan mendadak arah arus atau gelombang maksimum yang tidak terduga. Hal ini memerlukan perencanaan yang cermat dan kewaspadaan ekstra, meskipun secara umum kondisi perairan pada bulan-bulan transisi tampak lebih tenang dibandingkan dengan musim hujan.

B. Saran

Pemahaman mengenai kecepatan angin, arus permukaan, dan tinggi gelombang sangat penting, mengingat dampaknya yang signifikan terhadap keselamatan pelayaran yang berkaitan dengan jalur pelayaran. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang kecepatan angin, gelombang, dan arus laut di wilayah perairan Indonesia menjadi sangat krusial dengan difokuskan pada area dengan dinamika cuaca yang kompleks, seperti wilayah monsun, ekuatorial, atau daerah yang sering mengalami hujan lokal. Dengan menentukan lokasi penelitian secara lebih spesifik, kita dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai kondisi perairan Indonesia, yang pada akhirnya akan meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam kegiatan pelayaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahman. 2024. Upaya Peningkatan Keselamatan Pelayaran dari Aspek Peralatan dan Manajemen Keselamatan Kapal. *ILTEK: Jurnal Teknologi*. Vol. 19, Nomor 01, April 2024.
- Adhitya, R. Y., Budiawati, R., Sayi'in, M., Zulaida Ulifah, I., Munadhif, I., & Yuansyah, L. 2022. Prediktor Ketinggian Gelombang Air Laut dan Kecepatan Angin Berbasis Regresi Linear Majemuk (Studi Kasus Rute Pelayaran Surabaya – Banjarmasin). *Metta Jurnal Penelitian Multidisiplin Ilmu*, Vol. 1, No. 2, Agustus 2022, pp. 143-150.
- Aldrian, E. (2008). *Meteorologi Laut Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
- Alfarizi, M. R. S., Zidan Al-farish, M., Taufiqurrahman, M., Ardiansah, G., & Elgar, M. 2023. Penggunaan Python sebagai Bahasa Pemrograman untuk Machine Learning dan Deep Learning. *Karimah Tauhid*. Vol. 2, No. 1, pp. 1-6.
- Bayong Tjasyono H. K., 2012. *Meteorologi Indonesia*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Vol. 1, pp. 1-210.
- Lo, R., Yunanto, A. E., Movia, R. N., Aditama, L., Soehardjianto, Wangsa, F., Lidjaja, N. A. and Ningsih, R. Y. 2023. Penggunaan Bahasa pemrograman python dalam menganalisis hubungan kualitas kopi dengan lokasi pertanian kopi. *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*. Vol. 2, No. 2, pp. 100-109.
- Lutfiana, R., & Tirono, M. 2013. Pengenalan Pola Cuaca Maritim (Curah Hujan, Tinggi Gelombang dan Kecepatan Arus) dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) pada Jalur Pelayaran Surabaya-Makassar. *Jurnal Neutrino*, Vol. 6, No. 1, Oktober 2013, pp. 1-10.
- Murdjito, Sujantoko, Setyo Nugroho, Eko Budi Djatmiko, Mahmud Mustain, Wisnu Wardhana, Wahyudi, & Eka Wahyu Ardi. 2023. Peningkatan Keselamatan Kapal Niaga dengan Sistem Pemuatan Berbasis Komputer. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 7, No. 3, 2023. e-ISSN: 2613-9960.
- Nugroho, A. 2014. Indonesia Poros Maritim Dunia Menuju Ekonomi Berbasis Kelautan. *Jurnal Maritim*.
- Özpeynirci, R., et. al. 2012. Logistic Cost Management in Enterprises: The Example of Karaman, Aksaray and Kayseri Provinces. *Asian Economic and Financial Review*, 2(1), 1026- 1050.
- Weda, I. 2022. Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Keselamatan Pelayaran (Studi Pada KSOP Tanjung Wangi). *Jurnal Maritim dan Transportasi Logistik*, Vol. 1, No. 1, Maret 2022, pp. 92-107.