

**KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT DI TELUK BANTEN
DAN SEKITARNYA PADA MONSUN PERALIHAN
BERDASARKAN DATA MODEL GLOBAL**

**THE CHARACTERISTICS OF SEA WAVES IN BANTEN BAY AND ITS SURROUNDINGS
DURING THE TRANSITIONAL MONSOON BASED ON GLOBAL MODEL DATA**

Ahmad Yusron¹, Yulianto², Candrasa S. Dhama³, & Widodo S. Pranowo^{2,4}

¹Program Studi S1 Hidrografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL),
Jakarta Utara, Indonesia.

²Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta Utara, Indonesia.

³Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL, Jakarta Utara, Indonesia.

⁴Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

e-mail : roniyoes@gmail.com

ABSTRAK

Perairan Teluk Banten merupakan wilayah yang sibuk setiap hari dengan berbagai aktivitas, seperti kapal nelayan, perahu penumpang antar pulau, dan wisata bahari. Kegiatan kelautan ini memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat di daerah tersebut, baik dalam hal transportasi pelayaran maupun ekonomi. Salah satu fenomena laut yang sangat vital adalah tinggi gelombang laut, sehingga diperlukan informasi tentang karakteristik gelombang laut di Perairan Teluk Banten. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik gelombang di Perairan Teluk Banten pada musim peralihan (1 September - 10 Oktober 2024) berdasarkan sumber data sekunder dari CMEMS Marine Copernicus. Simulasi model diolah menggunakan *Ocean Data View* (ODV), didukung dengan Microsoft Excel. Hasil pengolahan data menunjukkan pola angin dan gelombang di Perairan Teluk Banten dengan nilai statistik analisis sebagai berikut: kecepatan angin maksimum 1,168 m/s, minimum 1,159 m/s, dan rata-rata 1,163 m/s. Hasil pengolahan gelombang menunjukkan nilai *significant wave height* maksimum 2,840 m, minimum 0,140 m, dan rata-rata 1,844 m. Nilai *swell wave* maksimum 2,410 m, minimum 0,110 m, dan rata-rata 1,472 m. Sedangkan nilai *wind wave* maksimum 1,750 m, minimum 0,00 m, dan rata-rata 0,858 m. Untuk nilai *stokes wave drift velocity* antara 3.1 cm/s hingga 16,5 cm/s. Dengan mengetahui karakteristik gelombang laut di Perairan Teluk Banten terhadap monsun kedua, diharapkan dapat meningkatkan angka keselamatan dalam kegiatan di laut, seperti wisata dan pelayaran.

Kata kunci: angin, teluk banten, monsun, *significant wave height*, *swell wave*, *wind wave*, *stokes wave drift velocity*.

ABSTRACT

The waters of Banten Bay are a busy area every day with various activities, such as fishing boats, inter-island passenger boats, and marine tourism. This marine activity plays an important role in the lives of people in the area, both in terms of shipping transportation and the economy. One of the most vital marine phenomena is the height of sea waves, so information is needed about the characteristics of sea waves in the

waters of Banten Bay. The purpose of this study is to determine the characteristics of waves in the waters of Banten Bay in the transitional season (September 1 - October 10, 2024) based on secondary data sources from CMEMS Marine Copernicus. The simulation model was processed using Ocean Data View (ODV), supported by Microsoft Excel. The results of data processing showed wind and wave patterns in the waters of Banten Bay with the following statistical analysis values: maximum wind speed of 1,168 m/s, minimum 1,159 m/s, and average 1,163 m/s. The results of wave processing showed a significant wave height value of a maximum of 2,840 m, a minimum of 0.140 m, and an average of 1,844 m. The maximum swell wave value is 2,410 m, the minimum is 0.110 m, and the average is 1,472 m. Meanwhile, the maximum wind wave value is 1,750 m, the minimum is 0.00 m, and the average is 0.858 m. For the between 3.1 cm/s to 16.5 cm/s velocity drift velocity stokes value. By knowing the characteristics of sea waves in the waters of Banten Bay against the second monsoon, it is hoped that it can increase safety rates in activities at sea, such as tourism and shipping.

Keywords: wind, banten bay, monsoon, significant wave height, swell wave, wind wave, stokes wave drift velocity

PENDAHULUAN

Perairan Teluk Banten merupakan wilayah yang sibuk dengan aktivitas wisata bahari, industri, permukiman dan lain-lain. Kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak-dampak negatif seperti pencemaran, erosi, dan masalah lingkungan lainnya. Pemahaman mengenai kondisi hidro-oseanografi sangat penting sebagai langkah untuk pengelolaan dan perlindungan wilayah pesisir dan laut (Wisha *et al.*, 2015). Penggerak utama gelombang di laut adalah medan angin yang tepat berada di atasnya, sehingga kondisi gelombang sangat tergantung pada kondisi angin local (Wicaksana *et al.*, 2015).

Teori Munson mengacu pada sistem angin musiman di Asia Tenggara yang dipengaruhi oleh perubahan tekanan udara antara Asia dan Samudra Hindia. Di Indonesia, terdapat dua peralihan utama dalam musim angin Monsun yaitu: Peralihan 1: Terjadi sekitar bulan Maret hingga Mei, di mana angin bertiup dari arah barat laut menuju timur laut. Pada periode ini, angin barat membawa musim hujan ke Asia Tenggara, dan suhu permukaan laut cenderung lebih rendah. Peralihan 2: Terjadi sekitar bulan September

hingga November, di mana angin bertiup dari arah timur laut menuju barat laut. Pada periode ini, angin timur membawa musim kemarau ke Asia Tenggara, dan suhu permukaan laut cenderung lebih tinggi (Setiawan *et al.*, 2024).

Kondisi perairan pada angin yang bertiup di dekat permukaan laut dapat mempengaruhi tinggi muka laut terhadap muka laut rata-rata. Selain itu, angin yang bertiup di permukaan laut merupakan sumber energi utama penyebab terjadinya pergerakan pada permukaan laut yang akan mempengaruhi karakteristik gelombang di perairan Teluk Banten dan sekitarnya tersebut. Dengan mengetahui karakteristik gelombang laut ketika mengalami monsun dapat diketahui daerah mana saja yang mengalami gelombang rata-rata tertinggi dan terendah serta jenis monsun apa yang mengakibatkan gelombang rata-rata tertinggi tersebut.

Hasil kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh monsun terhadap karakteristik gelombang laut di perairan Teluk Banten dan sekitarnya sehingga dapat menunjang keselamatan pelayaran, kelancaran perekonomian dan

penangkapan ikan. Dengan data minim serta keterbatasan penelitian sebelumnya diarea Teluk Banten diharapkan juga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang situasi perairan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi manajemen perairan yang lebih baik dan adaptasi terhadap perubahan iklim di masa depan. Selain itu, akan membantu berbagai aplikasi praktis di bidang maritim dan oseanografi, dan akan memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan khususnya di wilayah Teluk Banten dan sekitarnya.

BAHAN DAN METODE

Area penelitian ini mencakup dua domain studi yaitu:

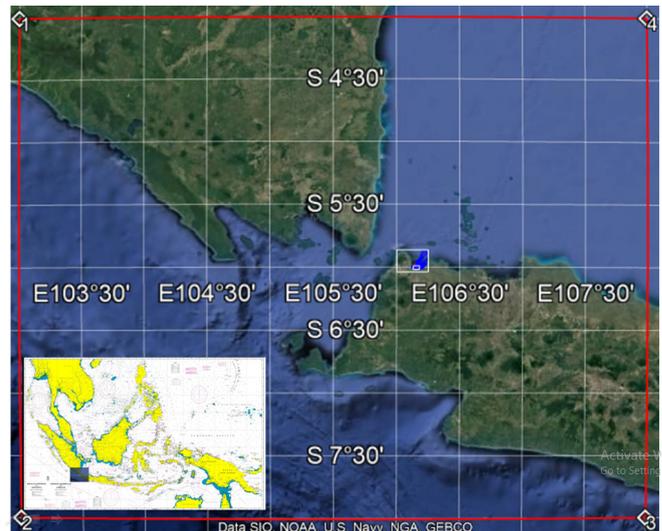
Domain Regional

Area regional meliputi di beberapa wilayah yaitu: Samudera Hindia, Selat Sunda, ujung barat Laut Jawa dan Selat Karimata merupakan mewakili titik titik yang berada dalam area data sekunder yang di gunakan pada posisi: 4°- 8° LS dan 103° - 108° BT, dengan luas sekitar 554,3km x 442km menggunakan Google Earth Pro. *“High-resolution satellite imagery of Regional Teluk Banten.”* 2024, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.

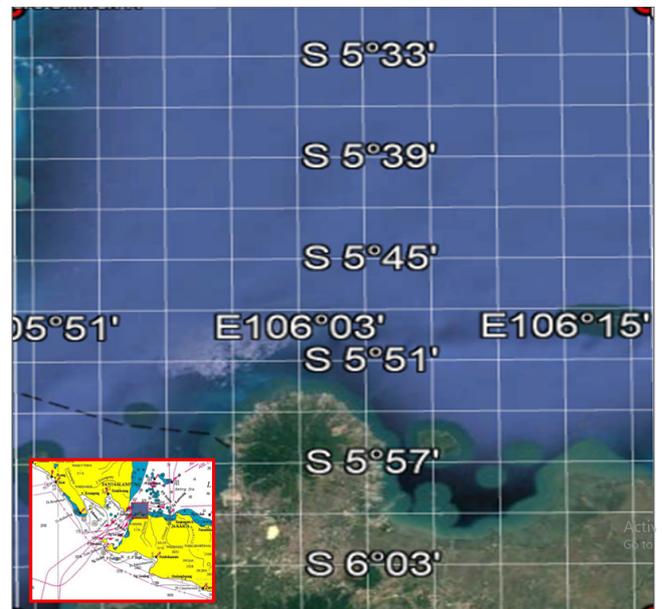
Domain Lokal

Wilayah terletak di perairan Teluk Banten, Kabupaten Serang, sekitar 5.5° - 6.1° LS dan 105.9° - 106.35° BT, dan di tunjukkan pada Gambar 2 menggunakan Google Earth Pro. *“High-resolution satellite imagery of Lokal Teluk Banten.”* 2024.

Data yang digunakan dalam penelitian ini di peroleh dari data CMEMS Marine Copernicus, khususnya data angin dan untuk data gelombang diperoleh dari data model global ERA5. Periode waktu analisis penelitian masuk dalam Monsun Peralihan II, dari 1 September hingga 10 Oktober 2024.



Gambar 1. Peta Domain Regional Lokasi Penelitian Dalam Garis Lintang Bujur.
Figure 1. Regional Domain Map of Research Locations Within Longitude Latitude.



Gambar 2. Peta Domain Lokal Lokasi Penelitian Dalam Garis Lintang Bujur.
Figure 2. Local Domain Map of Research Locations Within Longitude Latitude.

- Parameter yang di analisis terdiri dari :
- Parameter Angin : Arah dan Kecepatan angin
 - Parameter Gelombang : *Significant Wave Height*: Tinggi gelombang signifikan, *Swell Wave*: Gelombang alun, *Wind Wave*: Gelombang yang dibangkitkan oleh angin lokal, dan *Stokes Wave Drift Velocity*: Kecepatan hanyut gelombang.

Sebaran Stasiun Data Penelitian

Adapun data angin dan gelombang laut signifikan yang telah diunduh mencakup 888 stasiun, terdiri dari 254 stasiun di darat dan 634 stasiun di laut. Untuk penelitian ini, yang digunakan adalah beberapa titik stasiun pada area regional mewakili 4 lokasi maupun local, ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3 :

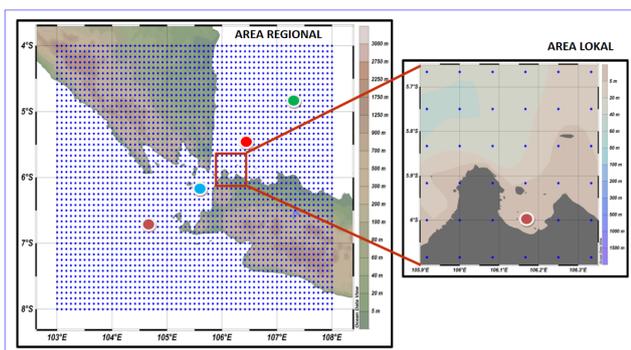
Karakter Angin

Berikut ini penjelasan gambar peta visualisasi sirkulasi angin untuk Domain Regional dan lokal pada periode waktu peralihan Monsun kedua 1 September dan 10 Oktober 2024. yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pembagian domain lokasi ini dilakukan untuk memberikan hasil analisis yang lebih terperinci dan relevan terhadap fenomena yang terjadi di masing-masing area selama musim peralihan monsun.

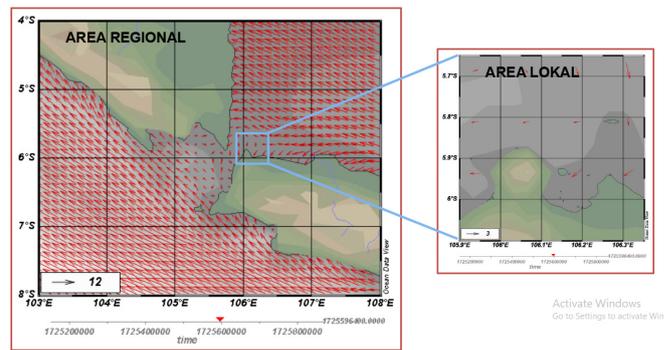
Tabel 1 Daftar Posisi Geografis Area Observasi Virtual.

Table 1 List of Geographical Positions of Virtual Observation Areas

No	Nama Area	Lintang	Bujur
1	St. Samudera Hindia	6.69° S	104.31 T
2	St. Selat Sunda	5.94° S	105.81 T
3	St. Laut Jawa	5.31° S	106.56 T
4	St. Selat Karimata	4.44° S	107.44 T
5	St. Area Lokal T.Banten	5.94° S	106.19 T



Gambar 3. Sebaran Titik Data Angin dan Gelombang di Kedua Lokasi.
Figure 3. Distribution of Wind and Wave Data Points in Both Locations.



Gambar 4. Sirkulasi Angin (m/s).
Figure 4. Wind Circulation (m/s).

- Perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan dan analisis data menggunakan :
- Ocean Data View* (ODV) digunakan untuk visualisasi dan analisis data laut, Schlitzer, R. (2021).
 - Microsoft Excel: Untuk pengolahan data statistik dan perhitungan numerik, Kingsoft Office. WPS Office. (2024).

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

- Statistik Deskriptif: Digunakan untuk menggambarkan karakteristik dasar data yang diperoleh, seperti rata-rata, maksimum, dan minimum.
- Plotting 2D Spasial dan Temporal: Menyajikan visualisasi data dalam bentuk peta untuk menunjukkan distribusi spasial serta perubahan temporal dari parameter yang dianalisis.
- Plotting 1D Mareogram Time Series: Analisis waktu dari parameter gelombang dan angin, menampilkan fluktuasi yang terjadi selama periode studi.

Menurut (Setiawan *et al.*, 2024) pada artikel ini dalam memperoleh nilai dari kecepatan hanyut gelombang dapat dengan cara menghitung resultan dari komponen kecepatan hanyut gelombang itu sendiri yaitu nilai V_{sd} pada sumbu X dan nilai V_{sd} pada sumbu Y. persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$V_{sd} = (V_{SDX}^2 + V_{SDY}^2)^{0.5} \dots\dots\dots 1)$$

$$\text{Arah} = \tan^{-1} \left(\frac{\text{VSDY}}{\text{VSDX}} \right) \dots\dots\dots 2)$$

dimana,

Vsd = kecepatan hanyut gelombang (*sea surface Stokes drift*) dalam m/s

VSDX = komponen-u *surface Stokes drift* pada sumbu x dalam m/s

VSDY = komponen-v *surface Stokes drift* pada sumbu y dalam m/s

Vsd = kecepatan hanyut gelombang (*sea surface Stokes drift*) dalam m/s

VSDX = komponen-u *surface Stokes drift* pada sumbu x dalam m/s

VSDY = komponen-v *surface Stokes drift* pada sumbu y dalam m/s

Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2, kecepatan hanyut gelombang dapat dihitung dengan menggunakan metode trigonometri dan kemudian dikonversi ke arah konvensi meteorologi, sehingga nilai arah adalah benar. Selanjutnya, data hasil olahan ODV dikelompokkan dan dianalisis dengan menggunakan Microsoft Excel 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Angin Area Regional

Berdasarkan Hasil dari analisis statistik karakteristik angin pada Tabel 2, menunjukkan bahwa penjelasan nilai kecepatan angin total Visible data meliputi: Nilai maksimal, minimal dan nilai rata-rata. Peta kondisi sebaran angin pada gambar 5 di bawah ini menampilkan distribusi spasial dari data yang direpresentasikan dengan gradien warna dan tentang sebaran atau distribusi data komponen Timur Barat dan Utara selatan secara geografis.

Penjelasan grafik pada gambar 6 menunjukkan perubahan nilai data angin komponen Timur Barat dan Utara Selatan terhadap waktu (*time*) dalam rentang waktu serta terdapat fluktuasi nilai variasi atau perubahan pada parameter tersebut selama periode yang diamati.

Tabel 2. Analisis Statistik Karakter Angin Total Regional

Table 2. Statistical Analysis of Regional Total Wind Character

Kecepatan Angin	Minimal (m/s)	Maksimal (m/s)	Rata-rata (m/s)
Timur Barat	-9,84	1,88	-4,205
Utara Selatan	-0,94	8,58	3,555
Total	1,156	1,217	1,169

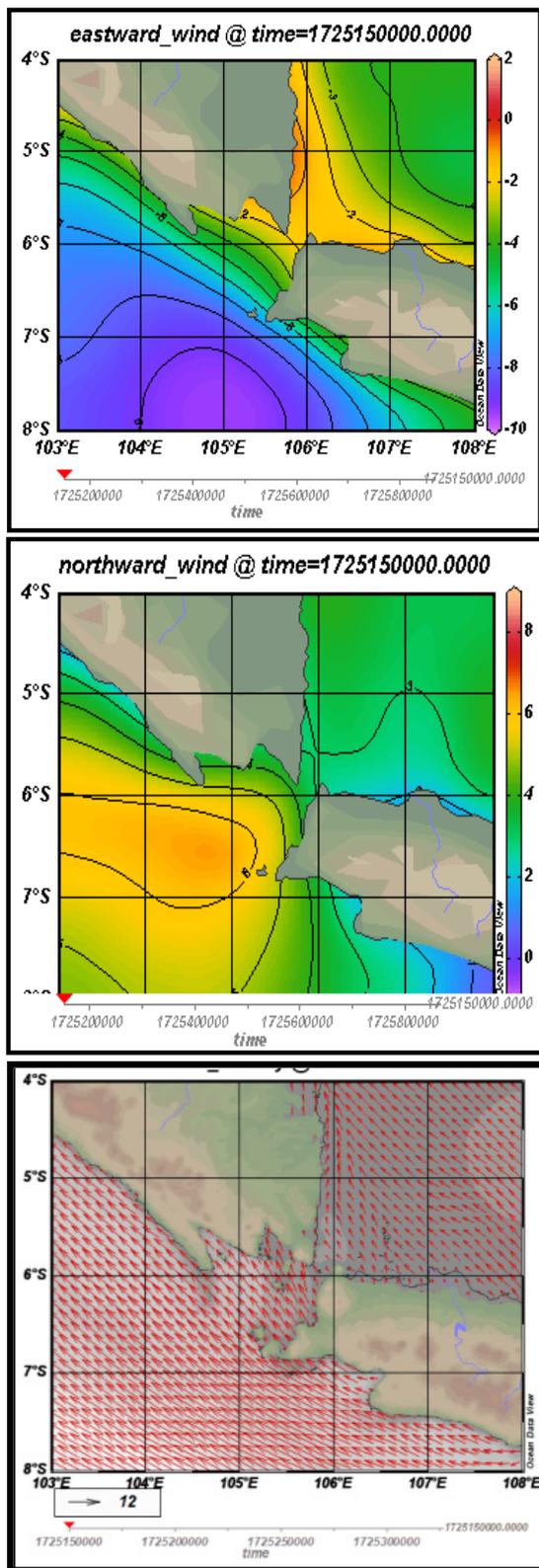
Grafik time series Gambar 6 menunjukkan arah angin dengan dua komponen, yaitu Timur-Barat dan Utara-Selatan. Pada komponen Timur-Barat, nilai positif menunjukkan arah angin ke timur, sedangkan nilai negatif menunjukkan arah ke barat. Berdasarkan analisis statistik nilai minimum komponen ini adalah -5,920 m/s, nilai maksimum 4,060 m/s, dan rata-ratanya -1,918 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, angin cenderung bergerak ke arah Barat.

Sementara itu, untuk komponen Utara-Selatan, nilai positif menunjukkan arah angin ke Utara, sedangkan nilai negatif menunjukkan arah ke Selatan. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai kecepatan angin minimum -4,030 m/s, nilai kecepatan angin maksimum 9,820 m/s, dan kecepatan angin rata-rata sebesar 4,725 m/s. Ini mengindikasikan bahwa secara umum, angin lebih sering bergerak ke arah Utara.

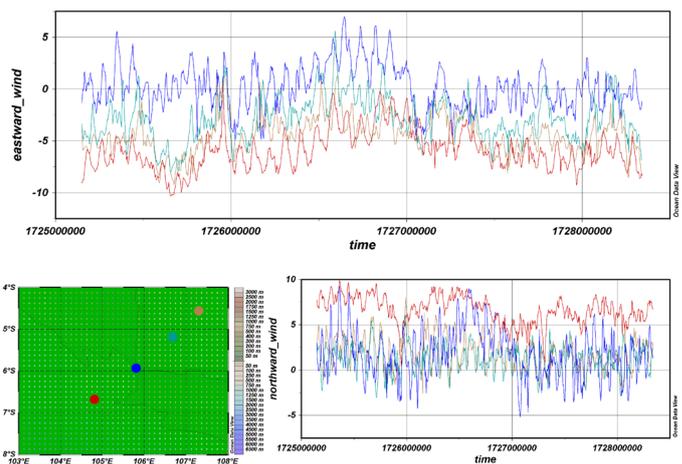
Karakter Angin Area Lokal

Berdasarkan Hasil dari analisis statistik yang data angin area lokal disediakan pada Tabel 3 dapat menunjukkan Visible data meliputi: Nilai maksimal, minimal dan nilai rata-rata (m/s).

Pada Gambar 7 menampilkan distribusi spasial berdasarkan dari data yang direpresentasikan dengan gradien warna dan tentang sebaran atau distribusi data komponen Timur Barat dan Utara Selatan secara geografis pada area lokal Teluk Banten.



Gambar 5. Distribusi data komponen Timur Barat (Sebelah kiri), Utara Selatan (Sebelah Tengah) dan Sirkulasi Angin Regional.
 Figure 5. Distribution of data of the East-West component (left), North-South (Central) and Regional Wind Circulation.



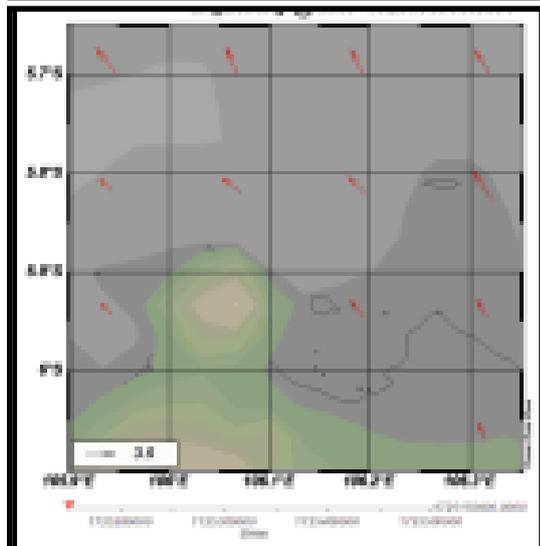
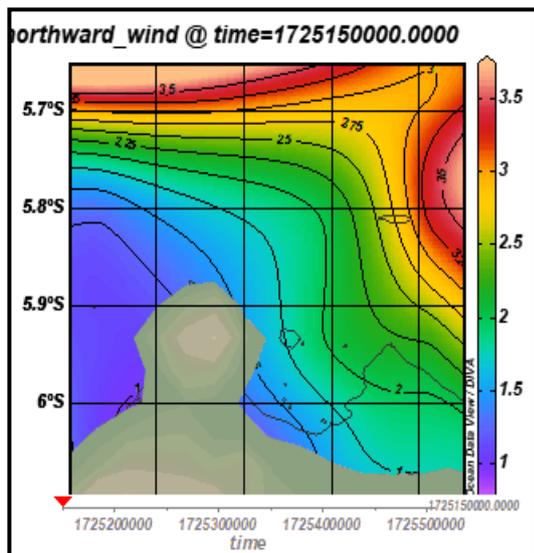
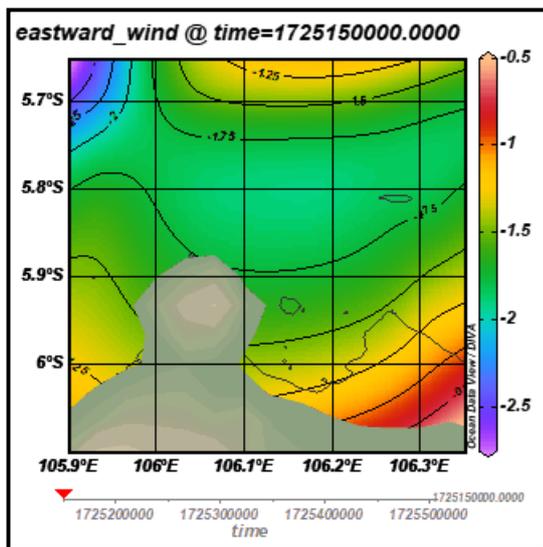
Gambar 6, Grafik Time Series Area Regional.
 Figure 6, Regional Area Time Series Chart.

Tabel 3. Analisis Statistik Karakter Angin Total Regional
 Table 3. Statistical Analysis of Regional Total Wind Character

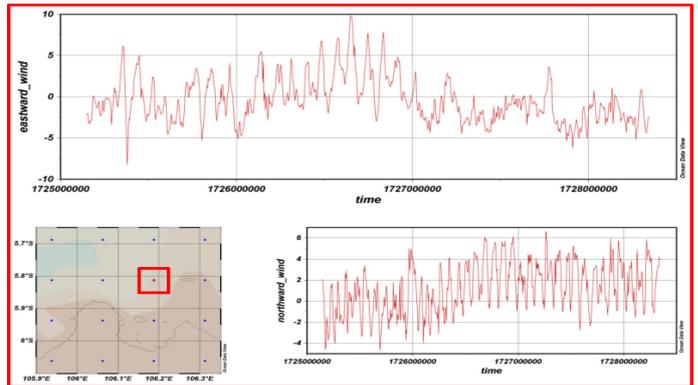
Kecepatan Angin	Minimal (m/s)	Maksimal (m/s)	Rata-rata (m/s)
Timur Barat	-0,74	-2,74	-1,569
Utara Selatan	3,69	0,78	2,179
Total	1,159	1,168	1,163

Grafik *time series* Gambar 8 pada area lokal menunjukkan pola arah angin dengan dua komponen utama, yaitu arah angin komponen Barat Timur mempunyai nilai positif menunjukkan arah angin ke Timur, sedangkan nilai negatif menunjukkan arah ke Barat. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai minimum kecepatan angin untuk komponen ini adalah -8,34 m/s, nilai maksimum kecepatan angin adalah 9,79 m/s, dan rata-rata kecepatan angin adalah -0,43 m/s. Hal tersebut menunjukkan bahwa arah angin secara keseluruhan cenderung sedikit ke arah Barat.

Sedangkan arah angin komponen Utara Selatan mempunyai nilai positif pada komponen ini menunjukkan arah angin ke Utara, dan nilai negatif menunjukkan arah ke Selatan. Berdasarkan hasil analisis statistik, nilai minimum kecepatan angin adalah -4,65 m/s, nilai maksimum kecepatan angin adalah



Gambar 7. Distribusi Data Komponen Angin Timur Barat dan Utara Selatan Area Lokal.
 Figure 7. Distribution of Wind Component Data in the East-West and North-South Wind Component in the Local Area North-South Local Area.



Gambar 8, Grafik *Time Series* Distribusi data komponen angin, Timur Barat dan Utara selatan Area Lokal
 Figure 8, *Time Series* graph Distribution of wind component data, East, West and North, South Local Area.

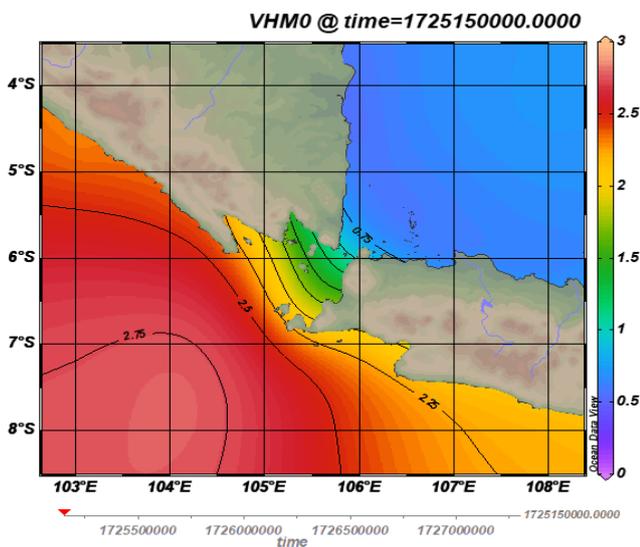
6,610 m/s, dan rata-rata kecepatan angin adalah 1,25 m/s. Ini menandakan bahwa arah angin di area lokal lebih dominan bergerak ke arah Utara.

Karakter Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan (VHM0) Area Regional

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk data tinggi gelombang signifikan di area regional, diperoleh nilai minimum tinggi gelombang signifikan sebesar 0,14 m, nilai maksimum tinggi gelombang signifikan sebesar 2,84m, dan rata-rata tinggi gelombang signifikan sebesar 1,84 m.

Hasil analisis visualisasi data distribusi spasial serta perubahan temporal karakter tinggi dan periode gelombang signifikan yang terlihat pada Gambar 9 menjelaskan tentang tinggi gelombang signifikan. Area yang berwarna merah hingga oranye menunjukkan tinggi gelombang yang cukup tinggi, mencapai 2,5-3m. Pada area berwarna kuning dan hijau menunjukkan tinggi gelombang yang sedang, sekitar 1,5 - 2m. Di sisi lain pada area yang berwarna biru menunjukkan tinggi gelombang yang relatif rendah berkisar sekitar 0,5 - 1m.

Menurut (Wicaksana *et al.*, 2015) pada penelitian sebelumnya di sekitar daerah



Gambar 9. Penjalaran Tinggi Gelombang di Area Regional.

Figure 9. Wave Height Propagation in Regional Areas.

tersebut rata - rata gelombang tertinggi terjadi pada musim barat (Januari) sampai musim timur (Agustus) mencapai 1,5 - 3m di Selat Karimata dan 0,5 - 2,5m di Laut Jawa, dan begitu juga penelitian lain sebelumnya di perairan Selat Sunda menggunakan data model global dari ECMWF selama periode tahun 2022 – 2023. Berdasarkan data analisis saat Monsun Peralihan 2 diperoleh nilai tinggi gelombang Signifikan VHMO dengan nilai minimal 0,11 meter, rata-rata 1,67 meter dan maksimal 3,27 meter (Setiawan *et al.*, 2024).

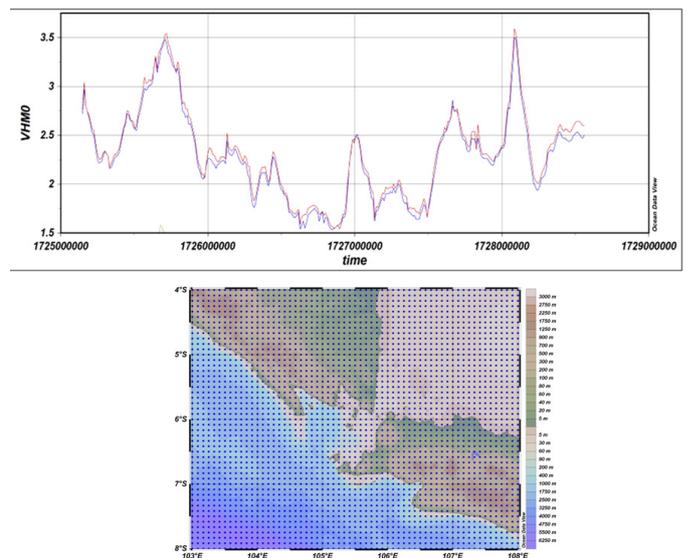
Analisis VHMO pada area tersebut menjelaskan dengan garis kontur rapat menunjukkan suatu periode gelombang yang lebih pendek, sekitar 6 - 8 detik dan area dengan garis kontur lebih renggang menunjukkan periode gelombang yang lebih panjang, sekitar 8 - 10 detik. Keterangan gambar 9 diatas adalah model prediksi kondisi laut dengan tinggi periode gelombang signifikan yang cukup tinggi, terutama di area sekitar Samudera Hindia dengan periode gelombang yang cukup panjang, menunjukkan kemungkinan adanya swell wave atau gelombang yang terbentuk dari angin di laut lepas.

Grafik *time series* Gambar 10 menunjukkan pola fluktuatif dengan variasi tinggi gelombang yang cukup besar dari waktu ke waktu. Tinggi gelombang dapat mencapai lebih dari 3 meter, menunjukkan dinamika dan perubahan kondisi gelombang yang terus terjadi selama rentang waktu yang diamati. Terdapat puncak tinggi gelombang ekstrem, sekitar waktu 16 September 2024 pukul 15:00 dan 3 Oktober 2024 pukul 21:00.

Hal ini kemungkinan terkait dengan fenomena tertentu, seperti badai atau swell Wave yang terbentuk akibat angin di laut lepas. Grafik tersebut juga menunjukkan variabilitas tinggi gelombang yang cukup tinggi, dengan fluktuasi naik-turun yang signifikan. Terdapat pola siklus atau pengulangan kondisi gelombang dalam rentang waktu yang diamati.

Area Lokal

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk data tinggi gelombang signifikan di area lokal, diperoleh nilai minimum sebesar 0,40m, nilai maksimum sebesar 0,48m, dan rata-rata sebesar 0,44m. Untuk hasil analisis karakter tinggi dan periode gelombang



Gambar 10. Grafik Time Series Penjalaran Gelombang Area Regional.

Figure 10. Regional Area Wave Propagation Time Series Chart.

signifikan area Teluk Banten terlihat pada gambar 11 menjelaskan bahwa zona warna dominan oranye dan merah menunjukkan tinggi gelombang signifikan yang cukup tinggi, mencapai sekitar 0,4 - 0,48m, mengindikasikan adanya gelombang yang relatif rendah di wilayah tersebut selama periode penelitian.

Sedangkan untuk tinggi periode gelombang signifikan di area Teluk Banten pada Gambar 11 menunjukkan sekitar 8 - 10 detik, periode yang relatif panjang ini menandakan adanya swell wave atau gelombang pembangkit yang terbentuk dari arah laut lepas melalui Selat Sunda. Swell Wave cenderung memiliki periode yang lebih panjang dibandingkan gelombang angin biasa.

Berdasarkan Gambar 12 pada analisis data time series tinggi gelombang signifikan yang ditampilkan, menunjukkan pola fluktuatif yang cukup ekstrem dalam tinggi gelombang selama rentang waktu yang dianalisis. Terdapat beberapa puncak tinggi gelombang yang mencapai nilai sekitar 0,6 - 0,7m, menunjukkan adanya kondisi gelombang

yang cukup kuat. Grafik juga memperlihatkan periode di mana tinggi gelombang relatif rendah di bawah 0,3m.

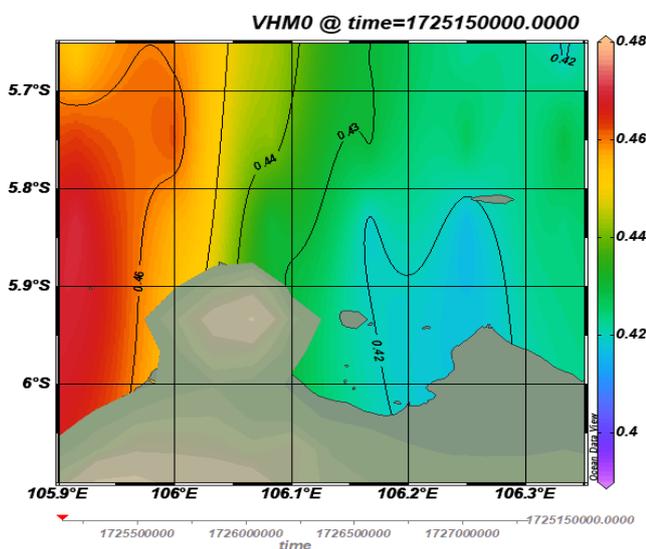
Dengan nilai variabilitas tinggi gelombang cukup tinggi dengan perubahan nilai yang signifikan dari waktu ke waktu dan adanya pola siklus atau pengulangan dalam fluktuasi tinggi gelombang, meskipun tidak teratur, serta Interaksi antara gelombang dan bathimetri dapat mengakibatkan fenomena lokal, seperti refraksi, difraksi, dan pembentukan ombak.

Karakter Tinggi dan Periode Wind Wave (VHM0_WW)

Area Regional

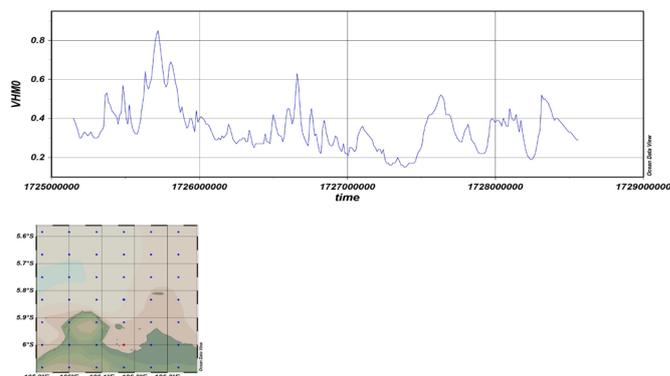
Secara keseluruhan analisa gambaran komprehensif tentang karakteristik tentang tinggi dan periode gelombang (VHM0_WW) yang dibangkitkan angin di area regional ditunjukkan pada Gambar 13.

Analisis komprehensif terhadap karakteristik tinggi dan periode *Wind Wave* (VHM0_WW) berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 13, serta analisis statistik nilai rata-rata (*mean*) 0,858 meter dengan tinggi VHM0_WW di area tersebut 1,75m. Untuk analisis spasial juga memperlihatkan adanya variasi tinggi



Gambar 11. Penjalaran Tinggi Periode Gelombang Signifikan (VHM0) di Area Lokal.

Figure 11. Significant Wave Period High Propagation (VHM0) in Local Area.

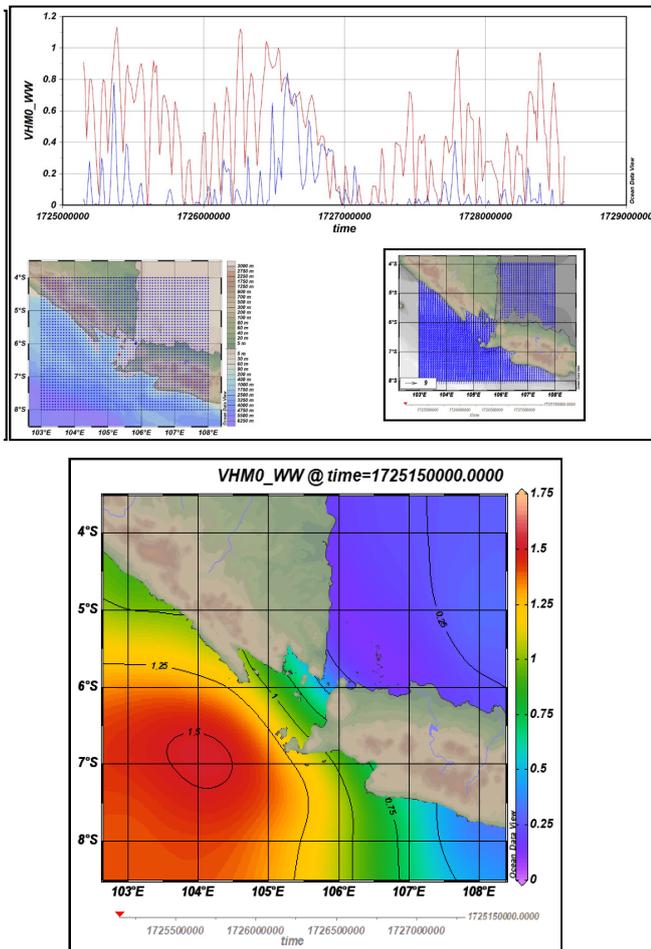


Gambar 12. Grafik Time Series Penjalaran Gelombang Signifikan Teluk Banten.

Figure 12. Time Series Chart of Significant Wave Propagation in Banten Bay.

VHM0_WW ditunjukkan area yang berwarna hijau - kuning tinggi gelombang sekitar 0,75 – 1,25m dan pada area yang berwarna merah - jingga mencapai 1,25 – 1,5m. Dan menurut hasil penelitian sebelumnya di perairan Selat Sunda menggunakan data model global dari ECMWF periode tahun 2022 – 2023 menunjukkan hasil pada saat monsun peralihan 2 dengan nilai tinggi gelombang VHM0_WW minimum 0,01m, rata - rata 0,50 meter dan nilai maksimum 2,11m (Setiawan *et al.*, 2024).

Untuk analisis temporal grafik VHM0_WW menunjukkan fluktuasi tinggi gelombang angin yang cukup signifikan. Terdapat



Gambar 13. Penjalaran Serta Grafik *Time Series* Tinggi dan Periode. *Wind Wave* (VHM0_WW) Diperairan Regional.

Figure 13. Propagation As Well As High *Time Series* Charts And Periods. *Wind Wave* (VHM0_WW) in Regional Waters.

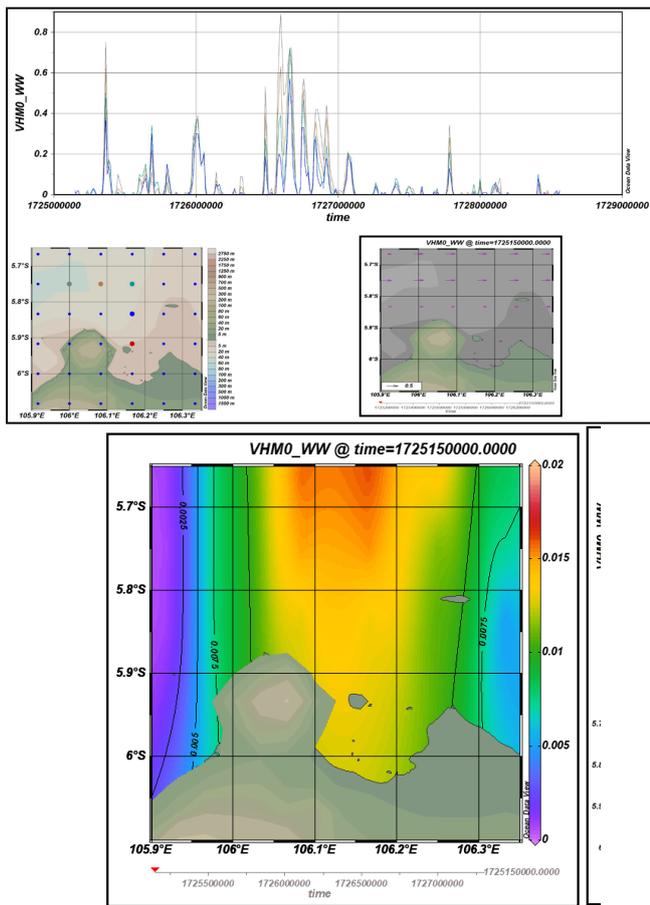
beberapa puncak tinggi gelombang yang menonjol, mencapai nilai sekitar 1,5m, juga ada periode yang relatif rendah, di bawah 1m. Dengan pola fluktuatif dapat dikaitkan dengan perubahan meteorologi seperti arah dan kecepatan angin. Sedangkan Analisis Periode VHM0_WW pada grafik *time series*, periode gelombang cenderung lebih pendek, umumnya berkisar antara 3 - 20 detik. Karena terkait dengan karakteristik angin lokal yang membangkitkan gelombang.

Area Lokal

Penjelasan analisis ini memberikan gambaran bahwa karakteristik tinggi dan periode gelombang angin di area lokal Teluk Banten cenderung rendah dan stabil. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor topografi dan lokasi yang terlindung terlihat pada Gambar 14.

Analisis komprehensif terhadap VHM0_WW di area lokal Teluk Banten berdasarkan data yang ditampilkan dari statistik nilai rata-rata (mean) tinggi gelombang angin di Teluk Banten adalah sekitar 0,01m atau 0,02m. Rentang nilai Tinggi gelombang signifikan berkisar antara 0,05m hingga 0,89m, mengindikasikan kondisi gelombang yang relatif tenang. Dengan analisis peta sebaran spasial VHM0_WW memperlihatkan pola yang cukup seragam di area Teluk Banten. Warna biru dan ungu menunjukkan tinggi gelombang angin yang rendah, sekitar 0,005 – 0,015m. Tidak terlihat adanya variasi signifikan dalam tinggi gelombang di area ini. Kondisi topografi dan bathimetri Teluk Banten yang terlindung mungkin menyebabkan pola spasial yang relatif homogen.

Analisis Temporal Grafik *time series* VHM0_WW menunjukkan fluktuasi tinggi gelombang angin yang tidak terlalu ekstrem. Terdapat beberapa puncak dengan nilai VHM0_WW mencapai 0,02m, namun durasi puncak tersebut cukup singkat. Secara umum, tinggi gelombang angin di Teluk Banten cenderung stabil di sekitar 0,015m. Dan



Gambar 14. Grafik Time Series Dan Penjalaran Gelombang Signifikan, Wind Wave (VHM0_WW) Di perairan Teluk Banten.

Figure 14. Time Series Graph and Significant Wave Propagation, Wind Wave (VHM0_WW) in the waters of Banten Bay.

analisis pada grafik *time series*, dapat dilihat pola osilasi gelombang angin dengan periode yang relatif pendek. Periode gelombang cenderung pendek berkisar antara 3 - 10 detik, sesuai dengan karakteristik VHM0_WW. Variasi periode yang tidak terlalu besar juga menunjukkan kondisi laut yang relatif tenang di area Teluk Banten.

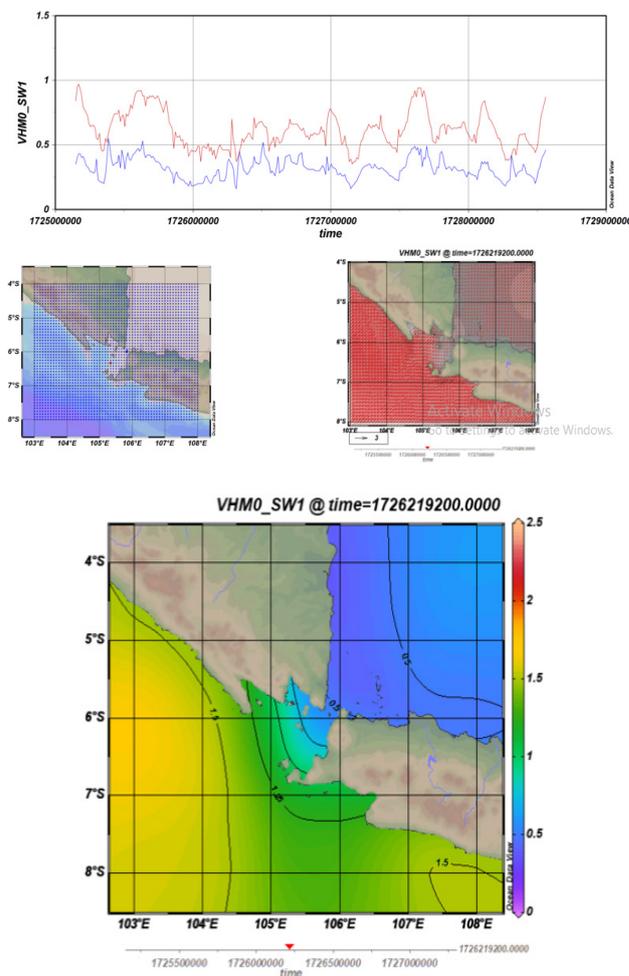
Karakter tinggi dan periode Swell Wave (VHM0_SW)

Area Regional

Secara keseluruhan analisis pada area ini memberikan gambaran tentang karakteristik VHM0_SW di area regional cukup dinamis, dengan variasi spasial dan

temporal yang signifikan yang ditampilkan pada Gambar 15.

Setelah dilakukan analisis komprehensif terhadap karakteristik VHM0_SW di area regional berdasarkan data yang ditampilkan dengan nilai rata-rata (mean) VHM0_SW mencapai ketinggian 1,5m dan rentang nilai antara 0,1 - 2,4m, mengindikasikan adanya kondisi gelombang yang dinamis. Pada hasil analisis spasial VHM0_SW terlihat variasi dengan warna biru-hijau menunjukkan nilai relatif rendah sekitar 0,1 – 1,5m. Sementara area berwarna jingga-merah mengindikasikan yang lebih tinggi, mencapai 1,5 – 2,4m.



Gambar 15. Grafik Time Series dan Penjalaran Gelombang, VHM0_SW Wilayah Regional. Figure 15. Time Series and Wave Distribution Graph, VHM0_SW in the Regional Region.

Dan hasil penelitian sebelum di perairan Selat Sunda menggunakan data model global dari ECMWF selama periode tahun 2022 – 2023 menunjukkan hasil data analisis saat monsun peralihan 2 diperoleh nilai tinggi gelombang alun minimum 0,04m, rata - rata 1,30m dan maksimum 2,83m, (Setiawan *et al.*, 2024). Perbedaan tersebut terpengaruh oleh waktu penelitian dan juga lokasi stasiun titik data yang digunakan serta pengaruh dari karakteristik topografi dan bathimetri laut di area sekitar yang lebih luas.

Analisis temporal grafik time series VHM0_SW menunjukkan fluktuasi tinggi cukup signifikan. Terdapat beberapa puncak mencapai 2m atau lebih yang disebabkan kuatnya gelombang pembangkit. Selain itu, juga terlihat periode menurun hingga sekitar 0,1m. Pola fluktuatif ini dapat terkait dengan perubahan kondisi meteorologi serta fenomena oseanografis di area yang lebih luas. Sedangkan untuk periodenya cenderung lebih panjang, berkisar antara 8-12 detik. Karakteristik periode yang relatif stabil ini sesuai dengan sifatnya terbentuk di laut lepas. Periode gelombang yang lebih panjang dapat mengindikasikan adanya VHM0_SW yang merambat dari sumber yang jauh.

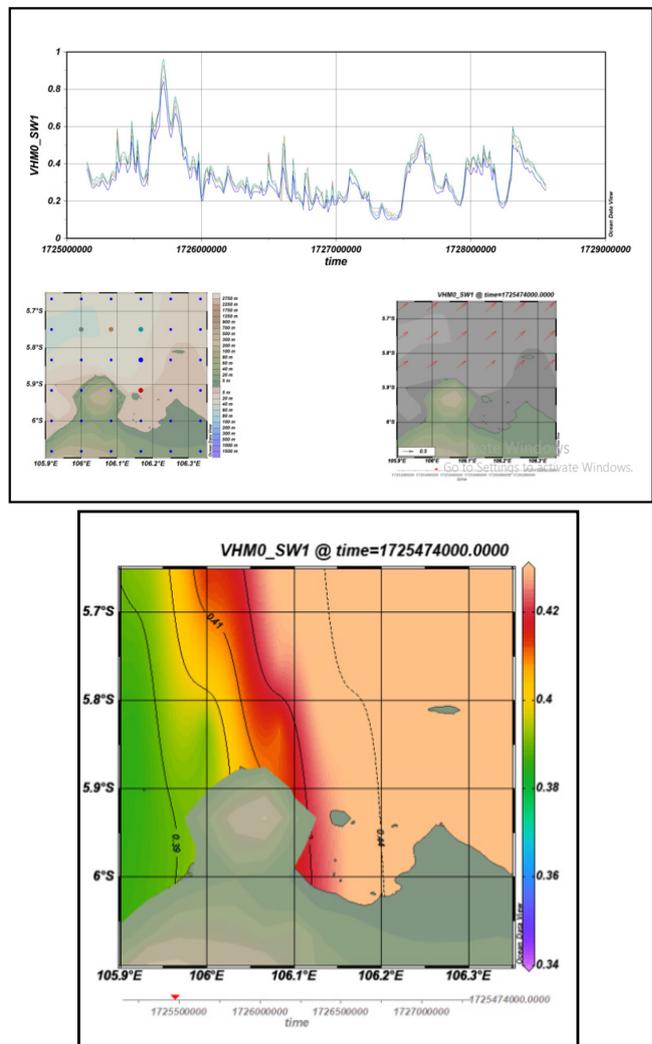
Area Lokal

Pada analisis penelitian ini memberikan gambaran bahwa karakteristik VHM0_SW di area lokal Teluk Banten yang cenderung rendah dan stabil, seperti yang ditampilkan pada Gambar 16.

Analisis komprehensif terhadap karakteristik VHM0_SW di area lokal Teluk Banten berdasarkan data yang ditampilkan pada gambar 16 menghasilkan nilai analisis statistik dengan nilai rata-rata di Teluk Banten adalah sekitar 0,38, dengan rentang nilai VHM0_SW antara 0,34 hingga 0,43, mengindikasikan kondisi tersebut relatif stabil. Analisis spasial terlihat pola yang cukup seragam di area tersebut, warna biru-

hijau menunjukkan VHM0_SW yang relatif rendah, sekitar 0,34-0,38. Kondisi topografi dan bathimetri Teluk Banten yang terlindung menyebabkan pola spasial yang relatif homogen.

Analisis temporal pada grafik Time Series VHM0_SW terlihat fluktuasi tidak terlalu ekstrem dan terdapat beberapa puncak dengan nilai mencapai 0,4m, dengan durasi puncak cukup singkat. Sehingga secara umum, tinggi VHM0_SW di Teluk Banten cenderung stabil di sekitar 0,38m. Dan analisis periodenya relatif panjang berkisar antara 8 - 12 detik, sesuai dengan karakteristik VHM0_SW dengan variasi periode yang tidak



Gambar 16. Grafik Time Series Dan Penjalaran Gelombang, VHM0_SW Di wilayah Lokal.
Figure 16. Time Series and Wave Distribution Graph, VHM0_SW In Local Area.

terlalu besar juga menunjukkan kondisi laut yang relatif stabil di area ini.

Karakter Kecepatan Hanyut Gelombang (Vsd)

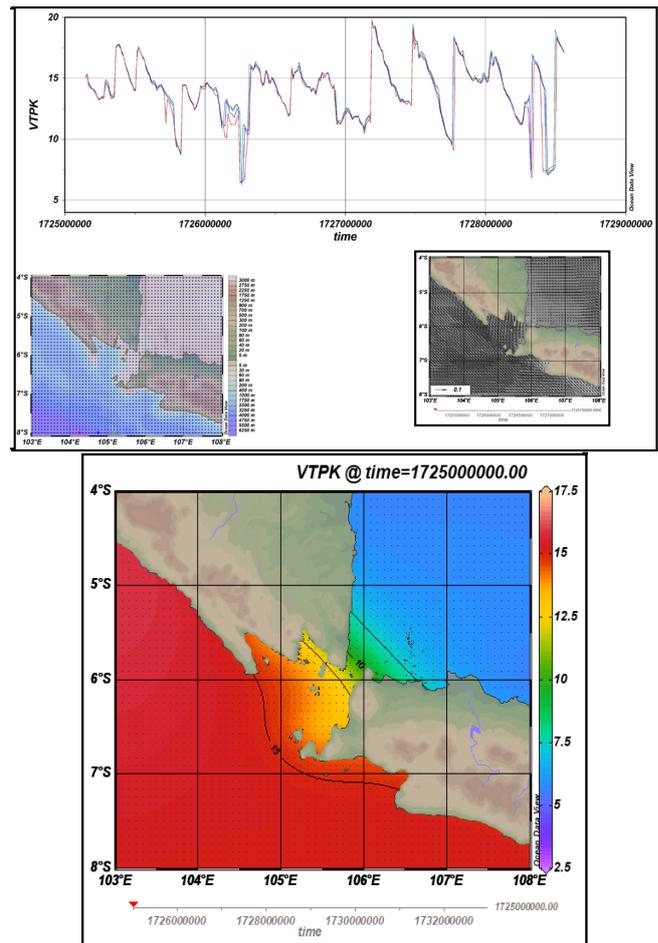
Area Regional

Berdasarkan hasil analisa memberikan gambaran bahwa karakteristik kecepatan hanyut gelombang (Vsd) di area ini cukuplah dinamis dan disajikan pada Gambar 17.

Penjelasan hasil analisis statistik komprehensif terhadap karakteristik kecepatan hanyut gelombang (Vsd) dengan nilai rata-rata (*mean*) di area regional berkisar antara 5-15cm/s, dengan rentang nilai 3,1 cm/s hingga 16,5cm/s, mengindikasikan adanya dinamika kecepatan hanyut yang signifikan. Sedangkan analisis sebaran spasial memperlihatkan pola bervariasi dengan warna biru menunjukkan relatif rendah, sekitar 5-10cm/s. warna jingga-merah mengindikasikan kecepatan hanyut yang lebih tinggi, mencapai 12-16,5cm/s.

Ditunjukkan hasil penelitian sebelumnya di perairan Selat Sunda menggunakan data model global dari ECMWF selama periode tahun 2022 – 2023 menunjukkan hasil data analisis saat monsun peralihan 2 diperoleh nilai kecepatan hanyut gelombang (Vsd) dengan nilai rata-rata sekitar 0,06 m/s, nilai minimal 0,01 m/s dan nilai maksimal 0,14 m/s, (Setiawan *et al.*, 2024). Perbedaan variasi ini dapat disebabkan oleh pengaruh waktu dan lokasi stasiun data yang digunakan serta karakteristik gelombang, topografi, dan bathimetri laut di area perairan tersebut.

Dan untuk analisis temporalnya pada grafik time series menunjukkan cukup signifikan terdapat beberapa puncak gelombang dengan nilai 14 – 19,8 cm/s, mengindikasikan adanya periode di mana kecepatan hanyut gelombang lebih tinggi, dan periode gelombang menurun hingga sekitar 6,2 cm/s. Pola fluktuatif ini dapat



Gambar 17. Grafik Time Series dan Penjalaran Stokes Wave, Drift Velocity (Vsd) di Wilayah Regional Penelitian

Figure 17. Time Series and Stokes Wave Charts Drift Velocity (VSD) in the Research Region.

terkait karakteristik gelombang dan kondisi meteorologi di area perairan yang lebih luas.

Area Lokal

Pada tampilan Gambar 13 dapat memberikan gambaran umum tentang beberapa variasi spasial dan temporal karakteristik kecepatan hanyut gelombang di area Teluk Banten sehingga bisa dibuat analisa nya.

Beberapa analisis statistik yang terkait karakteristik kecepatan hanyut gelombang di area lokal Teluk Banten pada Gambar 18, diperoleh nilai kecepatan hanyut gelombang sebesar rata-rata sebesar 6,5 cm/s, dengan rentang nilai 6 cm/s – 9,45 cm/s,

mengindikasikan adanya dinamika kecepatan hanyut gelombang yang signifikan. Dan juga analisis sebaran spasial memperlihatkan pola bervariasi dengan warna biru menunjukkan kecepatan hanyut gelombang relatif rendah, berkisar antara 6 – 9,5 cm/s.

Untuk warna jingga dan merah mengindikasikan kecepatan hanyut gelombang yang lebih tinggi mencapai 6,7 – 20,5 cm/s. Dan analisis temporal grafik time series menunjukkan terdapat beberapa puncak dengan nilai 6,7 – 20,5 cm/s, mengindikasikan adanya periode kecepatan hanyut lebih tinggi, dan periode menurun sekitar 2,8 cm/s. Pola ini juga terkait karakteristik gelombang terhadap kondisi meteorologi di area Teluk Banten dan

sekitarnya pada saat penelitian.

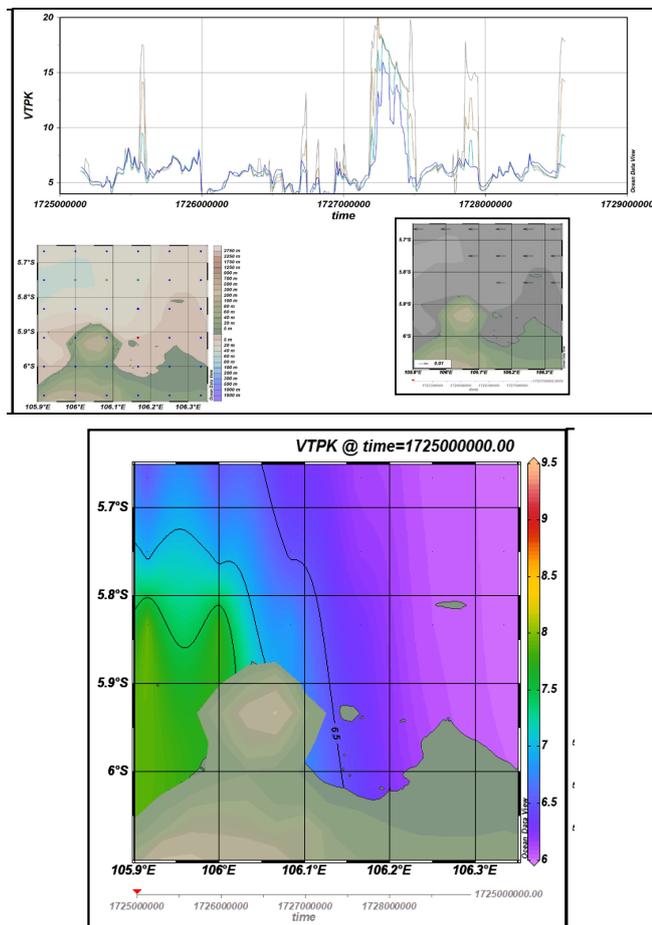
Pada Monsun Peralihan 2 di perairan Teluk Banten ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan hanyut gelombang rata-rata (V_{sd}) pada tahun 2024 dominan sama dengan tahun 2023, yaitu 0,06 m/s, meskipun terdapat peningkatan kecepatan maksimum dari 0,14 m/s (2023) menjadi 0,16 m/s (2024), dan kecepatan minimum juga meningkat dari 0,01 m/s menjadi 0,03 m/s. Sementara itu, arah rata-rata hanyut gelombang (V_{sd}) sedikit bergeser dari 235° (2023) ke 230° (2024), menunjukkan perubahan kecil dalam arah dominan hanyut gelombang, yang bisa dipengaruhi oleh dinamika arus atau angin lokal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk Kesimpulan pada penelitian ini mengungkapkan karakteristik gelombang laut di Teluk Banten dan sekitarnya selama Monsun Peralihan II periode (1 September - 10 Oktober 2024). Data menyebutkan bahwa berdasarkan data keseluruhan menunjukkan bahwa perairan regional memiliki variasi gelombang yang lebih dinamis dibandingkan perairan lokal yang cenderung tenang.

Pada perairan area regional, tinggi periode gelombang signifikan memiliki rata-rata 1,844m dengan maksimum 2,840m. Untuk *swell wave*, rata-ratanya adalah 1,5m dengan maksimum 2,4m, yang menunjukkan gelombang yang merambat dari sumber jauh. *Wind wave* memiliki rata-rata 0,858m dan maksimum 1,75m, yang dipengaruhi oleh angin lokal. Sementara itu, kecepatan hanyut Stokes wave drift velocity rata-rata berada di kisaran 5-15 cm/s dengan dinamika yang signifikan.

Pada perairan area lokal (Teluk Banten), tinggi periode gelombang signifikan memiliki rata-rata 0,441m dengan maksimum 0,480m. *Swell wave* menunjukkan rata-rata 0,38m, yang stabil dengan sedikit variasi. *Wind wave*



Gambar 18. Grafik *Time Series* dan Penjalaran *Stokes Wave Drift Velocity* (V_{sd}) di Wilayah Lokal Penelitian

Figure 18. *Time Series and Stokes Wave Charts* (V_{SD}) in the local area of the study

memiliki rata-rata 0,011m, menandakan kondisi yang relatif tenang. Sementara itu, Stokes wave drift velocity rata-ratanya adalah 6,5 cm/s, menunjukkan dinamika yang konsisten.

Saran untuk penelitian ini kedepannya, terutama selama Monsun Peralihan I dan peralihan II di wilayah Teluk Banten dan sekitarnya, mencakup pemantauan berkelanjutan untuk memprediksi perubahan gelombang, peningkatan sistem peringatan dini untuk menghadapi kondisi ekstrem, edukasi masyarakat lokal tentang dinamika gelombang untuk meningkatkan kesiapsiagaan, serta pengembangan dan penguatan infrastruktur pesisir guna mengurangi dampak gelombang tinggi dengan aktivitas maritim yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis artikel ilmiah ini adalah kontributor utama, atas data dan analisis yang disediakan serta segenap panitia latihan praktek Survei Hidro-oseanografi di Perairan Karangantu Teluk banten. Dukungan juga dari rekan rekan dan institusi terkait sangatlah berarti dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga hasilnya bermanfaat bagi pengembangan ilmu Hidro-oseanografi dan keselamatan maritim..

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, F., Pranowo, W. S., Azies, I. A., & Malik, K. (2024). Karakteristik Kecepatan Hanyut Gelombang Dengan Menggunakan Data Model Global Periode 2022 – 2023 di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Chart Datum*, 10(1), 11–22. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v10i1.326>
- Wicaksana, S., Sofian, I., & Pranowo, W. (2015). Karakteristik Gelombang Signifikan Di Selat Karimata Dan Laut Jawa Berdasarkan Rerata Angin 9

Tahunan (2005-2013). *Omni-Akuatika*, 11(2), 33–40. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2015.11.2.37>

Wisha, U. J., Husrin, S., & Prihantono, J. (2015). Hydrodynamics Banten Bay During Transitional Seasons (August-September) (Hidrodinamika Perairan Teluk Banten Pada Musim Peralihan (Agustus–September)). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(2), 101. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.20.2.101-112>

Schlitzer, R. (2021). Ocean Data View 5.6.5. <https://odv.awi.de>

CMEMS Marine Copernicus. (n.d.). Climate Data Store. <https://cds.climate.copernicus.eu/cds>.

Google Earth Pro (Thursday, February 22, 2024 10:13:06 PM UTC , 2024) Retrieved from <https://www.google.com/earth>

Kingsoft Office. WPS Office. 2024. Retrieved from <HTTP://www.wps.com>

