

**KARAKTERISTIK DAN PERIODE ULANG TINGGI GELOMBANG LAUT
DI LAUT BANDA PADA MONSUN TIMUR**

***CHARACTERISTICS AND REPEAT PERIOD OF HIGH SEA WAVES
IN BANDA SEA ON EAST MONSUN***

**Ferian Azhari¹, Widodo Setiyo Pranowo^{1,2}, Budi Purwanto³,
Kukuh Suryo Widodo³, & Muhammad Azis Kurniawan¹**

**¹Program Studi S-2 Hidro-Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut
Jl. Ganesha No.1, RT.8/RW.2, Kelapa Gading Barat, Jakarta 14240**

²Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Pemuda Persil No.1, RT.2/RW.7, Rawamangun, Pulo Gadung, Jakarta 13220

³Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut

Jl. Pantai Kuta V Jl. Ancol Tim. I No.1, RW.10, Ancol, Jakarta 14430

E-mail: yebaviya2009@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah lautan, oleh karena itu segala aktivitas di laut seperti pelayaran dan penangkapan ikan merupakan bagian penting bagi masyarakat Indonesia. Indonesia memiliki perairan yang strategis dikarenakan letaknya berada diantara benua Asia dan Australia. Ada beberapa wilayah laut yang sangat menarik di Indonesia, salah satunya yaitu laut Banda. Lokasi penelitian terletak di perairan Laut Banda dengan batas koordinat 3° LS – 8° LS dan 124° BT – 132° BT dengan menggunakan 187 titik stasiun pengamatan dengan jarak antar stasiun $0,25^{\circ}$. Dari lokasi penelitian tersebut akan dikumpulkan data gelombang yang akan digunakan untuk menentukan karakteristik dan peramalan periode ulang tinggi gelombang di lokasi penelitian. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data ERA5 ECMWF dari tahun 2012 sampai dengan 2021. Data yang diunduh berupa data tinggi gelombang signifikan, tinggi gelombang maksimal, periode gelombang dan arah gelombang yang memiliki resolusi spasial $0,25^{\circ}$ dan temporal 1 jam. Tinggi gelombang maksimal dan tinggi gelombang signifikan tertinggi dari 2012 sampai dengan 2021, terjadi pada bulan Juni tahun 2019 dengan tinggi gelombang signifikan mencapai 3,51 meter dan tinggi gelombang maksimal mencapai 6,72 meter. Rata-rata perioda gelombang tertinggi dari 2012 sampai dengan 2021, terjadi pada bulan Juni tahun 2019 dengan perioda gelombang 5,38 detik dengan arah dari Tenggara. Prakiraan tinggi gelombang signifikan pada tahun 2023 mencapai 2,864 meter dengan batas atas 3,025 meter dan batas bawah 2,703 meter.

Kata kunci: Karakteristik, periode ulang, gelombang laut, Laut Banda, Monsun Timur.

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country where most of its territory is the ocean, therefore all activities at sea such as shipping and fishing are an important part of the Indonesian people (Roni Kurniawan, et al., 2011). Indonesia has strategic waters because it is located between the continents of Asia and Australia. There are several very interesting marine areas in Indonesia, one of which is the Banda Sea. The research location is located in the waters of the Banda Sea with coordinate limits 30 LS - 80 LS and 1240 BT - 1320 BT using 187 observation stations with a distance between stations of 0.250. From the research location, wave data will be collected which will be used to determine the characteristics and forecast the return period of the wave height at the research location. The data used in this study is ERA5 ECMWF from 2012 to 2021. The downloaded data are significant wave height data, maximum wave height, wave period and wave direction which has a spatial resolution of 0.250 and a temporal resolution of 1 hour. The maximum wave height and the highest significant wave height from 2012 to 2021, occurred in June 2019 with a significant wave height reaching 3.51 meters and a maximum wave height reaching 6.72 meters. The highest average wave period from 2012 to 2021, occurred in June 2019 with a wave period of 5.38 seconds with a direction from the Southeast. The predicted significant wave height in 2023 will reach 2,864 meters with an upper limit of 3,025 meters and a lower limit of 2,703 meters.

Keywords: *Characteristics, return period, ocean waves, Banda Sea, East Monsoon.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah lautan, oleh karena itu segala aktivitas di laut seperti pelayaran dan penangkapan ikan merupakan bagian penting bagi masyarakat Indonesia (Kurniawan *et al.*, 2011). Indonesia memiliki perairan yang strategis dikarenakan letaknya berada diantara benua Asia dan Australia. Ada beberapa wilayah laut yang sangat menarik di Indonesia, salah satunya yaitu laut Banda (Winata *et al.*, 2022).

Laut Banda merupakan perairan berbentuk cekungan (basin) terbesar dan terdalam di laut Indonesia (Giul *et al.*, 2020). Laut Banda merupakan perairan

yang sangat dinamis oleh arus dan gelombang serta ramai karena termasuk jalur perdagangan internasional yang merupakan bagian dari Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI III), serta digunakan untuk kepentingan pelayaran niaga dan militer (Armansyah *et al.*, 2018). Laut Banda juga merupakan daerah penangkapan tuna yang sangat potensial di Provinsi Maluku (Tengke *et al.*, 2011). Dapat disimpulkan bahwa aktivitas kelautan yang terjadi di laut Banda menjadi urat nadi bagi sektor kelautan di daerah timur Indonesia. Segala aktivitas di laut tentu akan sangat terpengaruh oleh fenomena alam yang terjadi di laut itu sendiri salah satunya yaitu fenomena alam gelombang laut.

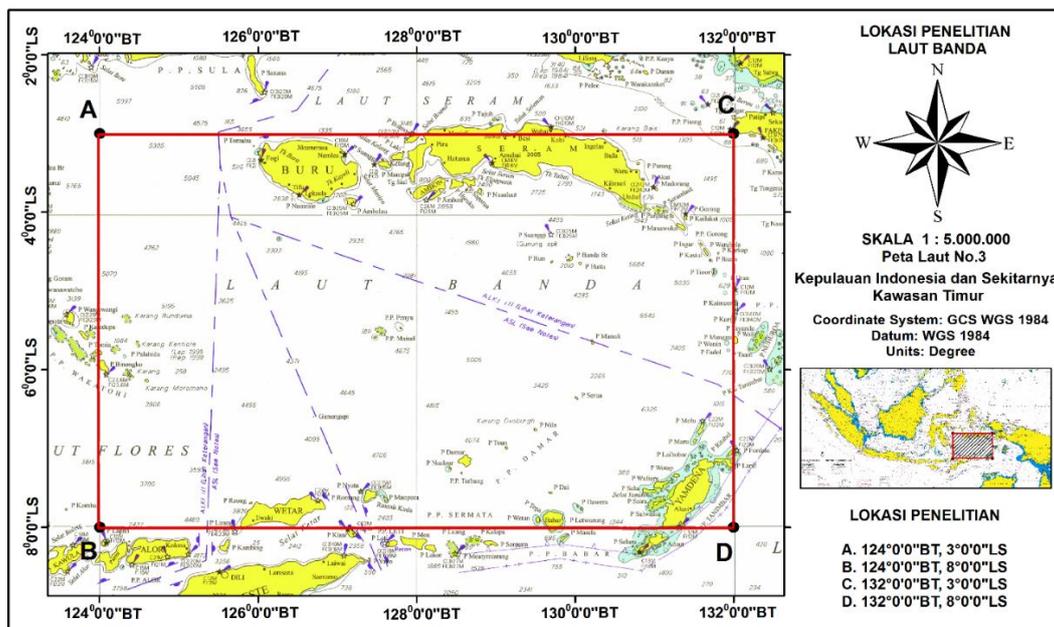
Gelombang laut merupakan mekanisme naik dan turun permukaan laut secara tegak lurus yang terjadi secara sekejap hingga mencapai keseimbangan (Purba & Pranowo, 2015). Perbedaan tinggi permukaan laut dapat dipicu oleh berbagai hal seperti angin, aktifitas lempeng bumi, akibat gerakan kapal, pasang surut dan arus laut (Pranowo, 2016). Energi gelombang laut akan dianggap sebagai gangguan apabila digunakan sebagai parameter dalam bidang navigasi, pelabuhan, teknik pantai dan lepas pantai (Mehdiabadi *et al.*, 2015). Dinamika energi gelombang laut akan memberikan pengaruh besar terhadap keselamatan segala aktivitas kelautan, sehingga informasi karakteristik dan periode ulang tinggi gelombang di suatu daerah akan sangat diperlukan.

Adapun tujuan dari artikel ini adalah untuk memberikan informasi tentang karakteristik gelombang laut yang terjadi di

Laut Banda periode 2012 sampai dengan 2021 meliputi tinggi gelombang signifikan (SWH), tinggi gelombang maksimal (Hmax), periode gelombang (MWP) dan arah gelombang (MWD), serta meramalkan periode ulang tinggi gelombang signifikan sampai dengan 100 tahun kedepan pada waktu angin monsun timur.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian terletak di perairan Laut Banda dengan batas koordinat 3° LS – 8° LS dan 124° BT – 132° BT dengan menggunakan 187 titik stasiun pengamatan dengan jarak antar stasiun 0.25° (Gambar 1). Dari lokasi penelitian tersebut akan dikumpulkan data gelombang yang akan digunakan untuk menentukan karakteristik dan peramalan periode ulang tinggi gelombang di lokasi penelitian.

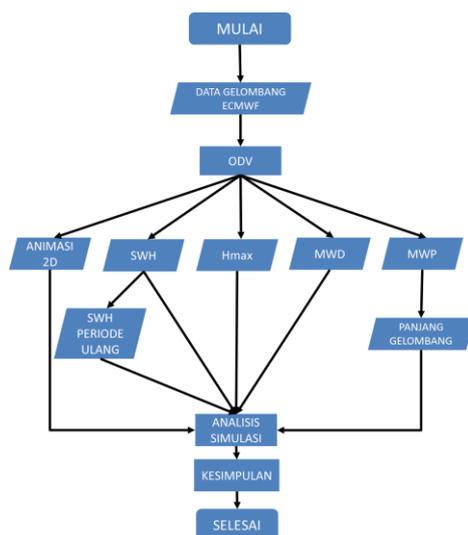


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.
Figure 1. Research site map.
Sumber: Pushidrosal, 2017

Penelitian ini mempergunakan perangkat keras untuk mengunduh dan mengolah data berupa laptop Asus model A43S dengan spesifikasi sistem operasi mempergunakan *Windows 7*, *processor intel core i3*, *memory RAM 8 GB*, dan penyimpanan menggunakan *SSD 250 GB*. Perangkat lunak yang dipergunakan antara lain *Ocean Data View (ODV)* versi 5.5.2 – 64 bit (*Windows*), *Global Mapper v.22*, *Microsoft Excel 2016*, dan *Microsoft Word 2016*.

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data ERA5 (*ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecasts) Reanalysis 5-th Generation*) dari tahun 2012 sampai dengan 2021. Data yang diunduh berupa data SWH, Hmax, MWP dan MWD yang memiliki resolusi spasial $0,25^0$ dan temporal 1 jam.

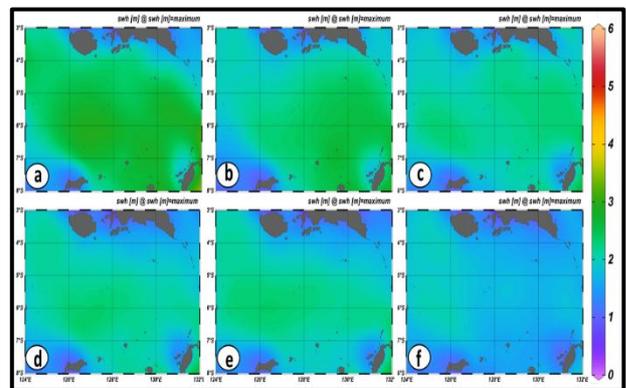
Metode pengolahan pada penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif dengan diagram alir tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.
Figure 2. Research flowchart.
Sumber: Hasil pengolahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data gelombang dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2021 pada bulan Juni, Juli dan Agustus setiap tahunnya menggunakan *software* ODV didapatkan bahwa nilai tertinggi SWH, Hmax, MWP dan MWD terjadi pada tahun 2019, sedangkan untuk nilai terendah terjadi pada tahun 2017. Gambaran kondisi gelombang di Laut Banda tersaji pada Gambar 3.

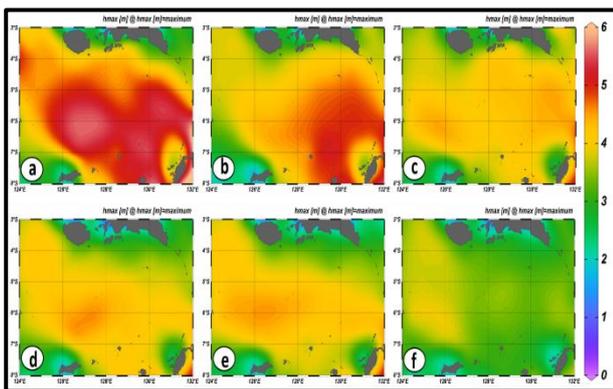


Gambar 3. a. SWH Juni 2019, b. SWH Juli 2019, c. SWH Agustus 2019, d. SWH Juni 2017, e. SWH Juli 2017, f. SWH Agustus 2017.
Figure 3. a. SWH June 2019, b. SWH July 2019, c. SWH August 2019, d. SWH June 2017, e. SWH July 2017, f. SWH August 2017.
Sumber: Hasil pengolahan menggunakan ODV

Gambar 3 memperlihatkan bahwa nilai SWH di Laut Banda pada bulan Juni s/d Agustus tahun 2019 dan 2017 berkisar diantara ketinggian 1,5 meter sampai dengan 3,5 meter. Hal ini terlihat dari tampilan warna pada gambar hasil pengolahan nilai SWH di ODV, dimana warna biru memperlihatkan nilai SWH berada pada kisaran 1,5 meter dan warna hijau memperlihatkan nilai SWH berada pada kisaran 3,5 meter.

Pada gambar 3 terlihat bahwa gambar yang didominasi oleh hijau terlihat pada gambar 3a, hal ini menandakan nilai SWH tertinggi terjadi pada gambar 3a yaitu pada Juni 2019. Sedangkan gambar dengan sebaran hijau yang resesif terlihat pada gambar 3f, hal ini menandakan nilai SWH terendah terjadi pada gambar 3f yaitu pada Agustus 2017.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan *et al.*, 2011) yang menyatakan bahwa rata-rata tinggi gelombang pada bulan Juni di Laut Banda berkisar antara 2-3 meter, sedangkan pada bulan Agustus berkisar antara 1,5-2 meter.



Gambar 4. a. Hmax Juni 2019, b. Hmax Juli 2019, c. Hmax Agustus 2019, d. Hmax Juni 2017, e. Hmax Juli 2017, f. Hmax Agustus 2017.

Figure 4. a. Hmax June 2019, b. Hmax July 2019, c. Hmax August 2019, d. Hmax June 2017, e. Hmax July 2017, f. Hmax August 2017.

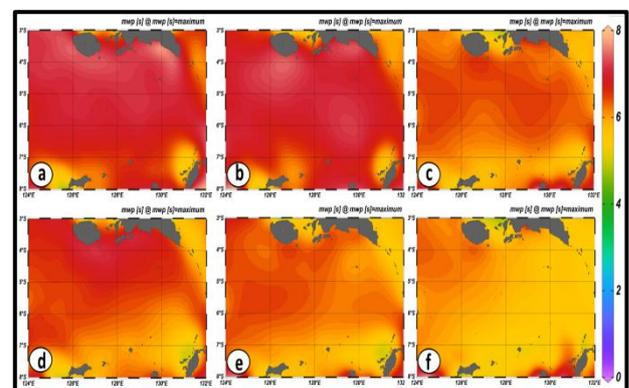
Sumber: Hasil pengolahan menggunakan ODV

Gambar 4 memperlihatkan bahwa nilai Hmax di Laut Banda pada bulan Juni s/d Agustus tahun 2019 dan 2017 berkisar diantara ketinggian 2,5 meter sampai dengan 6 meter. Hal ini terlihat dari tampilan warna pada gambar hasil pengolahan nilai Hmax di ODV, dimana

warna hijau memperlihatkan nilai Hmax berada pada kisaran 2,5 meter dan warna merah muda memperlihatkan nilai Hmax berada pada kisaran 5,5 meter.

Pada gambar 4 terlihat bahwa gambar yang didominasi oleh warna merah hingga merah muda terlihat pada gambar 4a, hal ini menandakan Hmax tertinggi terjadi pada gambar 4a yaitu pada bulan Juni tahun 2019. Sedangkan gambar dengan sebaran warna merah hingga merah muda yang resesif terlihat pada gambar 4f, hal ini menandakan Hmax terendah terjadi pada gambar 4f yaitu pada bulan Agustus 2017.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Hardjono, 2018) yang menyatakan bahwa tinggi gelombang ekstrim pada bulan Juni berkisar 4 meter dan pada bulan Agustus berkisar 3,2 meter.



Gambar 5. a. MWP Juni 2019, b. MWP Juli 2019, c. MWP Agustus 2019, d. MWP Juni 2017, e. MWP Juli 2017, f. MWP Agustus 2017

Figure 5. a. MWP June 2019, b. MWP July 2019, c. MWP August 2019, d. MWP June 2017, e. MWP July 2017, f. MWP August 2017
Sumber: Hasil pengolahan menggunakan ODV

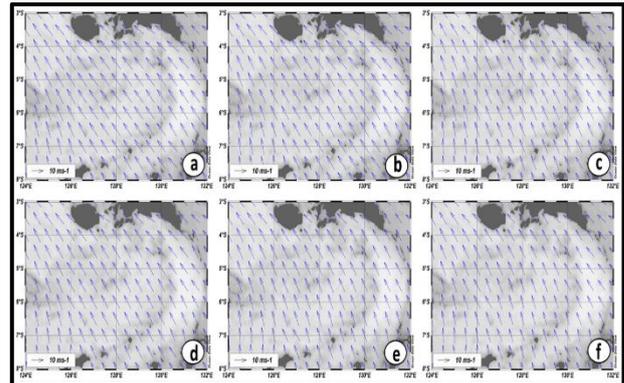
Gambar 5 memperlihatkan bahwa nilai MWP di Laut Banda pada bulan Juni s/d Agustus tahun 2017 dan 2019 berkisar

diantara 5 m/s sampai dengan 8 m/s. Hal ini terlihat dari tampilan warna pada gambar hasil pengolahan MWP di ODV, dimana warna kuning memperlihatkan MWP berada pada kisaran 5 m/s dan warna merah muda memperlihatkan nilai MWP berada pada kisaran 8 m/s.

Pada gambar 5 terlihat bahwa gambar yang didominasi oleh warna merah hingga merah muda terlihat pada gambar 5a, hal ini menandakan nilai MWP tertinggi terjadi pada gambar 4a yaitu pada bulan Juni tahun 2019. Sedangkan gambar dengan sebaran warna merah hingga merah muda yang resesif terlihat pada gambar 5f, hal ini menandakan nilai MWP terendah terjadi pada gambar 5f yaitu pada bulan Agustus 2017.

Mean Wave Direction (MWD)

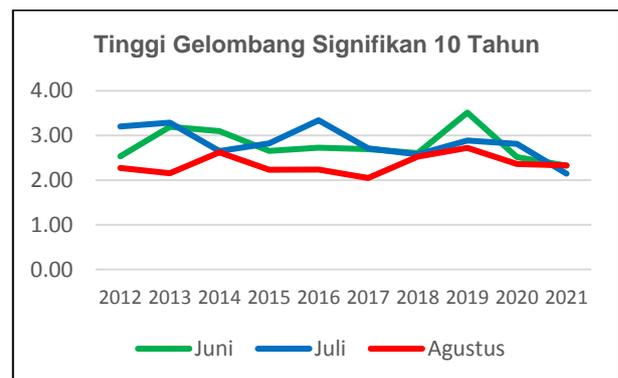
Gambar 6 memperlihatkan bahwa MWD di Laut Banda pada bulan Juni s/d Agustus tahun 2017 dan 2019 datang dari arah tenggara dan selatan pada sisi selatan bagian barat. Hal ini sesuai dengan penelitian (Kurniawan *et al.*, 2011) mulai bulan Juni di wilayah Indonesia memasuki musim Timur, dimana pada bulan ini angin dari Tenggara melintasi wilayah Indonesia menuju ke Barat. Dapat disimpulkan bahwa gelombang yang terjadi di Laut Banda pada bulan Juni, Juli dan Agustus dominan dipengaruhi oleh angin Monsun Timur.



Gambar 6. a. MWD Juni 2019, b. MWD Juli 2019, c. MWD Agustus 2019, d. MWD Juni 2017, e. MWD Juli 2017, f. MWD Agustus 2017.

Figure 6. a. MWD June 2019, b. MWD July 2019, c. MWD August 2019, d. MWD June 2017, e. MWD July 2017, f. MWD August 2017. Sumber: Hasil pengolahan menggunakan ODV

Data yang digunakan pada ODV kemudian diekspor dari data file dalam ekstensi .nc menjadi data file berekstensi .xlsx. Kemudian data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik per bulan selama 10 tahun, sehingga didapatkan grafik seperti tersaji pada Gambar 7.



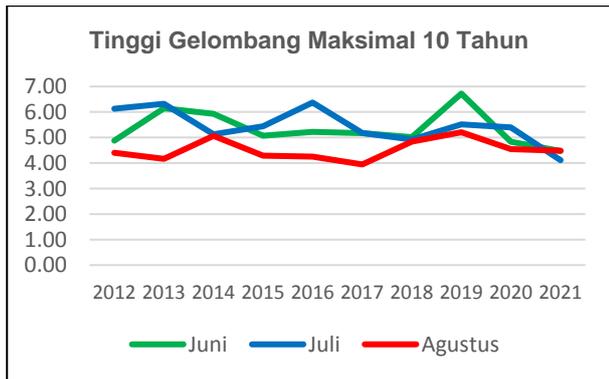
Gambar 7. SWH selama 10 Tahun (2012 sampai dengan 2021) pada Musim Angin Mosun Timur.

Figure 7. SWH for 10 Years (2012 to 2021) in the East Monsoon Season.

Sumber: Hasil pengolahan

Dari Gambar 7 terlihat bahwa nilai SWH selama 10 tahun pada bulan Juni s/d

Agustus berkisar direntang 2 meter hingga 4 meter dengan nilai SWH tertinggi terjadi pada bulan Juni 2019 dengan nilai SWH mencapai 3,51 meter. Sedangkan nilai SWH terendah terjadi pada Agustus 2017 dengan nilai SWH 2,05 meter.

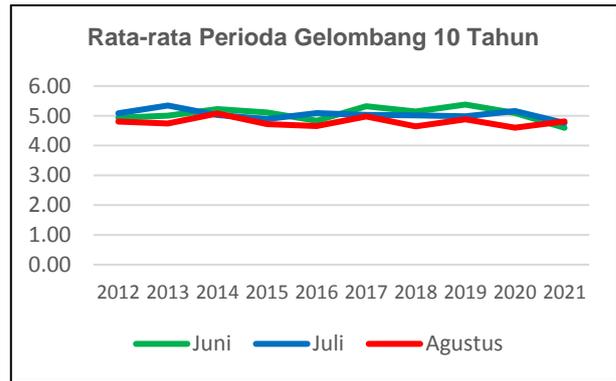


Gambar 8. Hmax selama 10 Tahun (2012 sampai dengan 2021) pada Musim Angin Mosun Timur.

Figure 8. Hmax for 10 Years (2012 to 2021) in the East Monsoon Season.

Sumber: Hasil pengolahan

Gambar 8. terlihat bahwa nilai Hmax pada Juni - Agustus tahun 2012 s/d 2021 berkisar direntang 4 meter hingga 6 meter dengan nilai Hmax tertinggi terjadi pada Juni 2019 dengan nilai Hmax mencapai 6,72 meter. Sedangkan nilai Hmax terendah terjadi pada Agustus 2017 dengan nilai Hmax 3,94 meter.



Gambar 9. MWP selama 10 Tahun (2012 sampai dengan 2021) pada Musim Angin Mosun Timur.

Figure 9. MWP for 10 Years (2012 to 2021) in the East Monsoon Season.

Sumber: Hasil pengolahan

Dari Gambar 9 terlihat bahwa bahwa rata-rata periode gelombang tertinggi terjadi pada bulan Juni tahun 2019 dengan periode gelombang 5,38 detik. Rata-rata periode gelombang terendah pada Agustus 2017 dengan periode 4,98 detik.

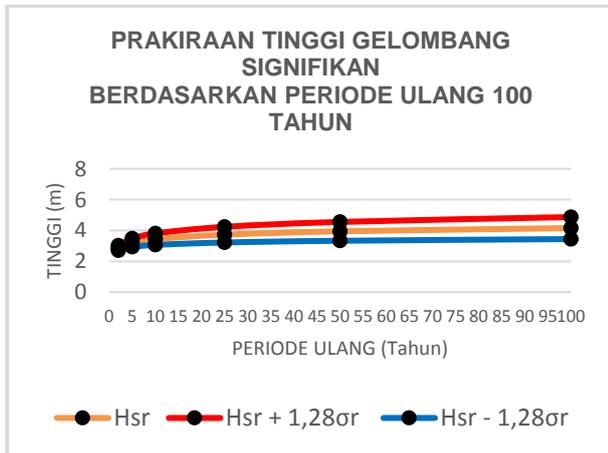


Gambar 10. Perbandingan Tinggi Gelombang Maksimum dan Tinggi Gelombang Signifikan selama 10 Tahun (2012 sampai dengan 2021) pada Musim Mosun Timur.

Figure 10. Comparison of Maximum Wave Height and Significant Wave Height for 10 Years (2012 to 2021) in the East Monsoon Season.

Sumber: Hasil pengolahan

Dari Gambar 10 menunjukkan bahwa Hmax dan SWH memiliki pola yang sama, dengan nilai Hmax dan SWH tertinggi terjadi pada tahun 2019 dan nilai Hmax dan SWH terendah terjadi pada tahun 2021.



Gambar 11. Prakiraan Tinggi Gelombang Signifikan Berdasarkan Periode Ulang selama 100 Tahun pada Musim Angin Muson Timur.
Figure 11. Forecast of Significant Wave Heights Based on a 100-Year Return Period in the East Monsoon Season.
Sumber: Hasil pengolahan

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa prakiraan tinggi gelombang signifikan pada tahun 2023 mencapai 2,864 meter dengan batas atas 3,025 meter dan batas bawah 2,703 meter.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tinggi gelombang maksimal dan tinggi gelombang signifikan tertinggi selama 10 tahun (2012 sampai dengan 2021) terjadi pada Juni 2019 dengan tinggi gelombang signifikan mencapai 3,51 meter dan tinggi gelombang maksimal mencapai 6,72 meter. Tinggi gelombang maksimal dan tinggi gelombang signifikan terendah selama 10 tahun (2012 sampai dengan 2021) terjadi pada Agustus 2017 dengan

tinggi gelombang signifikan 2,05 meter dan tinggi gelombang maksimal 3,94 meter.

Rata-rata periode gelombang tertinggi selama 10 tahun (2012 sampai dengan 2021) terjadi pada Juni 2019 dengan periode gelombang 5,38 detik dengan arah dari Tenggara. Rata-rata periode gelombang terendah selama 10 tahun (2012 sampai dengan 2021) terjadi pada Agustus 2020 dan Juni 2021 dengan periode gelombang 4,60 detik dengan arah dari Tenggara.

Prakiraan tinggi gelombang signifikan pada tahun 2023 mencapai 2,864 meter dengan batas atas 3,025 meter dan batas bawah 2,703 meter.

Informasi SWH, Hmax, dan MWP diharapkan dapat mendukung insan kelautan dalam menentukan perencanaan kegiatan di laut. Penelitian ini masih memiliki kekurangan dikarenakan tidak adanya data pengukuran langsung dilapangan sebagai pembanding dari data pemodelan yang didapatkan dari ECMWF. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan data pengukuran langsung di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ferian Azhari, Widodo Setiyo Pranowo, Budi Purwanto, Kukuh Suryo Widodo dan Muhammad Azis Kurniawan memiliki kontribusi yang sama di dalam penyelesaian jurnal ini. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data ERA5 ECMWF yang kemudian dilaksanakan pengolahan menggunakan *software Ocean Data View (ODV)* versi 5.5.2. yang dibangun oleh prof. Dr. Reiner

Schiltzer dari Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven Jerman. Validasi data dan pengolahan dilakukan di laboratorium Hidro-oseanografi STTAL, Kelapa Gading Barat, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, P. D., Adrianto, D., & Pranowo, W. S. (2017). Analisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut di Wilayah Laut Natuna dan Laut Natuna Utara. *Jurnal Chart Datum*, 3(2), 107-131.
- Armansyah, D., Sukoco, N. B., & Pranowo, W. S. (2018). Sonic Layer Depth Variation Analysis Utilizing BIDE (Banda ITF Dynamic Experiment) Argo Float In Situ Observation For Undersea Warfare Tactical Environment Support. *JOURNAL ASRO*, 9(1), 62-73.
- Darmawan, L. K., Pranowo, W. S., Harsono, G., Sukoco, N. B., & Putra, I. (2020). Purwarupa Informasi untuk Keselamatan Pelayaran Berdasarkan Karakteristik Eddy di Laut Banda. *Jurnal Chart Datum*, 6(2), 33 - 39.
- Giul, O. M., Atmadipoera, A. S., Naulita, Y., & Nugroho, D. (2020). Vertical Structure And Variability Of Indonesian Throughflow (ITF) In To Western Banda Sea. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 455-469.
- Hardjono, S. (2018). Analisa Ketinggian Gelombang yang Sesuai untuk Pengoperasian Kapal Cepat Rudal 60m di Perairan Indonesia. *Warta Penelitian Perhubungan*, 30(1), 43-58.
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., & Suratno, S. (2011). Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(3), 221 - 232.
- Mehdiabadi, F. E., Mahdizadeh, M. M., & Rahbani, M. (2015). Simulating Wind Driven Waves in the Strait of Hormuz using MIKE21 (Simulasi Gelombang Angin di Selat Hormuz Menggunakan MIKE21). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(1), 1-8.
- Pranowo, W. S. (2016). *Geologi dan Geofisika*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL).
- Purba, N. P., & Pranowo, W. S. (2015). *Dinamika Oseanografi, Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Air Laut*. Bandung: Unpad Press.
- Purwanto, P., Tristanto, R., Handoyo, G., Trenggono, M., & Suryoputro, A. A. (2020). Analisis Peramalan dan Periode Ulang Gelombang di Perairan Bagian Timur Pulau Lirang, Maluku Barat Daya. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1), 80-89.
- Pushidrosal. (2017). Peta Laut No.3 (Kepulauan Indonesia dan Sekitarnya Kawasan Timur).

Tengke, U., Mallawa, A., & Zainuddin, M. (2011). Analisis hubungan karakteristik oseanografi dan hasil tangkapan yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) di perairan Laut Banda. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 4(2), 1-14.

Winata, J., Kuswardani, A. R., Setiadi, H., & Riyadi, N. (2022). Studi Lapisan Termoklin untuk Menentukan Pola Perambatan Gelombang Suara (Studi Kasus Laut Banda). *Jurnal Chart Datum*, 1(2), 143-150.