

Analisis Data Satelit Altimetri dalam Pemantauan Gelombang Laut di Perairan Provinsi Bengkulu

Analyses of Satellite Altimetry Data in Monitoring Ocean Waves in the Waters of Bengkulu Province

Risky Budi Yarmanto¹, Irkhos¹, Suhendra², Lizalidiawati^{1*}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jalan WR Supratman Kandang Limun., Muara Bangkahulu, Bengkulu, 38371, Indonesia

²Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jalan WR Supratman Kandang Limun., Muara Bangkahulu, Bengkulu, 38371, Indonesia

*Korespondensi: lizalidiawati@unib.ac.id

Disubmit: 31 Januari 2025, Direvisi: 21 April 2025, Diterima: 23 April 2025

ABSTRAK

Provinsi Bengkulu yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatra dan berhadapan langsung dengan Samudra Hindia menyebabkan gelombang laut di Perairan Bengkulu dipengaruhi langsung oleh kondisi geografisnya. Gelombang laut di Perairan Bengkulu bervariasi akibat pengaruh angin muson dan iklim global. Variasi musiman significant wave height (SWH) yang diperoleh dari citra satelit altimetri di lima wilayah yang mewakili Bengkulu, yaitu Perairan Mukomuko, Bengkulu Utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur dapat digunakan untuk memantau gelombang laut. Koordinat kelima wilayah yang mewakili Perairan Bengkulu adalah sebagai berikut: Mukomuko terletak pada 2°40'20.82" LS, 100°38'47.12" BT; Bengkulu Utara pada 3°20'6.55" LS, 101°4'59.68" BT; Kota Bengkulu terletak pada 4°0'7.57"LS, 101°31'49.10"BT; Seluma terletak pada 4°20'0.00"LS, 102° 0'0.00"BT; dan Kaur terletak pada 5°0'59.65"LS, 102°49'24.50"BT. Data yang digunakan selama lima tahun (2018-2022) berupa rata-rata SWH harian 3 jam sekali dan diolah menggunakan perangkat lunak Panoply untuk menampilkan sebaran SWH dan deret waktu untuk masing-masing lima wilayah di Perairan Bengkulu. Hasil kajian menunjukkan bahwa gelombang laut tertinggi terjadi di Perairan Kaur, yaitu mencapai 3,9 meter pada bulan Agustus 2022 dengan tinggi gelombang rata-rata 1,73 meter. Sementara itu, tinggi gelombang laut terendah terjadi di Perairan Mukomuko yang mencapai 2,7 meter pada bulan Januari dan Februari 2022, dengan rata-rata tinggi gelombang 0,3 meter. Tinggi gelombang laut di Perairan Mukomuko, Perairan Bengkulu Utara, Perairan Kota Bengkulu, Perairan Seluma, dan Perairan Kaur menunjukkan tren peningkatan selama lima tahun terakhir. Hubungan antara significant wave height dengan musim menunjukkan pola yang konsisten.

Kata Kunci: Altimetri, gelombang signifikan, monsoon, perairan Bengkulu.

ABSTRACT

Bengkulu Province, located on the west coast of Sumatra Island and facing directly onto the Indian Ocean, causes sea waves in Bengkulu Waters to be directly influenced by its geographical conditions. Sea waves in Bengkulu Waters vary due to the influence of monsoon winds and global climate. Seasonal variations in significant wave height (SWH) obtained from altimetry satellite imagery in five regions representing Bengkulu, namely Mukomuko Waters, North Bengkulu, Bengkulu City, Seluma, and Kaur can be used to monitor sea waves. The coordinates of the five regions representing Bengkulu Waters are as follows: Mukomuko is located at 2°40'20.82" S, 100°38'47.12" E; North Bengkulu at 3°20'6.55" S, 101°4'59.68" E; Bengkulu City is located at 4°0'7.57" S, 101°31'49.10" E; Seluma is located at 4°20'0.00"S, 102°

0°0'00"E; and Kaur is located at 5°0'59.65"S, 102°49'24.50"E. The data used for five years (2018-2022) is in the form of an average daily SWH every 3 hours and is processed using Panoply software to display the distribution of SWH and time series for each of the five regions in Bengkulu Waters. The results of the study show that the highest sea waves occurred in Kaur Waters, reaching 3.9 meters in August 2022 with an average wave height of 1.73 meters. Meanwhile, the lowest sea wave height occurred in Mukomuko Waters which reached 2.7 meters in January and February 2022, with an average wave height of 0.3 meters. Sea wave height in Mukomuko Waters, North Bengkulu Waters, Bengkulu City Waters, Seluma Waters, and Kaur Waters showed an increasing trend over the past five years. The relationship between significant wave height and season shows a consistent pattern.

Keywords: altimetry, Bengkulu waters, monsoon, significant waves.

PENDAHULUAN

Pemantauan kondisi gelombang laut menjadi hal yang penting dalam berbagai aktivitas maritim dan penelitian oseanografi (Hartono *et al.*, 2022). Karakteristik unik gelombang laut di suatu wilayah sangat penting diketahui untuk pengelolaan pesisir, perlindungan keanekaragaman hayati, dan mitigasi bahaya (Pratiwi, 2024). Karakter gelombang dipengaruhi dominan oleh angin Monsun dan juga oleh fenomena ENSO (Azhari *et al.*, 2024). Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk memantau karakteristik gelombang laut adalah penggunaan data dari satelit altimetri. Satelit altimetri merupakan teknologi pengukuran tinggi permukaan laut dengan menggunakan gelombang radar, yang dapat memberikan informasi tentang ketinggian, kecepatan, dan arah gelombang secara akurat dan kontinyu (Haryo *et al.*, 2024).

Provinsi Bengkulu, yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatera, memiliki potensi pemanfaatan data satelit altimetri untuk pemantauan gelombang laut. Daerah pesisir Bengkulu sering dihadapkan pada kondisi gelombang laut yang cukup tinggi, terutama pada musim tertentu, yang dapat mengganggu berbagai aktivitas kelautan dan pesisir, seperti transportasi laut, perikanan, dan pariwisata (Samdara, 2014). Oleh karena itu, pemanfaatan data satelit altimetri dapat memberikan informasi yang berharga untuk mendukung pengelolaan wilayah pesisir dan laut di Provinsi Bengkulu (Anggara *et al.*, 2018).

Salah satu parameter oseanografi yang sangat penting untuk memantau dampak signifikan gelombang laut terhadap

naiknya dan turunnya gelombang laut adalah dengan periode waktu serta perubahan arah gelombang dan infrastruktur di pesisir pantai tertekan (Arianty *et al.*, 2017). Fenomena tingginya gelombang laut yang diakibatkan oleh angin, gravitasi matahari dan bulan, letusan gunung api dibawah laut, serta kapal yang berlayar (Pratama *et al.*, 2019). Sehingga memerlukan beberapa data untuk menganalisis gelombang laut seperti data *significant wave height* (SWH) dan serta juga digunakan data citra satelit altimetri. Meskipun ada beberapa penelitian yang terkait dalam pemanfaatan data satelit altimetri untuk pemantauan gelombang laut SWH telah banyak dilakukan, namun kajian khusus di wilayah Provinsi Bengkulu masih terbatas (Nooriansyah *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan data satelit altimetri dalam pemantauan gelombang laut di Provinsi Bengkulu, dengan mengacu pada berbagai studi terkait yang telah dilakukan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Lima wilayah penelitian ini yang mencakup Perairan Kaur, Seluma, Kota Bengkulu, Bengkulu Utara, dan Mukomuko merupakan titik penelitian yang mewakili Perairan Provinsi Bengkulu seperti pada Gambar 1, yaitu wilayah Mukomuko berada di 2°40'20.82"LS, 100°38'47.12"BT; Bengkulu Utara berada di 3°20'6.55"LS, 101°4'59.68"BT; Kota Bengkulu berada di 4°0'7.57"LS, 101°31'49.10"BT; Seluma berada di 4°20'0.00"LS, 102°0'0.00"BT; dan Kaur berada di 5°0'59.65"LS,

102°49'24.50"BT. Data rata-rata harian per 3 jam digunakan selama 5 tahun, dimulai pada tanggal 1 Januari 2018 dan berakhir pada tanggal 31 Desember 2022.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data SWH, permukaan laut dapat digunakan untuk memahami tipe altimetri permukaan laut melalui metode kuantitatif (Sangkop *et al.*, 2015). Data SWH digunakan pada penelitian ini yang diunduh melalui portal *Global Ocean Waves Reanalysis* yang disediakan oleh *Marine Copernicus Service* (<https://data.marine.copernicus.eu/>). Data tersebut mencakup data global SWH pada resolusi temporal harian per 3 jam serta resolusi spasial $0.2^\circ \times 0.2^\circ$.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif dan kuantitatif, dimana hasil penelitian disajikan dalam bentuk dua dimensi, dan grafik, time series, serta angka tinggi signifikan gelombang permukaan laut. Pengumpulan data secara kuantitatif melibatkan data SWH.

Pengolahan data

Proses dalam mengolah data dilakukan menggunakan aplikasi software panoply untuk menampilkan variasi spasial SWH pada bulan yang mewakili musim. Selanjutnya data SWH dianalisis distribusi spasialnya. Data SWH merupakan salah satu gelombang hidrodinamik pada daerah pantai (Prathanazal *et al.*, 2021). Perbedaan ketinggian satelit altimetri dari bidang ellipsoid dan ketinggiannya dari permukaan air laut, setelah koreksi pada kesalahan bias, menghasilkan data SWH, pada satelit altimetri dan nilai bias (Pujol *et al.*, 2016). Dimana salah satu model satelit altimetri dan data hasil observasi digunakan untuk mendapatkan nilai seperti data *sea level*

anomaly dan data *significant wave height* (Sarsito *et al.*, 2018).

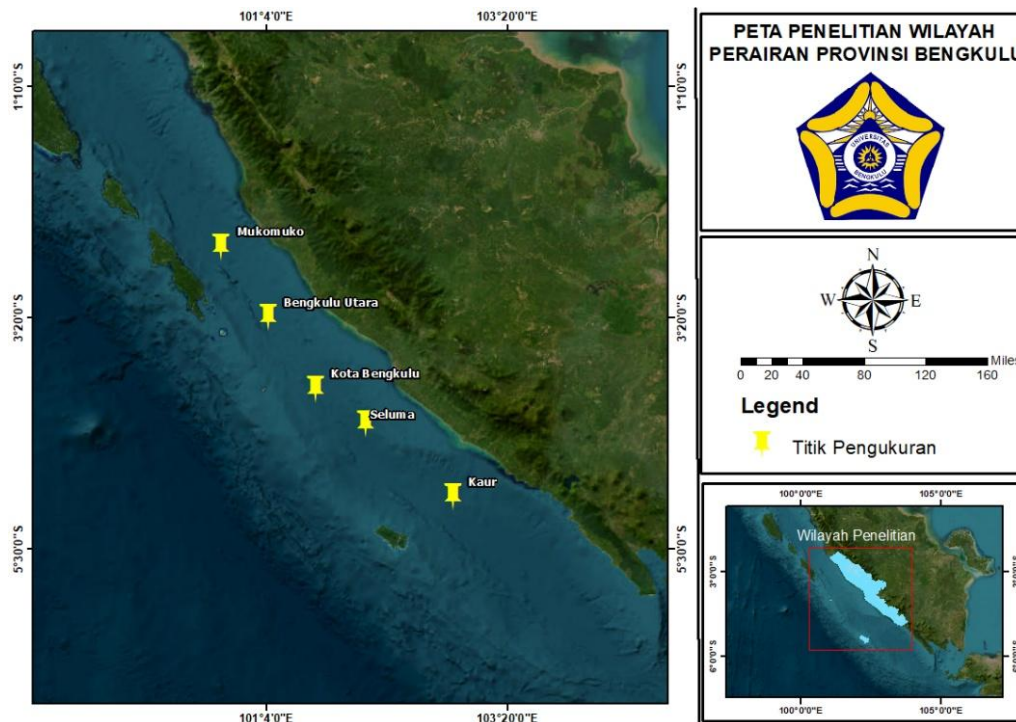
Data Analisis

Analisis statistik menggunakan panoply dilakukan di 5 area penelitian untuk melihat trend SWH. Sehingga harus memperkirakan fluks energi gelombang dari tinggi gelombang signifikan dan periode puncak pada area tersebut (Guillou, 2020). Serta juga diperlukan untuk pemahaman tentang karakteristik gelombang laut di 5 lokasi tersebut selama 5 tahun (Azies *et al.*, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Significant wave height

Peningkatan tinggi permukaan air laut dianalisis dengan membandingkan trend nilai antara titik awal penelitian dan titik akhir penelitian. Selain itu laju kenaikan permukaan air laut dapat diperkirakan dengan melakukan pembagian antara nilai peningkatan permukaan air laut dengan total jumlah pengamatan dari tahun 2018 hingga 2019 (Mujadida *et al.*, 2021). Grafik yang menunjukkan sebaran SWH maksimum dan minimum di Perairan Bengkulu yang mewakili musim disajikan dalam bentuk visualisasi untuk masing-masing area penelitian pada Gambar 2-5. Berdasarkan peta SWH, terdapat nilai yang bervariasi di Perairan Bengkulu. Pola musim berubah setiap tahunnya, meliputi musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Data yang dianalisis mencakup periode 5 tahun, yaitu 2018-2022. Namun, karena keterbatasan data, hanya data ekstrem, yaitu nilai terendah pada tahun 2022 dan nilai tertinggi pada tahun 2018, yang ditampilkan dalam grafik.



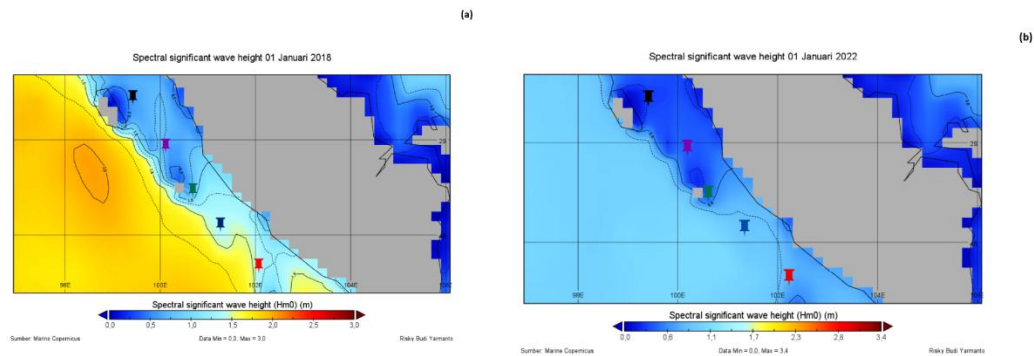
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data untuk tahun 2019-2021 tidak disajikan karena nilai-nilai pada tahun tersebut relatif stabil dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Sebaran SWH ditunjukkan dengan skala warna yang tercermin dalam variasi warna biru, kuning, dan merah. Warna biru menandakan SWH permukaan laut lebih rendah, warna kuning menunjukkan significant wave height sedang, dan warna merah menunjukan daerah yang lebih tinggi (Vignudelli *et al.*, 2019). Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan SWH di Perairan Provinsi Bengkulu dalam periode 5 tahun. Data tinggi gelombang laut di lima titik tercatat dalam Tabel 1.

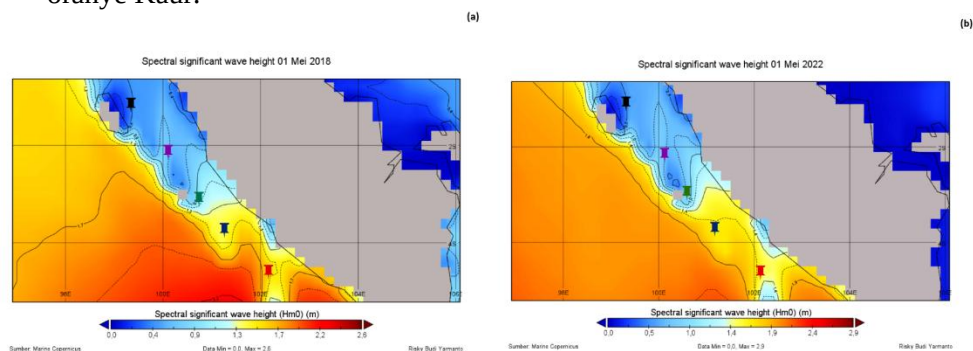
SWH tertinggi tercatat pada Perairan Kaur sebesar 3,9 m dan tinggi gelombang minimum 0,7 m dengan tinggi rata-rata gelombang 1,73 m. Sementara itu di Perairan Seluma significant wave height tertinggi sebesar 3,7 m dan significant wave height minimum sebesar 0,7 m dengan tinggi rata-rata gelombang 1,71 m. Perairan

Kota Bengkulu SWH sebesar 3,8 m dan tinggi gelombang minimum 0,8 m dengan tinggi rata-rata 1,72 m. Perairan Bengkulu Utara SWH sebesar 3,4 m dan tinggi gelombang minimum 0,6 m dengan rata-rata tinggi gelombang 1,41 m. Sedangkan pada Perairan Mukomuko, SWH tertinggi sebesar 2,7 m dan tinggi gelombang minimum 0,3 m dengan rata-rata tinggi gelombang 0,3 m. Selama periode 2018-2022, terjadinya peningkatan trend positif pada SWH di lima titik pada Perairan Provinsi Bengkulu seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

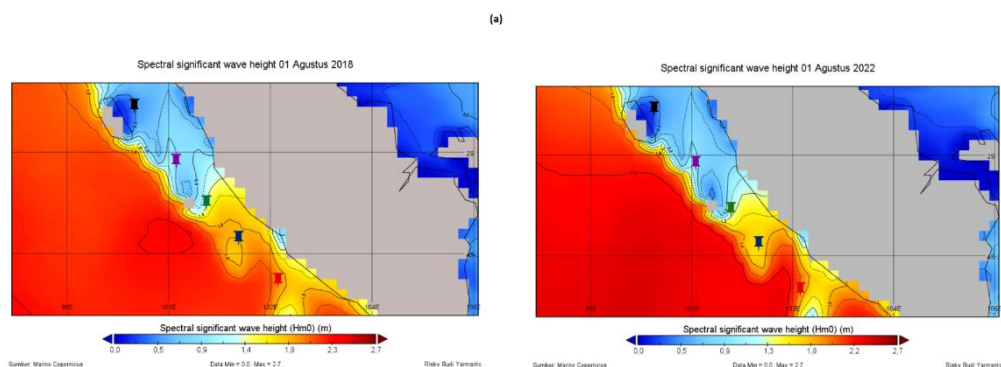
SWH tertinggi terjadi pada musim timur yaitu Agustus 2022 dan terendah terjadi pada musim barat yaitu Januari 2022. Fluktuatif significant wave height ini sangat mempengaruhi kondisi pantai hingga pesisir seperti dapat menyebabkan abrasi, dan banjir rob air laut. SWH juga sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin monsun sebagai gaya pembangkit gelombang di suatu perairan.



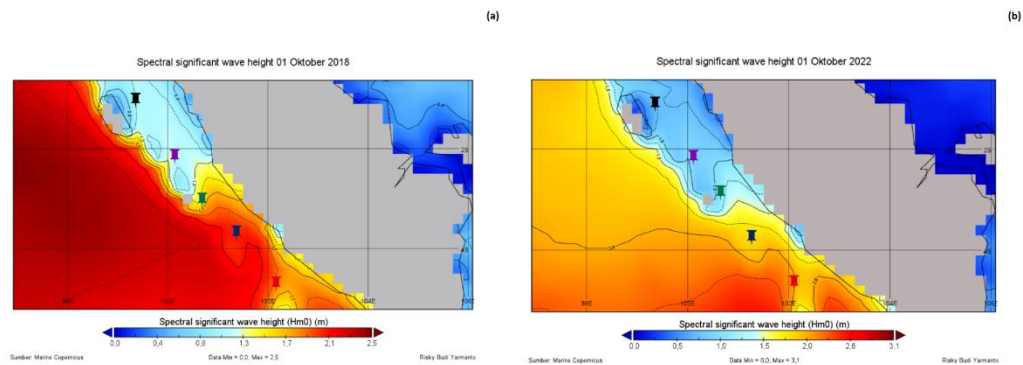
Gambar 2. Peta *significant wave height* mewakili musim barat (a) 01 Januari 2018 dan (b) 01 Januari 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik koordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 3. Peta *significant wave height* mewakili musim peralihan I (a) 01 Mei 2018 dan (b) 01 Mei 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik koordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 4. Peta *significant wave height* mewakili musim timur (a) 01 Agustus 2018 dan (b) 01 Agustus 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik kordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 5. Peta *significant wave height* mewakili musim peralihan II (a) 01 Oktober 2018 dan (b) 01 Oktober 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik kordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.

Tabel 1. Nilai *Significant wave height* (SWH)

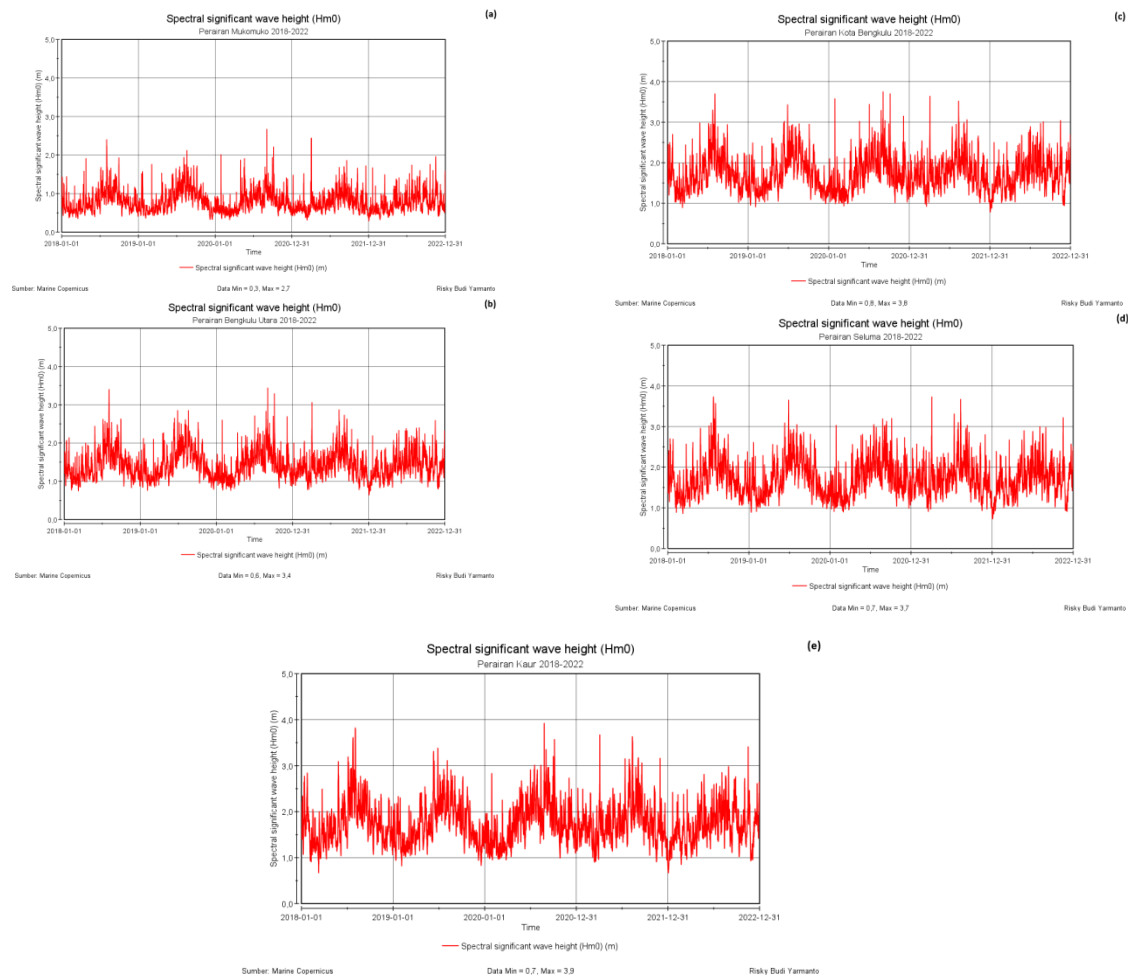
Klasifikasi	Mukomuko	Bengkulu Utara	Kota Bengkulu	Seluma	Kaur
Tinggi Maksimum (m)	2,7	3,4	3,8	3,7	3,9
Tinggi Minimum (m)	0,3	0,6	0,8	0,7	0,7
Tinggi Rata-rata (m)	0,3	1,41	1,72	1,71	1,73

Tinggi gelombang signifikan di perairan Seluma mencapai 1.6 m pada tanggal 1 Agustus 2018 hingga 2.1 m pada 1 Agustus 2022. Kondisi ini menunjukkan gelombang tinggi pada musim timur. Secara geografis, SWH di perairan Bengkulu cenderung memiliki nilai yang tinggi karena berhadapan langsung dengan Samudera Hindia sehingga mempengaruhi tinggi gelombang laut di perairan tersebut. Pada sata SWH menunjukan konsistensi nilai positif di wilayah Mukomuko, Bengkulu utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur.

Grafik time series SWH selama periode 5 tahun (2018-2022) (Gambar 6). Grafik 6e menunjukkan tren SWH yang paling maksimum pada setiap musim timur selama 5 tahun, yang ditandai dengan pola kenaikan pada garis merah (Silaban *et al.*, 2020). Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan SWH di wilayah tersebut dari waktu ke waktu (Haiyqal *et al.*, 2023).

Fenomena SWH yang cenderung tinggi di perairan Provinsi Bengkulu, terutama di sepanjang jalur lintasan, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur, menunjukkan bahwa Perairan tersebut berada di bawah pengaruh dominan gelombang Samudra Hindia dan dipengaruhi oleh perubahan iklim global.

Perubahan tinggi gelombang laut memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya abrasi pada daerah pesisir, yang dipicu oleh tingginya gelombang laut tersebut. Selain itu, grafik juga menunjukkan adanya variasi harian dan musiman dalam kenaikan dan penurunan gelombang laut. Hal ini adanya mengindikasikan kompleksitas dinamika laut di wilayah Provinsi Bengkulu, yang meliputi daerah Mukomuko, Bengkulu Utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan iklim global, pola angin, arah dan kecepatan gelombang, kedalaman laut, dan topografi dasar laut.



Gambar 6. *Significant wave height* di Perairan (a) Mukomuko, (b) Bengkulu Utara, (c) Kota Bengkulu, (d) Seluma, dan (e) Kaur dalam kurun waktu selama 5 tahun (2018-2022). Garis merah menunjukkan data 3 jam-an *significant wave height*.

KESIMPULAN

SWH selama periode 2018-2022 menunjukkan adanya variasi tinggi gelombang laut di Perairan Provinsi Bengkulu. Tinggi gelombang laut tertinggi terdapat pada Perairan Kaur sebesar 3,9 m dan tinggi gelombang terendah terdapat pada Perairan Mukomuko sebesar 2,7 m. Sementara itu di 3 Perairan lainnya Seluma sebesar 3,7 m, Perairan Kota Bengkulu sebesar 3,8 m, Perairan Bengkulu Utara sebesar 3,4 m. Variabilitas musiman terdapat pada semua area, tinggi gelombang maksimum terjadi pada musim timur (Agustus 2022) dan terendah pada musim barat (Januari 2022). Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merancang strategi mitigasi dan adaptasi akibat

gelombang tinggi terhadap pesisir di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan artikel ini, khususnya kepada angkatan 2021 fisika serta Julis Dani Haryo, S.Si, dan Rafly Muhammad Alkautsar, S.Si.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara, P. D., Alam, T. M., Adrianto, D., & Pranowo, W. S. (2018). The wave characteristics in Natuna Sea and its

- adjacent for naval operation base purposes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 176(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012003>
- Arianty, N., Mudin, Y., Rahman, A., & . (2017). Pemodelan Refraksi Gelombang dan Analisis Karakteristik Gelombang Laut Di Perairan Teluk Palu. *Jurnal Akuntansi*, 11(2), 23-30.
- Azhari, F., Pranowo, W. S., Hendra, H., & Umam, C. (2024). Karakter Tinggi Gelombang Laut di Laut Natuna Pada Periode Waktu ENSO (Tahun 2012 s/d 2022). *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 21–32. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i1.54992>
- Azies, I. A., Pranowo, W., & Putra, & I. W. S. E. (2021). SEA Surface Stokes Drift Velocity Characteristics In Jakarta Bay 2012 - 2021. *International Journal of Intellectual Discourse (IJID)*, 39(8), 102–111.
- Guillou, N. (2020). Estimating wave energy flux from significant wave height and peak period. *Renewable Energy*, 155, 1383–1393. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.124>
- Haiyqal, S. V., Ismanto, A., Indrayanti, E., & Andrianto, R. (2023). Karakteristik Tinggi Gelombang Laut pada saat Periode Normal, El Niño dan La Niña di Selat Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 190–202. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.17003>
- Hartono, R., Ary Murti, M., & Alinursafa, I. (2022). Sistem Pemantauan Ketinggian Gelombang dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan LPWAN LoRa. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)*, 4, 157–163.
- Haryo, J. D., Lizalidiawati, L., Irkhos., I., & Suhendr, S. (2024). Variasi Musiman Sea Level Anomaly di Wilayah Perairan Indonesia. *Jurnal Enggano*. 9(2), 200–207.
- Mujadida, Z., Setiyono, H., Handoyo, G., Hariyadi, H., & Marwoto, J. (2021). Analisis Dinamika Permukaan Laut di Laut Jawa dengan Recurrent Neural Network Periode 1993 sampai 2019. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 100–110. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.10661>
- Nooriansyah, S., Fatichah, C., & Sambodho, K. (2018). Analisis Kinerja Metode Artificial Neural Network Dan Support Vector Regression Untuk Prediksi Significant Wave Height. *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 13(1), 17-24. <https://doi.org/10.33005/scan.v13i1.1054>
- Novian Sangkop, J. D. Mamoto, & M. I., J. (2015). Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulo Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty. *Tekno*, 13(63), 60–69.
- Noya, melva E. V. (2023). Dampak Gelombang Kapal Cepat Pada Wilayah Pesisir Pantai Yang Mengakibatkan Abrasi. *Balobe Law Journal*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.47268/balobe.v3i1.1366>
- Pratama, K. R., Siadari, E. L., & Pratama, B. E. (2019). Respon Kejadian Mesoscale Convective System Dengan Gabungan Model Atmosfer-Oseanografi-Hidrodinamika Terhadap Potensi Gelombang Badai Dan Inundasi Di Area Pesisir Kepulauan Tanimbar. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(2), 56–63. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i2.124>
- Prathanazal, M. P., Bandi, S., & Sabri, L. . (2021). Analisis Kerentanan Daerah Pesisir Kabupaten Jepara Menggunakan Coastal Vulnerability Index (CVI). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 115-123.
- Pratiwi, N. D. (2024). Estimasi Significant wave height di Pesisir Sengkubang Mempawah Kalimantan Barat. *Oceanologia*, 3(1), 8–16.
- Pujol, M. I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. (2016). DUACS DT2014:

- The new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years. *Ocean Science*, 12(5), 1067–1090. <https://doi.org/10.5194/os-12-1067-2016>
- Samdara, R. (2014). Laju Perubahan Muka Air Laut di Wilayah Perairan Pantai Bengkulu Dengan Menggunakan Satelit Altimetry. *Jurnal Fisika FLUX*, 11(2), 197–203.
- Sarsito, D. A., Prijatna, K., Wijaya, D. D., Nur Fajar, T., Radjawane, I. M., Windupranata, W., & Bramanto, B. (2018). Long term variation of sea level anomaly (September 1992-January 2017) in the Indonesian sea from multi-mission satellite altimetry data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012043>
- Silaban, R. A., Nadia Zahrina W, B. Y., & Agassi, 2Rifqi Noval. (2020). Validasi Gelombang Laut Di Perairan Teluk Terima Kabupaten Buleleng Provinsi Bali Dengan Software Mike 21. *Journal Hidrografi Indonesia*, 7(2), 37-46.
- Vignudelli, S., Birol, F., Benveniste, J., Fu, L. L., Picot, N., Raynal, M., & Roinard, H. (2019). Satellite Altimetry Measurements of Sea Level in the Coastal Zone. In *Surveys in Geophysics*, 40(6), 1319-1349. <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09569-1>.