



Kajian Karakteristik Gelombang Laut di Wilayah Pantai Pulau Merah, Kabupaten Banyuwangi

Anggareta Khairunnisa^{a*}, Aries Kristianto^a

^aProgram Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Banten, Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: anggaretakhai@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 29 Agustus 2022

Received in revised form: 03 Desember 2022

Accepted: 31 Juli 2023

Available online: 28 Agustus 2023

Keywords:

Monsoon

Easy wave Algorithm

Sea Wave

Sverdrup Munk Bretschneider Method

Wind

Kata Kunci:

Muson

Algoritma Easywave

Gelombang Laut

Metode Sverdrup Munk Bretschneider

Angin

ABSTRACT

Sea wave parameter information is used in maritime-related activities such as sea transportation, offshore exploration, fisheries, port construction, shipping safety, coastal area development, and coastal mitigation. This study described the characteristics of the sea waves in Pulau Merah Beach, Banyuwangi Regency. Wind reanalysis data of 10 meters was processed using the Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) method using the Easywave algorithm. The analyzed and processed the sea wave model's assimilation data from Marine Copernicus pointwise by WRPLOT. The results of wind and ocean wave data processing showed that the direction, height, and period of sea waves on Pulau Merah Beach are strongly influenced by the Monsoon Wind. The sea wave height in the Pulau Merah Beach region reaches its peak value during the East season, which is 1.5 meters. In contrast, the value of the period of sea waves in the Pulau Merah Beach area reached its peak value during the Transitional Season I period, which was 8.3 seconds.

ABSTRAK

Informasi parameter gelombang laut digunakan dalam kegiatan yang berhubungan dengan maritim seperti transportasi laut, eksplorasi lepas pantai, perikanan, pembangunan pelabuhan, keselamatan pelayaran, pengembangan kawasan pesisir, dan mitigasi pesisir. Penelitian ini mendeskripsikan karakteristik gelombang laut di Pantai Pulau Merah, Banyuwangi. Data reanalisis angin 10 meter diolah menggunakan metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) menggunakan algoritma Easywave. Data asimilasi model gelombang laut dari Marine Copernicus dianalisis dan diproses secara *pointwise* oleh WRPLOT. Hasil pengolahan data angin dan gelombang laut menunjukkan bahwa arah, tinggi dan periode gelombang laut di Pantai Pulau Merah sangat dipengaruhi oleh Angin Muson. Ketinggian gelombang laut di kawasan Pantai Pulau Merah mencapai nilai puncaknya pada musim Timur yaitu 1,5 meter, sedangkan nilai periode gelombang laut di kawasan Pantai Pulau Merah mencapai nilai puncaknya pada periode Musim Peralihan I yaitu sebesar 8,3 detik.

2023 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Gelombang laut merupakan gerakan naik turunnya air laut secara tegak lurus dengan permukaan air laut dan membuat bentuk kurva sinusoidal (Holtuijhsen, 2007). Informasi parameter gelombang laut dimanfaatkan dalam kegiatan yang berhubungan dengan kemaritiman seperti transportasi laut, eksplorasi lepas pantai, perikanan, pembangunan pelabuhan, keselamatan pelayaran, pengembangan wilayah pesisir, dan mitigasi pantai (Siregar, 2020a). Pada pembentukan gelombang laut, salah satu variabel yang berpengaruh adalah *fetch*. *Fetch* merupakan daerah pembentukan gelombang yang dipengaruhi oleh angin yang memiliki kecepatan konstan dan dibatasi oleh daratan disekelilingnya (Umpel, 2015). Peramalan gelombang laut dapat dilakukan dengan menggunakan model laut numerik seperti Météo-France WAVE Model (MFWAM) dan Simulated Wave Nearshore (SWAN), selain itu juga dapat menggunakan metode

peramalan gelombang seperti metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) (Siregar, 2020b).

Pembentukan gelombang laut di wilayah Indonesia sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin muson. Hal ini didasarkan pada penelitian Rachmayani dkk (2018) yang menghasilkan bahwa perubahan tinggi gelombang laut musiman atau tahunan sangat dipengaruhi oleh perubahan kecepatan dan arah angin. Selain itu, terdapat pula pengaruh interaksi fenomena seperti IODM, El Niño Southern Oscillation (ENSO), dan muson yang menghasilkan variasi tahunan gelombang laut (Rachmayani dkk, 2018). Selain itu, Muliati et al. (2018) melakukan penelitian di wilayah pesisir Jepara, Laut utara Jawa juga menghasilkan hal yang sama, yaitu pola dari gelombang laut sesuai dengan pola angin muson.

Pemerintah Indonesia sedang mencanangkan potensi bahari untuk dijadikan atraksi wisata, promosi dan peningkatan investasi dalam pembangunan pariwisata bahari di Indonesia. Hal ini

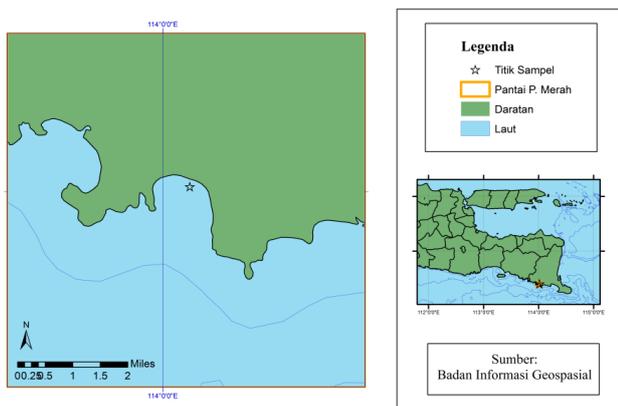
dikarenakan oleh destinasi pariwisata bahari unggulan di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan (Kemenko Maritim, 2016). Salah satu daerah yang memiliki potensi untuk wisata bahari yaitu Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten di Indonesia yang memiliki garis pantai terpanjang, yaitu sekitar 175,8 km (bappeda Banyuwangi, 2017), hal tersebut menunjukkan Kabupaten Banyuwangi ini memiliki sektor pariwisata laut yang menjanjikan seperti contoh untuk olahraga air seperti selancar (*surfing*), selancar layang (*kite surfing*), dan selancar angin (*wind surfing*). Beberapa pantai di Kabupaten Banyuwangi telah menyelenggarakan kompetisi selancar, yaitu pada Pantai Pulau Merah (Banyuwangi kab, 2015) dan Pantai Plengkung atau biasa disebut dengan GLand (WSL, 2022). Sejauh ini belum ada informasi mengenai karakteristik gelombang laut di wilayah Kabupaten Banyuwangi ini, sehingga kajian ini memaparkan karakteristik gelombang laut di wilayah Pantai Pulau Merah (Banyuwangi kab, 2019) selama 11 tahun, yaitu tahun 2010 - 2020.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai dari tahun 2010 hingga 2020 dengan pembahasan permusim, yaitu Musim Barat (DJF), Musim Peralihan I (MAM), Musim Timur (JJA), dan Musim Peralihan II (SON). Lokasi penelitian di wilayah Pantai Pulau Merah dengan titik sampel pada 8.6° LS 114° BT. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1.

PETA LOKASI PENELITIAN



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pengambilan Data

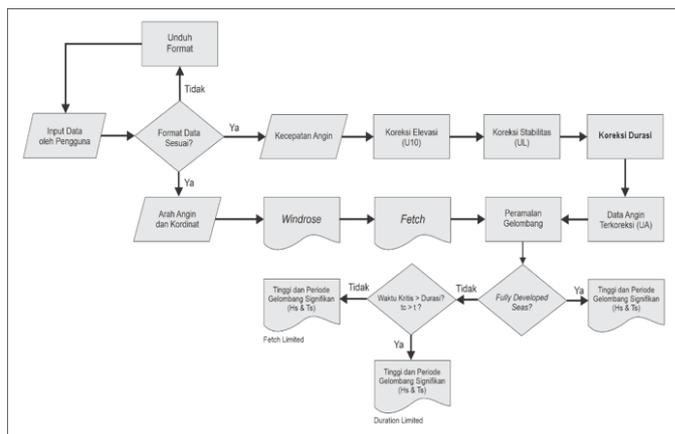
Data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 1. Data asimilasi gelombang laut yang diakses dari Marine Copernicus merupakan keluaran dari model laut MFWAM dan komponen gelombang laut yang diolah adalah tinggi, arah, dan periode gelombang laut. Data reanalisis angin berasal dari ERA5 Copernicus dengan komponen angin yang digunakan adalah *10 metre U wind Component* dan *10 metre V wind Component*. Waktu pengamatan angin sendiri yang digunakan adalah interval bulan.

Tabel 1. Data Penelitian

Dataset	Resolusi Temporal	Resolusi Spasial (km)	Sources
Tinggi, Arah dan Periode Gelombang Laut	3 Jam	22	Marine Copernicus data assimilation
Angin permukaan (10 meter)	Bulan	27,8	Copernicus ERA5 reanalysis data

2.3 Analisis Data

Data angin reanalisis diolah menggunakan metode SMB dengan algoritma Easywave yang kemudian menghasilkan peta *fetch* dan *windrose*. Easywave merupakan algoritma yang digunakan untuk meramalkan gelombang laut yang dituliskan menggunakan bahasa pemrograman Python (Siregar, 2020b). Easywave dapat diakses pada alamat website <https://apps.algomarinesolution.com/easywave>. Proses peramalan gelombang oleh Easywave dimulai dengan mengunduh format yang telah disediakan pada alamat website tersebut. Pengolahan nilai arah angin dan koordinat kemudian menghasilkan *windrose* dan selanjutnya dari *windrose* tersebut dapat ditentukan berapa panjang dari *fetch* yang terbentuk. Diagram alir dari proses peramalan gelombang dengan Easywave ditunjukkan oleh Gambar 2. Data asimilasi gelombang laut dari model laut MFWAM diolah menggunakan aplikasi WRPLOT yang nantinya akan menghasilkan kondisi gelombang laut di domain penelitian tersebut dalam bentuk *waverose* yang menunjukkan distribusi dan arah dari gelombang laut. Data angin diolah dan dianalisis secara tiap bulan dan data gelombang laut diolah dan dianalisis secara tiap musim, yaitu Musim Barat (DJF), Musim Peralihan I (MAM), Musim Timur (JJA), dan Musim Peralihan II (SON).

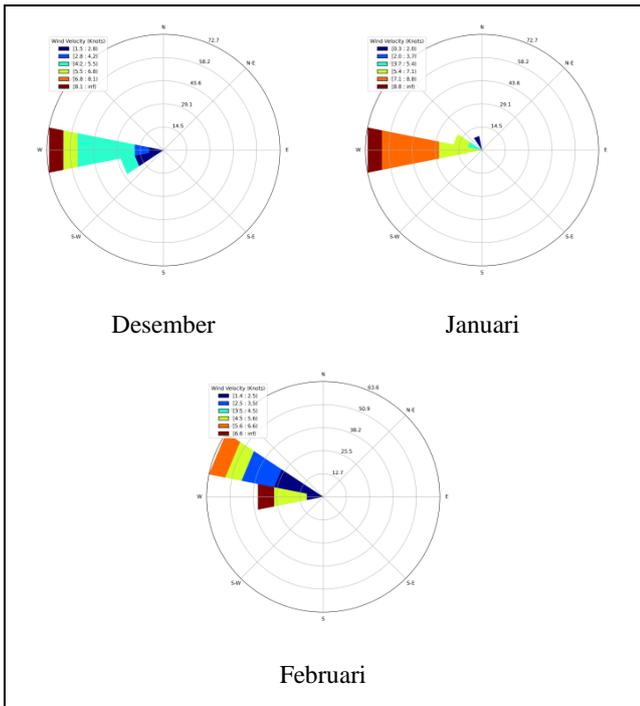


Gambar 2. Diagram alir peramalan gelombang menggunakan Easywave.

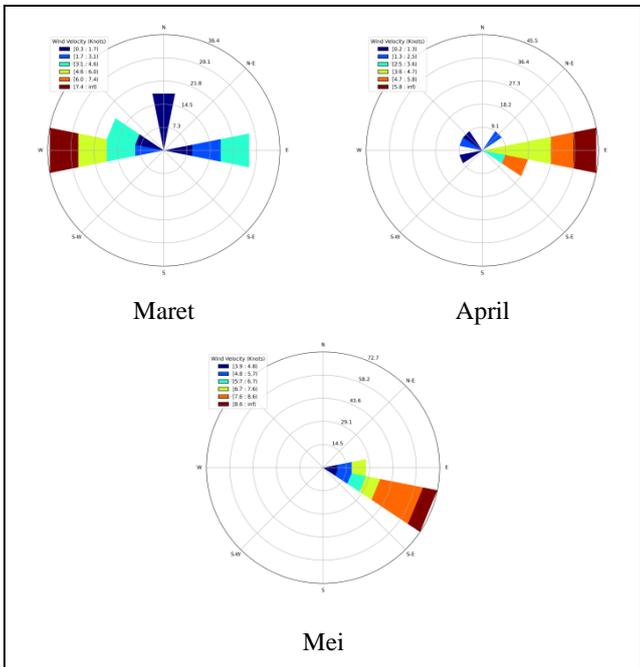
3. Hasil dan Pembahasan

Pola angin di Pantai Pulau Merah untuk setiap musim selama 11 tahun secara perbulan ditunjukkan oleh *windrose* Gambar 3 sampai Gambar 6. Berdasarkan *windrose* tersebut, diketahui bahwa pada musim Barat, arah angin dominan cenderung berasal dari barat. Sementara itu, pada musim Timur, arah angin dominan cenderung berasal dari timur-tenggara. Kemudian pada musim Peralihan I cukup bervariasi tetapi didominasi dari arah timur-tenggara, sedangkan pada musim Peralihan II arah angin dominan berasal dari tenggara. Informasi tersebut menjadi acuan dalam

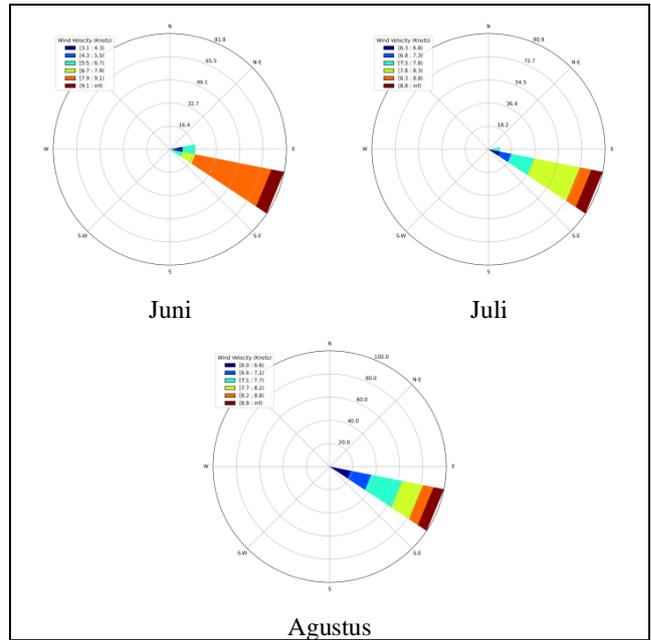
pembuatan *fetch* yang ditunjukkan oleh Gambar 7 sampai Gambar 10.



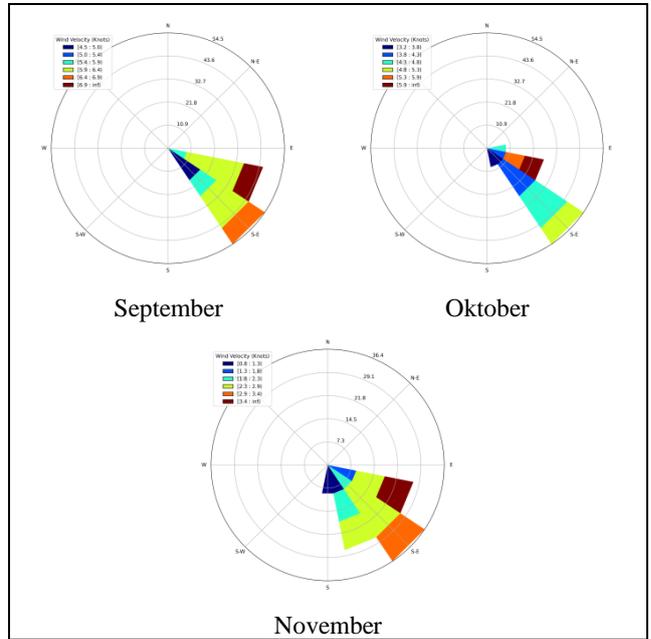
Gambar 3. Windrose Musim Barat



Gambar 4. Windrose Musim Peralihan I

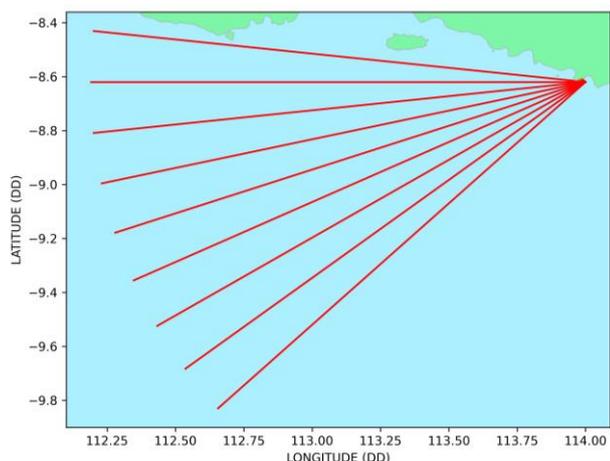


Gambar 5. Windrose Musim Timur

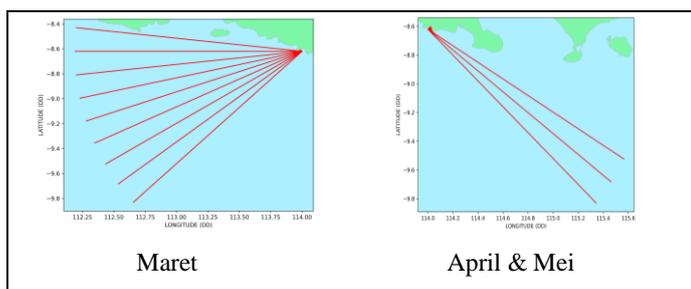


Gambar 6. Windrose Musim Peralihan II

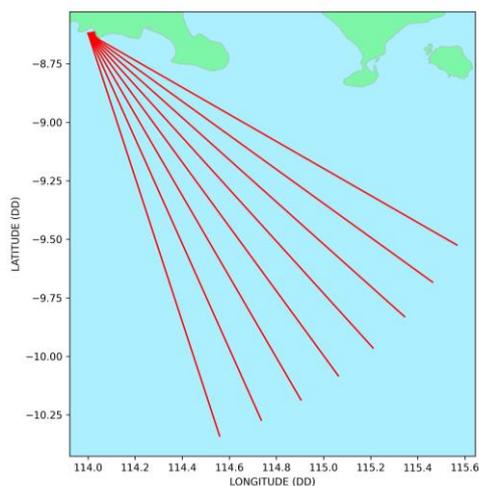
Hasil pengolahan data model gelombang laut pada wilayah Pantai Pulau Merah bervariasi pada tiap musim. Hasil pengolahan data asimilasi model gelombang laut dan panjang *fetch* efektif dapat dilihat pada Tabel 2. Angin berperan penting dalam membangkitkan gelombang (Lubis dan Khoirunnisa, 2016). Semakin besar kecepatan angin, maka makin besar pula tinggi gelombang yang dihasilkan. Selain itu, semakin jauh lintasan angin berhembus di atas permukaan air (*fetch*) maka tinggi gelombang pun akan pula semakin besar.



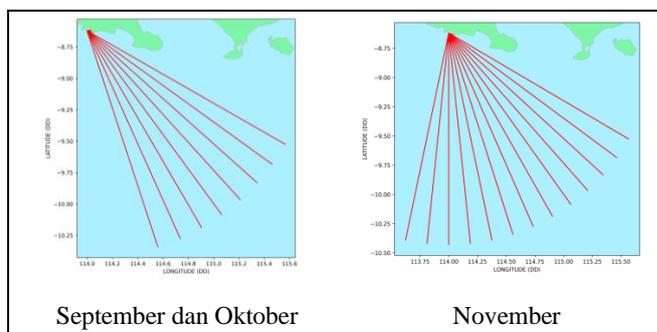
Gambar 7. Fetch Musim Barat (Desember, Januari, dan Februari).



Gambar 8. Fetch Musim Peralihan I



Gambar 9. Fetch Musim Timur (Juni, Juli, dan Agustus)



Gambar 10. Fetch Musim Peralihan II

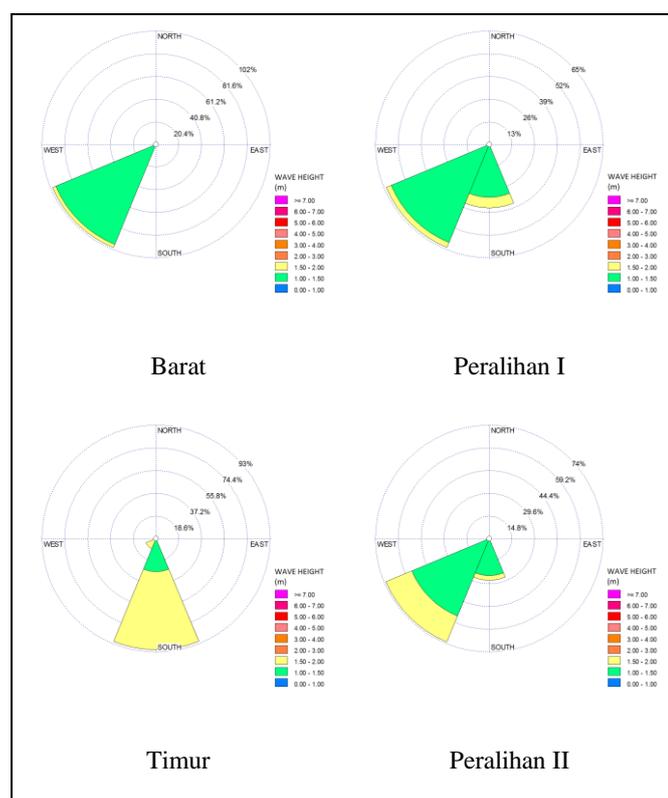
Tinggi gelombang laut paling besar terjadi pada musim Timur. Hal ini disebabkan karena pada musim tersebut, variasi kecepatan angin yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan musim lainnya. Hal tersebut dapat terlihat pada *windrose* yang dihasilkan pada Gambar 5 dimana terdapat angin yang berhembus hingga dapat mencapai 3,1 – 9,1 knot. Selain itu, panjang *fetch* dari angin musim Barat pun relatif panjang, yaitu sebesar 164,42 km. Hal ini berkontribusi pada pembentukan tinggi gelombang laut di musim tersebut.

Nilai tinggi signifikan (H_s) dari model gelombang laut yang didapatkan untuk masing-masing musim tidak jauh berbeda. Tinggi gelombang signifikan yang didapatkan adalah berada pada rentang 1,207-1,529 m untuk wilayah Pantai Pulau Merah. Tinggi gelombang laut signifikan mencapai nilai tertinggi pada periode musim Timur, yaitu sebesar 1,529 meter, sedangkan nilai terendah pada periode musim Barat, yaitu sebesar 1,207 meter. Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Nabila dkk (2020), pada penelitian yang dilakukan di Laut Jawa selama 3 tahun tersebut nilai tertinggi rata-rata tinggi gelombang laut signifikan terjadi pada musim Peralihan II dengan nilai 0,444 m dan nilai terendah pada musim Timur dengan nilai 0,254 m. Faktor yang sangat mempengaruhi nilai tinggi gelombang laut adalah kecepatan serta distribusi dari angin dan kemudian luas wilayah pembentukan gelombang (*fetch*). Pada musim Timur di lokasi penelitian (nilai gelombang laut signifikan tertinggi) distribusi angin cenderung memusat yaitu dari arah timur-tenggara (Gambar 5) dan *fetch* yang terbentuk cenderung besar yaitu 164,42 km, sedangkan pada musim Barat (nilai gelombang laut signifikan terendah) distribusi anginnya juga cenderung memusat (Gambar 3), yaitu cenderung dari arah barat, akan tetapi *fetch* yang terbentuk lebih kecil dari musim Timur, yaitu 104,79 km. Selain itu, dapat diketahui bahwa tinggi gelombang laut signifikan di lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin monsun terlebih pada periode musim Timur. Periode signifikan (T_s) gelombang laut yang didapatkan juga memiliki nilai tidak jauh berbeda untuk masing-masing musim, yaitu memiliki rentang antara 6,480 – 8,307 detik. Periode gelombang laut mencapai nilai tertinggi nya pada periode musim Peralihan I, yaitu sebesar 8,307 detik, sedangkan nilai terendah pada periode musim Timur, yaitu sebesar 6,480 detik.

Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Angin dan Gelombang

Musim	Tinggi Gelombang Laut (m)	Periode Gelombang Laut (detik)	Panjang Fetch Efektif (km)
Barat	1,207	7,912	104,79
Peralihan I	1,311	8,307	104,79 dan 65,51
Timur	1,529	6,480	164,42
Peralihan II	1,336	7,599	164,42 dan 188,05

Visualisasi dari distribusi tinggi gelombang laut berdasarkan arah gerakannya (*waverose*) ditampilkan pada Gambar 11. Pada saat Musim Barat, tinggi gelombang laut signifikan di wilayah Pantai Pulau Merah didominasi oleh interval 1 - 1,5 meter dengan arah gerak gelombang laut dari arah barat daya. Pada saat Musim Peralihan I, kondisi tinggi gelombang laut signifikan pada Pantai Pulau Merah didominasi oleh interval 1 - 1,5 meter, akan tetapi terjadi peningkatan pada interval 1,5 - 2 meter. Arah gerak gelombang laut di wilayah Pantai Pulau Merah pada Musim Peralihan I ini didominasi oleh gerakan dari arah barat daya. Pada saat Timur tinggi gelombang laut signifikan untuk wilayah Pantai Pulau Merah berada pada rentang 1 - 2 meter dan didominasi oleh tinggi gelombang laut antara 1,5 hingga 2 meter dengan arah gerak gelombang laut dominan dari arah selatan. Saat Musim Peralihan II kondisi tinggi gelombang laut signifikan bervariasi antara 1 - 2 meter dan didominasi oleh tinggi gelombang laut dengan interval 1 - 1,5 meter, akan tetapi terlihat adanya penurunan pada tinggi gelombang laut dengan interval 1,5 - 2 meter. Arah gerak gelombang laut di wilayah Pantai Pulau Merah saat Musim Peralihan II ini didominasi oleh gerakan dari arah barat daya.



Gambar 11. *Waverose* di wilayah Pantai Pulau Merah dalam periode musim

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah gelombang laut pada wilayah Pantai Pulau Merah, selama 4 musim, memiliki karakteristik yang unik. Berdasarkan peramalan gelombang menggunakan algoritma Easywave, tinggi signifikan (H_s) yang didapatkan pada musim Barat, musim Peralihan I, musim Timur, dan musim Peralihan II adalah 1,207; 1,311; 1,529; dan 1,336 meter. Periode signifikan (T_s) gelombang laut sendiri yang didapat pada musim Barat, musim Peralihan I, musim Timur, dan musim Peralihan II adalah 7,912; 8,307; 6,480; dan 7,599 detik.

Daftar Pustaka

Banyuwangi Kab., 2015. Kompetisi Surfing Internasional Kembali Digelar di Pulau Merah. <https://www.banyuwangikab.go.id/berita-daerah/kompetisi-surfing-internasional-kembali-digelar-di-pulau-merah.html>

Banyuwangi Kab., 2019. Pantai Pulau Merah Kembali Gelar Kompetisi Surfing <https://banyuwangikab.go.id/berita-daerah/pantai-pulau-merah-kembali-gelar-kompetisi-surfing>

Bappeda Banyuwangi kab., 2019. Laporan Akhir BAPPEDA 2017. <https://bappeda.banyuwangikab.go.id/ebook/wpcontent/uploads/flipbook/15/files/basic-html/page11.html>

Holthuijsen, L. H., 2007. Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University.

Kemenko Maritim, 2016. Wisata Bahari Mampu Datangkan Jutaan Wisatawan Dunia, <https://maritim.go.id/wisata-bahari-mampu-datangkan-jutaan-wisatawan-dunia/>, diakses 13 Agustus 2022

Lubis, M. Z. dan H. Khoirunnisa., 2016. Dinamika Pantai Praikalogou Di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Jurnal Integrasi. 8 (2): 125–133.

Muliati, Y., Tawekal, R.L., Wurjanto, A., Kelvin, J., dan Pranowo, W.S., 2019. Wind Wave Modeling in Natuna Sea: Comparison among SWAN, SEAFINE, and ERA-INTERIM, International Journal of GEOMATE. 16(54):176-184.

Nabila, N. M., Sasmito, B., dan Sukmono, A., 2020, Studi Karakteristik Gelombang Perairan Laut Jawa Menggunakan Satelit Altimetri Tahun 2016 - 2018 (Studi Kasus: Perairan Laut Utara Jawa), Jurnal Geodesi Undip, Vol.9, no.1, pp 67 - 76.

Rachmayani, R., Ningsih, N., Adiprabowo, S. dan Nurfitri, S., 2018, Ocean wave characteristic in the Sunda Strait using Wave Spectrum Model. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Siregar, G. R. S., Adiningsih, S., dan Heryanto, Y., 2020a. Easywave untuk Peramalan Data Gelombang Laut Berbasis Pemrograman Python dengan Metode Sverdrup, Munk, and Bretschneider (SMB) (Studi Kasus: Perairan Sungairaden, Kalimantan Timur). Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 4(1): 20 - 29.

Siregar, G. R. S., Alfarizi, H., Purnomo, F. M., Ginanjar, S., Wirasatriya, A., 2020b. Validation of Wave Forecasting with the Sverdrup, Munk, and Bretschneider (SMB) Method Using Easywave Algorithm. IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS).

WSL, 2022, 2022 Event Schedule. <https://www.worldsurfleague.com/events?all=1&year=2022>