

**Analisis Gelombang dan Arus di Perairan Kecamatan Talaga Raya Kabupaten Buton Tengah****Analysis of Waves and Currents in Talaga Raya Waters District, Central Buton Regency****Izman Fitriadi^{1*}, Asrin Ginong Pratikino¹, Bahdad Bahdad¹**¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo Kendari, Indonesia*Corresponding author: E-mail: izmanfitriadi_i1f121027@student.uho.ac.id

(Received: 09 Maret 2026, Accepted: 09 September 2026, Online: 10 September 2026)

Abstract

Talaga Raya Waters District, Central Buton Regency have complex oceanographic dynamics due to their geographical position being directly exposed to the Banda Sea and the Flores Sea. This study analyzes the characteristics of waves and surface currents using ECMWF Era-5 and BMKG data for the 2015, 2020, and 2024 periods to determine the characteristics and comparison of seasonal variations through a quantitative approach with Ocean Data View and Microsoft Excel. The highest significant wave heights occurred in the eastern season with values of 1,020 m (2015), 0.82 m (2020), and 0.74 m (2024), the lowest in the transition season 2. The highest significant wavelength reached 58.23 m in the 2nd transition season of 2020. The highest surface flow velocity was recorded in the eastern season, which was 12.72 cm/d (2015), 10.01 cm/d (2020), and 9.71 cm/d (2024), with the dominant direction varying from northwest to southeast. The pattern of seasonal variation is strongly influenced by the Asian-Australian monsoon system, geographical position, and seafloor topography. This study provides important information for shipping safety, fisheries management, and sustainable coastal infrastructure planning in Central Buton.

Keywords: Current, Wave, Talaga Raya, Topography**Abstrak**

Perairan Kecamatan Talaga Raya, Kabupaten Buton Tengah memiliki dinamika oseanografi kompleks akibat posisi geografis terpapar langsung Laut Banda dan Laut Flores. Kajian ini menganalisis karakteristik gelombang dan arus permukaan menggunakan data ECMWF Era-5 dan BMKG periode 2015, 2020, dan 2024 untuk menentukan karakteristik serta perbandingan terhadap variasi musim melalui pendekatan kuantitatif dengan Ocean Data View dan Microsoft Excel. Tinggi gelombang signifikan tertinggi terjadi pada musim timur dengan nilai 1,020 m (2015), 0,82 m (2020), dan 0,74 m (2024), terendah pada musim peralihan 2. Panjang gelombang signifikan tertinggi mencapai 58,23 m pada musim peralihan 2 tahun 2020. Kecepatan arus permukaan tertinggi tercatat pada musim timur yaitu 12,72 cm/d (2015), 10,01 cm/d (2020), dan 9,71 cm/d (2024), dengan arah dominan bervariasi dari barat laut hingga tenggara. Pola variasi musiman sangat dipengaruhi sistem monsun Asia-Australia, posisi geografis, dan topografi dasar laut. Kajian ini memberikan informasi penting untuk keselamatan pelayaran, pengelolaan perikanan, dan perencanaan infrastruktur pesisir berkelanjutan di Buton Tengah.

Kata kunci: Arus, Gelombang, Talaga Raya, Topografi

PENDAHULUAN

Perairan Kecamatan Talaga Raya memiliki karakteristik oseanografi yang unik karena posisinya yang strategis pada pertemuan beberapa massa air dari Laut Banda dan Laut Flores. Menurut Wissha *et al.* (2020), kondisi hidro-oseanografi di wilayah ini sangat dipengaruhi oleh sistem monsun dan karakteristik morfologi pantai yang bervariasi. Topografi dasar laut di perairan ini relatif kompleks dengan kedalaman yang bervariasi antara 0 – 100 meter pada jarak 5 km dari garis pantai, menciptakan dinamika gelombang dan arus yang khas untuk wilayah kepulauan.

Perubahan kondisi oseanografi di perairan Talaga Raya dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan dampak signifikan terhadap aktivitas perikanan dan budidaya laut. Hartati dan Syamsuddin (2022) melaporkan adanya peningkatan kejadian abrasi pantai, perubahan pola migrasi ikan, serta kerusakan infrastruktur pesisir akibat gelombang tinggi. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pemahaman yang komprehensif tentang dinamika gelombang dan arus untuk mendukung upaya mitigasi dan adaptasi masyarakat pesisir.

Gelombang laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang memiliki peran krusial dalam dinamika perairan pesisir. Gelombang terbentuk akibat adanya transfer energi dari angin ke permukaan air laut yang kemudian menyebar sebagai energi mekanik (Dewi & Kusuma, 2023). Karakteristik gelombang seperti tinggi gelombang, periode, dan panjang gelombang sangat mempengaruhi berbagai proses fisik, biologis, dan geomorfologi di wilayah pesisir. Penelitian terkini oleh Arifin *et al.* (2021) menunjukkan bahwa perubahan pola gelombang di perairan Indonesia bagian timur, termasuk Sulawesi, telah mengalami variasi yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini diduga terkait dengan perubahan pola angin musiman dan fenomena perubahan iklim global yang mempengaruhi intensitas dan frekuensi gelombang ekstrem.

Kondisi gelombang yang ekstrem dapat menyebabkan erosi pantai, kerusakan infrastruktur pesisir, dan gangguan pada aktivitas perikanan dan transportasi laut (Rahman *et al.*, 2022). Di perairan Sulawesi Tenggara, termasuk Kabupaten Buton Tengah, pola gelombang dipengaruhi oleh sistem monsun Asia-Australia dan fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) (Nurjaya & Surbakti, 2020). Perubahan karakteristik gelombang ini berdampak langsung pada masyarakat pesisir yang menggantungkan kehidupannya pada sumber daya laut.

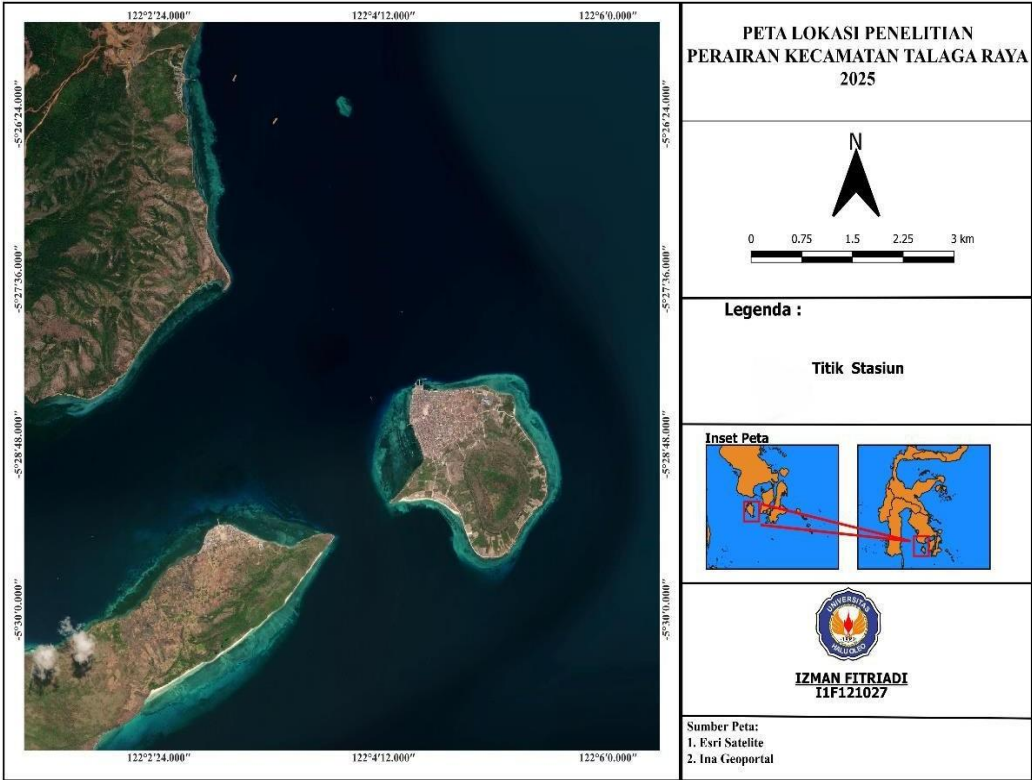
Arus laut merupakan gerakan massa air laut yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti angin, pasang surut, perbedaan densitas, dan topografi dasar laut. Sirkulasi arus memiliki pengaruh signifikan terhadap distribusi panas, nutrisi, sedimen, dan biota laut (Pratama *et al.*, 2020). Pemahaman tentang karakteristik arus laut menjadi kunci dalam menjelaskan berbagai fenomena oseanografi dan ekologi perairan. Penelitian yang dilakukan oleh Sugianto dan Pratama (2023) menunjukkan bahwa pola arus di perairan Sulawesi memiliki variabilitas yang tinggi akibat kompleksitas topografi dan pengaruh beberapa sistem arus besar seperti Arus Lintas Indonesia (ARLINDO).

Kondisi perairan Buton Tengah yang berada di antara Laut Banda dan Laut Flores menjadikannya lokasi dengan dinamika arus yang unik. Menurut Yasir *et al.* (2021), karakteristik arus di perairan ini juga dipengaruhi oleh sistem angin monsun yang menyebabkan perbedaan pola sirkulasi arus berdasarkan musim. Pola arus yang kompleks di perairan Buton Tengah berimplikasi pada produktivitas perikanan, transportasi laut, dan fenomena oseanografi lainnya. Nursalim *et al.* (2022) menyebutkan bahwa perubahan pola arus akibat variabilitas iklim dapat memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan pelagis kecil yang menjadi target utama nelayan di Kecamatan Talaga Raya.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – September 2025, yang dilakukan di wilayah perairan Kecamatan Talaga Raya ,Kabupaten Buton Tengah. secara geografis terletak di antara 5°27'56.9"S dan 122°03'56.6"E (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:
Tabel 1 Alat dan bahan yang digunakan.

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Alat	
	- Perangkat Keras : Laptop	Mengolah data
	- Perangkat Lunak	
	- Ocean data view	Sebagai ekstrak data batimetri dan gelombang dan arus permukaan
	- <i>Microsoft Excel</i>	Mengolah data
	- Kamera	Dokumentasi
	- <i>Google earth</i>	Menentukan lokasi penelitian Membuat peta penelitian
	- Qgis	
2.	Bahan	
	- Data gelombang	Untuk menganalisis karakteristik gelombang.
	- Data Arus Permukaan	Memperoleh Arah dan kecepatan arus

Prosedur Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri atas data gelombang dan arus permukaan dengan koordinat garis lintang 5°27'56.9"S garis bujur 122°03'56.6"E. Data gelombang diperoleh dari ECMWF dan data arus diperoleh dari (BMKG) tahun 2015, 2020, 2024

Metode Analisis Data

Tinggi Gelombang Signifikan (Hs)

Metode tinggi gelombang pada penelitian ini Secara matematis, Hs dapat dihitung menggunakan persamaan (Bunganaen *et al.* 2019)

$$H_s = H_{1/3} = \frac{\sum_{i=1}^{N/3} H_i}{N/3}$$

Dimana :

Hs = Tinggi gelombang signifikan (meter)

Hi =Tinggi gelombang individu yang telah diurutkan dari yang tertinggi (meter) N = Jumlah total gelombang dalam rentang waktu pengamatan.

Periode Gelombang (T)

Periode gelombang signifikan (Ts) yang bersesuaian dengan Hs dapat dihitung dengan persamaan (Pratiwi *et al.* 2023):

$$T_s = \frac{\sum_{i=1}^{N/3} T_i}{N/3}$$

Dimana :

Ts = Periode gelombang signifikan (detik)

Ti = Periode gelombang individu yang bersesuaian dengan Hi (detik)

Panjang Gelombang (L)

Panjang gelombang adalah jarak horizontal antara dua puncak gelombang yang berurutan. Berdasarkan teori gelombang Airy (gelombang linier), panjang gelombang dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$$

Dimana:

L = Panjang gelombang (meter)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

T = Periode gelombang (detik)

d = Kedalaman air (meter)

$\tanh$ = Fungsi tangen hiperbolik

Analisis arus permukaan

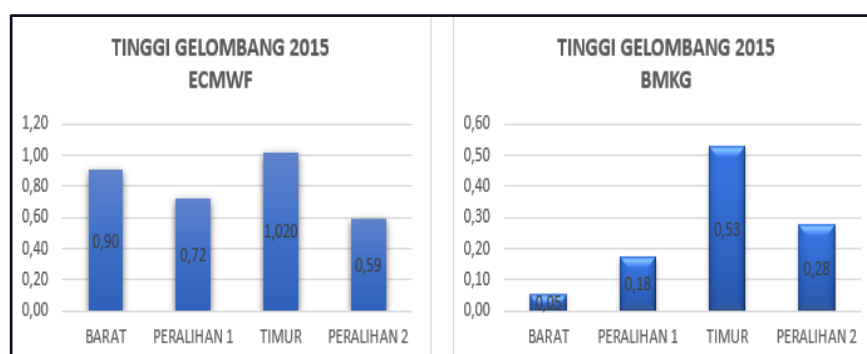
Analisis pola arus dilakukan dengan mengamati arah dan kecepatan arus menggunakan Ocean Data View (ODV), menghasilkan komponen vektor U dan V serta kecepatan arus yang dirata-ratakan di Microsoft Excel. Data arus diperoleh dari sumber sekunder tahun 2015, 2020, dan 2024 untuk merepresentasikan variasi musim di perairan Kecamatan Talaga Raya, Kabupaten Buton Tengah. Data dikelompokkan berdasarkan musim barat (Desember–Februari), peralihan I (Maret–Mei), timur (Juni–Agustus), dan peralihan II (September–November). Komponen U dan V digunakan untuk memvisualisasikan pola arus permukaan serta menghitung rata-rata kecepatan dan arah dominan arus tiap musim. Analisis komparatif dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan karakteristik arus antar musim dan tahun, serta mengkaji pengaruh faktor oseanografi dan meteorologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tinggi Gelombang Signifikan

Karakteristik Gelombang Tahun 2015

Berdasarkan hasil pengolahan data gelombang dari ECMWF Era-5 dan BMKG tahun 2015, diperoleh karakteristik gelombang yang menunjukkan variasi temporal signifikan di perairan Kecamatan Talaga Raya. Gambar 2 menunjukkan grafik tinggi dan periode gelombang selama empat musim di tahun 2015. Data ECMWF menunjukkan tinggi gelombang signifikan tertinggi terjadi pada musim timur dengan nilai 1,020 m, diikuti musim barat (0,90 m), musim peralihan 1 (0,72 m), dan terendah pada musim peralihan 2 (0,59 m). Periode gelombang signifikan berkisar antara 6,11-6,92 detik untuk periode maksimum dan 1,82-2,30 detik untuk periode minimum.



Gambar 2. Tinggi gelombang 2015 ECMWF dan BMKG

Sebaliknya, data BMKG menunjukkan magnitude yang jauh lebih rendah dengan pola temporal serupa. Tinggi gelombang tertinggi pada data BMKG terjadi pada periode timur (0,53 m), diikuti peralihan 2 (0,28 m), peralihan 1 (0,18 m), dan terendah pada periode barat (0,05 m). Perbandingan kedua dataset menunjukkan inkonsistensi magnitude dengan rasio ECMWF/BMKG bervariasi dari 1,9 hingga 18 kali lipat pada musim barat. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh perbedaan lokasi pengukuran dan karakteristik spesifik perairan Talaga Raya.

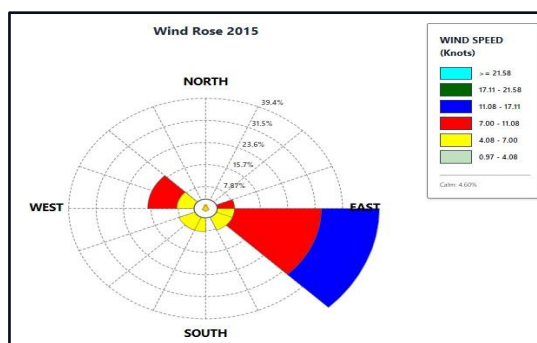
Tabel 1 menyajikan hasil analisis statistik parameter gelombang tahun 2015. Tinggi gelombang maksimum mencapai 1,020 m pada musim timur dengan tinggi gelombang rata-rata 0,44 m, menunjukkan kondisi gelombang yang cukup energetik. Periode gelombang signifikan tertinggi 6,92 detik terjadi pada musim barat. Periode gelombang terendah 1,82 detik menunjukkan dominasi gelombang sea yang dibangkitkan oleh angin lokal.

Tabel 2. Statistik Tinggi dan Periode Gelombang Tahun 2015.

Musim	Tinggi Gelombang (m)				Periode Gelombang (d)			
	H Max	Hs	H min	H rerata	T max	Ts	T min	T rerata
Barat	0,90	0,36	0,06	0,36	6,92	4,24	1,82	4,25
Peralihan 1	0,72	0,32	0,02	0,32	4,94	4,28	1,82	4,24
Timur	1,020	0,44	0,02	0,44	6,77	4,92	2,30	4,92
Peralihan 2	0,59	0,30	0,03	0,30	6,11	3,78	2,00	3,78

Pola variasi musiman yang jelas ini mengkonfirmasi pengaruh kuat sistem monsun Asia-Australia terhadap dinamika gelombang di perairan Sulawesi Tenggara. Posisi geografis Talaga Raya yang berada di bagian tenggara Pulau Buton mengalami eksposur langsung terhadap angin monsun timur dari Laut Banda dan Samudra Pasifik. Hal ini menghasilkan kondisi gelombang maksimal pada periode Juni-Agustus karena fetch yang panjang dan tidak terhalang oleh daratan (Haryanto *et al.*, 2019; Setiawan *et al.*, 2022).

Karakteristik angin yang membangkitkan gelombang dapat dilihat pada diagram wind rose tahun 2015 (Gambar 3). Diagram menunjukkan dominasi arah angin dari sektor tenggara dan timur dengan frekuensi tertinggi, mencerminkan pengaruh kuat sistem monsun tenggara yang aktif pada periode Juni hingga Agustus. Kecepatan angin pada periode ini berkisar antara 5-10 m/s dengan distribusi yang relatif merata. Angin dari arah barat dan barat laut menunjukkan intensitas yang lebih rendah dengan kecepatan dominan 2-5 m/s.



Gambar 3. Wind rose 2015

Dominasi arah angin dari tenggara dengan kecepatan relatif tinggi secara langsung mempengaruhi pembentukan gelombang melalui mekanisme transfer energi dari atmosfer ke permukaan laut. *Fetch* yang panjang dari Laut Banda yang tidak terhalang oleh daratan memungkinkan gelombang berkembang secara optimal, sebagaimana tercermin pada nilai tinggi gelombang maksimal 1,020 m dan panjang gelombang signifikan yang mencapai 38,40 m pada musim timur. Perbandingan kedua dataset (ECMWF dan BMKG) memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang karakteristik gelombang di perairan Talaga Raya. Data ECMWF yang merepresentasikan kondisi perairan terbuka menunjukkan nilai tinggi karena lokasi pengamatan berada pada koordinat yang

langsung terpapar gelombang dari Laut Banda tanpa halangan geografis. Sementara itu, data BMKG mencerminkan kondisi aktual di sekitar pantai Talaga Raya yang terlindung oleh struktur terumbu karang dan memiliki kedalaman relatif dangkal (<50 meter) pada radius 2-3 km dari garis pantai.

Tinggi Gelombang Tahun 2020

Analisis data gelombang tahun 2020 menunjukkan pola yang konsisten dengan tahun 2015 namun dengan magnitude yang lebih rendah. Gambar 4 menyajikan grafik tinggi dan periode gelombang selama empat musim di tahun 2020. Data ECMWF menunjukkan tinggi gelombang tertinggi terjadi di musim timur dengan nilai 0,82 m, mengalami penurunan sekitar 19,6% dibandingkan tahun 2015. Musim barat mencatat tinggi gelombang 0,65 m, peralihan 1 sebesar 0,62 m, dan peralihan 2 sebesar 0,55 m.



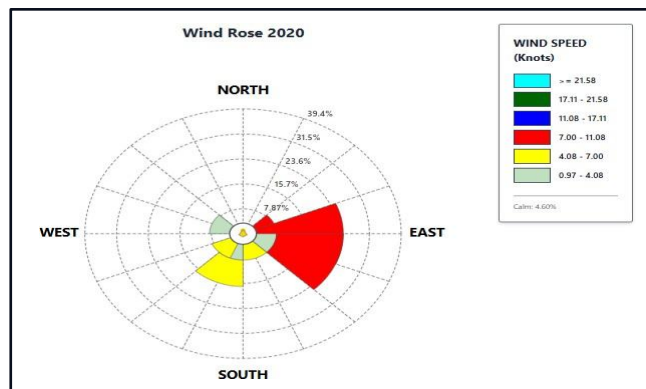
Gambar 4. Tinggi gelombang 2020 ECMWF dan BMKG

Data BMKG tahun 2020 menunjukkan pola yang berbeda dengan tinggi gelombang tertinggi di wilayah timur (0,61 m), diikuti peralihan 2 (0,39 m), peralihan 1 (0,26 m), dan barat (0,08 m). Perbedaan signifikan antara ECMWF dan BMKG terutama terlihat pada wilayah barat dengan selisih 0,57 meter. Hal ini menunjukkan efek sheltering yang sangat kuat dari topografi lokal yang tidak tertangkap dengan baik dalam model global ECMWF.

Tabel 3. Statistik Tinggi dan Periode Gelombang Tahun 2020

Musim	Tinggi Gelombang (m)				Periode Gelombang (t)			
	H Max	Hs	H min	H rerata	T max	Ts	T min	T rerata
Barat	0,87	0,27	0,07	0,27	6,24	3,71	1,82	3,71
Peralihan 1	0,70	0,29	0,04	0,29	6,26	4,03	1,82	4,03
Timur	0,88	0,45	0,02	0,45	6,22	4,97	2,17	4,97
Peralihan 2	0,63	0,29	0,05	0,29	6,23	3,85	1,82	3,85

Diagram wind rose tahun 2020 (Gambar 5) menunjukkan pergeseran karakteristik dibandingkan tahun 2015. Arah angin dominan masih dari sektor timur dan tenggara, namun terlihat adanya peningkatan kontribusi angin dari arah barat daya terutama pada periode peralihan musim. Kecepatan angin pada tahun 2020 cenderung lebih moderat dengan sebagian besar berkisar antara 3-8 m/s, menunjukkan kondisi atmosfer yang relatif lebih stabil dibandingkan tahun 2015. Distribusi kecepatan angin yang lebih merata ke berbagai arah mengindikasikan bahwa perairan Talaga Raya pada tahun 2020 mengalami variabilitas angin musiman yang lebih halus dengan transisi yang lebih bertahap antara periode monsun timur dan barat.

Gambar 5. *Wind rose 2020*

Hubungan antara pola angin pada wind rose 2020 dengan karakteristik gelombang menunjukkan konsistensi yang kuat. Tinggi gelombang signifikan tertinggi tetap terjadi pada musim timur dengan nilai 0,88 m, meskipun mengalami penurunan dibandingkan tahun 2015. Distribusi kecepatan angin yang lebih moderat dan merata berkorelasi dengan penurunan energi gelombang secara keseluruhan. Fenomena menarik terlihat pada panjang gelombang signifikan yang mencapai maksimal 58,23 m pada musim peralihan 2, bukan pada musim timur seperti tahun 2015. Fenomena ini mengindikasikan bahwa pada tahun 2020, kondisi atmosfer yang lebih stabil dan transisi musim yang lebih bertahap memungkinkan terbentuknya gelombang swell dengan periode panjang pada musim peralihan, meskipun intensitas angin lokal tidak terlalu tinggi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Kurniawan *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa variasi gelombang laut di Indonesia sangat dipengaruhi oleh pola angin musiman, dimana pada saat monsun aktif, gelombang signifikan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan musim peralihan. Periode gelombang tertinggi yang terjadi pada musim peralihan 1 (6,26 detik) meskipun tinggi gelombangnya relatif sedang (0,70 m) menunjukkan adanya pengaruh gelombang swell yang berasal dari sistem cuaca di wilayah yang lebih luas yang merambat menuju perairan Talaga Raya.

Tinggi Gelombang Tahun 2024

Analisis data gelombang tahun 2024 menunjukkan tren penurunan yang berkelanjutan dari tahun-tahun sebelumnya. Gambar 6 menampilkan grafik tinggi dan periode gelombang selama empat musim di tahun 2024. Data ECMWF menunjukkan tinggi gelombang tertinggi pada musim timur dengan nilai 0,74 m, mengalami penurunan 27,5% dari tahun 2015 dan 9,8% dari tahun 2020. Pola musiman tetap konsisten dengan musim timur mencatat gelombang tertinggi, diikuti musim barat (0,68 m), peralihan 1 (0,67 m), dan peralihan 2 (0,57 m).



Gambar 6. Tinggi gelombang 2024 ECMWF dan BMKG

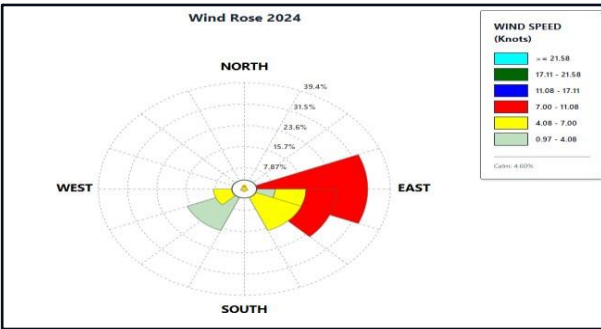
Data BMKG tahun 2024 menunjukkan nilai identik dengan ECMWF untuk musim timur (0,74 m), mengindikasikan akurasi yang baik dalam memprediksi kondisi gelombang di area yang terekspos langsung terhadap sistem cuaca regional. Untuk musim lainnya, data BMKG menunjukkan nilai yang

lebih rendah: peralihan 2 (0,34 m), peralihan 1 (0,29 m), dan barat (0,25 m). Kesamaan nilai di wilayah timur mengindikasikan bahwa kedua model memiliki akurasi yang baik dalam memprediksi kondisi gelombang di area yang terekspos langsung terhadap sistem cuaca regional.

Tabel 4. Statistik Tinggi dan Periode Gelombang Tahun 2024

Musim	Tinggi Gelombang (m)				Periode Gelombang (d)			
	H Max	Hs	H min	H rerata	T max	Ts	T min	T rerata
Barat	0,68	0,31	0,07	0,31	6,24	4,06	1,82	4,06
Peralihan 1	0,67	0,31	0,06	0,31	4,94	4,36	0,06	4,36
Timur	0,74	0,45	0,01	0,45	6,31	5,01	2,62	5,02
Peralihan 2	0,57	0,29	0,02	0,29	6,19	3,91	1,97	3,91

Wind rose tahun 2024 memperlihatkan pola angin yang lebih kompleks dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (Gambar 7). Dominasi angin dari sektor timur-tenggara masih terlihat kuat, tetapi ada peningkatan signifikan dari arah barat dan barat laut yang mengindikasikan pengaruh monsun barat semakin besar. Kecepatan angin berada pada kisaran 2-10 m/s dengan distribusi yang lebih merata ke berbagai arah, mencerminkan transisi musim yang tidak lagi tegas. Pola distribusi angin yang lebih tersebar ini menunjukkan bahwa sistem monsun di tahun 2024 mengalami variabilitas yang lebih tinggi, kemungkinan dipengaruhi oleh fenomena iklim global seperti ENSO dan IOD.



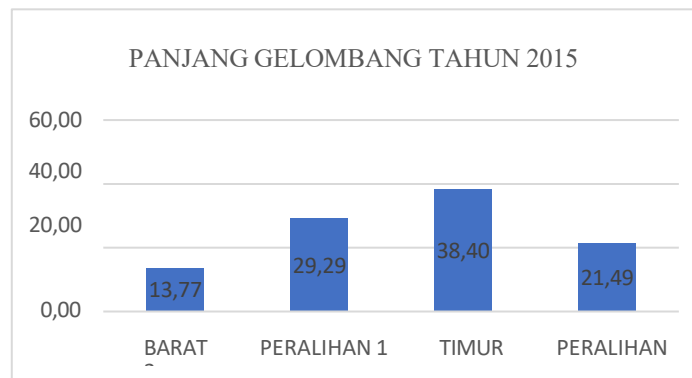
Gambar 7. Wind rose 2024

Tinggi gelombang pada musim timur mencapai 0,77 m dengan periode 6,31 detik dan panjang 39,96 m, selaras dengan dominasi angin timur. Namun yang menarik adalah penurunan drastis kecepatan arus pada musim timur menjadi 5,82 cm/d, berbeda dengan tahun-tahun sebelumnya yang mencapai 12,72 cm/d. Hal ini disebabkan oleh penyebaran arah angin yang kurang terfokus, sehingga gaya pembangkit arus menjadi lebih lemah meskipun tinggi gelombang masih relatif tinggi. Pada musim barat, kondisi berbeda terlihat dengan kenaikan tinggi gelombang menjadi 0,69 m dan arus mencapai 14,99 cm/d, menunjukkan dampak nyata dari penguatan monsun barat. Variabilitas antar musim juga semakin tinggi, ditunjukkan oleh periode peralihan 1 dengan arus hingga 17,50 cm/d yang kontras dengan musim timur. Oleh karena itu, pemahaman mengenai hubungan atmosfer dan laut menjadi sangat penting untuk mendukung mitigasi risiko kelautan, perencanaan aktivitas maritim, serta strategi pengelolaan pesisir yang adaptif terhadap variabilitas iklim regional.

Karakteristik Panjang Gelombang Signifikan (L)

Panjang Gelombang Tahun 2015

Hasil analisis panjang gelombang signifikan tahun 2015 menunjukkan variasi yang konsisten dengan pola tinggi gelombang. Gambar 8 menyajikan grafik panjang gelombang untuk empat musim di tahun 2015. Panjang gelombang tertinggi terjadi pada musim timur dengan nilai 38,40 m, disebabkan oleh intensitas angin monsun tenggara yang lebih kuat dan konsisten dengan fetch yang panjang dari Laut Banda. Panjang gelombang terendah terjadi pada musim barat dengan nilai 13,77 m dan periode gelombang 1,82 detik, menunjukkan dominasi gelombang sea yang dibangkitkan oleh angin lokal dengan fetch yang lebih pendek. Musim peralihan 1 dan 2 mencatat panjang gelombang sedang yaitu 21,63 m dan 22,96 m, menunjukkan kondisi transisi antara dua periode monsun utama.

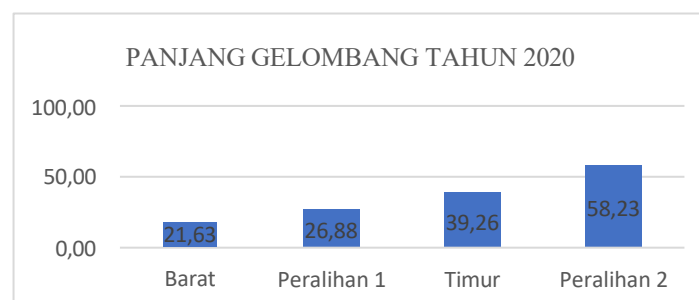


Gambar 8. Panjang gelombang 2015

Variasi panjang gelombang yang signifikan ini menunjukkan pengaruh kuat dari sistem angin monsun yang mendominasi wilayah perairan Indonesia bagian timur. Kondisi geografis Kecamatan Talaga Raya yang terletak di bagian selatan Pulau Buton memungkinkan gelombang yang terbentuk dari sistem tekanan tinggi Australia memiliki ruang yang cukup untuk berkembang dan mencapai dimensi yang maksimal. Menurut Sofian *et al.* (2019), karakteristik gelombang di perairan Sulawesi Tenggara sangat dipengaruhi oleh intensitas dan arah angin monsun yang berbeda pada setiap musim, dimana musim timur cenderung menghasilkan gelombang dengan panjang gelombang yang lebih besar dibandingkan musim lainnya.

Panjang Gelombang Tahun 2020

Hasil analisis panjang gelombang tahun 2020 menunjukkan pola yang unik dibandingkan tahun 2015. Gambar 10 menyajikan grafik panjang gelombang untuk empat musim di tahun 2020. Panjang gelombang signifikan tertinggi terjadi pada musim peralihan 2 dengan nilai 58,23 m dan periode gelombang 6,23 detik, berbeda dari pola umum di perairan Indonesia dimana gelombang tertinggi biasanya terjadi pada musim barat atau timur.



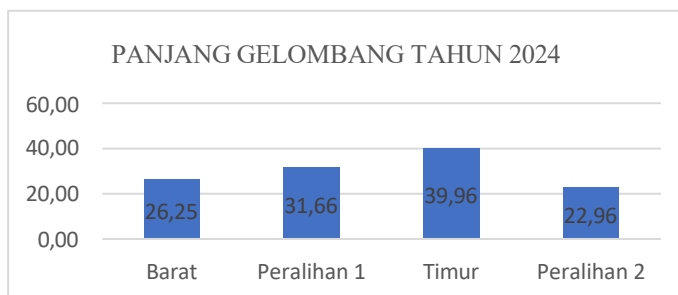
Gambar 10. Panjang gelombang 2020

Fenomena ini menunjukkan bahwa perairan Talaga Raya mengalami dinamika gelombang yang berbeda dibandingkan perairan Indonesia pada umumnya. Kondisi ini dapat dijelaskan oleh karakteristik geografis perairan yang berada di wilayah kepulauan dengan topografi dasar laut yang kompleks, serta pengaruh pola angin lokal yang berbeda dari pola angin regional. Perairan yang terdiri dari Pulau Talaga Kecil dan Pulau Talaga Besar memiliki karakteristik semi-tertutup yang mempengaruhi pembentukan dan propagasi gelombang, sehingga menghasilkan pola gelombang yang unik dibandingkan perairan terbuka.

Panjang gelombang terendah terjadi pada musim barat dengan nilai 21,63 m. Musim timur mencatat panjang gelombang 30,21 m, dan musim peralihan 1 sebesar 24,87 m. Pola ini mengindikasikan bahwa pada tahun 2020, kondisi atmosfer yang lebih stabil dan transisi musim yang lebih bertahap memungkinkan terbentuknya gelombang swell dengan periode panjang pada musim peralihan, meskipun intensitas angin lokal tidak terlalu tinggi. Penelitian sebelumnya oleh Satriadi *et al.* (2017) menunjukkan bahwa secara umum di perairan Indonesia, tinggi dan periode gelombang signifikan pada musim barat adalah tertinggi dengan nilai 1,227 meter dan 5,175 detik. Namun kondisi di perairan Talaga Raya menunjukkan pola yang berbeda, kemungkinan dipengaruhi oleh efek sheltering dari pulau-pulau sekitar, bathimetri lokal, dan pola sirkulasi arus yang spesifik untuk wilayah tersebut, sehingga memerlukan kajian lebih mendalam untuk memahami dinamika gelombang dan arus di perairan ini.

Panjang Gelombang Tahun 2024

Analisis panjang gelombang tahun 2024 menunjukkan kembalinya pola musiman yang lebih normal. Gambar 10 menyajikan grafik panjang gelombang untuk empat musim di tahun 2024. Panjang gelombang tertinggi terjadi pada musim timur dengan nilai 39,96 m dan periode gelombang 6,31 detik, sejalan dengan karakteristik sistem monsun di wilayah Sulawesi Tenggara. Musim barat mencatat panjang gelombang 24,73 m, musim peralihan 1 sebesar 28,47 m, dan musim peralihan 2 dengan nilai terendah 22,96 m. Pola ini menunjukkan bahwa pada tahun 2024, kondisi gelombang kembali didominasi oleh pengaruh monsun timur yang kuat dengan fetch panjang dari Laut Banda.



Gambar 10. Panjang gelombang 2024

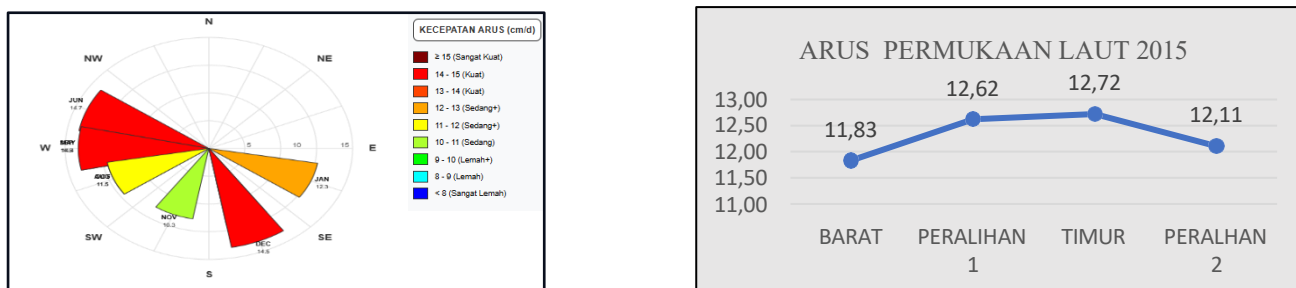
Temuan ini sesuai dengan penelitian Hasan *et al.* (2022) yang mengkaji karakteristik gelombang laut di Laut Banda pada monsun timur. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum dan kecepatan angin maksimum terjadi pada saat musim timuran dengan arah angin dari tenggara, yang mengakibatkan pembentukan gelombang dengan periode yang lebih panjang dan energi yang lebih besar. Kondisi geografis perairan Talaga Raya yang terletak di sisi timur Pulau Buton juga memperkuat efek gelombang besar dari Laut Banda selama musim timur, sebagaimana dijelaskan dalam studi tersebut bahwa wilayah perairan timur Indonesia mengalami pengaruh signifikan dari sistem monsun yang membentuk pola gelombang musiman. Pada musim peralihan,

perairan Talaga Raya relatif terlindung dari angin kencang sehingga gelombang yang terbentuk memiliki karakteristik yang lebih kecil, sesuai dengan pola umum yang terjadi di perairan Indonesia bagian timur.

Karakteristik Arus Permukaan

Arus Permukaan Tahun 2015

Analisis arus permukaan tahun 2015 menunjukkan pola yang konsisten dengan sistem monsun regional. Gambar 11 menyajikan grafik kecepatan arus dan pola vektor arus untuk empat musim di tahun 2015. Kecepatan arus terendah terjadi pada periode barat dengan nilai 11,83 cm/d, kemudian mengalami peningkatan signifikan pada peralihan 1 mencapai 12,62 cm/d. Puncak kecepatan arus tertinggi terjadi pada periode timur dengan nilai 12,72 cm/d, sebelum mengalami penurunan pada peralihan 2 menjadi 12,11 cm/d.



Gambar 11. Grafik kecepatan arus dan pola vektor arus 2015

Pola variasi ini mengindikasikan korelasi kuat antara dinamika arus permukaan dengan siklus musiman angin 64onsoon. Selama periode barat, arus laut didominasi pergerakan ke arah 64onsoon64 (ESE-SSE) dengan kecepatan 11,83 cm/d. Pada peralihan 1, terjadi transisi arah arus menuju barat daya (WSW) dengan kecepatan 12,62 cm/d. Periode timur menunjukkan dominasi arus ke arah barat-barat laut (W-WNW) dengan kecepatan tertinggi 12,72 cm/d. Pada peralihan 2, arah arus berbalik ke barat daya (WSW-SSW) dengan kecepatan 12,11 cm/d. Temuan ini sejalan dengan Susanto dan Song (2015) yang menjelaskan bahwa sistem arus lintas Indonesia dipengaruhi signifikan oleh perubahan tekanan angin musiman.

Arus Permukaan Tahun 2020

Arus permukaan tahun 2020 menunjukkan pola serupa namun dengan kecepatan lebih rendah. Gambar 12 menampilkan kecepatan arus sebesar 9,83 cm/d (barat), 10,10 cm/d (peralihan 1), 10,01 cm/d (timur), dan 8,53 cm/d (peralihan 2). Dominasi arah barat daya (SW) pada April-Oktober dengan kecepatan maksimum 10,10 cm/d mengindikasikan pengaruh kuat 64onsoon barat daya selama transisi musim.



Gambar 12. Grafik kecepatan arus dan pola vektor arus 2020

Penurunan kecepatan arus rata-rata sebesar 18,8% dari tahun 2015 mengindikasikan perubahan kondisi oseanografi regional. Temuan ini sesuai dengan Hendra *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa perairan Indonesia dipengaruhi pola angin monsun yang menyebabkan variasi temporal signifikan.

Arus Permukaan Tahun 2024

Arus permukaan tahun 2024 menunjukkan fluktuasi kompleks yang berbeda dari tahun sebelumnya. Gambar 13 menampilkan kecepatan arus tertinggi pada peralihan 1 (17,50 cm/d), diikuti barat (14,99 cm/d), peralihan 2 (13,27 cm/d), dan terendah pada timur (5,82 cm/d). Pola tidak biasa ini mengindikasikan perubahan signifikan dalam dinamika oseanografi lokal.



Gambar 13. Grafik kecepatan arus dan pola vektor arus

Penurunan drastis kecepatan arus pada musim timur menjadi 5,82 cm/d (turun 54,2% dari 2015) disebabkan penyebaran arah angin yang kurang terfokus. Sebaliknya, pada musim barat terjadi kenaikan signifikan menjadi 14,99 cm/d (naik 26,7% dari 2015), menunjukkan dampak penguatan monsun barat. Kompleksitas ini mengindikasikan kondisi oseanografi semakin dinamis dan sulit diprediksi, kemungkinan dipengaruhi perubahan iklim global dan variabilitas regional seperti ENSO dan IOD.

Perbandingan Karakteristik Gelombang dan Arus Terhadap Variasi Musim

Analisis komparatif data gelombang dan arus tahun 2015, 2020, dan 2024 menunjukkan pola variasi musiman dengan perubahan signifikan. Tinggi gelombang signifikan tertinggi pada musim timur menunjukkan tren penurunan: 1,020 m (2015), 0,82 m (2020), dan 0,74 m (2024), dengan penurunan rata-rata 19,6% per lima tahun. Kondisi ini dipengaruhi angin monsun tenggara dari Australia dengan intensitas tinggi dan fetch panjang melewati Laut Banda.

Kecepatan arus permukaan tertinggi tahun 2015 dan 2020 terjadi pada musim timur dengan nilai 12,72 cm/d dan 10,10 cm/d, dengan arah dominan barat-barat laut (W-WNW). Namun tahun 2024 menunjukkan pola berbeda dimana kecepatan arus tertinggi terjadi pada peralihan 1 (17,50 cm/d), sementara musim timur mencatat nilai terendah (5,82 cm/d). Anomali ini mengindikasikan perubahan fundamental dalam dinamika oseanografi lokal yang kemungkinan dipengaruhi perubahan iklim regional.

Arah dominan arus bergeser dari tenggara pada musim barat ke barat daya-barat laut pada musim timur untuk tahun 2015 dan 2020, selaras dengan pola sirkulasi angin regional. Tahun 2024 menunjukkan arah arus lebih fluktuatif dengan penyebaran lebih luas, mencerminkan kondisi angin yang kurang terorganisir. Tren penurunan tinggi gelombang dan perubahan pola arus mengindikasikan perubahan kondisi oseanografi regional yang perlu dipantau berkelanjutan untuk mendukung perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dan mitigasi risiko oseanografi di Kecamatan Talaga Raya.

KESIMPULAN

Karakteristik gelombang dan arus di perairan Kecamatan Talaga Raya menunjukkan variasi musiman yang dipengaruhi sistem monsun Asia-Australia. Tinggi gelombang signifikan tertinggi terjadi pada musim timur dengan tren menurun dari 1,020 m (2015), 0,82 m (2020), hingga 0,74 m (2024), sementara panjang gelombang maksimum 58,23 m muncul pada peralihan 2 tahun 2020. Kecepatan arus permukaan tertinggi tercatat 12,72 cm/d (2015) dan 10,01 cm/d (2020) pada musim timur, namun berubah pada 2024 dengan puncak 17,50 cm/d pada peralihan 1. Arah arus dominan bervariasi dari barat laut hingga tenggara mengikuti pola monsun, dipengaruhi pula oleh topografi dasar laut dan posisi geografis. Perbandingan ketiga tahun menunjukkan penurunan tinggi gelombang sebesar 27,5% dan anomali pola arus pada 2024, yang mengindikasikan perubahan oseanografi regional akibat variabilitas iklim (ENSO/IOD), dengan dinamika lokal yang penting untuk pengelolaan pesisir berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Oseanografi Universitas Halu Oleo atas dukungan akademik, ECMWF dan BMKG atas penyediaan data reanalisis Era-5 dan data arus permukaan, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun non-finansial yang dapat memengaruhi, atau secara wajar dapat dianggap memengaruhi, penelitian, interpretasi temuan, atau publikasi artikel ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (AI)

Tidak ada teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) yang digunakan dalam penyusunan, analisis, atau pembuatan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, T., Yulius, Y. & Nurjaya, I.W. (2021). Analisis variabilitas gelombang laut di perairan Indonesia bagian timur: Implikasi terhadap perubahan iklim. *Jurnal Kelautan Nasional*. 16(2): 85-98.
- Bunganaen W., Manafe W.M., Nasjono J.K. 2019. Karakteristik Gelombang Pecah Menggunakan Metode Hind Casting di Pantai Namosain Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*. 8(2): 215-226.
- Haryanto, R., Fitrianto, A. & Rustam, A. (2019). Kajian Indeks Variabilitas Tinggi Gelombang Signifikan di Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(1): 35-48.
- Hartati, S. & Syamsuddin, M.L. (2022). Persepsi nelayan terhadap perubahan kondisi oseanografi di perairan Talaga Raya, Buton Tengah. *Jurnal Sosial Ekonomi Perikanan*. 17(3): 245-258.
- Hasan, M.F., Saputra, M. A. & Wijaya, R. (2022). Karakteristik dan Periode Ulang Tinggi Gelombang Laut di Laut Banda pada Monsun Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 14(2): 245-258.
- Hendra, Pranowo, W.S., Mukhlis, Triaji, & Agustinus. (2022). Karakteristik Arus Musiman di Selat Sunda. *Jurnal Chart Datum*. 8(2): 117-124.
- Kurniawan, R., Habibie, M.N. & Suratno, S. (2011). Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 12(3): 221-232.

- Pratiwi N.D., Muliadi M., Risiko R. 2023. Estimasi Tinggi Gelombang Signifikan di Pesisir Sengkubang Mempawah Kalimantan Barat. *Oceanologia*. 3(1): 8-16
- Nurjaya, I.W. & Surbakti, H. (2020). Pola sebaran gelombang laut di perairan Sulawesi Tenggara: Pengaruh monsun dan ENSO. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(3): 639-653.
- Nursalim, I., Zamani, N. P. & Rahardjo, S. (2022). Hubungan pola arus dengan distribusi ikan pelagis kecil di perairan Kabupaten Buton Tengah. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 13(1): 79-92.
- Pratama, A., Iskandar, I. & Cahyarini, S.Y. (2020). Karakteristik arus permukaan di perairan Sulawesi. *Jurnal Segara*. 16(2): 95-106.
- Rahman, A., Sakka, A. & Samang, L. (2022). Simulasi model numerik gelombang ekstrem dan dampaknya terhadap kerusakan pantai di pesisir timur Sulawesi. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 13(1): 47-60.
- Satriadi, A., Widada, S. & Rochaddi, B. (2017). Studi Karakteristik Gelombang Laut dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 di Perairan Indonesia. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 45-52.
- Setiawan, Y., Rahman, A. & Kurniawan, D. (2022). Analisis Spasial Temporal Tinggi Gelombang Menggunakan Data Satelit di Perairan Sulawesi. *Indonesian Journal of Oceanography*. 4(1): 12-25.
- Sofian, I., Supangat, A. & Nurjaya, I.W. (2019). Analisis karakteristik gelombang laut di perairan Sulawesi Tenggara menggunakan data satelit altimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(2): 425-438.
- Sugianto, D.N. & Pratama, T.R. (2023). Variabilitas musiman arus permukaan di perairan Sulawesi berdasarkan data satelit dan pengukuran lapangan. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 28(1): 18-31.
- Susanto, R.D. & Song, Y.T. (2015). Indonesian throughflow proxy from satellite altimetry and gravimetry. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 120 (4): 2844-2855.
- Wisha, U.J., Ondara, K. & Gemilang, W.A. (2020). Karakteristik hidro-oseanografi perairan Pulau Muna bagian timur dan implikasinya terhadap potensi budidaya laut. *Jurnal Riset Akuakultur*. 15(2): 117-129.
- Yasir, I., Fadlan, A. & Sutrisno, D. (2021). Analisis pola sirkulasi arus laut di perairan Buton berdasarkan sistem monsun. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1): 23-35