

Characteristics of Ocean Currents in the Lembeh Strait, North Sulawesi

(Karakteristik Arus Laut Di Selat Lembeh Sulawesi Utara)

Jenever Rori¹, Ping Astony Angmalisang^{2*}, Wilmy E. Pelle², Deislie R. H. Kumampung²,
Rignolda Djamaluddin², Royke M Rampengan²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

²Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

*Corresponding author: pingastony@unsrat.ac.id

Manuscript received: 18 June 2023. Revision accepted: 23 August 2023.

Abstract

Current is a process of mass transfer of seawater that moves from one place to another continuously or occurs continuously. The current generation factor on the surface of the water is caused by two things, namely the wind and the movement of the rise and fall of sea level. The Lembeh Strait is an Archipelago Port Area and a hub port in Kawasan Timur Indonesia (KTI), as well as an area with local transportation routes for the community. For this reason, it is necessary to research to obtain information about the characteristics and patterns of currents that occur in the Lembeh Strait. This research was conducted using a database of currents and tide data over the period from 2021 to 2022. The research method used is quantitative. Data sources were taken from Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Maritim Bitung and the Copernicus Marine Service website. These data were analyzed using methods that fit the needs of the data. Flow and Tidal data were analyzed using WRPLOT View, Ocean Data View, Microsoft Excel, and Origin Pro. The results of data processing show the direction and speed of the current as well as the relationship between the tides and currents in the waters of the Lembeh Strait. The scatter plot of currents on the surface layer of the sea is elliptical, this indicates that the currents that dominate in these waters are tidal. So the results of the study show that ocean currents in the Lembeh Strait have current characteristics that are dominantly influenced by tides and the dominant current direction is formed in 2021 and 2022 towards the Southwest and Northeast.

Keywords: Current, Tidal Current, Lembeh Strait.

Abstrak

Arus merupakan proses pergerakan massa air laut yang berpindah dari satu tempat ke tempat lain secara kontinu atau terjadi secara terus-menerus. Faktor pembangkit arus di permukaan air disebabkan oleh dua hal yaitu angin dan pergerakan naik turunnya permukaan air laut. Selat Lembeh merupakan Kawasan Pelabuhan Nusantara dan sebagai salah satu hub port di kawasan Timur Indonesia (KTI), serta sebagai kawasan dengan alur transportasi lokal bagi masyarakat. Untuk itu perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan informasi tentang karakteristik dan pola arus yang terjadi di Selat Lembeh. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan basis data arus dan data pasang surut selang periode waktu dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2022. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Sumber data diambil dari instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Maritim Bitung dan dari *Website Copernicus Marine Service*. Data-data tersebut di analisis menggunakan metode yang sesuai dengan kebutuhan data. Data Arus dan Pasang Surut dianalisis menggunakan *WRPLOT View*, *Ocean Data View*, *Microsoft Excel*, dan *Origin Pro*. Hasil pengolahan data menunjukkan arah dan kecepatan arus serta hubungan antara pasang surut dan arus di perairan Selat Lembeh. *Scatter plot* arus pada lapisan permukaan laut memiliki bentuk elips, ini menunjukkan bahwa arus yang mendominasi di perairan tersebut adalah arus pasang surut. Sehingga hasil penelitian menunjukkan arus laut di Selat Lembeh memiliki karakteristik arah arus dominan dipengaruhi oleh pasang surut dan diperoleh arah arus dominan terbentuk di tahun 2021 dan tahun 2022 menuju ke arah Barat Daya dan Timur Laut.

Kata kunci : Arus, Arus Pasut, Selat Lembeh.

PENDAHULUAN

Oseanografi merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang laut, didalamnya berpadu antara ilmu fisika, kimia, biologi, dan geologi. Sifat-sifat fisika yang terjadi di laut merupakan parameter yang selalu terjadi secara terus-menerus dan membentuk sistem di lautan. Sistem yang terjadi dan merupakan parameter fisis yang penting antara lain Arus, Gelombang, dan Pasang surut. (Prarikeslan, 2016).

Arus laut merupakan proses pergerakan massa air laut yang berpindah dari satu tempat ketempat lain secara kontinu atau terjadi secara terus-menerus. Arus laut merupakan sistem sirkulasi pergerakan air laut yang terjadi secara vertikal dan horizontal yang dibangkitkan oleh gaya gravitasi (*gravitation force*), gaya gesek angin (*wind friction*) serta variasi densitas dan tekanan air laut yang terjadi pada waktu dan tempat yang berbeda. (Brown dkk., 1989).

Terdapat faktor pembangkit arus di permukaan air yang disebabkan oleh dua hal yaitu angin dan pergerakan naik turunnya permukaan (pasang surut) air laut. Angin berpengaruh dalam pembentukan arus karena terjadi gesekan antara angin dan arus permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya pergerakan kecepatan dan arah arus (Wibianto, 2016). Pasang surut mempengaruhi massa air yang dapat menimbulkan energi yang besar. Pada perairan teluk ataupun selat sempit, gerakan naik turunnya muka air menimbulkan arus pasut (Surianti, 2007).

Hadianto, (2012) menjelaskan bahwa Arus pasang surut di definisikan dengan terbentuknya pola elips. Keeleptikan elips arus pasang surut diketahui dari arah dan kecepatan arus yang membentuk pola elips. Hal tersebut menandakan bahwa arus tersebut adalah arus yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Indonesia memiliki iklim yang dipengaruhi oleh monsoon atau musim. Pada musim dingin yaitu bulan Desember,

Januari, Februari pada sebagian besar wilayah Indonesia khususnya di sebelah selatan khatulistiwa angin bertiup dari barat ke timur yang bersamaan dengan musim hujan. Pada musim panas yaitu bulan Juni, Juli, Agustus, di wilayah Indonesia angin bertiup dari timur ke barat yang bersamaan dengan musim kemarau. Pada bulan September, Oktober, November merupakan masa transisi dari musim kemarau ke musim hujan, serta pada bulan Maret, April, Mei merupakan masa transisi dari musim hujan ke musim kemarau (Mulyana, 2002)

Selat Lembeh merupakan Kawasan Pelabuhan Nusantara dan sebagai salah satu hub port di kawasan Timur Indonesia (KTI), serta Selat Lembeh menjadi alur transportasi lokal yang ramai bagi penduduk Pulau Lembeh untuk beraktivitas ke Kota Bitung. Oleh sebab itu kawasan ini, sangat dibutuhkan kajian-kajian yang dapat memberikan informasi terkait parameter oseanografi guna menunjang keberlangsungan aktivitas pelayaran yang ada.

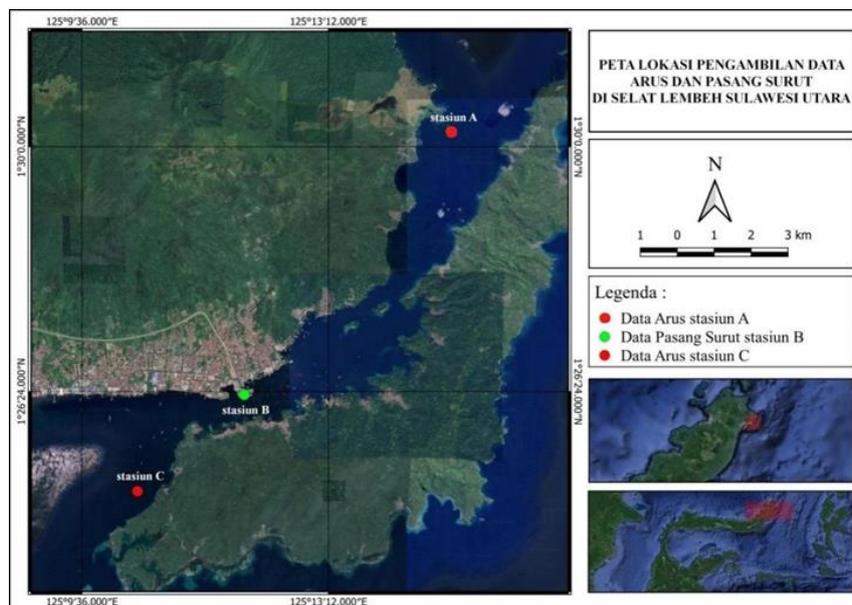
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis data arus dan pasang surut untuk melihat karakteristik perairan sekitar Selat Lembeh serta arah arus yang terbentuk pada setiap musim dengan kurun waktu 2 tahun yaitu tahun 2021 dan tahun 2022.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Selat Lembeh Sulawesi Utara dengan pengambilan data arus permukaan pada titik koordinat 1°30'13.47" LU dan 125°14'59.53"BT, dan 1°24'56.11" LU dan 125°10'24.68" BT yang ditandai dengan nama stasiun A dan stasiun C berturut-turut, serta pengambilan data pasang surut pada titik koordinat 1°26'21.15" LU dan 125°11'58.29" BT yang ditandai dengan nama stasiun B. Penelitian mengambil data dari basis data selama 2 tahun dari tahun 2021 s.d tahun 2022. Peta lokasi

pengambilan data dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Data Arus dan Pasang Surut

Materi Data

Menggunakan materi basis data, penelitian ini mengambil data dari 2 sumber, yaitu produk data dari website Copernicus Marine Service, dimana dilakukan pengambilan data arus. Selanjutnya dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Maritim Bitung dengan dilakukan pengambilan data Pasang Surut.

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah dan dianalisis kemudian ditampilkan dalam bentuk gambar. Pengolahan data dilakukan menggunakan beberapa aplikasi perangkat lunak yaitu Microsoft Excel, WRPLOT View, Ocean Data View (ODV) untuk menggambarkan arah dan kecepatan arus juga melihat hubungan antara pasang surut dan arus serta Origin Pro untuk menggambarkan Scatter Plot kemudian melihat pola elips yang terbentuk.

Menurut Semba dkk., (2019) menjelaskan bahwa dalam menentukan kecepatan arus permukaan yang diketahui komponen u (kecepatan ke arah timur) dan v (kecepatan ke arah utara) maka dilakukan perhitungan :

$$V = \sqrt{U^2 + V^2}$$

Di mana:

- V : *Current Velocity* (Kecepatan Arus) (m/s)
- U : *Eastward Velocity* (Kecepatan ke Arah Timur) (m/s)
- V : *Northward Velocity* (Kecepatan ke Arah Utara) (m/s).

Menurut Rampengan, (2009) menyatakan bahwa Arah arus dihitung dengan menentukan sudut alfa (α) terlebih dahulu dengan persamaan

$$\alpha^\circ = |\text{atg}(X/Y)|$$

Di mana:

- α° = Sudut alfa
- atg = arctangen
- X = Koordinat Bujur
- Y = Koordinat Lintang

Kemudian Rampengan (2009) dalam Modalo (2018) menjelaskan bahwa dalam menentukan arah arus, dilakukan perhitungan mengikuti syarat kondisi terhadap koordinat X dan Y sebagai berikut:

- Jika X = (+) dan Y = (+), maka arah = 90° - α
- Jika X = (-) dan Y = (+), maka arah = 90° + α
- Jika X = (-) dan Y = (-), maka arah = 270° - α
- Jika X = (+) dan Y = (-), maka arah = 270° + α

- Jika $X = 0$ dan $Y = (+)$, maka arah = 0°
- Jika $X = 0$ dan $Y = (-)$, maka arah = 180°
- Jika $X = (+)$ dan $Y = 0$, maka arah = 90°
- Jika $X = (-)$ dan $Y = 0$, maka arah = 270°

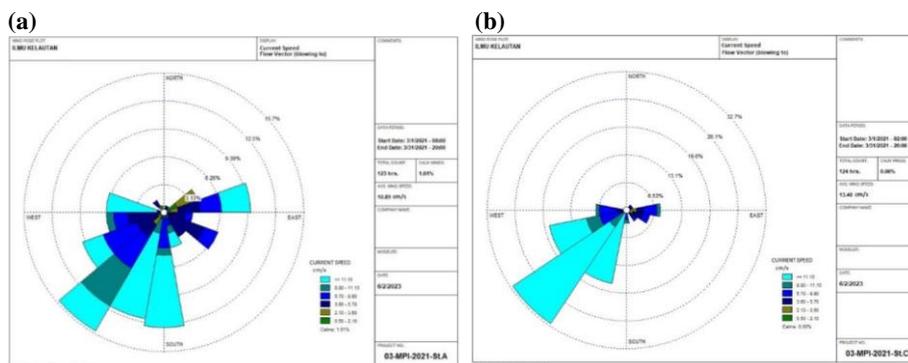
Kemudian data arus akan di analisa melalui *Scatter plot* pada program *Origin Pro* untuk melihat sebaran data yang menunjukkan perbandingan antara variabel X (komponen u) dan variabel Y (komponen v) serta menggambarkannya dalam bentuk elips untuk melihat arah bolak-balik atau *bi-directional* (Bonauli dkk., 2016). Pola Elips yang terbentuk menyatakan arus yang terjadi dipengaruhi oleh pasang surut (Angmalisang, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

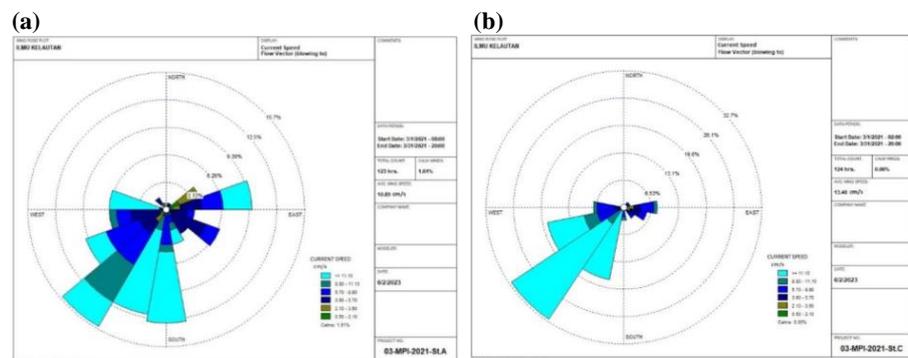
Arah dan Kecepatan Arus

Mawar Arus menunjukkan arah arus dominan dan kecepatan arus rata-rata pada bulan yang mewakili Musim. Tahun 2021 terlihat Mawar Arus yang terbentuk pada Musim Barat yang diwakilkan bulan Januari dan ditunjukkan oleh Gambar 2 arah arus dominan di Stasiun A menuju Selatan

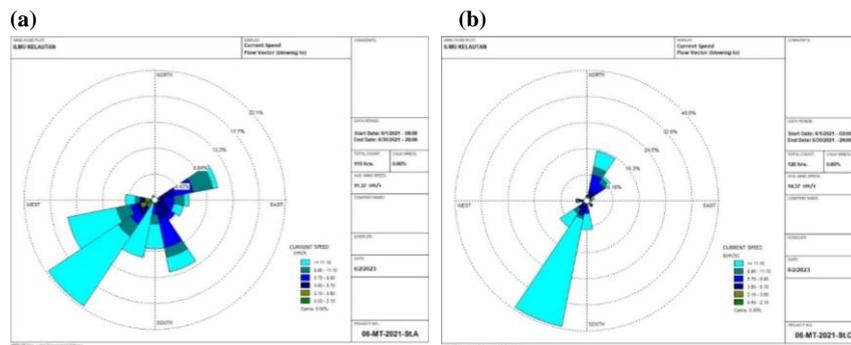
dengan kecepatan arus rata-rata 15,10 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Timur Laut dengan kecepatan arus rata-rata 13,52 cm/s. Pada Musim Peralihan I yang diwakilkan bulan Maret dan ditunjukkan oleh Gambar 3 arah arus dominan di Stasiun A menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 10,89 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 13,48 cm/s. Pada Musim Timur yang diwakilkan bulan Juni dan ditunjukkan oleh Gambar 4 arah arus dominan di Stasiun A menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 11,37 cm/s dan arah dominan di Stasiun C menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 14,37 cm/s. Selanjutnya pada Musim Peralihan II yang diwakilkan bulan September dan ditunjukkan oleh Gambar 5 arah arus dominan di Stasiun A menuju Timur dengan kecepatan arus rata-rata 10,47 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Timur Laut dengan kecepatan rata-rata 9,76 cm/s.



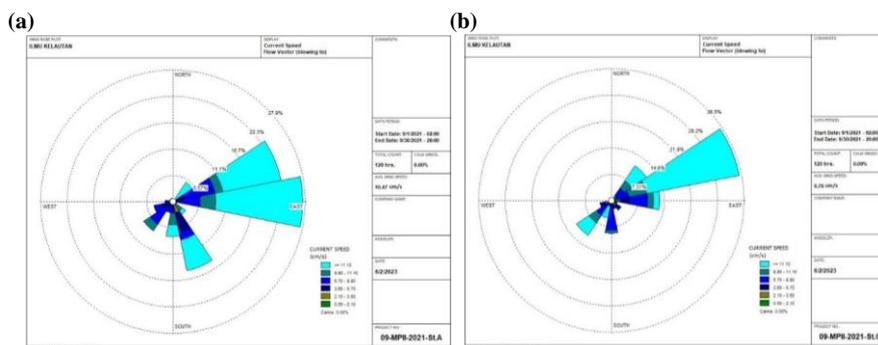
Gambar 2. Mawar Arus Musim Barat 2021 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



Gambar 3 Mawar Arus Musim Peralihan I 2021 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



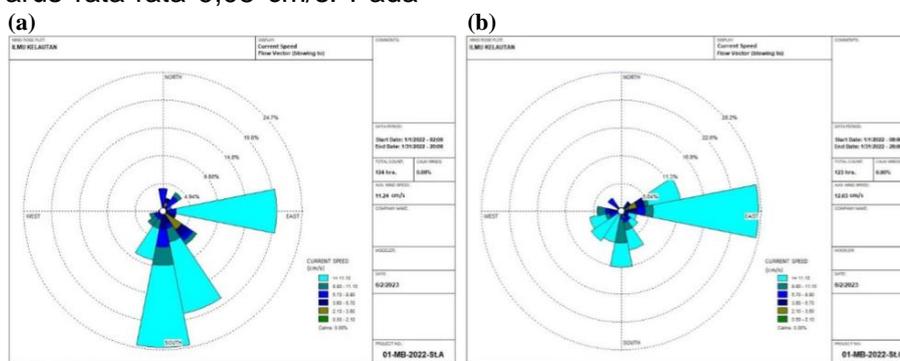
Gambar 4. Mawar Arus Musim Timur 2021 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



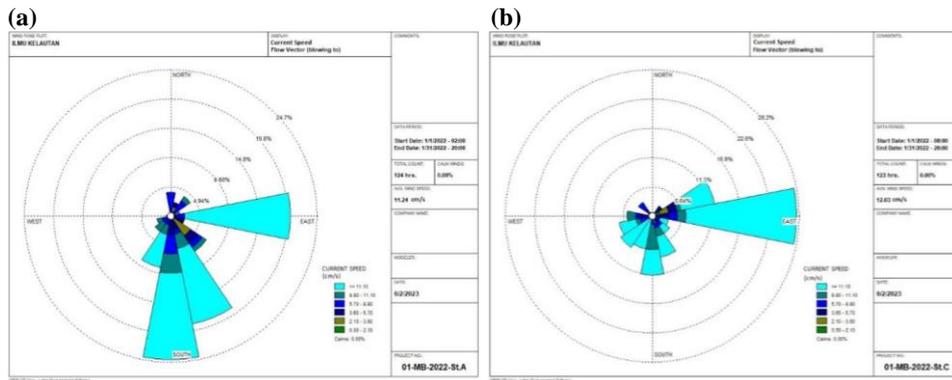
Gambar 5. Mawar Arus Musim Peralihan II 2021 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C

Tahun 2022 terlihat Mawar Arus yang terbentuk pada Musim Barat yang diwakilkan bulan Januari dan ditunjukkan oleh Gambar 6 arah arus dominan di Stasiun A menuju Selatan dengan kecepatan rata-rata 11,24 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Timur dengan kecepatan rata-rata 12,03 cm/s. Pada Musim Peralihan I yang diwakilkan bulan Maret dan ditunjukkan oleh Gambar 7 arah arus dominan di Stasiun A menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 7,33 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 9,08 cm/s. Pada

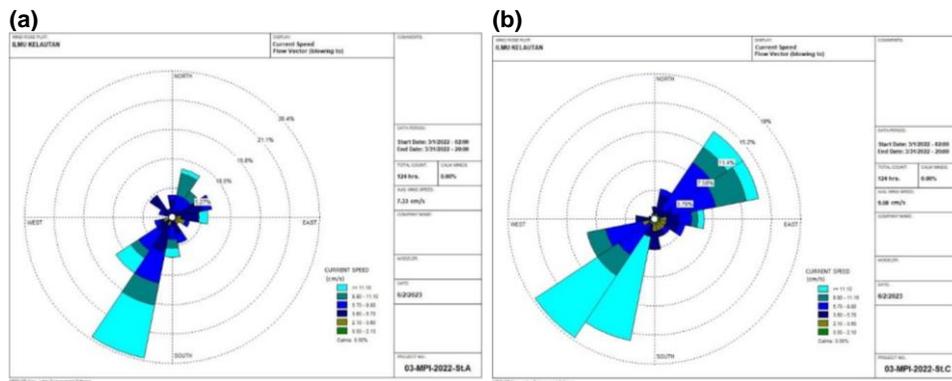
Musim Timur yang diwakilkan bulan Juni dan ditunjukkan oleh Gambar 8 arah arus dominan di Stasiun A menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 14,91 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 17,23 cm/s. Pada Musim Peralihan II yang diwakilkan bulan September dan ditunjukkan oleh Gambar 9 arah arus dominan di Stasiun A menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 13,56 cm/s dan arah arus dominan di Stasiun C menuju Barat Daya dengan kecepatan arus rata-rata 13,89 cm/s.



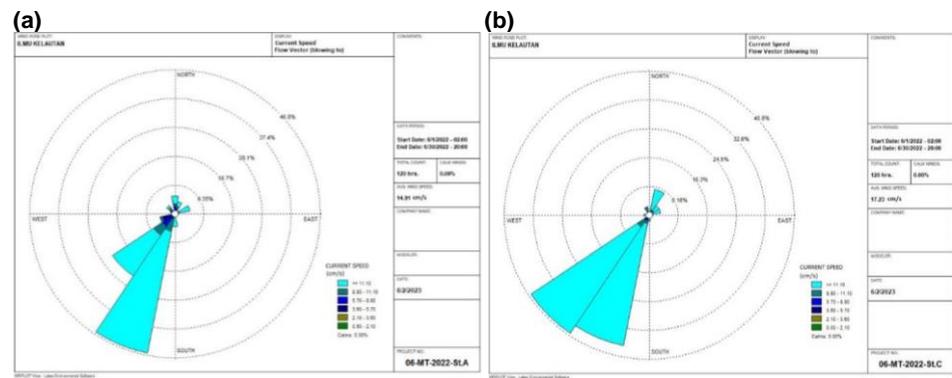
Gambar 6. Mawar Arus Musim Barat 2022 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



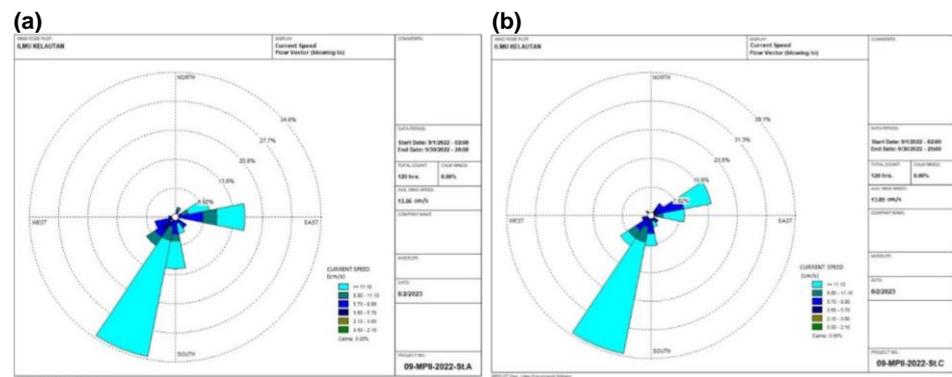
Gambar 6. Mawar Arus Musim Barat 2022 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



Gambar 7. Mawar Arus Musim Peralihan I 2022 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C



Gambar 8. Mawar Arus Musim Timur 2022 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C

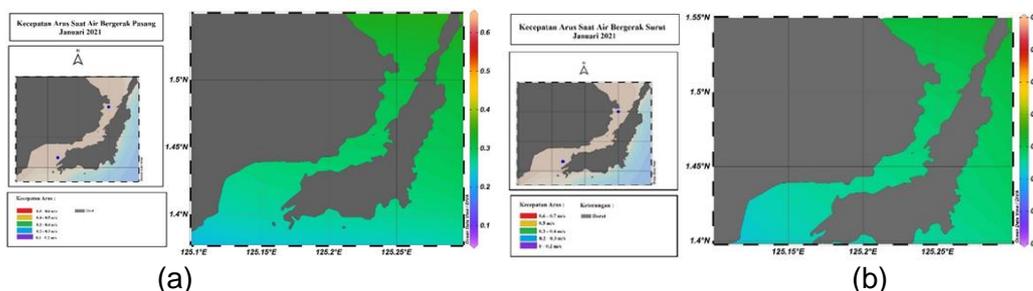


Gambar 9. Mawar Arus Musim Peralihan II 2022 : (a) Stasiun A; (b) Stasiun C

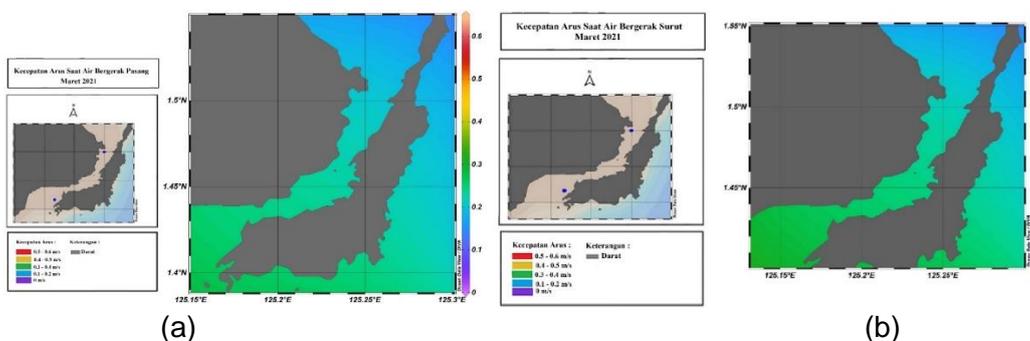
Pasang Surut dan Kecepatan Arus

Dari hasil analisis didapat hasil bahwa nilai resultan kecepatan arus saat air bergerak pasang ataupun surut memiliki nilai yang tidak jauh berbeda pada setiap musimnya. Diperoleh hasil pada tahun 2021, nilai kecepatan arus maksimum 0,7 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s. Pada Musim Barat yang diwakilkan bulan Januari (Gambar 10) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,6 m/s dan kecepatan arus minimum 0,1 m/s saat air bergerak pasang kemudian saat air bergerak surut nilai kecepatan arus maksimum 0,7 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s. Pada Musim Peralihan I

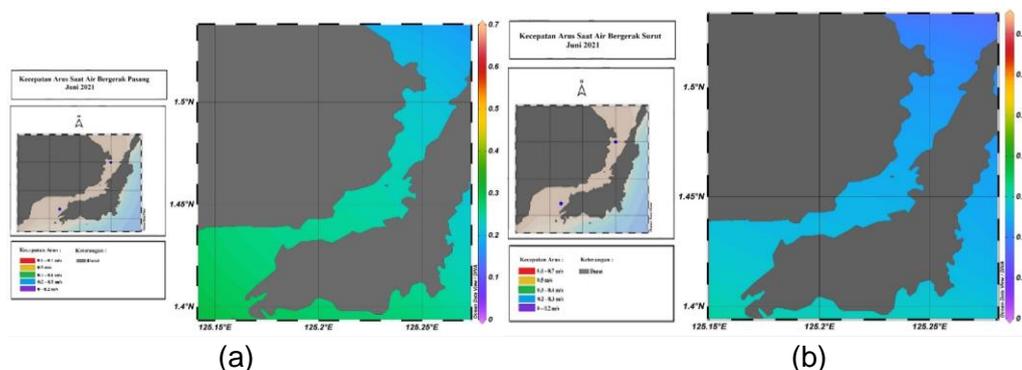
yang diwakilkan bulan Maret (Gambar 11) nilai kecepatan arus maksimum 0,6 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s saat air bergerak pasang dan surut. Pada Musim Timur yang diwakilkan bulan Juni (Gambar 12) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,7 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s saat air bergerak pasang dan surut. Pada Musim Peralihan II yang diwakilkan bulan September (Gambar 13) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,4 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s saat air bergerak pasang kemudian saat air bergerak surut nilai kecepatan arus maksimum 0,5 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s.



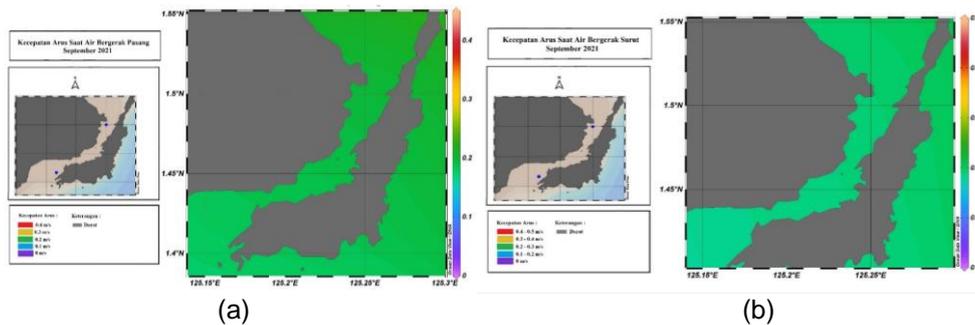
Gambar 10. Kecepatan Arus Musim Barat Tahun 2021 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut



Gambar 11. Kecepatan Arus Musim Peralihan I Tahun 2021 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut



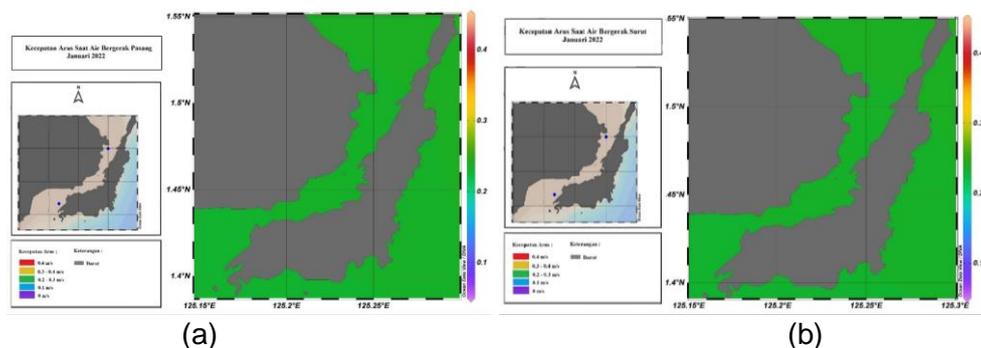
Gambar 12. Kecepatan Arus Musim Timur Tahun 2021 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut



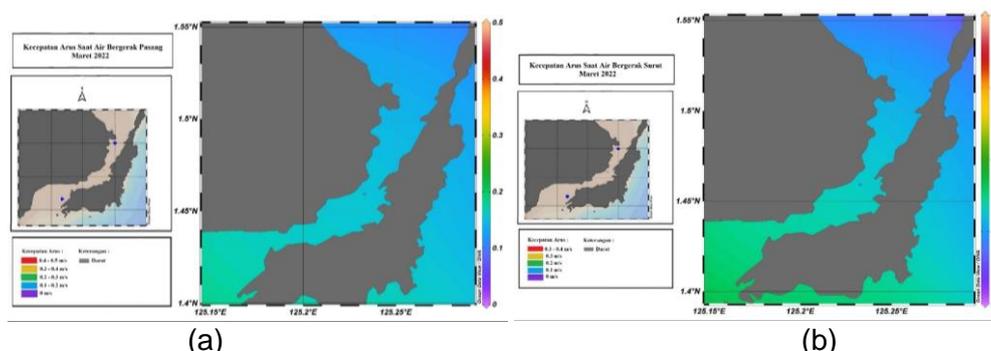
Gambar 13. Kecepatan Arus Musim Peralihan II Tahun 2021 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut

Diperoleh hasil pada tahun 2022, nilai kecepatan arus maksimum 0,7 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s. Pada Musim Barat yang diwakilkan bulan Januari (Gambar 14) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,4 m/s dan kecepatan arus minimum 0,1 m/s saat air bergerak pasang dan surut Pada Musim Peralihan I yang diwakilkan bulan Maret (Gambar 15) nilai kecepatan arus maksimum 0,5 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s saat air bergerak pasang kemudian saat air bergerak surut nilai kecepatan arus maksimum 0,4 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s . Pada Musim Timur yang

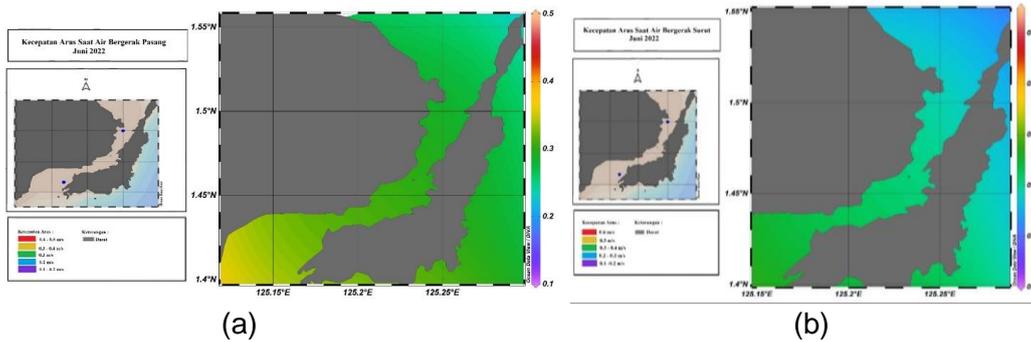
diwakilkan bulan Juni (Gambar 16) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,5 m/s dan kecepatan arus minimum 0,1 m/s saat air bergerak pasang kemudian saat air bergerak surut nilai kecepatan arus maksimum 0,6 m/s dan kecepatan arus minimum 0,1 m/s. Pada Musim Peralihan II yang diwakilkan bulan September (Gambar 17) memiliki nilai kecepatan arus maksimum 0,6 m/s dan kecepatan arus minimum 0,1 m/s saat air bergerak pasang kemudian saat air bergerak surut nilai kecepatan arus maksimum 0,7 m/s dan kecepatan arus minimum 0 m/s.



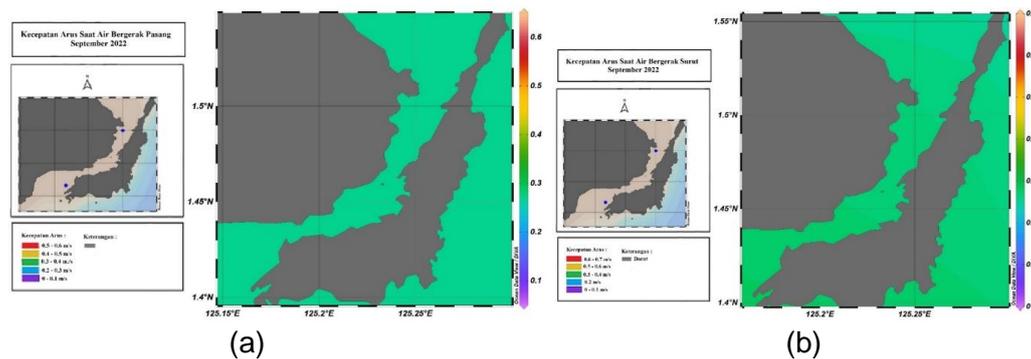
Gambar 14. Kecepatan Arus Musim Barat Tahun 2022 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut



Gambar 15. Kecepatan Arus Musim Peralihan I Tahun 2022 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut



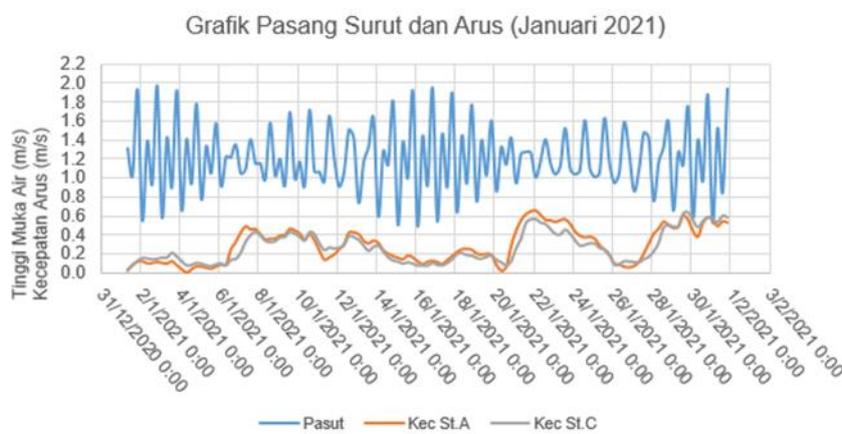
Gambar 16. Kecepatan Arus Musim Timur Tahun 2022 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut

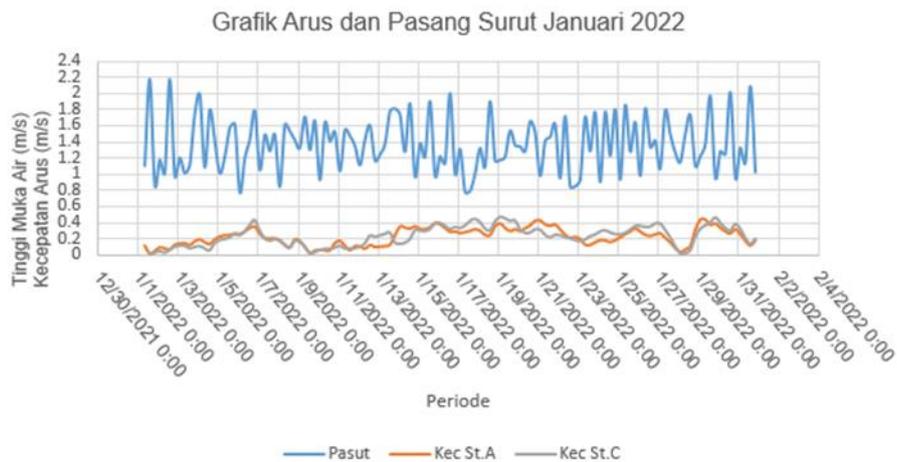


Gambar 17 Kecepatan Arus Musim Peralihan II Tahun 2022 : (a) air bergerak pasang; (b) air bergerak surut

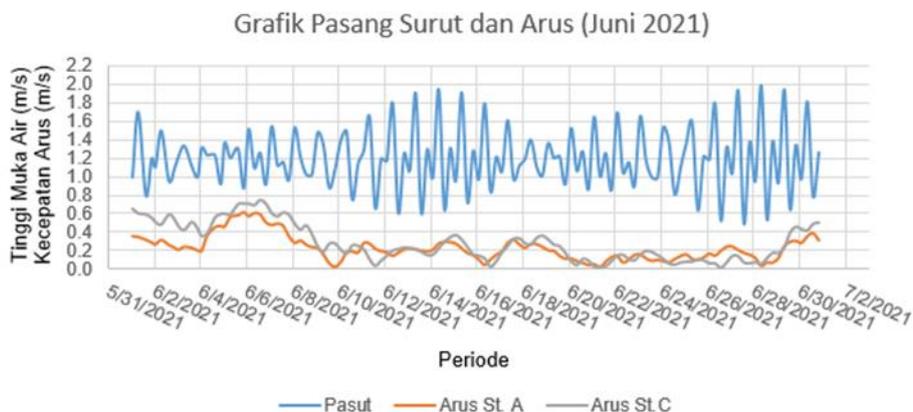
Gambar 18 dan Gambar 19 menunjukkan hasil yang lebih jelas dalam bentuk grafik hubungan antara pasang surut terhadap kecepatan arus. Umumnya didapat saat kondisi pasang menuju pasang tertinggi kecepatan arus cenderung rendah. Diperoleh nilai kecepatan arus kurang dari 0,2 m/s dengan nilai pasang surut 1,2 – 1,8 m Pada kejadian tertentu kecepatan arus meningkat saat tinggi muka

air laut dalam keadaan pasang dan juga menuju surut. Dalam penelitian Tanto, (2017) menyatakan juga bahwa nilai kecepatan arus menjadi sangat rendah saat muka air laut berada pada posisi puncaknya atau posisi paling rendah, serta dalam penelitiannya terdapat kejadian dimana saat muka air menuju pasang dan menuju surut kecepatan arus meningkat.





Gambar 18. Grafik Kecepatan Arus dan Pasang Surut Januari 2021 dan 2022



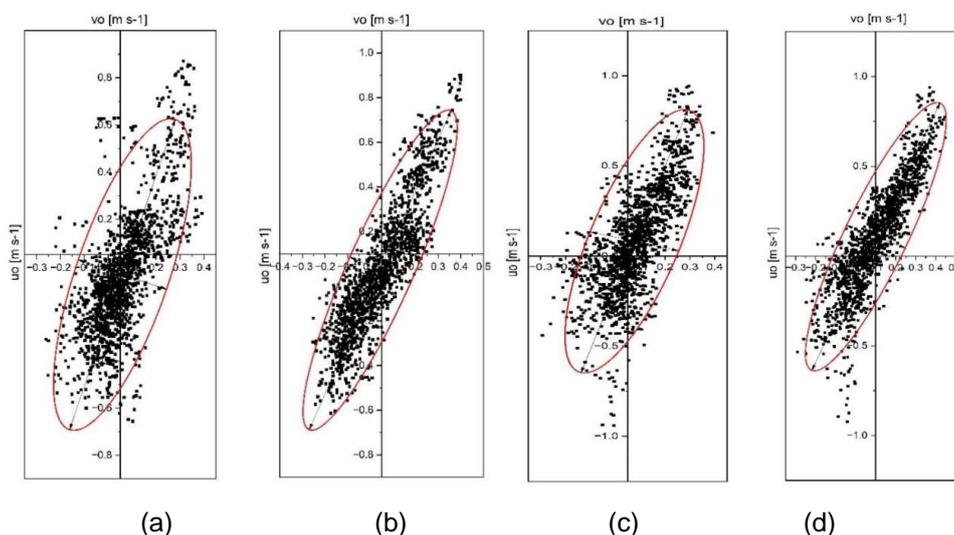
Gambar 19. Grafik Kecepatan Arus dan Pasang Surut Juni 2021 dan 2022

Menurut Bonauli dkk. (2016) menyatakan bahwa terdapat 2 kondisi persebaran dominasi arah arus yaitu jika dominasi arah arus berbentuk eliptikal maka diketahui dominasi arah arus dipengaruhi oleh pasang surut dan jika

dominasi arah arus berbentuk menyebar maka diketahui dominasi arah arus tidak dipengaruhi oleh pasang surut. Diperoleh hasil analisis arus menggunakan *Scatter Plot* untuk melihat hubungan antara variabel u dan variabel v . Pola yang terlihat

pada Gambar 20 membentuk elips, hal ini menunjukkan bahwa arus di Selat Lembeh di dominasi oleh arus pasang surut dengan lengkungan elips-nya menyatakan arah dominasi dari sebaran data yaitu ke arah barat daya dan ke timur laut. Arus pasang

surut yang teridentifikasi di perairan Selat Lembeh saat itu sesuai juga dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa arus di perairan Selat Lembeh lebih dominan dibangkitkan oleh pasang surut (Hiwari dkk., 2020).



Gambar 20. Elips Arus : (a) Stasiun A 2021; (b) Stasiun C 2021; (c) Stasiun A 2022; (d) Stasiun C 2022

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Selat Lembeh memiliki karakteristik arah arus dominan dipengaruhi oleh pasang surut. Arus permukaan di Selat Lembeh pada rentang waktu tahun 2021 s.d tahun 2022, menunjukkan arah arus yang bervariasi setiap musimnya. Tahun 2021 pada Musim Barat arah arus dominan menuju Selatan dan Timur Laut, Pada Musim Peralihan I arah arus dominan menuju ke Barat Daya, Musim Timur arah arus dominan menuju Barat Daya, serta pada Musim Peralihan II arah arus dominan menuju ke Timur dan Timur Laut. Tahun 2022 menunjukkan, pada Musim Barat arah arus dominan menuju Selatan dan Timur, pada Musim Peralihan I arah arus dominan menuju ke Barat Daya, saat Musim Timur arah arus menuju Barat Daya, dan pada Musim Peralihan II arah arus dominan menuju ke Barat Daya.

Saran

Perlu adanya penelitian pada periode waktu yang lebih terkini mengenai arus di

Selat Lembeh agar seluruh informasi tersebut dapat berguna dan dimanfaatkan oleh seluruh elemen masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angmalisang, P.A. 2002. Tidal Currents in Sagami Bay. Tesis Master Course of Ocean Science. Graduate School of Fisheries, Tokyo University of Fisheries. (48 pages).
- Bonauli, M., Helmi, M., & Pranowo, W. S. 2016. Analisis Karakteristik Arus Harmonik Akibat Pasang Surut Di Perairan Teluk Awur Kabupaten Jepara. *Jurnal Oseanografi*, 1-10
- Brown, J., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D., Wright, J. 1989. Ocean Circulation. *Pergamon Press and The Open Universit*, Hal 31 - 70.
- Hadianto, T. R. 2012. Kajian Karakteristik Arus Di Pantai Tamban Kabupaten Malang Jawa Timur. SKRIPSI, hal 4-15.
- Hiwari, H., Subiyanto. 2020. Pemodelan Arus Permukaan Laut Selat Lembeh, Sulawesi Utara Menggunakan

- Aplikasi Mike 21. *Jurnal Akuatek*, 1(2), Hal 84-93.
- Modalo, R. J. 2018. Arah dan Kecepatan Arus Perairan Sekitar Pulau Bunaken Pada Periode Umur Bulan Perbani Di Musim Pancaroba II. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1), Hal 61-68.
- Mulyana, E. 2002. Hubungan Antara Enso Dengan Variasi Curah Hujan Di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(1), Hal 1-4.
- Prarikeslan, W. 2016. *Oceanografi*. Jakarta: KENCANA.
- Rampengan, R. M. 2009. Pengaruh Pasang Surut Pada Pergerakan Arus Permukaan Di Teluk Manado. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 5(3), Hal 15-19.
- Semba, M., Limpkin, R., Kimirei, I., Shanghude, Y., Nyandwi, N. 2019. Seasonal and Spatial Variation of Surface Current in the Pemba Channel, Tanzania. *Plos One*, Hal 1-21.
- Surianti, D. 2007. Pasang Surut dan Energinya. *Oseana*, 32(1), Hal 15-22.
- Tanto, T. A., Wisha, U. J., Kusuma, G., Pranowo, W. S., Husrin, S., Ilham., Putra, A. 2017. Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), Hal 37-48.
- Wibianto, S. A. 2016. Studi Pengaruh Angin Terhadap Pembentukan Arah dan Kecepatan Arus Permukaan Di Wilayah Utara dan Selatan Jawa Timur. SKRIPSI. Hal 1-5