

KARAKTERISTIK ARUS PERMUKAAN LAUT PADA SELAT MADURA

CHARACTERISTICS OF SEA SURFACE CURRENT IN MADURA STRAIT

Innocentius Arya P. Pramudewata Dumatubun¹, Widodo Setiyo Pranowo^{3,4}, Aida Sartimbul¹, Johar Setiyadi^{2,4}, Syarifah Hikmah Julinda Sari¹, & Fahreza Okta Setyawan¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.

²Prodi S3 Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia.

³Prodi S2 Hidro-Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia.

⁴Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bandung, Indonesia.

e-mail: dewadumatubun28@gmail.com

ABSTRAK

Selat Madura merupakan perairan yang memisahkan antara Pulau Jawa dengan Pulau Madura yang memiliki ciri yaitu relatif dangkal dan perairan semi tertutup. Sehingga pola pergerakan arus di Selat Madura mendapatkan pengaruh dari sistem angin muson di Indonesia yang berbeda tiap musimnya dan pergerakan massa air dari Laut Jawa dan Laut Bali bertemu di Selat Madura. Data arus permukaan didapatkan dari Marine Copernicus yang kemudian divisualisasikan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan dan arah arus permukaan laut di Selat Madura beragam tiap musimnya. Ketika Musim Barat, pergerakan massa air mayoritas datanganya dari Laut Jawa dengan kecepatan kemudian berbelok masuk ke Selat Madura begitu sebaliknya yang terjadi saat Musim Timur. Rata-rata kecepatan arus berdasarkan area kajian dimana pada Utara Selat Madura (III) memiliki kecepatan sebesar 0,06-0,41 m/s. Area kajian tepat pada Selat Madura (I dan II) memiliki rata-rata kecepatan yang terbilang rendah dengan nilai berkisar 0,03-0,15 m/s. Hal tersebut dikarenakan perairan Selat Madura merupakan perairan semi-tertutup sehingga angin yang bertiup di atas permukaan laut tidak konstan.

Kata kunci: Selat Madura, Arus Permukaan Laut, Arah dan Kecepatan Arus, & Angin Musim.

ABSTRACT

The Madura Strait is a body of water that separates Java Island from Madura Island, characterized by its relatively shallow and semi-enclosed nature. As a result, the pattern of currents in the Madura Strait is influenced by Indonesia's monsoonal wind system, which varies with each season, and the movement of water masses from the Java Sea and Bali Sea converges in the Madura Strait. Surface current data were obtained from Marine Copernicus and visualized and analyzed using the Ocean Data View (ODV) software. The research results show that the speed and direction of surface currents in the Madura Strait vary seasonally. During the West Monsoon season, the majority of the water mass movement comes from the Java Sea with subsequent speeds, then turns into the Madura Strait, and the opposite occurs during the East Monsoon season. The average current speeds based on the study areas

show that in the northern part of the Madura Strait (Area III), speeds range from 0.06 to 0.41 m/s. The study areas within the Madura Strait itself (Areas I and II) have relatively low average speeds ranging from 0.03 to 0.15 m/s. This is because the waters of the Madura Strait are semi-enclosed, resulting in non-constant winds blowing over the sea surface.

Keywords: Madura Strait, Sea Surface Current, Direction and Speed of Current and Seasonal Wind.

PENDAHULUAN

Selat Madura merupakan perairan yang memisahkan antara Pulau Jawa dengan Pulau Madura yang memiliki ciri yaitu relatif dangkal dan perairan semi tertutup. Meskipun demikian, Selat Madura memiliki potensi yang cukup tinggi dalam sektor perikanan, hal tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai mata pencaharian sebagai nelayan tangkap (Hidayah *et al.*, 2020). Selain potensinya terhadap sektor perikanan, Selat Madura juga menjadi lokasi yang strategis bagi masyarakat sekitar dalam menjalankan aktivitas ekonomi baik di pesisir maupun di perairan. Kegiatan tersebut meliputi transportasi laut, industri, tambak dan muara sungai (Trinugroho *et al.*, 2019).

Secara geografis Selat Madura diapit oleh Laut Jawa dan Laut Bali sehingga karakteristik massa air yang masuk ke Selat Madura sangat bervariasi berdasarkan nilai dan karakteristiknya. Produktivitas primer perairan Selat Madura dipengaruhi oleh pola pergerakan arus dari Laut Jawa dan Laut Bali, sehingga pertemuan dua massa air terjadi di perairan Selat Madura (Trijayanto & Sukojo, 2015). Pertemuan dua massa air menyebabkan peningkatan nutrisi di perairan Selat Madura yang kaitannya dengan kesuburan perairan dan sebagai indikator tempat berkumpulnya ikan atau biota lainnya (Taufiqurrahman & Ismail, 2020).

Arus merupakan pergerakan massa air secara horizontal yang disebabkan adanya interaksi atmosfer dengan permukaan laut. Interaksi atmosfer antara lain angin yang berhembus di atas permukaan laut, gaya tarik

benda-benda langit dan gelombang. Arus merupakan salah satu parameter hidro-oseanografi yang penting untuk dikaji karena dapat menentukan alur pelayaran dan daerah penangkapan ikan (Hendra *et al.*, 2022). Di wilayah Indonesia terdapat 2 jenis musim angin yang berdampak tinggi terhadap pergerakan massa air yaitu angin Musim Barat dan angin Musim Timur. Arus yang ditimbulkan oleh hembusan angin akan bergerak mengikuti arah angin bertiup sesuai dengan musimnya yang menyebabkan pergerakan massa air dari satu tempat ke tempat lainnya.

Penelitian terdahulu yang telah mengkaji parameter oseanografi di Selat Madura dalam beberapa tahun ke belakang. Penelitian pertama yaitu studi mengenai parameter oseanografi (arus, gelombang dan pasang surut) di Selat Madura dengan cakupan wilayah yaitu Kabupaten Bangkalan atau disekitar Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) (Siswanto & Nugraha, 2014). Penelitian yang kedua mengenai kandungan klorofil-a di Selat Madura tepatnya di APBS yang dilakukan oleh (Semedi & Safitri, 2015) fokus penelitian tersebut adalah mengestimasi kandungan klorofil-a di perairan menggunakan citra satelit. Penelitian yang ketiga yaitu mengenai karakteristik oseanografi di perairan Probolinggo sebagai daerah penangkapan ikan. Penelitian tersebut menggunakan domain wilayah sekitar perairan Probolinggo dan mengkaji parameter oseanografi terhadap daerah penangkapan ikan tembang (Wulandari *et al.*, 2018). Rata-rata dalam penelitian terdahulu belum membahas arus Selat Madura secara menyeluruh.



Gambar Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian; (I) Dalam Selat Madura; (II) Timur Selat Madura; (III) Utara Selat Madura.

Figure 1. Map of research locations; (I) In the Madura Strait; (II) East of the Madura Strait; (III) North of the Madura Strait.

Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik arus permukaan laut di Selat Madura secara keseluruhan berdasarkan musimannya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian ini di Selat Madura dengan batas koordinat $6.53-7.94^{\circ}\text{LS}$ dan $112.35-114.67^{\circ}\text{BT}$ (Gambar 1). Analisis spasial dibagi berdasarkan wilayah antara lain Selat Madura bagian dalam (I), Selat Madura bagian Timur (II) dan Utara Pulau Madura (III).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data reanalysis arus permukaan (0.49 m) yang diperoleh dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (<http://marine.copernicus.eu>), dengan format file NetCDF (.nc) dengan resolusi $1/12^{\circ}$ (kurang lebih 9 km). Data arus yang diunduh meliputi komponen zonal dan meridional dengan rentang waktu pengamatan dari Desember 2019 hingga November 2020.

Analisis Data

Pola arus dianalisis dengan melihat arah dan kecepatan arus dengan bantuan

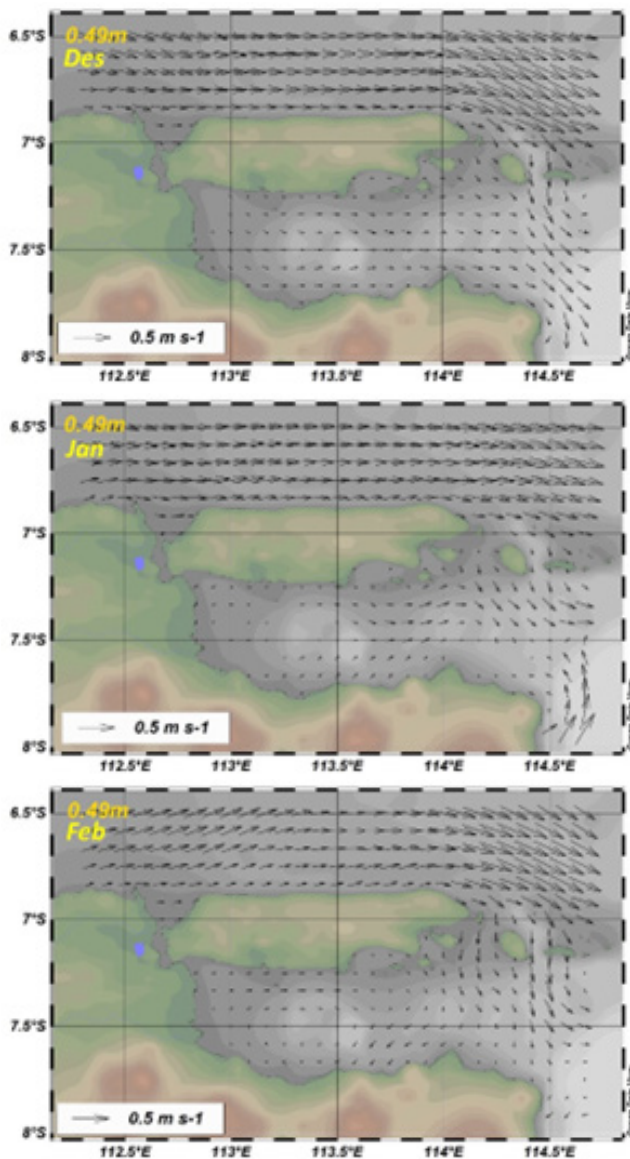
perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) yang outputnya berupa vektor U dan V dan kecepatan arus. Kemudian, nilai kecepatan arus dirata-ratakan menggunakan Ms. Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Arus Selat Madura Pada Musim Barat

Musim Barat memiliki pola angin yang berhembus dari Barat Laut menuju Tenggara, angin Musim Barat terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari (DJF). Angin Musim Barat terjadi karena adanya perbedaan tekanan di Benua Asia dan Australia, dimana tekanan tinggi pada Benua Asia sedangkan tekanan rendah pada Benua Australia sehingga perpindahan angin dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah (Siregar *et al.*, 2017). Mustikasari *et al.*, (2015), berpendapat bahwa pada umumnya arus dapat dibangkitkan oleh angin dan pasang surut. Namun untuk perairan Indonesia mayoritas arus dibangkitkan oleh angin musiman yang bertiup sepanjang tahun. Hal tersebut selaras dengan hasil identifikasi pergerakan arus di Selat Madura yang tersaji pada Gambar 2.

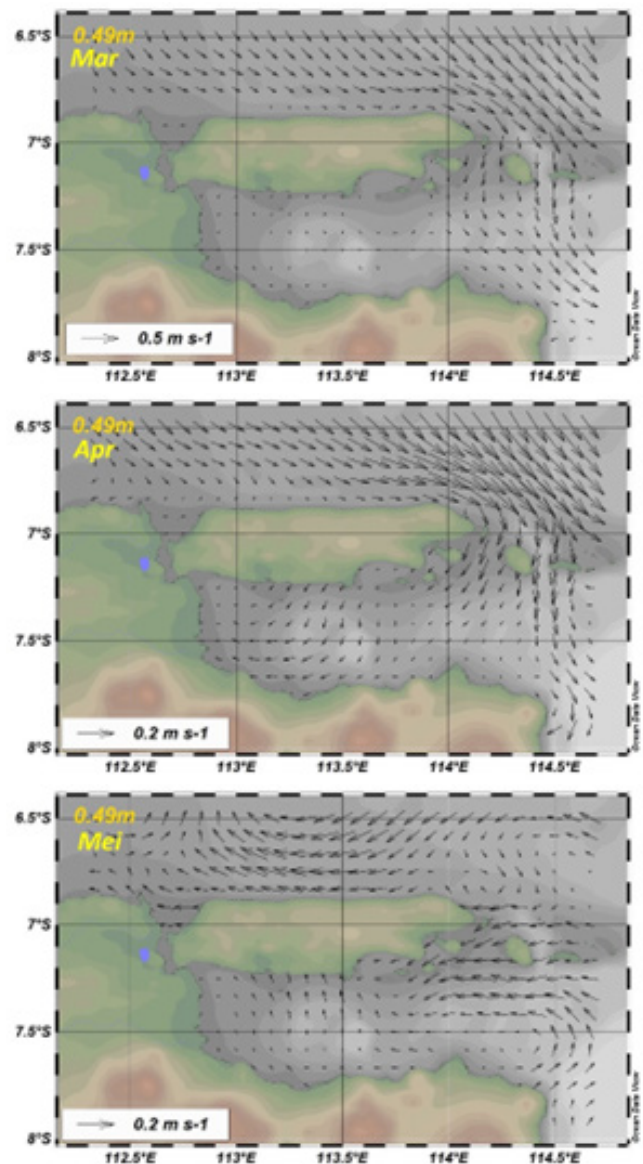
Pergerakan arus di Selat Madura pada Musim Barat terlihat arah arus bergerak dari Barat menuju Tenggara, pada bulan Desember kecepatan arus Selat Madura bagian dalam memiliki rata-rata $0.08 \pm 0.03\text{ m/s}$ lalu daerah Utara Pulau Madura dengan rata-rata kecepatan $0.43 \pm 0.1\text{ m/s}$. Perbedaan kecepatan tersebut disebabkan Selat Madura merupakan perairan semi tertutup sehingga angin yang berhembus diatas permukaan laut memiliki kecepatan yang relatif rendah pada Musim Barat (Hidayah *et al.*, 2020). Bulan Januari tidak jauh berbeda dengan sebelumnya, dimana rata-rata kecepatan arus di Selat Madura bagian dalam sebesar $0.06 \pm 0.04\text{ m/s}$ dan di bagian utara Pulau Madura memiliki kecepatan $0.41 \pm 0.09\text{ m/s}$. Pada bagian Timur Pulau Jawa terdapat perubahan arah arus yang datang dari Selat Bali menuju Utara lalu berbelok menuju



Gambar 2. Pola Arus Musim Barat Tahun 2020.
Figure 2. West Monsoon Flow Pattern in 2020.

Timur. Arus yang datang dari Laut Jawa akan berbelok arah tepat pada Pulau Poteran dengan rata-rata kecepatan 0.11 ± 0.06 m/s. Bulan Februari memiliki perbedaan yang sangat signifikan dari bulan-bulan sebelumnya, dimana arus yang berasal dari Laut Jawa (Utara Pulau Madura) bergerak masuk ke Selat Madura melalui Pulau Poteran dan Pulau Gajam dengan rata-rata kecepatan sebesar 0.15 ± 0.07 m/s. Arus yang masuk ke Selat Madura mengalami pembelokkan akibat pertemuan dengan daratan Pulau Jawa sehingga terjadi pusaran arus pada bagian Tengah Selat Madura yang memiliki rata-rata

kecepatan 0.06 ± 0.03 m/s. Selain itu, adanya faktor bentuk topografi Selat Madura bagian tengah yang berupa cekungan, sehingga mengalami turbulensi arus yang kemudian membentuk pusaran arus (Taufiqurrahman & Ismail, 2020). Dampak yang ditimbulkan oleh pola arus Musim Barat menyebabkan massa air di Selat Madura didominasi oleh massa air yang berasal dari Laut Jawa karena adanya dorongan massa air menuju Timur (Najid et al., 2012).



Gambar 3. Pola Arus Musim Peralihan I Tahun 2020.
Figure 3. Flow Pattern for Transition Season I in 2020.

Pola Arus Selat Madura Pada Musim Peralihan I

Musim peralihan I dapat diartikan sebagai perubahan musim dari Musim Barat menuju Musim Timur yang terjadi pada bulan Maret, April dan Mei (MAM). Musim peralihan I berdampak pada pergerakan arus di permukaan laut yang dapat dilihat pada (Gambar 3).

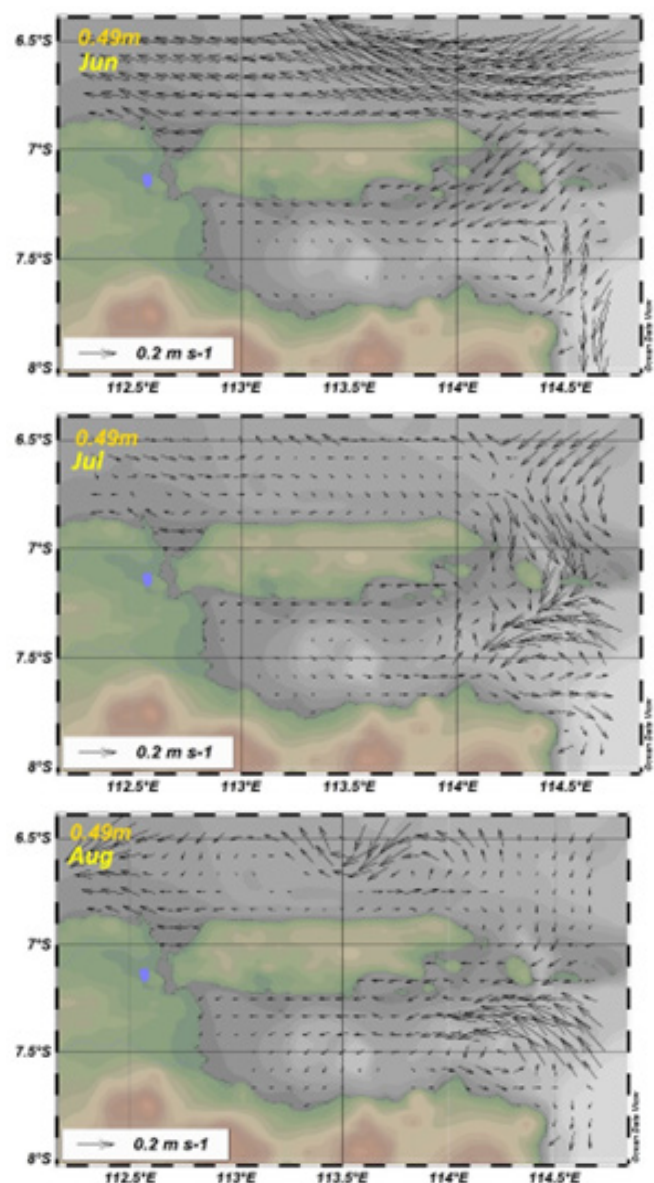
Pola arus pada bulan Maret terlihat datangnya arus berasal dari Laut Jawa dengan rata-rata kecepatan sebesar $0,21 \pm 0,11$ m/s, kemudian terjadi pembelokkan arus menuju Selat Madura melalui Pulau Poteran dan Pulau Gajam dengan rata-rata kecepatan $0,15 \pm 0,07$ m/s. Seiring berjalannya arus yang memasuki Selat Madura akan menurun kecepatannya hingga memiliki rata-rata sebesar $0,03 \pm 0,02$ m/s. Bulan April terlihat kecepatan arus tinggi pada bagian Timur Pulau Madura dengan rata-rata kecepatan $0,13 \pm 0,08$ m/s lalu akan berbelok masuk ke Selat Madura lalu mengarah ke bagian Barat, kecepatan arus di Selat Madura bagian dalam akan menurun hingga memiliki rata-rata kecepatan sebesar $0,03 \pm 0,01$ m/s. Kemudian, pada bulan Mei merupakan puncak dari musim peralihan I dimana terjadinya perubahan arah arus ke arah yang tidak tentu, yang mana pada bagian Utara Pulau Madura arus bergerak dari Timur menuju Barat dengan rata-rata kecepatan $0,08 \pm 0,04$ m/s. Pada bagian Timur celah pintu Selat Madura arah arus berasal dari Selat Bali dan Laut Bali yang masuk menuju Selat Madura dengan rata-rata kecepatan $0,09 \pm 0,03$ m/s. Musim peralihan memiliki ciri dimana arahnya arus yang tidak beraturan dengan kecepatan yang rendah karena adanya perpindahan gerak semu matahari yang menyebabkan perubahan arah angin (Siregar *et al.*, 2017)

Pola Arus Selat Madura Pada Musim Timur

Musim Timur merupakan angin yang bergerak dari Timur menuju Barat. Hal tersebut dikarenakan titik kulminasi matahari berada di belahan bumi utara (BBU) yang

menyebabkan tekanan udara di BBU rendah, sehingga angin bergerak dari tekanan tinggi (Timur) menuju tekanan rendah (Barat) (Habibie & Nuraini, 2014). Pola arus Musim Timur pada Selat Madura tersaji pada Gambar 4.

Pola pergerakan arus di Selat Madura pada Musim Timur mendapatkan pasokan lebih banyak dari Laut Bali. Berdasarkan plot arah dan kecepatan arus pada bulan Juni arah arus pada bagian Utara Pulau Madura berbalik arah menuju Barat. Pergerakan arus yang berasal dari Laut Bali akan terbagi



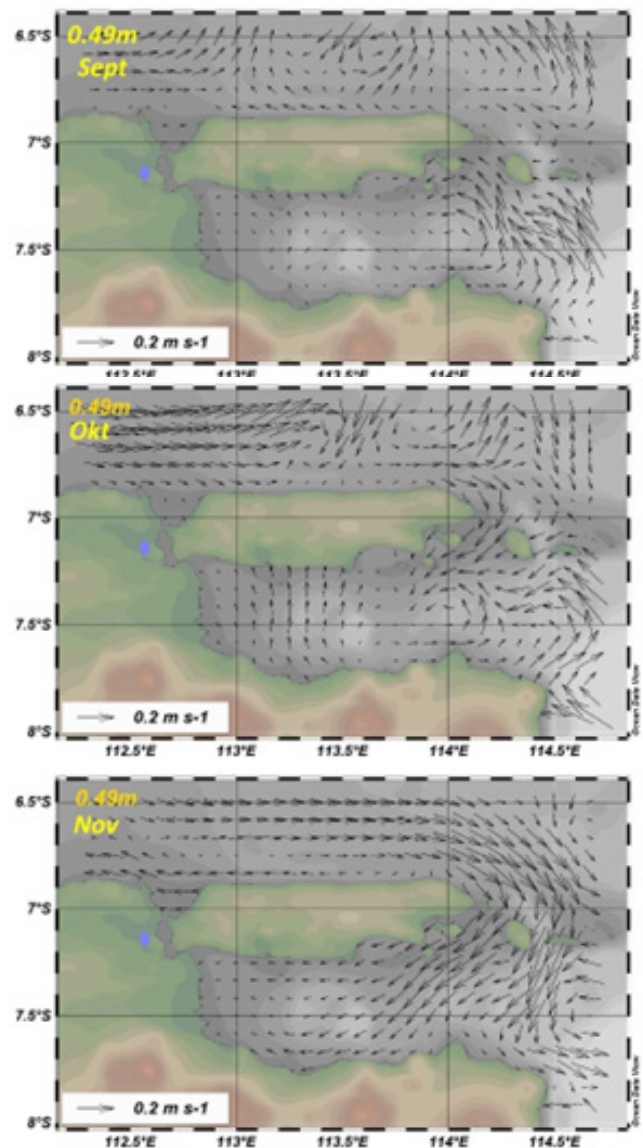
Gambar 4. Pola Arus Musim Timur Tahun 2020.
Figure 4. East Monsoon Flow Pattern in 2020.

menjadi dua arah menuju Selat Madura dan menuju Laut Jawa. Arus yang masuk menuju Selat Madura melalui Pulau Gajam dan Poteran dengan kecepatan $0,10 \pm 0,04$ m/s. Sedangkan kecepatan arus yang menuju Laut Jawa memiliki rata-rata kecepatan sebesar $0,26 \pm 0,13$ m/s. Pergerakan massa air yang masuk ke Selat Madura akan menurun kecepatannya hingga mencapai rata-rata kecepatan sebesar $0,03 \pm 0,02$ m/s. Pada bulan Juli, arus di Utara Pulau Madura memiliki rata-rata kecepatan yang terbilang rendah dibandingkan musim-musim sebelumnya yang mana sebesar $0,06 \pm 0,04$ m/s dengan arah menuju Barat. Kecepatan arus tertinggi pada bulan Juli berada pada bagian Timur dimana rata-rata kecepatannya sebesar $0,14 \pm 0,1$ m/s. pergerakan arus yang berasal dari Timur akan masuk menuju Selat Madura yang akan menurun kecepatannya hingga mencapai $0,04 \pm 0,02$ m/s. massa air laut Musim Timur di Selat Madura menyebabkan adanya pasokan massa air yang berasal dari Laut Bali dan Selat Bali. Angin yang membangkitkan arus di Selat Madura didominasi oleh angin muson Timur dilihat dari aspek geografis Selat Madura yang memiliki celah besar di bagian Timur sehingga angin berhembus konstan (Abdulrohiim *et al.*, 2022).

Pola Arus Selat Madura Pada Musim Peralihan II

Musim peralihan II merupakan musim transisi dari Musim Timur menuju Musim Barat tepat pada Bulan September, Oktober dan November (SON). Menurut (Miranda *et al.*, 2021), persebaran arus permukaan laut yang terjadi pada musim peralihan II bergerak dengan arah yang tidak beraturan dimana terbagi menjadi dua arah, ada yang bergerak menuju Benua Asia (Barat) dan Benua Australia (Timur).

Pergerakan arus permukaan laut pada bulan September dan Oktober terlihat arahnya tidak beraturan pada bagian Utara Pulau Madura, terdapat pergerakan arus yang



Gambar 5. Pola Arus Musim Peralihan II Tahun 2020.

Figure 5. Flow Pattern for Transition Season II in 2020.

berasal dari Barat menuju Utara serta berasal dari Timur menuju Barat. Massa air yang masuk ke perairan Selat Madura didominasi oleh massa air yang berasal dari Selat Bali dimana dapat dilihat pada bulan September kecepatan arus relatif tinggi pada pintu celah Selat Madura bagian Timur. Kemudian, pada bulan Oktober sedikit berbeda dari bulan sebelumnya dimana pada bagian pintu celah Selat Madura terdapat kecepatan arus yang relatif tinggi yang berasal dari Laut Jawa dan Selat Bali.

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas air di Pusat Restorasi dan Pembelajaran Mangrove Kabupaten Simeulue

Table 3. Results of water quality measurements at the Simeulue Regency Mangrove Restoration and Learning Center

Bulan	I		II		III	
	Rata-rata Kecepatan (m/s)	Arah (°)	Rata-rata Kecepatan (m/s)	Arah (°)	Rata-rata Kecepatan (m/s)	Arah (°)
Des	0,08±0,03	94,00	0,15±0,06	99,28	0,43±0,1	93,04
Jan	0,06±0,04	94,00	0,11±0,06	99,28	0,41±0,09	93,04
Feb	0,06±0,03	94,00	0,15±0,07	99,28	0,31±0,10	93,04
Mar	0,03±0,02	315	0,15±0,07	91,59	0,21±0,11	135
Apr	0,03±0,01	315	0,09±0,05	91,59	0,13±0,08	135
Mei	0,03±0,02	315	0,09±0,03	91,59	0,08±0,04	135
Jun	0,03±0,02	206,56	0,10±0,04	227,93	0,26±0,13	283,43
Jul	0,04±0,02	206,56	0,14±0,10	227,93	0,06±0,04	283,43
Aug	0,05±0,04	206,56	0,15±0,11	227,93	0,07±0,07	283,43
Sept	0,03±0,02	296,56	0,10±0,07	265,54	0,08±0,05	78,69
Okt	0,05±0,03	296,56	0,10±0,03	265,54	0,13±0,08	78,69
Nov	0,06±0,04	296,56	0,16±0,05	265,54	0,11±0,06	78,69

Des, Jan, Feb: Musim Barat; Mar, Apr, Mei: Musim Peralihan I; Jun, Jul, Aug: Musim Timur; Sep, Okt, Nov: Musim Peralihan II

Pola pergerakan arus mengikuti pola angin musiman di Indonesia. Sehingga dampak yang diberikan di Selat Madura yaitu adanya percampuran massa air dari Laut Jawa dan Laut Bali yang masuk melalui pintu di bagian Timur Selat Madura. Arah dan kecepatan arus di Selat Madura secara detil dapat dilihat pada Tabel 1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pola arus permukaan di Selat Madura memiliki ciri yang berbeda setiap musimnya dan arahnya mengikuti arah angin musiman. Pada Musim Barat arus bergerak dari Barat menuju Timur, kemudian massa air yang berasal dari Laut Jawa cukup sedikit yang memasuki Selat Madura dengan kecepatan yang relatif rendah. Pada Musim Timur arus bergerak dari arah Timur menuju Barat dengan kecepatan tinggi pada bagian Timur Laut Pulau Madura. Massa air yang masuk menuju Selat Madura yaitu berasal dari dua daerah antara lain Laut Bali dan Selat Bali dengan kecepatan arus yang tinggi lalu akan menurun seiring masuknya ke Selat Madura. Pada Musim Peralihan I dan II memiliki arah yang tidak menentu, pada bulan Maret dan

April terlihat arus bergerak dari Laut Jawa menuju Barat lalu akan masuk menuju Selat Madura, berbeda dengan bulan Mei dimana pola pergerakan arus tidak menentu yang terdapat pasokan massa air dari Selat Bali menuju Selat Madura. Pada bulan September dan Oktober pola pergerakan arus yang tidak menentu namun pasokan massa air ke Selat Madura dominan berasal dari Laut Bali dan Selat Bali sedangkan bulan November pergerakan arus dari Barat (Laut Jawa) menuju Timur (Laut Bali) lalu tepat pada Pulau Sumenep akan membelok ke arah Selat Madura.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Artikel ini adalah bagian dari skripsi penulis pertama yang dibimbing teknis dan penulisan oleh penulis kedua, ketiga, dan keempat. Penguji skripsi adalah penulis kelima dan keenam yang memberikan masukan konstruktif. Data arus diperoleh dari CMEMS *Marine Copernicus Archive*. Ocean Data View (<https://odw.awi.de>) digunakan untuk visualisasi dan analisis. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium

Hidro-Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) di Kelapa Gading Barat Jakarta Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrohiim, M. S., Widagdo, S., & Prasita, V. D. (2022). Distribusi Salinitas dan Temperatur Permukaan Berdasarkan Angin dan Arus di Selat Madura. *J-Tropimar*, 4(1), 1-15.
- Habibie, M. N., & Nuraini, T. A. (2014). Karakteristik Dan Tren Perubahan Suhu Permukaan Laut Di Indonesia Periode 1982-2009. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(1). <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i1.171>
- Hendra, H., Pranowo, W. S., Aji, T., Mukhlis, M., & Agustinus, A. (2022). Karakteristik Arus Musiman di Selat Sunda: Characteristics of Seasonal Currents in The Sunda Strait. *Jurnal Chart Datum*, 8(2), 117–124. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v8i2.146>
- Hidayah, Z., Nuzula, N. I., & Wiyanto, D. B. (2020). Analisa Keberlanjutan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan di Perairan Selat Madura Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), 101–111.
- Miranda, N. A., Prasita, V. D., & Afgatianti, P. M. (2021). Kemampuan Landsat-8 Untuk Mendeteksi Sebaran Total Suspended Solid Dengan Kondisi Arah Gerak Arus Di Selat Madura. *Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh*, 7(14), 55-50.
- Mustikasari, E., Dewi, L. C., Heriati, A., & Pranowo, W. S. (2015). Pemodelan Pola Arus Barotropik Musiman 3 Dimensi (3D) Untuk Mensimulasikan Fenomena Upwelling di Perairan Indonesia. *Jurnal Segara*, 11(1), 25-35. <https://doi.org/10.15578/segara.v11i1.9081>
- Najid, A., Pariwono, J. I., Bengen, D. G., & Nurhakim, S. (2012). Pola Musiman dan Antar Tahunan Salinitas Permukaan Laut Di Perairan Utara Jawa-Madura. *Maspari Journal*, 4(2), 168-177. DOI: <https://doi.org/10.56064/maspari.v4i2.1383>
- Semedi, B., & Safitri, N. M. (2015). Estimasi Distribusi Klorofil-A di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur. *Research Journal of Life Science*, 2(1), 40–49. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2015.002.01.6>
- Siregar, S. N., Sari, L. P., Purba, N. P., Pranowo, W. S., & Syamsuddin, M. L. (2017). Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *DEPIK*, 6(1), 44–59.
- Siswanto, A. D., & Nugraha, W. A. (2014). Studi Parameter Oseanografi Di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 7(1), 45-49. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v7i1.796>
- Taufiqurrahman, E., & Azis Ismail, M. F. (2020). Peran Eddy dalam Distribusi Klorofil a di Selat Madura. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(2), 93. <https://doi.org/10.14203/oldi.2020.v5i2.308>
- Trijayanto, D. P., & Sukojo, B. M. (2015). Analisa Nilai Klorofil Dengan Menggunakan Data Modis, Viirs, Dan In Situ (Studi Kasus: Selat Madura). *Geoid*, 11(1), 34. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v11i1.1093>
- Trinugroho, T., Alfi Satriadi, & Muslim Muslim. (2019). Sebaran Thermal Front Musiman di Wilayah Perairan Selat Madura Menggunakan Single Image Edge Detection. *Journal of Marine Research*, 8, 416–423.

Wulandari, U., Wirawan, I., & Agustini, M. (2018). Oceanographic Characteristics In Probolinggo As The Potential Fishing Ground Of *Sardinella fimbriata*. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(2), 37–44. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v9i2.224>

