
**PEMETAAN POLA PERGERAKAN ARUS PERMUKAAN LAUT PADA MUSIM
PERALIHAN TIMUR - BARAT DI PERAIRAN MADURA, JAWA TIMUR**
*MAPPING OF SEA SURFACE CURRENT PATTERN AT TRANSITION SEASON
IN MADURA WATERS, EAST JAVA*

Luhur Moekti Prayogo

Magister Teknik Geomatika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

Corresponden author e-mail: luhur.moekti.prayogo@mail.ugm.ac.id

Submitted: 02 March 2021 / Revised: 12 June 2021 / Accepted: 22 June 2021

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v2i2.10103>

ABSTRAK

Salah satu parameter hidro-oseanografi yang mempengaruhi kondisi perairan laut adalah arus. Arus merupakan pergerakan massa air yang dipengaruhi oleh angin, masa jenis air dan perbedaan tekanan yang mengakibatkan pengangkutan material-material air dari permukaan maupun kolom air. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi pola pergerakan arus permukaan laut pada musim peralihan timur-barat di perairan Madura, Jawa Timur. Data multitemporal dari NOAA tahun 2005 hingga 2009 digunakan untuk mengetahui karakteristik serta pola perubahan arus yang terjadi setiap tahun pada musim penghujan dan kemarau serta hasilnya disajikan dalam bentuk peta. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan arus permukaan laut di Perairan Madura, Jawa Timur pada setiap tahun memiliki kondisi yang berbeda-beda. Kecepatan arus permukaan tertinggi yaitu pada musim penghujan pada tahun 2006 bulan November dengan kisaran 0,05180 – 0,84830 m/det. Kemudian kecepatan arus permukaan terendah yang dipengaruhi oleh angin juga terjadi pada musim penghujan tepatnya pada tahun 2008 bulan November dengan kisaran kecepatan 0,00726 – 0,30209 m/det. Sehingga dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa data yang mewakili kedua musim tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perlu adanya elaborasi lebih mendalam mengenai pemilihan bulan untuk mewakili kedua musim dan data dengan multitemporal yang lebih banyak dan rapat (skala besar), sehingga hasil perhitungan akan lebih akurat.

Kata kunci: Hidro-oseanografi, Pemetaan Arus, NOAA, Multitemporal, Musim Peralihan, Madura

ABSTRACT

One of the hydro-oceanographic parameters that affect the condition of marine waters is the current. Current is the movement of water masses influenced by wind, water density and pressure differences that result in the transport of water materials from the surface and the water column. This study aims to study the pattern of movement of sea surface currents during the east-west transition season in the waters of Madura, East Java. Multitemporal data from NOAA from 2005 to 2009 is used to determine the characteristics and patterns of changes in currents every year in the rainy and dry seasons. The results are presented in the form of maps. The calculations that have been carried out show that sea surface currents in the waters of Madura, East Java, have different conditions every year. For example, the highest surface current velocity is in the rainy season in 2006 in November, with a range of 0.05180 – 0.84830 m/s. Then the lowest surface current speed, which is influenced by wind, also occurs in the rainy season, precisely in November 2008, with a speed range of 0.00726 – 0.30209 m/s. So from this experiment, it can be concluded that the data representing the two seasons does not show a significant difference. However, there is a need for more in-depth elaboration on the selection of months to represent the two seasons and data with more multitemporal and dense (large scale). Then, the calculation results will be more accurate.

Keyword: Hydro-oceanography, Current Mapping, NOAA, Multitemporal, Transition Season, Madura

PENDAHULUAN

Pulau Madura merupakan salah satu pulau di provinsi Jawa Timur yang memiliki empat Kabupaten diantaranya Sumenep, Pamekasan, Sampang dan Bangkalan. Letak geografis pulau ini diantara $112^{\circ} 40' 32''$ sampai $114^{\circ} 37' 17''$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 52' 42''$ sampai $7^{\circ} 17' 2''$ Lintang Selatan dimana akses ke pulau Madura dapat menggunakan transportasi darat, laut maupun udara (Haryani & Khomarudin, 2010). Parameter hidro-oseanografi sangat berperan dalam berbagai kepentingan termasuk didalamnya transportasi. Tarhadi *et al.*, (2014) menyatakan bahwa arus merupakan pergerakan masa air yang diakibatkan oleh angin, panjang gelombang, masa jenis air, *upwelling* dan *downwelling* serta perbedaan tekanan. Arus laut merupakan salah satu faktor oseanografi yang menarik untuk dikaji karena menghasilkan salah satu informasi hidrografi (Sudarto *et al.*, 2013; Yogaswara *et al.*, 2016). Efek yang diakibatkan dari pergerakan arus meliputi pembawa material-material air dari permukaan maupun kolom air (Tarhadi *et al.*, 2014).

Studi mengenai karakteristik perairan laut khususnya arus pernah dilakukan oleh Mustikasari *et al.*, (2015) di perairan Indonesia. Dari penelitian tersebut menghasilkan tingkat kesalahan atau galat sebesar $5,8542 \times 10^{-2} \text{ m} - 1,1735 \times 10^{-1} \text{ m}$ pada dua stasiun *buoy* DART yang menggambarkan fenomena *Upwelling* yang terjadi di Indonesia bagian Timur. *Upwelling* terjadi pada musim barat dan mulai berkurang pada musim peralihan I. Selanjutnya pada musim peralihan II meluas sampai pulau Simaeuleu dan berkurang saat musim Timur. Penelitian Irawan *et al.*, (2018) mengenai arus, pasang surut dan gelombang di Tanjung Bemban kota Batam menghasilkan kecepatan arus di Tanjung Bemban kota Batam berkisar $0,26 \text{ m/s} - 0,02 \text{ m/s}$ dengan interval pengamatan 30 detik. Metode yang digunakan merupakan metode Lagrangian yang mengukur jarak dan perpindahan dari benda apung di laut dimana hasil pengukuran disajikan dalam bentuk peta.

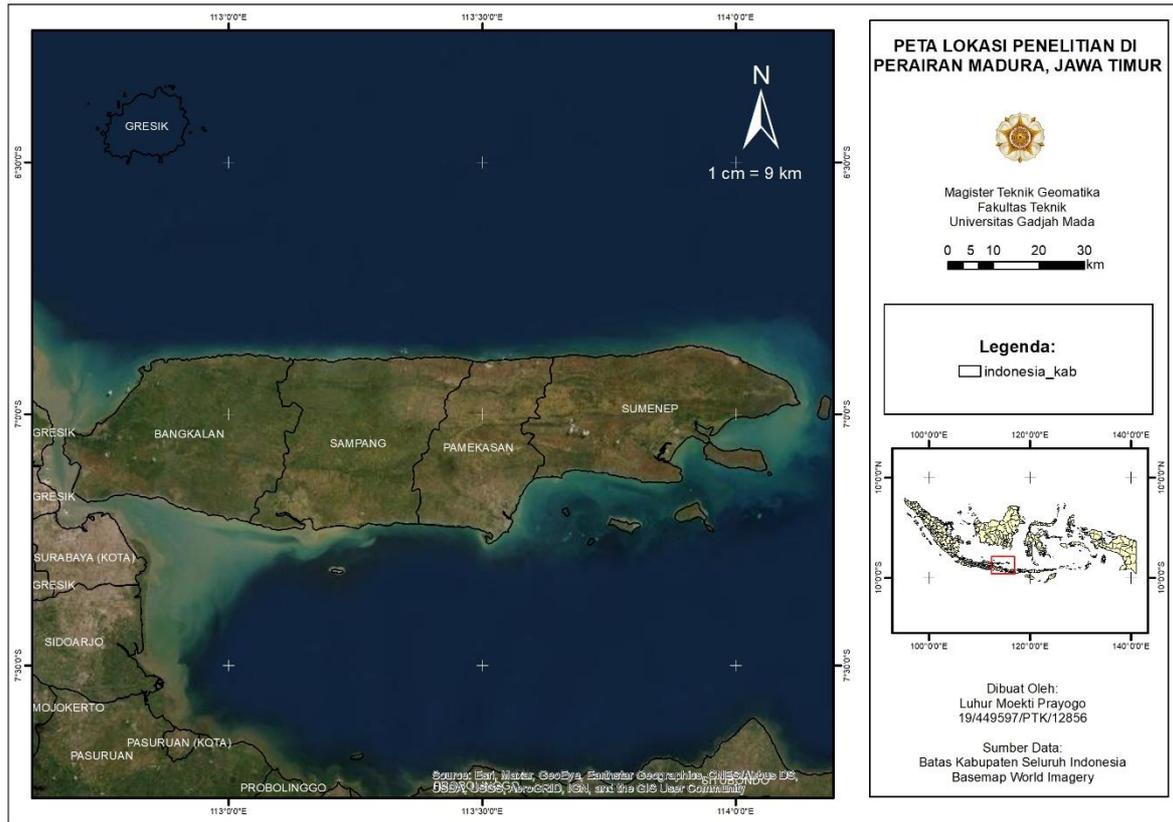
Leksono *et al.*, (2013) melakukan penelitian di Perairan Pantai Cirebon untuk mengetahui kondisi arus yang dipengaruhi musim barat dan bentuk pantai. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus berkisar $0,04 - 0,35 \text{ m/det}$ dengan rata-rata $0,19 \text{ m/det}$. Arus hasil pemodelan berkisar $0,34 \text{ m/det}$ dimana arah arus hasil pengukuran lapangan sama dengan hasil pemodelan. Arus menuju tenggara didominasi arus pasang menuju surut, sedangkan arus surut menuju pasang mendominasi ke arah barat laut. Yogaswara *et al.*, (2016) juga melakukan studi arus laut permukaan di pulau Tidung pada tahun 2015 menggunakan metode Lagrangian. Data hasil survei lapangan digunakan untuk memverifikasi hasil model yang diperoleh. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus di pulau Tidung berkisar $0,0341 - 0,277 \text{ m/det}$ dengan arah yang dominan ke tenggara dan barat laut. Tarhadi *et al.*, (2014) melakukan studi di perairan Kaliwungu Kendal dengan perekaman data arus menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus dalam berbagai kedalaman sebesar $0,057 \text{ m/dt}$ (0-2 meter), $0,070 \text{ m/dt}$ (3-8 meter) dan $0,057 \text{ m/dt}$ (8-10 meter) dengan kecepatan arus rata-rata pada musim peralihan I sebesar $0,089 \text{ m/dt}$.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi pola pergerakan arus permukaan laut pada musim peralihan timur-barat di perairan Madura, Jawa Timur. Data multitemporal digunakan untuk mengetahui karakteristik serta pola perubahan arus yang terjadi setiap tahun pada musim penghujan dan kemarau serta hasilnya disajikan dalam bentuk peta.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar perairan pulau Madura, Jawa Timur yang terletak pada koordinat $112^{\circ} 40' 32''$ sampai $114^{\circ} 37' 17''$ BT dan $6^{\circ} 52' 42''$ sampai $7^{\circ} 17' 2''$ LS. Data arus yang digunakan pada penelitian ini adalah dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) pada tahun 2005 hingga 2009. **Gambar 1** merupakan peta lokasi penelitian di pulau Madura, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Pulau Madura, Jawa Timur

Perhitungan Arus

Poerbandono & Djunarsjah (2005) menyatakan bahwa arus merupakan gerakan badan air dimana pada perairan dangkal dibangkitkan oleh gelombang, pasang surut dan dibangkitkan oleh angin pada tingkat tertentu. Metode pengukuran arus dapat dilakukan dengan metode Eulerian dan Lagrangian. Menurut Poerbandono & Djunarsjah (2005), metode Eulerian dilakukan dengan pengamatan arus pada wilayah atau posisi tertentu di kolom air. Sedangkan metode Lagrangian dilakukan dengan pengamatan gerakan massa air dengan menggunakan sebuah alat berbentuk seperti pelampung (Poerbandono & Djunarsjah, 2005). Alat ukur akustik menentukan gerakan pada badan air (Poerbandono & Djunarsjah, 2005). Persamaan 1 merupakan perhitungan untuk mendeteksi gerakan badan air (Poerbandono & Djunarsjah, 2005).

$$u = \sqrt{\bar{u}_U^2 + \bar{u}_T^2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- \bar{u}_U^2 : kecepatan arus representatif pada sumbu utara (m/det)
 - \bar{u}_T^2 : kecepatan arus representatif pada sumbu timur (m/det)
- Arah gerak arus (α) pada kuadran I hingga IV dapat dihitung sebagai fungsi \bar{u}_U dan \bar{u}_T

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data arus yang diperoleh dari laman *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dimulai pada tahun 2005 hingga 2009 yang mewakili dua musim di Indonesia yaitu penghujan (angin muson barat) dan kemarau (angin muson timur). **Tabel 1** merupakan tabel waktu perolehan data arus yang mewakili setiap tahun dari tahun 2005 hingga 2009.

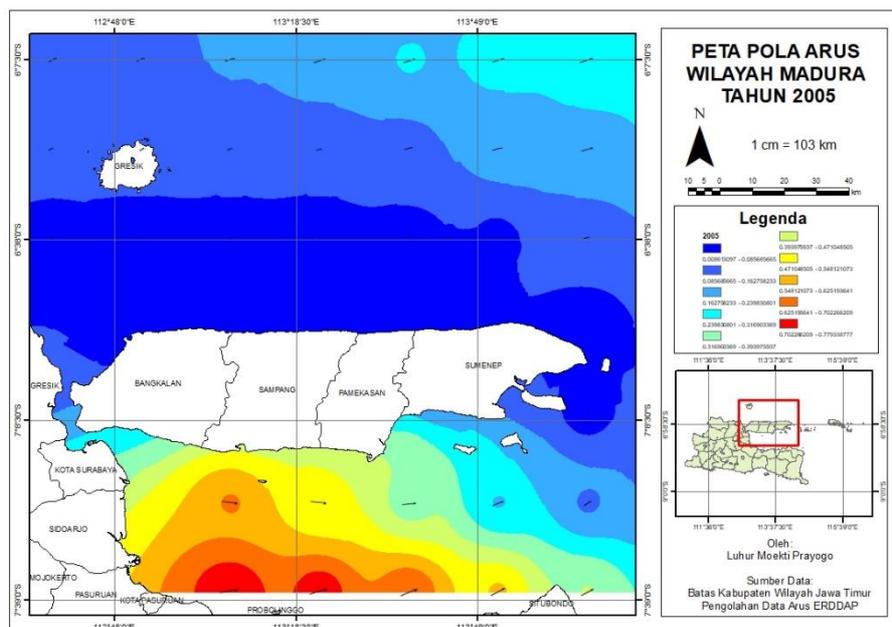
Tabel 1. Waktu perolehan data arus tahun 2005 hingga 2009

No	Tahun	Bulan	Musim	Jumlah Data
1	2005	Agustus	Kemarau	59
2	2006	November	Penghujan	63
3	2007	September	Kemarau	63
4	2008	November	Penghujan	63
5	2009	Juni	Kemarau	63

Data arus yang diperoleh merupakan data mentah yang perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk perolehan nilai kecepatan. Seleksi data dilakukan jika ditemukan data *error* yang ditunjukkan dengan nilai *NaN* (*missing value*). Data yang mewakili setiap tahunnya memiliki jumlah *error* yang tidak sama. Pada tahun 2006 hingga 2009 data yang digunakan berjumlah 63 data, sedangkan pada tahun 2005 menggunakan data sebanyak 59 data.

Poerbandono & Djunarsjah (2005) menyatakan bahwa distribusi kekuatan arus U diperairan dangkal pada kedalaman total h akan membentuk profil logaritmik karena gesekan massa air pada dasar perairan. Pada

lapisan kedalaman d dikonversi ke logaritmik normal, maka kekuatan arus pada dasar perairan akan membentuk garis lurus (Poerbandono & Djunarsjah, 2005). Data arus laut terdiri dari arah dan besaran kecepatan yang ditunjukkan dengan vektor (Leksono *et al.*, 2013). Mustikasari *et al.*, (2015) berpendapat bahwa pasang surut dan angin mempengaruhi keadaan arus secara horizontal dan kondisi topografi mempengaruhi arus secara vertikal. Berikut merupakan hasil pengolahan data arus tahun 2005 yang ditampilkan dalam bentuk peta di wilayah perairan Madura, Jawa Timur.



Gambar 2. Peta pola arus di perairan Pulau Madura, Jawa Timur Tahun 2005

Khususnya di Indonesia, pola pergerakan arus sangat dipengaruhi oleh angin musim (Mustikasari *et al.*, 2015). Data yang digunakan pada tahun 2005 merupakan data bulan Agustus yaitu bertepatan dengan musim kemarau yang berarti angin bertiup dari Australia melewati Indonesia. Peta diatas (**Gambar 2**) menunjukkan bahwa wilayah selatan, angin yang mempengaruhi arus permukaan lebih cepat dibandingkan wilayah

Utara dan Timur Madura. Pada musim kemarau, kecepatan angin cenderung melemah sehingga dari peta diatas intensitas arus juga menunjukkan hasil yang sama. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan arus pada tahun 2005 di perairan sekitar pulau Madura berkisar 0,00858 – 0,77935 m/det. Kemudian analisis arus selanjutnya yaitu pada tahun 2006 yang ditunjukkan pada **Gambar 3** di bawah ini.

Data yang digunakan pada tahun 2009 merupakan data bulan Juni yaitu bertepatan dengan musim kemarau yang berarti angin bertiup dari Australia melewati Indonesia. Peta diatas (**Gambar 6**) menunjukkan bahwa wilayah selatan, angin yang mempengaruhi arus permukaan lebih cepat dibandingkan wilayah Utara dan Timur Madura. Pada musim kemarau, kecepatan angin cenderung melemah sehingga dari peta diatas intensitas arus juga menunjukkan hasil yang sama. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan arus pada tahun 2009 di perairan sekitar pulau Madura berkisar 0,00567 – 0,51065 m/det.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan arus permukaan laut di Perairan Madura, Jawa Timur pada setiap tahun memiliki kondisi yang berbeda-beda. Kecepatan arus permukaan tertinggi yaitu pada musim penghujan pada tahun 2006 bulan November dengan kisaran 0,05180 – 0,84830 m/det. Kemudian kecepatan arus permukaan terendah yang dipengaruhi oleh angin juga terjadi pada musim penghujan tepatnya pada tahun 2008 bulan November dengan kisaran kecepatan 0,00726 – 0,30209 m/det. Sehingga dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa data yang mewakili kedua musim tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perlu adanya elaborasi lebih mendalam mengenai pemilihan bulan untuk mewakili kedua musim dan data dengan multitemporal yang lebih banyak dan rapat (skala besar), sehingga hasil perhitungan akan lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) yang telah menyediakan data arus, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini. Tidak lupa, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah membiayai penulis dalam melakukan studi pada jenjang master (S2).

DAFTAR PUSTAKA

Haryani, N. S., & Khomarudin, R. (2010). Perubahan kerusakan lahan pulau madura menggunakan data penginderaan jauh dan sig. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan*

Data Citra Digital, 3(1).

- Irawan, S., Fahmi, R., & Roziqin, A. (2018). Kondisi Hidro-Oseanografi (Pasang Surut, Arus Laut, Dan Gelombang) Perairan Nongsa Batam. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 56–68.
- Leksono, A., Atmodjo, W., & Maslukah, L. (2013). Studi Arus Laut Pada Musim Barat di Perairan Pantai Kota Cirebon. *Journal of Oceanography*, 2(3), 206–213.
- 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.
- Poerbandono, D. E., & Djunarsjah, E. (2005). Survei hidrografi. *Refika Aditama. Bandung*, 166.
- Sudarto, S., Patty, W., & Tarumingkeng, A. A. (2013). Kondisi arus permukaan di perairan pantai: pengamatan dengan metode Lagrangian. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 1(3).
- Tarhadi, T., Indrayanti, E., & DS, A. A. (2014). Studi Pola dan Karakteristik Arus Laut di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah pada Musim Peralihan I. *Journal of Oceanography*, 3(1), 16–25.
- Yogaswara, G. M., Indrayanti, E., & Setiyono, H. (2016). Pola arus permukaan di Perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta pada Musim Peralihan (Maret-Mei). *Journal of Oceanography*, 5(2), 227–233.