

**ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN ARUS LAUT MENGGUNAKAN
METODE INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW) DI PERAIRAN
UTARA JAWA TIMUR & SELAT MADURA**

***Spatial Analysis Of Ocean Current Distribution Using The Inverse Distance
Weighting (IDW) Method In The Northern Waters
Of East Java & The Madura Strait***

Hany Cahya Utami ¹⁾

1) Universitas Negeri Surabaya

Korespondensi: hanycahya34@gmail.com

Diterima: 08 Januari 2026; Disetujui: 13 Januari 2026; Dipublikasikan: 26 Februari 2026

ABSTRACT

Information on the distribution and speed of ocean currents plays a crucial role in supporting maritime decision-making. This study aims to analyze the distribution and velocity of ocean currents in the waters north of East Java and the Madura Strait through the use of spatially processed maritime data using ArcGIS software. The data used includes the speed and direction of ocean currents at observation points, which are then interpolated using the Inverse Distance Weighting (IDW) method to obtain a continuous current distribution pattern. The analysis shows that ocean current speed vary from low to high, with the highest concentration of currents in the southern waters of the Madura Strait and relatively narrow and open waters. Meanwhile, coastal areas tend to experience lower current velocities due to the influence of seabed friction and coastal activity. The dominant current pattern shows a relatively consistent direction of movement and is influenced by the morphological conditions of the waters. This research is expected to contribute to the development of geoinformation data utilization to support decision-making in the maritime sector.

Keywords: ocean currents, current speed , GIS, ArcGIS, distribution pattern

ABSTRAK

Informasi mengenai pola persebaran dan kecepatan arus laut memiliki peranan penting dalam mendukung pengambilan keputusan di bidang maritim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran dan kecepatan arus laut di perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura melalui pemanfaatan data maritim yang diolah secara spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Data yang digunakan meliputi kecepatan dan arah arus laut pada titik-titik pengamatan yang selanjutnya diinterpolasi menggunakan metode Inverse Distance Weighting (IDW) untuk memperoleh pola sebaran arus secara kontinu. Hasil analisis menunjukkan bahwa kecepatan arus laut bervariasi dari rendah hingga tinggi, dengan konsentrasi arus tertinggi berada di perairan selatan Selat Madura dan wilayah perairan yang relatif sempit dan terbuka. Sementara itu, wilayah pesisir cenderung memiliki kecepatan arus yang lebih rendah akibat pengaruh gesekan dasar laut dan aktivitas pesisir. Pola arus dominan menunjukkan arah pergerakan yang relatif konsisten dan dipengaruhi oleh kondisi morfologi perairan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pemanfaatan data geoinformasi untuk mendukung pengambilan keputusan di sektor maritim.

Kata kunci: arus laut, kecepatan arus, SIG, ArcGIS, Pola persebaran

PENDAHULUAN

Arus laut merupakan salah satu komponen penting dalam dinamika laut yang berpengaruh terhadap keselamatan pelayaran, proses oseanografi pesisir, serta berbagai aktivitas kemaritiman. Arus laut berperan dalam pergerakan massa air, distribusi panas, serta transport sedimen dan zat terlarut di laut (Tomczak & Godfrey, 2003). Informasi mengenai persebaran dan kecepatan arus laut sangat dibutuhkan untuk mendukung kegiatan transportasi laut, perikanan, pengelolaan wilayah pesisir, serta mitigasi risiko bencana (Pond & Pickard, 1983). Di wilayah dengan aktivitas maritim yang tinggi, seperti perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura, pemahaman terhadap pola arus laut menjadi sangat penting mengingat padatnya jalur pelayaran dan kompleksitas kondisi perairan. Wilayah perairan sempit dan semi tertutup cenderung memiliki dinamika arus yang lebih kompleks akibat pengaruh morfologi perairan, pasang surut, serta interaksi dengan garis pantai (Nontji, 2007). Perkembangan teknologi geospasial memungkinkan pengolahan dan penyajian data oseanografi secara lebih efektif serta informatif.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat dimanfaatkan untuk menganalisis data arus laut secara spasial dan menyajikannya dalam bentuk peta tematik yang mudah dipahami serta mendukung pengambilan Keputusan (Longley et al., 2015). Dengan teknik interpolasi spasial, data hasil pengamatan pada titik tertentu dapat diubah menjadi informasi sebaran kontinu yang merepresentasikan kondisi perairan secara menyeluruh (Burrough & McDonnell, 1998). Salah satu metode interpolasi yang banyak digunakan adalah Inverse Distance Weighting (IDW), yang beroperasi berdasarkan asumsi bahwa nilai di suatu lokasi lebih dipengaruhi oleh titik pengamatan yang lebih dekat dibandingkan titik yang lebih jauh (Shepard, 1968). Metode ini dianggap cocok untuk memetakan karakteristik arus laut di wilayah pesisir dan perairan semi tertutup yang memiliki keterbatasan jumlah sebaran data pengamatan (Lie & Heap, 2014). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran dan kecepatan arus laut di perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura dengan menggunakan analisis spasial berbasis ArcGIS. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi geospasial yang bermanfaat dalam mendukung perencanaan pelayaran serta menunjukkan peran penting geoinformasi dalam sektor kemaritiman. Penelitian ini memanfaatkan data

kecepatan dan arah arus laut yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk menghasilkan peta tematik persebaran arus laut. Peta yang dihasilkan tidak hanya menyajikan informasi kecepatan arus, tetapi juga memperlihatkan pola dominan arus laut di wilayah kajian. Selain itu, studi ini menekankan pentingnya pemanfaatan teknologi geospasial dalam mendukung tugas lembaga pengelola data kelautan, khususnya dalam penyajian informasi yang efektif, sistematis, dan mudah diakses. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan pemetaan arus laut serta memperkuat integrasi analisis geoinformasi dalam sektor kemaritiman.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif dengan analisis spasial berbasis data numerik hasil pengamatan, kemudian disajikan dalam bentuk peta tematik yang informatif dan mudah dipahami. Pendekatan ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi persebaran dan kecepatan arus laut secara spasial berdasarkan data numerik hasil pengamatan, kemudian menyajikannya dalam bentuk peta tematik yang informatif dan mudah dipahami oleh pengguna. Wilayah yang diteliti mencakup perairan Selat Madura dan Perairan Utara Jawa Timur, yang secara geografis merupakan jalur laut penting bagi aktivitas pelayaran dan memiliki arus laut yang cukup rumit. Selama masa magang di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Perak Surabaya, dilakukan kegiatan mengumpulkan, memproses, dan menganalisis data.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari sistem pengamatan BMKG. Adapun jenis data yang digunakan meliputi:

- Koordinat geografis (lintang dan bujur) 50 + Lokasi titik koordinat
- Komponen arus laut arah timur–barat (u)
- Komponen arus laut arah utara–selatan (v)
- Kecepatan arus laut total (m/s)
- Arah arus laut (derajat)

Data tersebut menjadi dasar dalam analisis hidrodinamika perairan dan penyusunan peta tematik arus laut.



Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan ArcGIS untuk pengolahan data spasial, interpolasi, dan visualisasi peta. Selain itu, spreadsheet digunakan untuk pemeriksaan awal data, penyesuaian format, serta penyusunan atribut. ArcGIS dipilih karena memiliki kemampuan analisis spasial yang kuat, antarmuka visual yang intuitif, serta digunakan secara luas oleh lembaga pemerintah sebagai standar pengolahan data geospasial. pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Pada awal penelitian, data arus laut diinventarisasi sesuai dengan area yang diteliti. Setelah itu, data tersebut dipilih kembali berdasarkan kelengkapan informasi, kecocokan lokasi, serta konsistensi nilai agar bisa digunakan dalam analisis selanjutnya. Data titik yang telah dimasukkan ke dalam ArcGIS kemudian disesuaikan dengan sistem koordinat geografis yang digunakan agar posisi data sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Tahapan ini penting untuk menjaga akurasi spasial peta yang dihasilkan.



Gambar 1. Lokasi Titik Koordinat

Data titik arus laut dianalisis setelah diproyeksikan ke sistem koordinat yang tepat, sehingga dapat dihasilkan peta tematik. Untuk mendapatkan gambaran tentang sebaran arus laut secara terus-menerus, digunakan metode interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW). Metode ini dipilih karena efektif dalam mengolah data titik yang sebarannya terbatas dan mampu menunjukkan variasi

parameter oseanografi secara visual. Metode ini bekerja dengan prinsip bahwa nilai suatu titik akan lebih dipengaruhi oleh titik-titik di sekitarnya yang berjarak lebih dekat dibandingkan dengan titik yang lebih jauh.

Pemilihan metode IDW didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Data arus laut tersedia dalam jumlah titik pengamatan yang terbatas.
2. Metode IDW relatif sederhana dan stabil untuk wilayah perairan pesisir.
3. Cocok untuk menggambarkan variasi spasial parameter oseanografi secara visual.
4. Banyak digunakan dalam pemetaan lingkungan dan hidrometeorologi.

Hasil interpolasi ditampilkan dalam bentuk peta kecepatan arus laut dengan klasifikasi tertentu, serta disertai simbol vektor untuk menunjukkan arah arus. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan memperhatikan pola arah arus yang dominan, distribusi kecepatan arus tinggi dan rendah, serta perbedaan karakteristik arus antara daerah pesisir dan perairan terbuka. Hasil analisis disajikan dalam bentuk peta tematik dan penjelasan naratif untuk membantu memahami kondisi hidrodinamika perairan.



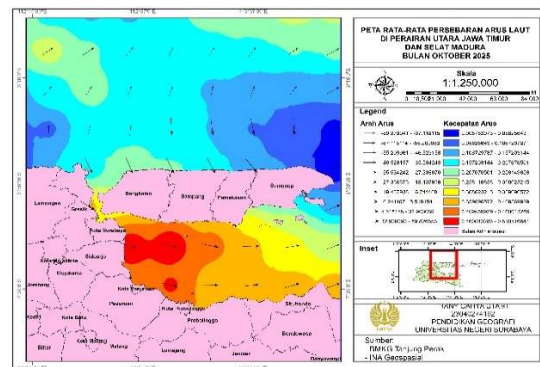
Gambar 2 Klasifikasi Kecepatan & Vector Arah Arus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data arus laut menunjukkan adanya variasi spasial kecepatan dan arah arus yang cukup signifikan di wilayah perairan Selat Madura dan sekitarnya. Peta tematik hasil interpolasi metode Inverse Distance Weighting (IDW) memperlihatkan bahwa kecepatan arus laut berada pada kisaran rendah hingga tinggi, dengan konsentrasi arus berkecepatan tinggi dominan pada bagian selatan Selat Madura dan perairan yang relatif terbuka. Wilayah perairan sempit dan terbuka memiliki kecepatan arus yang lebih tinggi dibandingkan wilayah pesisir. Hal ini menunjukkan pengaruh bentuk morfologi perairan serta dinamika massa air yang lebih aktif. Sebaliknya, wilayah pesisir cenderung memiliki

kecepatan arus yang lebih rendah, yang dipengaruhi oleh gesekan dasar laut, aktivitas pesisir, serta hambatan dari garis pantai.

Berdasarkan analisis arah arus, pola arus laut menunjukkan dominasi pergerakan massa air dengan arah yang konsisten pada sebagian besar titik pengamatan. Arah arus dominan ini membentuk pola aliran yang mengikuti konfigurasi perairan Selat Madura, yang berpotensi memengaruhi jalur pelayaran dan aktivitas maritim di wilayah tersebut. Variasi ini dipengaruhi oleh karakteristik morfologi perairan, kedalaman laut, kedekatan dengan wilayah pesisir, serta konfigurasi Selat Madura yang relatif sempit pada bagian tertentu. Kombinasi faktor-faktor tersebut menyebabkan perbedaan arah dan intensitas arus antarwilayah.



Gambar 3. Peta Persebaran Arus Laut dengan metode IDW

Persebaran Pola Arus Laut

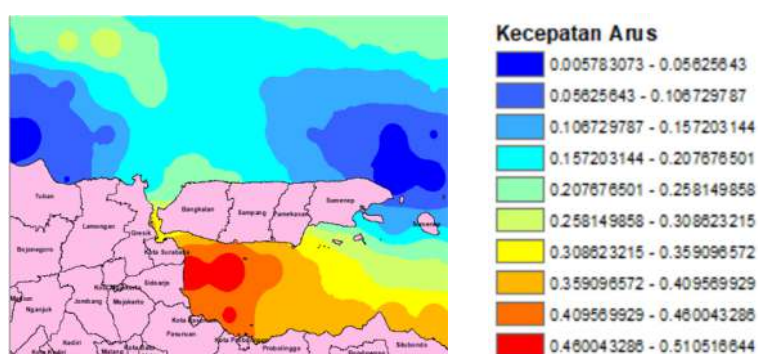
Hasil pemetaan menunjukkan bahwa arus laut di perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura memiliki arah yang relatif tetap dan mengikuti bentuk daratan di sekitarnya. Arus umumnya bergerak sejajar garis pantai, terutama di Selat Madura, yang menjadi jalur utama aliran air antara Laut Jawa dan perairan di sekitarnya.



Gambar 4. Persebaran Pola Arus

Kecepatan Arus Laut

Hasil Analisis Dari Project yang saya buat Berdasarkan peta arus laut rata-rata di perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura bulan Oktober 2025, terlihat perbedaan kecepatan dan arah arus laut di berbagai wilayah. Arus laut utama bergerak dari arah barat-daya ke timur-laut di Selat Madura, sementara di perairan selatan Madura dan daerah pesisir Jawa Timur bagian timur, arah arus relatif lebih konsisten ke timur. Wilayah dengan kecepatan arus tinggi (sekitar 0,40 hingga 0,51 m/detik) terdapat di perairan selatan Madura hingga sekitar daerah Probolinggo dan Pasuruan. Daerah ini ditandai dengan warna merah dan oranye, dan berpotensi membahayakan keselamatan kapal, terutama kapal kecil dan kegiatan pelabuhan.



Gambar 5. Kecepatan Arus

Berdasarkan peta tematik hasil pengolahan data menggunakan ArcGIS, kecepatan arus laut di wilayah perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura menunjukkan variasi dari rendah hingga tinggi. Kecepatan arus tertinggi terkonsentrasi pada:

- Perairan selatan Selat Madura, khususnya di sekitar perairan antara Kota Surabaya hingga Pasuruan.
- Area perairan yang relatif sempit dan terbuka, yang memungkinkan percepatan aliran arus akibat efek penyempitan (*channeling effect*).

Wilayah dengan kecepatan arus sedang hingga tinggi (ditunjukkan oleh warna kuning hingga merah) umumnya berada:

- Di perairan lepas pantai bagian selatan Selat Madura.
- Pada jalur utama pergerakan arus yang cenderung sejajar dengan garis pantai.

Sementara itu, kecepatan arus lebih rendah banyak ditemukan di:

- Wilayah pesisir dan perairan dangkal, terutama di dekat garis pantai Jawa Timur dan Madura.
- Area dengan pengaruh gesekan dasar laut, aktivitas pesisir, serta interaksi dengan daratan yang memperlambat aliran arus.

Secara umum, pola ini menunjukkan bahwa semakin menjauh dari pesisir, kecepatan arus cenderung meningkat, sedangkan di dekat pantai arus menjadi lebih lemah dan tidak seragam. Kondisi ini penting diperhatikan karena perbedaan kecepatan arus dapat memengaruhi keselamatan pelayaran, manuver kapal, serta perencanaan aktivitas maritim di wilayah tersebut.

3. Hubungan Pola Arus & Kecepatan Arus

Di perairan selatan Selat Madura, pola arus terlihat lebih terfokus dengan arah yang konsisten mengikuti orientasi selat. Konsistensi arah ini berkontribusi terbentuknya zona arus berkecepatan tinggi, yang ditunjukkan oleh dominasi kelas kecepatan menengah hingga tinggi di wilayah tersebut. Fenomena ini sangat umum terjadi pada perairan sempit, di mana penyempitan ruang aliran menyebabkan percepatan arus (efek percepatan). Sebaliknya, pada wilayah pesisir dan perairan terbuka, pola arus menunjukkan variasi arah yang lebih besar. Variasi tersebut berkorelasi dengan kecepatan arus yang relatif lebih rendah. Perubahan arah aliran yang sering terjadi menyebabkan energi arus terdisipasi akibat gesekan dengan dasar perairan dan interaksi dengan garis pantai. Akibatnya, kecepatan arus di wilayah ini cenderung melemah dibandingkan perairan dengan arah aliran yang lebih stabil.

Selain itu, hubungan antara pola dan kecepatan arus juga mencerminkan pengaruh faktor morfologi perairan. Perairan yang memiliki kedalaman seragam dan minim hambatan menunjukkan pola arus yang lebih teratur serta kecepatan arus yang lebih tinggi. Sebaliknya, daerah dengan kompleksitas morfologi seperti dekat muara sungai atau kawasan pesisir dengan aktivitas manusia yang intens, menunjukkan pola arus yang tidak stabil dan kecepatan yang lebih rendah.

Secara keseluruhan, keterkaitan antara pola arus dan kecepatan arus menunjukkan bahwa arah aliran tidak hanya berperan sebagai indikator pergerakan massa air, tetapi juga menjadi faktor dalam menentukan intensitas arus laut. Pemahaman terhadap hubungan ini sangat penting dalam kajian oseanografi

terapan, terutama untuk mendukung analisis keselamatan pelayaran, perencanaan wilayah pesisir, serta pengelolaan aktivitas maritim di wilayah perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura.

5.Kesesuaian Interpolasi Metode IDW

Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa pola arus laut di wilayah perairan utara Jawa Timur dan Selat Madura memiliki arah dominan yang dipengaruhi oleh kondisi morfologi perairan serta dinamika regional. Pola arus cenderung mengikuti arah memanjang perairan, dengan variasi arah yang lebih kompleks pada wilayah sempit dan terbuka. Kondisi ini mengindikasikan adanya pengaruh interaksi antara arus regional, angin permukaan, serta bentuk garis pantai yang memengaruhi pergerakan massa air.

Kecepatan arus laut yang dihasilkan dari pemetaan menunjukkan variasi spasial yang cukup signifikan, dengan nilai kecepatan yang lebih tinggi terkonsentrasi di perairan terbuka dan jalur sempit Selat Madura. Sementara itu, area pesisir menunjukkan kecepatan arus yang lebih rendah, yang diduga dipengaruhi oleh gesekan dasar laut, kedalaman laut yang dangkal, serta aktivitas pesisir. Pola kecepatan arus ini sesuai dengan teori oseanografi pesisir, yaitu bahwa kecepatan arus cenderung meningkat pada perairan dengan hambatan fisik yang lebih kecil dan sirkulasi yang lebih terbuka. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa Selat Madura merupakan wilayah dengan dinamika arus yang aktif akibat pengaruh musim angin, perbedaan tekanan massa air, serta konfigurasi sempit dari selat tersebut (Wyrski, 1961; Nontji, 2005). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa perairan utara Jawa Timur memiliki variasi kecepatan arus yang dipengaruhi oleh anginmusiman dan aktivitas pasang surut, terutama di jalur pelayaran utama. (Hadi *et al.*, 2018; Pranowo *et al.*, 2020).

Penggunaan metode interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dalam penelitian ini cukup efektif dalam merepresentasikan pola sebaran arus laut secara spasial, terutama di wilayah yang memiliki keterbatasan titik pengamatan. Hasil interpolasi menunjukkan gradasi kecepatan arus yang realistis dan tidak menghasilkan perubahan ekstrem antar lokasi, sesuai dengan temuan penelitian sebelumnya di wilayah pesisir Indonesia lainnya (Putra *et al.*, 2019; Rahmawati *et*

al.,2021) Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung temuan sebelumnya, namun juga memperkuat peran analisis geoinformasi berbasis SIG dalam pemetaan dinamika arus laut. Informasi spasial yang diperoleh dapat menjadi dasar dalam meningkatkan keselamatan pelayaran, perencanaan aktivitas maritim, serta pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tentang cara arus laut bergerak dan kecepatannya di sekitar Selat Madura dan daerah pesisir Jawa Timur, menggunakan peta berbasis ArcGIS, dapat disimpulkan bahwa arus laut di daerah yang diteliti memiliki arah yang hampir sama dan konsisten, terutama di bagian selatan Selat Madura. Arus laut yang searah dan terpusat ini menunjukkan kecepatan yang lebih besar dibanding daerah pesisir dan perairan terbuka. Distribusi kecepatan arus menunjukkan perbedaan di berbagai daerah, yang dipengaruhi oleh bentuk dasar laut, jarak dari garis pantai, dan seberapa terbuka wilayah tersebut. Kecepatan arus biasanya lebih rendah di daerah pesisir karena pengaruh gesekan dari dasar laut dan aktivitas di sekitar pantai, sedangkan daerah yang sempit dan terbuka menunjukkan kecepatan arus yang lebih tinggi. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui ArcGIS terbukti efektif untuk menampilkan dan menganalisis karakteristik arus laut secara ruang. Peta yang dihasilkan mampu memberikan gambaran jelas mengenai arah dan kecepatan arus laut, sehingga berpotensi mendukung penyediaan informasi tentang laut yang berguna, terutama untuk keamanan perjalanan laut dan pengelolaan daerah pesisir.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar dalam penelitian berikutnya analisis arus laut menggunakan data dengan ketepatan waktu yang lebih baik agar dapat menangkap perubahan arus secara musiman dan harian. Selain itu, penggunaan metode interpolasi yang dibandingkan secara kuantitatif diharapkan dapat meningkatkan tingkat ketepatan dalam membuat peta arus laut. Bagi instansi terkait, hasil peta tematik arus laut ini bisa digunakan sebagai bahan pendukung dalam menyusun informasi tentang keselamatan pelayaran, merencanakan jalur

kapal, serta mengurangi risiko di area perairan yang memiliki arus kuat. Pengembangan sistem visualisasi berbasis SIG secara terus menerus juga dianjurkan agar informasi bisa disampaikan dengan lebih efektif kepada pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), khususnya Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Perak Surabaya, atas kesempatan dan bantuan yang diberikan selama kegiatan magang dan pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta pihak Program Studi yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian berlangsung. Selain itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. 2022. *Informasi Meteorologi Maritim dan Oseanografi*. Jakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Burrough, P.A. dan McDonnell, R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Davis, J.C. 2002. *Statistics and Data Analysis in Geology*. New York: John Wiley & Sons.
- ESRI. 2020. *ArcGIS Desktop: Spatial Analyst*. Redlands: Environmental Systems Research Institute.
- Hadi, S. dan Radjawane, I.M. 2010. *Arus Laut*. Bandung: ITB Press.
- Liu, Y., Weisberg, R.H., dan Hu, C. 2017. Numerical simulation of surface currents in the Java Sea. *Journal of Marine Systems* 165: 1–15.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.
- Pebesma, E.J. 2004. Multivariable geostatistics in S: The gstat package. *Computers & Geosciences* 30 (7): 683–691.
- Setiyono, H. dan Purba, N.P. 2014. Pola arus laut permukaan di perairan Selat Madura. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 6 (1): 47–58.
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. La Jolla: Scripps Institution of Oceanography.