

Konsentrasi dan Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Perairan Pesisir Batang Pada Kondisi Musim Peralihan I (2025)

Olaf Rendi Rorian, Dwi Haryo Ismunarti*, Azis Rifai

Departemen Oceanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: dwiharyois@gmail.com

Abstrak

Perairan Pesisir Batang yang terletak pada koordinat 109.83742 – 109.86269 BT dan 06.89740 – 06.90452 LS, khususnya di sekitar Pantai Roban Timur dan muara Sungai Kaliboyo, merupakan kawasan yang memiliki peran strategis sebagai pusat aktivitas ekonomi masyarakat. Kawasan ini dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan seperti area pertambakan, industri kecil dan menengah (UMKM), operasional Tempat Pelelangan Ikan (TPI), serta jalur navigasi kapal nelayan. Aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan limbah bahan organik yang mengalami dekomposisi dan berkontribusi terhadap peningkatan material padatan tersuspensi di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa konsentrasi dan sebaran material padatan tersuspensi di perairan pesisir Batang pada Musim Peralihan I tahun 2025. Sampel air laut diambil pada 31 titik stasiun menggunakan metode *purposive sampling* pada tanggal 20 April 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi material padatan tersuspensi berkisar antara 11,167 mg/L hingga 69,633 mg/L dengan nilai rata-rata 25,851 mg/L, yang telah melampaui baku mutu air laut untuk biota laut sebesar 20 mg/L. Distribusi material padatan tersuspensi dipengaruhi oleh arus pasang surut dan arus menyusur pantai yang dipicu oleh angin. Interaksi kedua arus tersebut menyebabkan transpor partikel di sepanjang pesisir sehingga akumulasi material cenderung tinggi di area dekat muara sungai, kawasan pertambakan, wisata, serta beberapa wilayah lepas pantai yang searah dengan pergerakan arus laut.

Kata kunci : Muatan Padatan Tersuspensi, Sebaran, Geospasial, Roban Batang

Abstract

Concentration and Distribution of Suspended Solid Material in Batang Coastal Waters During Transition Season I

The Batang Coastal Waters, located at coordinates 109.83742 – 109.86269 East Longitude and 06.89740 – 06.90452 South Latitude, particularly around East Roban Beach and the Kaliboyo River estuary, are a strategically important area serving as a center of economic activity. This area is utilized for various activities, including fish farming, small and medium-sized enterprises (SMEs), fish auction facilities (TPI), and fishing boat navigation routes. These activities have the potential to generate decomposed organic waste, contributing to an increase in suspended solids in the waters. This study aims to determine the distribution and concentration of suspended solids in Batang coastal waters during the Transition Season I in 2025. Seawater samples were taken at 31 stations using a purposive sampling method on April 20, 2025. The results showed that the concentration of suspended solids ranged from 11.167 mg/L to 69.633 mg/L with an average value of 25.851 mg/L, which has exceeded the seawater quality standard for marine biota of 20 mg/L. The distribution of suspended solids is influenced by tidal currents and longshore currents triggered by wind. The interaction of these two currents causes particle transport along the coast so that material accumulation tends to be high in areas near river mouths, fishpond areas, tourism areas, and several offshore areas in the direction of ocean current movement.

Keywords : Total Suspended Solid (TSS), Distribution, Geospasial, Roban Batang

PENDAHULUAN

Perairan Kabupaten Batang terletak di pesisir utara Jawa Tengah berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712. Kabupaten Batang merupakan salah satu kota minapolitan di wilayah pantura Jawa

Tengah yang cukup produktif dan potensial di sektor perikanan tangkap dan budidaya (Wafi *et al.*, 2021). Perairan di sekitar Pantai Roban dan muara Sungai Kaliboyo, memiliki peran penting sebagai pusat aktivitas ekonomi masyarakat pesisir. Kawasan ini dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan seperti wisata pancing, budidaya ikan, rehabilitasi mangrove, operasional Tempat Pelelangan Ikan (TPI), serta jalur navigasi kapal nelayan (Anggraeni *et al.*, 2018). Peningkatan aktivitas antropogenik di daratan berpotensi meningkatkan masukan material dari darat ke laut melalui aliran sungai. Pengembangan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dan kawasan industri di Batang serta keberadaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berpotensi menambah beban limbah ke perairan pesisir. Aktivitas daratan tersebut dapat menghasilkan berbagai polutan yang terakumulasi di sungai kemudian terbawa menuju muara hingga ke perairan laut (Ridarto *et al.*, 2023). Proses degradasi bahan buangan tersebut dapat meningkatkan konsentrasi muatan padatan tersuspensi (MPT) sebagai salah satu indikator kualitas perairan (Erfando *et al.*, 2023).

MPT merupakan partikel yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik terdiri dari fitoplankton, zooplankton, bakteri dan jamur. Komponen abiotik terdiri dari detritus dan partikel anorganik atau mineral sedimen tersuspensi. Konsentrasi MPT yang tinggi dapat menyebabkan perairan menjadi keruh dan mengurangi penetrasi sinar matahari, yang pada akhirnya akan mengganggu proses fotosintesis. MPT yang tinggi di perairan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Adriono *et al.*, 2022, Wirasatriya *et al.*, 2023 dan Wardani *et al.*, 2024). MPT menjadi salah satu parameter penting dalam memantau kualitas perairan. Distribusi MPT di perairan pesisir dipengaruhi oleh dinamika hidrodinamika, terutama arus pasang surut yang dapat menyebabkan proses sedimentasi dan resuspensi material (Shabari *et al.*, 2019).

Penelitian sebelumnya di Perairan Pesisir Batang dilakukan oleh Muthia *et al.* (2025) pada Musim Timur. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi MPT sebesar 33,2 mg/L yang telah melampaui baku mutu air laut untuk biota laut yaitu sebesar 20 mg/L. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi MPT di Perairan Pesisir Batang pada Musim Peralihan I tahun 2025 guna mengetahui variasi musiman dan monitoring konsentrasi MPT serta mendukung pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan di Kabupaten Batang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini mencakup data primer berupa konsentrasi MPT dari 31 titik stasiun di perairan pesisir Batang (109.83742 – 109.86269 BT dan 06.89740 – 06.90452 LS) (Gambar 1). Data sekunder pendukung meliputi data batimetri dari SIBATNAS BIG (Sistem Informasi Batimetri Nasional Badan Informasi Geospasial), data elevasi pasang surut dari (Sistem Referensi Geospasial) SRGI BIG, serta data angin dari *Marine Copernicus*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis deskriptif (Zainuri *et al.*, 2021).

Penentuan lokasi stasiun pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling yang ditetapkan secara strategis, mencakup daerah muara sungai hingga perairan lepas pantai. Pemilihan daerah muara penting dilakukan karena sebaran MPT sangat dipengaruhi oleh faktor hidrooseanografi yang dinamis di wilayah tersebut (Arfasya *et al.*, 2023). Sampel air diambil pada lapisan permukaan pada kedalaman <1 m, menggunakan botol sampel 1000 mL steril sebagai wadah penyimpanan. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada kondisi pasang menuju surut (Kamajaya *et al.*, 2021).

Analisis konsentrasi MPT di laboratorium dilakukan menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 066989.3-2004. Sampel air sebanyak 1000 ml disaring menggunakan vacuum pump dengan kertas saring Whatman (pori 0,45 µm) yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven (100-110°C) dan ditimbang. Menurut Utama *et al.* (2021), penentuan kadar material padatan tersuspensi dihitung menggunakan rumus:

$$MPT = \frac{(a - b)mg}{c \text{ liter}}$$

Dimana *a* adalah berat akhir kertas saring dan MPT (mg), *b* adalah berat awal kertas saring (mg), dan *c* adalah volume sampel air laut (L).

Visualisasi sebaran spasial MPT di perairan pesisir Batang dianalisis menggunakan perangkat lunak ArcGIS melalui teknik interpolasi *spline with barriers*. Menurut Kamaruddin *et al.* (2022), teknik ini sangat efektif karena mampu mengestimasi perubahan nilai secara linier murni berdasarkan jarak antar titik observasi

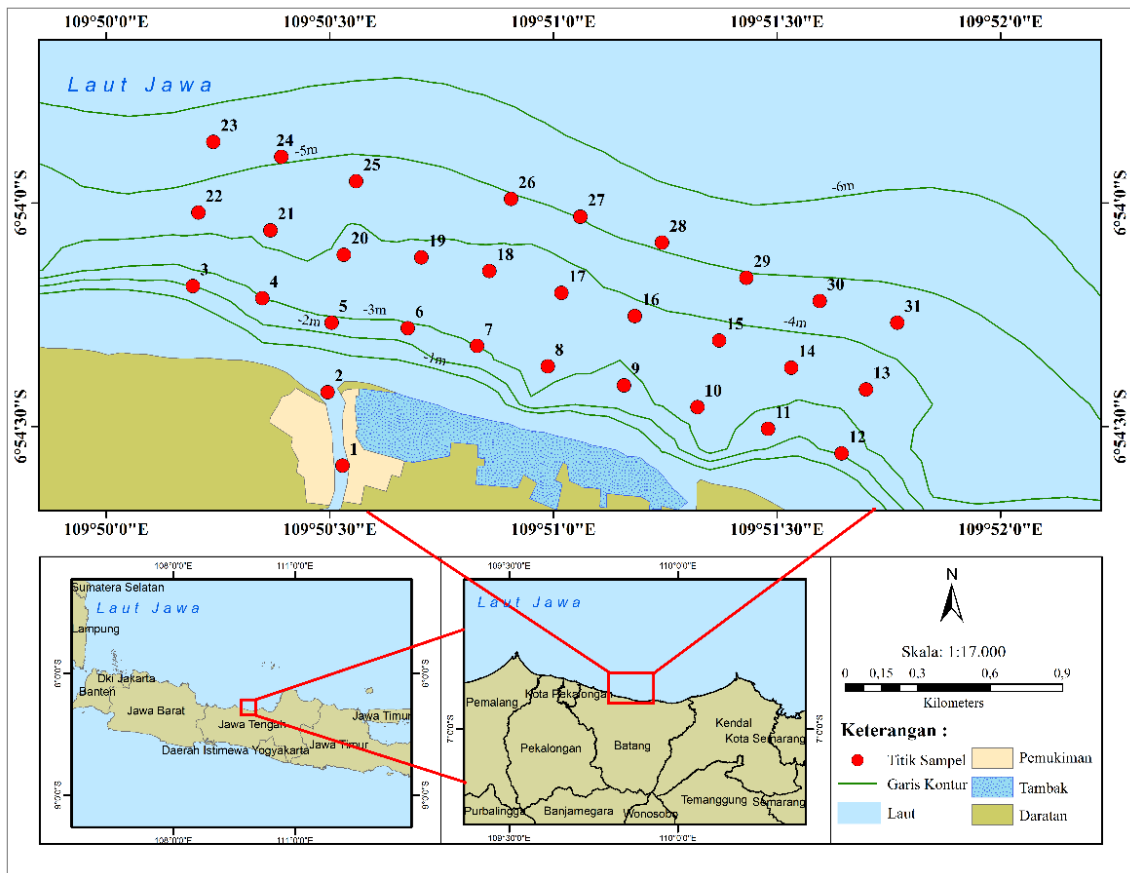
terdekat. Penambahan fungsi barriers digunakan untuk memblokir area daratan agar tidak ikut masuk ke dalam perhitungan ekstrapolasi. Formulasi matematis untuk interpolasi spline dirumuskan sebagai berikut:

$$S(x,y) = S_{(x,y)} + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(r_j)$$

Dalam persamaan tersebut, $S(x,y)$ merupakan fungsi interpolasi *spline* utama, dan $T(x,y)$ adalah nilai spesifik yang dihasilkan dari fungsi tersebut. Parameter N menunjukkan total titik sampel yang digunakan. Selanjutnya, λ_j mewakili koefisien yang didapatkan dari sistem persamaan linier, sedangkan r_j adalah jarak spasial antara titik target (x,y) dengan titik observasi ke- j .

Data elevasi pasang surut perairan pesisir Batang periode April 2025 diperoleh dari stasiun pengamatan BIG dengan interval perekaman per jam selama satu bulan. Pengolahan data dieksekusi menggunakan perangkat lunak MIKE 21 Toolbox (*tide analyst of height*) dengan mengaplikasikan metode *Least Square Harmonic Analysis*. Analisis ini dilakukan untuk mengekstraksi nilai komponen harmonik pasang surut utama. Hasil ekstraksi komponen harmonik tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung parameter elevasi muka air, memvisualisasikan grafik pasang surut, serta menentukan tipe pasang surut di lokasi studi melalui perhitungan angka formzahl.

Data komponen arah dan kecepatan angin diperoleh dari portal Marine Copernicus dengan interval per jam. Data angin tersebut diekstraksi dan dianalisis untuk mengetahui pola pergerakan angin dominan di wilayah studi. Karakteristik dan distribusi kecepatan angin divisualisasikan ke dalam bentuk diagram mawar angin (*windrose*) menggunakan perangkat lunak WRPLOT View. Selain untuk analisis deskriptif, komponen data angin ini juga diintegrasikan sebagai parameter gaya dorong permukaan (*wind forcing*) dalam menjalankan simulasi pemodelan hidrodinamika arus laut.



Gambar 1. Peta Titik Sampling

Simulasi hidrodinamika arus laut dilakukan menggunakan perangkat lunak MIKE 21 melalui modul *Flow Model Flexible Mesh* (FM) dua dimensi (Hapsari, 2022). Proses pemodelan ini diawali dengan tahapan *pre-processing* berupa penyusunan domain spasial menggunakan data kedalaman dari SIBATNAS BIG. Data batimetri tersebut didigitasi melalui ArcGIS menjadi format XYZ, lalu diintegrasikan ke dalam *Mesh Generator MIKE Zero*. Menurut Bakri *et al.* (2024), tahapan ini bertujuan untuk membangun *flexible mesh berelemen* segitiga sebagai kerangka utama yang merepresentasikan morfologi dasar perairan pesisir Batang secara terperinci. Setelah domain spasial terbentuk, simulasi dilanjutkan pada tahap *processing* dengan memasukkan data elevasi pasang surut hasil prediksi dari modul *tide prediction of height* serta data angin berupa arah dan kecepatan angin sebagai parameter forcing. Data tersebut digunakan sebagai batas kondisi hidrodinamika sehingga simulasi pergerakan massa air dapat merepresentasikan kondisi fisik perairan yang sebenarnya. Tahapan diakhiri dengan *post-processing*, yaitu proses ekstraksi dan visualisasi data hasil simulasi numerik guna menganalisis karakteristik, pola, serta kecepatan arus laut di wilayah perairan studi.

Tingkat keakuratan hasil simulasi model hidrodinamika divalidasi menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE). RMSE mengukur perbedaan antara nilai prediksi model dan nilai pengamatan. RMSE menunjukkan seberapa tersebar selisih nilai peramalan dan pengukuran. Nilai RMSE dari nol sampai positif tak hingga, mendekati nilai nol menandakan semakin baik nilai prediksi dari model (Ismunarti *et al.*, 2020). Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan data elevasi pasang surut hasil pemodelan MIKE 21 terhadap data observasi lapangan dari stasiun. Perhitungan nilai RMSE dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

dimana n adalah jumlah data, y_i adalah data lapangan BIG, \hat{y}_i adalah data hasil pemodelan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis laboratorium terhadap sampel air laut dari 31 titik stasiun menunjukkan variasi konsentrasi MPT yang cukup tinggi di wilayah pesisir Batang, hasil selengkapnya terdapat pada Tabel 1. Konsentrasi MPT berkisar antara 11,167 mg/L hingga 69,633 mg/L dengan nilai rata-rata mencapai 25,851 mg/L. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai baku mutu air laut untuk parameter MPT bagi kehidupan biota laut adalah sebesar 20 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa secara rata-rata, perairan pesisir Batang telah melampaui ambang batas baku mutu.

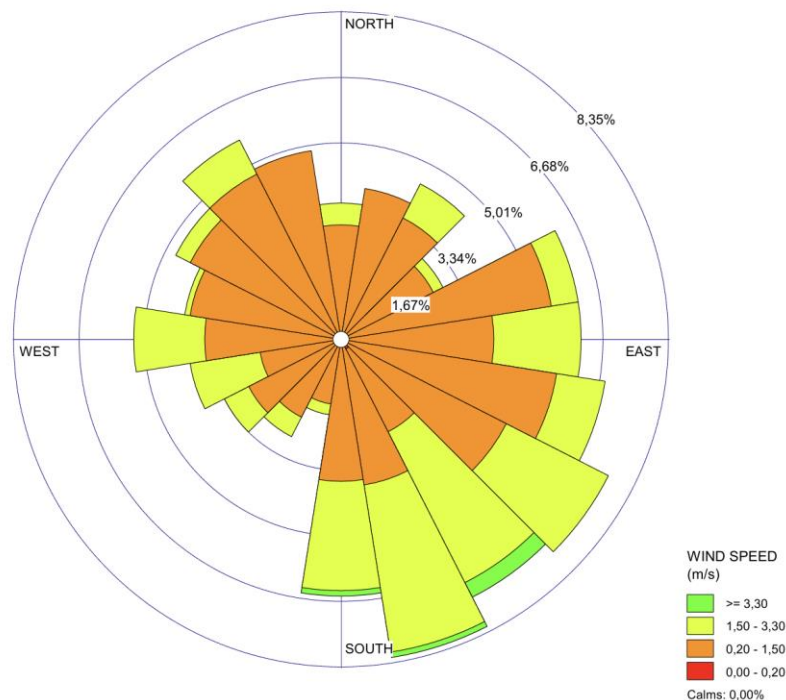
Konsentrasi MPT yang tinggi terpantau di Stasiun 6 (65,333 mg/L) yang berdekatan dengan kawasan wisata dan area pertambakan. Menurut Erfando *et al.* (2023), adanya saluran buangan limbah tambak menciptakan turbulensi yang mampu mengangkat materi sedimen dari dasar perairan ke kolom air, sehingga memperburuk tingkat kekeruhan secara fisik. Konsentrasi MPT tertinggi secara keseluruhan ditemukan pada Stasiun 23, yakni mencapai 69,633 mg/L. Tingginya nilai MPT pada lokasi tersebut sangat dipengaruhi oleh dinamika pergerakan massa air. Menurut Hanjaya *et al.* (2024), peningkatan konsentrasi material padatan tersuspensi di suatu perairan terjadi akibat adanya proses resuspensi sedimen dasar yang terangkat kembali ke kolom air oleh pergerakan arus bawah dan gelombang. Selain faktor pengadukan alami tersebut, tingginya penumpukan partikel padatan ini juga tidak lepas dari pengaruh lingkungan sekitarnya. Saleem *et al.* (2022) menyatakan bahwa tingginya akumulasi sedimen tersuspensi sangat bergantung pada intensitas buangan beban masukan material daratan yang dipicu oleh aktivitas antropogenik.

Tingginya konsentrasi dan pergerakan partikel MPT di wilayah studi tidak terlepas dari pengaruh gaya hidrooseanografi. Berdasarkan hasil pengolahan data angin (Gambar 2) pada bulan April 2025, kecepatan angin berkisar antara 0,20 – 1,50 m/s dengan arah dominan bergerak dari arah tenggara dan selatan. Menurut Pratama *et al.* (2025), pola pergerakan angin ini berkaitan erat dengan sistem angin muson yang melintasi wilayah perairan Indonesia. Penelitian dilakukan bertepatan dengan periode musim peralihan I, dimana arah angin tidak menentu yang merupakan peralihan dari musim barat ke musim timur (Ma'rufatin *et al.*, 2024).

Tabel 1. Konsentrasi MPT pada setiap stasiun pengamatan (mg/L)

Stasiun	Konsentrasi MPT (mg/L)	Lokasi Stasiun	Stasiun	Konsentrasi MPT (mg/L)	Lokasi Stasiun
1	32,333	Sungai Bengawan Roban, Daerah TPI Roban Timur & TPI Roban Barat	17	18,633	Perairan lepas pantai
2	11,167	Muara Sungai Bengawan Roban	18	13,667	Perairan lepas pantai
3	18,367	Daerah pantai	19	24,533	Perairan lepas pantai
4	64,067	Pesisir Pantai Roban Barat	20	47,033	Perairan lepas pantai
5	30,367	Daerah sstuari	21	20,067	Perairan lepas pantai
6	65,333	Kawasan wisata dan tambak	22	34,467	Perairan lepas pantai
7	35,700	Kawasan wisata	23	69,633	Perairan lepas pantai
8	13,433	Kawasan tambak	24	35,833	Perairan lepas pantai
9	16,700	Pipa buangan tambak	25	34,733	Perairan lepas pantai
10	18,733	Muara Sungai Kali Urang	26	37,533	Perairan lepas pantai
11	12,733	Daerah estuari	27	14,067	Perairan lepas pantai
12	16,467	Pesisir Pantai Roban Timur	28	14,467	Perairan lepas pantai
13	14,367	Perairan lepas pantai	29	15,733	Perairan lepas pantai
14	14,833	Perairan lepas pantai	30	13,200	Perairan lepas pantai
15	15,500	Perairan dekat muara	31	15,167	Perairan lepas pantai
16	14,267	Perairan arah buangan Pipa PLTU			

Rata-rata : 25,851 mg/L

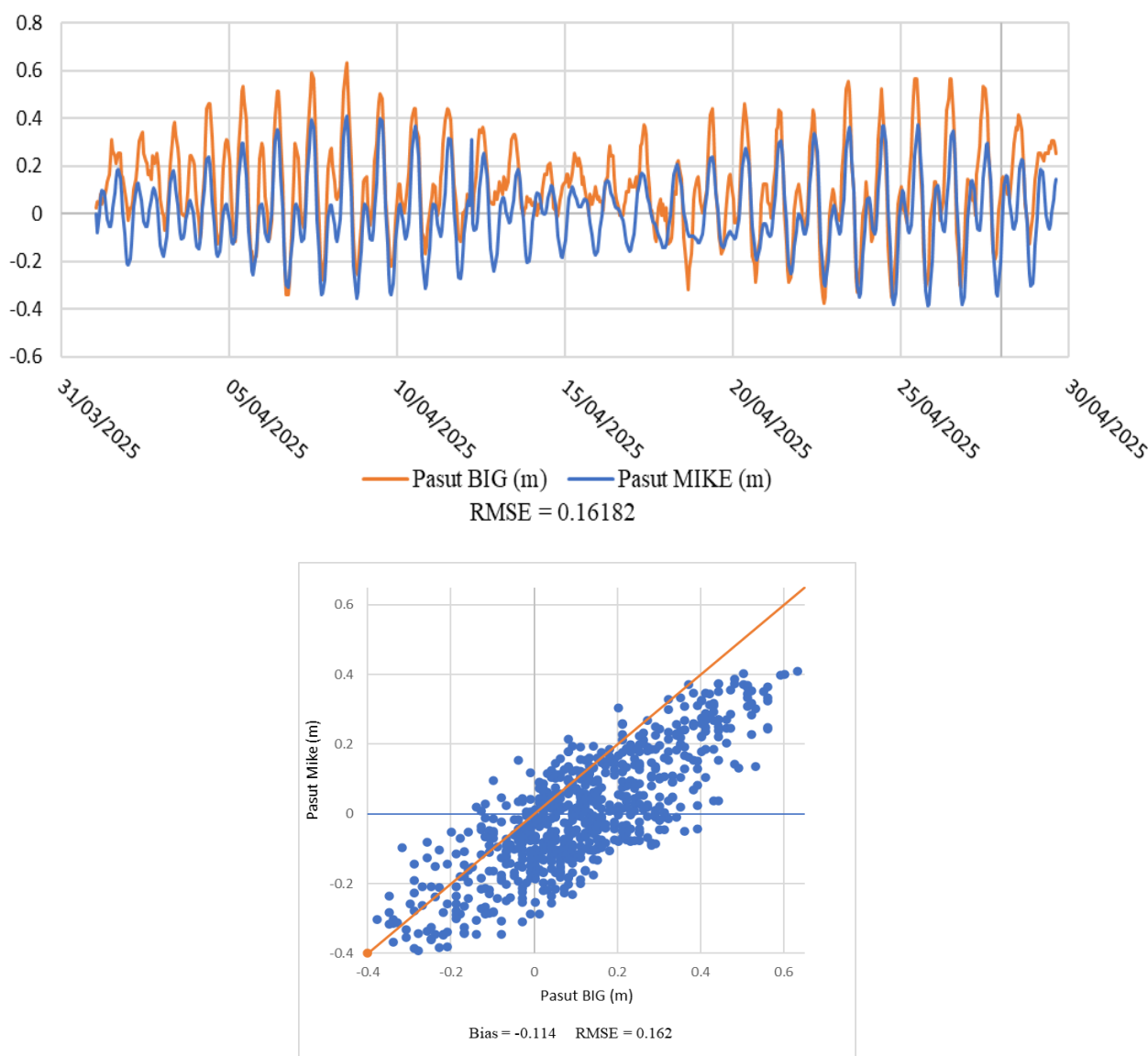


Gambar 2. Windrose Perairan Pesisir Batang Bulan April 2025

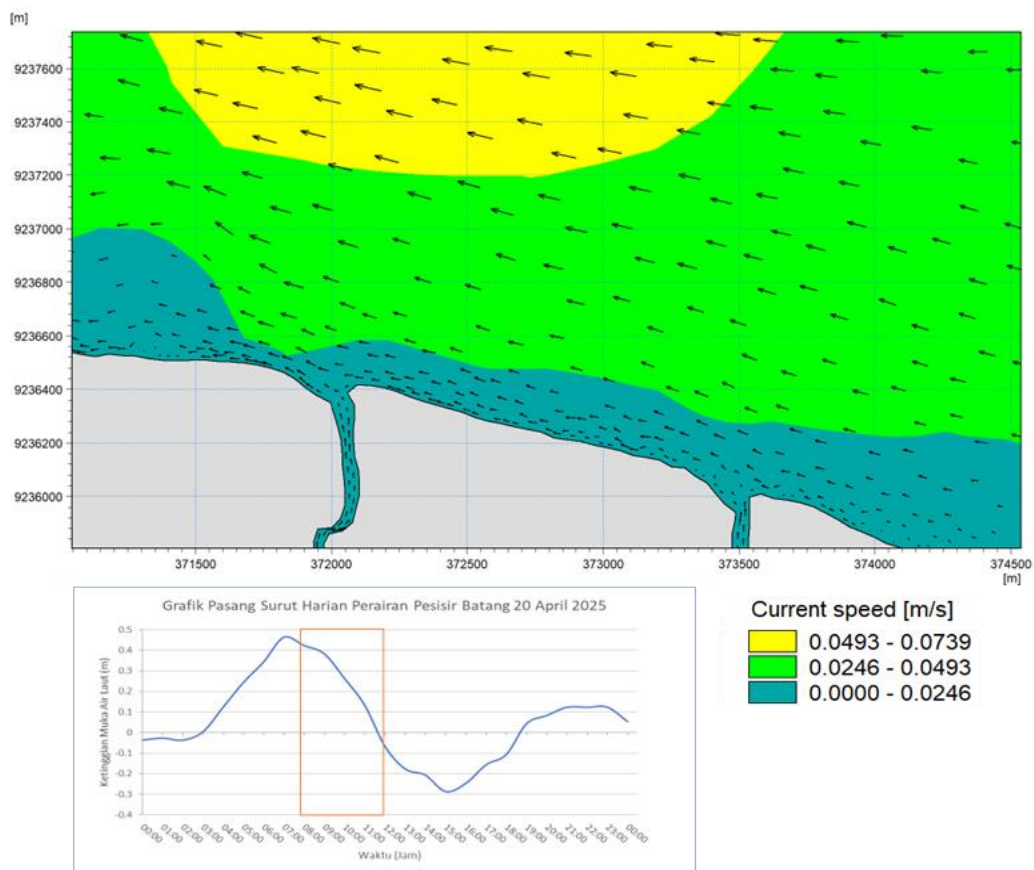
Hasil analisis pasang surut menggunakan metode *Least Square Harmonic Analysis* menghasilkan nilai angka Formzahl sebesar 0,899. Nilai ini mengklasifikasikan perairan pesisir Batang ke dalam tipe Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*). Hasil pemodelan elevasi muka air

pasang surut ini kemudian divalidasi dengan data observasi dari stasiun BIG. Menurut Ichsari *et al.* (2020), model yang baik ditandai dengan nilai galat yang rendah. Hasil uji statistik menunjukkan nilai RMSE yang mendekati nol yaitu 0,161. Mengacu pada Maryan *et al.* (2021), nilai RMSE yang kecil ($<0,3$) menjadi indikator bahwa hasil simulasi model memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan kondisi aktual di lapangan. Visualisasi perbandingan elevasi pasang surut hasil pemodelan dengan data observasi disajikan pada Gambar 3.

Kesesuaian elevasi pasang surut data hasil prediksi model MIKE 21 dan observasi oleh BIG terlihat pada Gambar 3(a) bahwa hasil prediksi model MIKE 21 cenderung bersifat *underestimate* yaitu hasil prediksi yang lebih rendah terhadap data observasi lapangan dari BIG. Hal ini juga ditunjukkan oleh sebaran titik koordinat yang mayoritas berada di bawah garis regresi $y=x$ pada Gambar 3(b), yang berarti nilai elevasi pasang surut hasil pemodelan secara konsisten lebih rendah dibandingkan dengan nilai elevasi yang tercatat di lapangan. Meskipun demikian, model masih dianggap representatif karena pola fluktuasinya seirama dengan tingkat kesesuaian 84% yang artinya model MIKE 21 sudah cukup baik dalam memprediksi data elevasi pasang surut.



Gambar 3. Elevasi pasang surut BIG dan model MIKE 21 (a) Overlay elevasi pasut BIG dan model MIKE 21 (b) Scater plot elevasi pasut



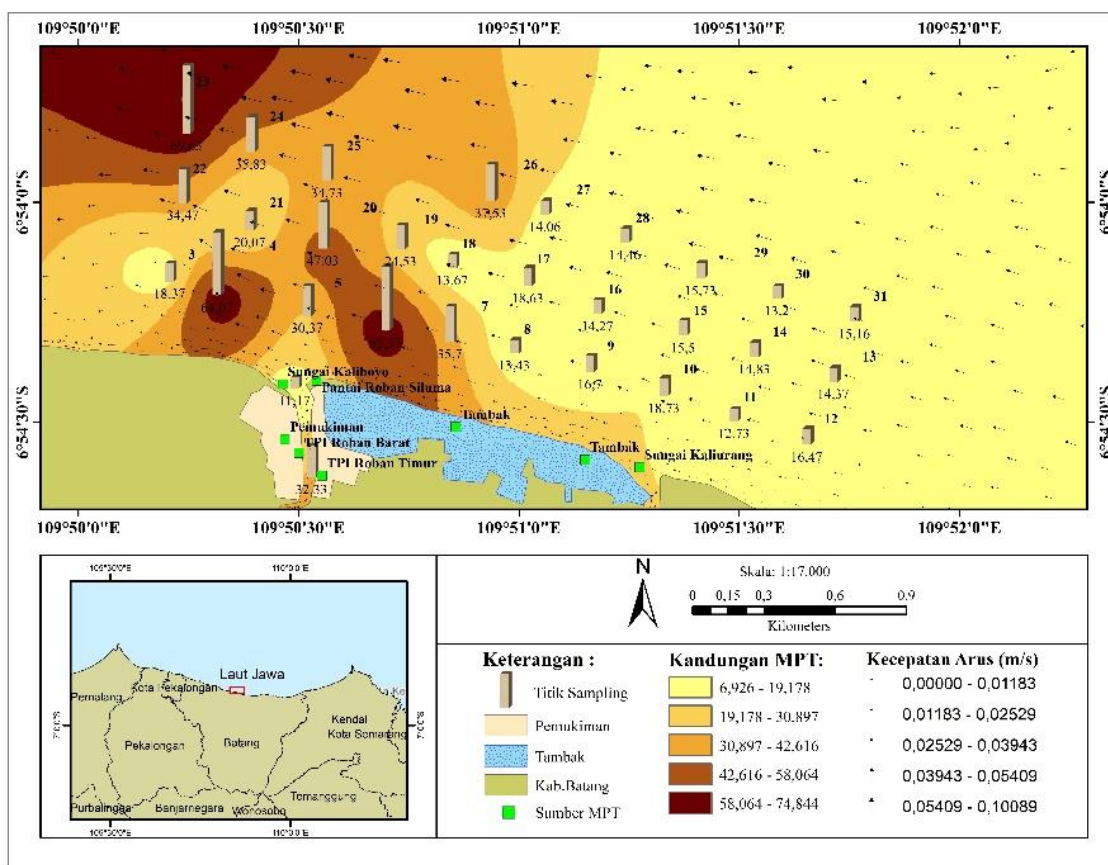
Gambar 4. Pola arus saat pengambilan sampel di Perairan Pesisir Batang

Pola arus di perairan pesisir Batang untuk mengetahui arah pergerakan arus serta kecepatannya di lokasi penelitian. Arah dan kecepatan arus dimodelkan menggunakan aplikasi MIKE 21. Simulasi dilakukan bertepatan dengan pengambilan sampel yaitu pada bulan April 2025 pada saat kondisi pasang menuju surut. Terlihat pada Gambar 4. hasil pemodelan arus pada waktu pengambilan sampel diperoleh nilai kecepatan arus rata-rata sebesar 0,0428 m/s dengan elevasi muka air sebesar 0,2599 meter. Arah arus dominan dari arah Tenggara.

Sebaran MPT di Perairan Pesisir Batang

Peta sebaran konsentrasi MPT di Perairan Pesisir Batang merupakan hasil interpolasi *spline* terdapat pada Gambar 5. Pola sebaran konsentrasi MPT di perairan pesisir Batang menunjukkan akumulasi yang tinggi di wilayah dekat daratan, kawasan pesisir, serta beberapa lokasi di perairan lepas pantai. Distribusi spasial MPT yang fluktuatif ini dipengaruhi oleh kondisi hidrodinamika perairan, terutama variasi kecepatan dan arah arus laut. Berdasarkan hasil pemodelan hidrodinamika menggunakan MIKE 21 pada Musim Peralihan I (Gambar 4), arus dominan bergerak dari arah tenggara menjauhi garis pantai dengan kecepatan rata-rata relatif rendah sekitar 0,0428 m/s dan kecepatan maksimum mencapai 0,0739 m/s. Menurut Pratama *et al.* (2025) menjelaskan bahwa kecepatan arus merupakan faktor penting yang menentukan kemampuan material tersuspensi untuk berpindah dari daerah sumber menuju wilayah perairan yang lebih terbuka.

Kecepatan arus yang relatif rendah menunjukkan bahwa energi arus belum cukup kuat untuk mentransport seluruh material tersuspensi menuju perairan yang lebih jauh. Akibatnya, proses transportasi sedimen menjadi kurang efektif sehingga sebagian besar partikel tersuspensi mengalami pengendapan kembali di wilayah pesisir. Menurut Ajiperwata *et al.* (2023) menjelaskan bahwa kondisi ini menyebabkan partikel sedimen cenderung terakumulasi di sekitar sumber masukannya. Arus dengan kecepatan rendah juga mempercepat proses sedimentasi karena partikel tersuspensi kehilangan energi untuk tetap berada di kolom air (Hidayah *et al.*, 2023).



Gambar 5. Peta Konsentrasi MPT di Perairan Pesisir Batang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi MPT di perairan pesisir Batang pada April 2025 (Musim Peralihan I) berkisar antara 11,167 mg/L hingga 69,633 mg/L dengan rata-rata sebesar 25,851 mg/L. Nilai tertinggi ditemukan pada stasiun 23 (69,633 mg/L) di kawasan lepas pantai, serta stasiun 6 (65,333 mg/L) dan stasiun 4 (64,067 mg/L) yang terletak di kawasan wisata Pantai Roban Barat dan area pertambakan. Tingginya kadar MPT di area pesisir dan estuari dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik seperti buangan limbah tambak, kawasan wisata, dan aktivitas domestik yang menghasilkan polutan sedimen (Hidayah *et al.*, 2023). Selain itu, aktivitas industri/UMKM serta saluran pembuangan tambak dapat menciptakan turbulensi yang mengangkat material sedimen dari dasar perairan menuju kolom air.

Konsentrasi MPT di perairan pesisir Batang juga dipengaruhi oleh interaksi antara arus menyusur pantai akibat angin dan arus pasang surut. Konsentrasi tinggi pada stasiun 4 dan 6 menunjukkan adanya pengaruh arus menyusur pantai yang mentransport material tersuspensi sepanjang garis pantai. Sementara itu, konsentrasi tinggi pada stasiun 23 di perairan yang lebih terbuka menunjukkan distribusi sedimen yang dipengaruhi oleh arus pasang surut. Pengambilan sampel yang dilakukan pada fase pasang menuju surut menyebabkan massa air bergerak dari wilayah muara dan pesisir menuju perairan yang lebih terbuka sehingga memungkinkan partikel sedimen dari daratan terbawa keluar dari estuari. Proses ini menunjukkan mekanisme transportasi dan redistribusi material tersuspensi dari wilayah pesisir menuju perairan lepas pantai. Menurut Ridarto *et al.* (2023), massa air sungai yang membawa material tersuspensi akan mengalami pencampuran dengan massa air laut sehingga memicu proses transportasi horizontal sedimen yang dikendalikan oleh arah dan kecepatan arus.

Pada beberapa stasiun yang berdekatan dengan muara sungai, seperti stasiun 2, 20, dan 22, terjadi pencampuran massa air tawar dan air laut yang meningkatkan turbulensi di kolom air. Turbulensi tersebut menyebabkan material sedimen yang semula terendapkan di dasar perairan kembali terangkat ke kolom air sehingga meningkatkan konsentrasi MPT di sekitar wilayah estuari. Fenomena ini sejalan dengan Wardani *et*

al. (2024) yang menyatakan bahwa zona estuari merupakan wilayah dengan dinamika hidrodinamika tinggi akibat interaksi antara debit sungai, arus laut, dan pasang surut yang dapat memicu resuspensi material sedimen. Jika dibandingkan dengan kondisi Musim Timur pada penelitian sebelumnya oleh Muthia *et al.* (2025), yang mencatat rata-rata 33,2 mg/L, terlihat bahwa konsentrasi MPT di pesisir Batang secara konsisten cenderung melebihi ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 (20 mg/L). Tingginya konsentrasi ini berdampak buruk secara ekologis karena menghalangi penetrasi cahaya matahari, sehingga mengganggu fotosintesis fitoplankton dan menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) (Wardani *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, pola sebaran MPT di perairan pesisir Batang menunjukkan akumulasi tinggi di wilayah muara dan pesisir serta kecenderungan distribusi menuju perairan lepas pantai. Pola ini merupakan hasil interaksi antara suplai material dari daratan, aktivitas antropogenik di wilayah pesisir, serta dinamika hidrooseanografi seperti arus menyusur pantai, pasang surut, debit air sungai, dan pengaruh angin. Menurut Ridarto *et al.* (2023), proses transportasi material tersuspensi sangat dipengaruhi oleh interaksi antara arus laut dan masukan sedimen dari daratan. Selain itu, Hidayah *et al.* (2023) menjelaskan bahwa aktivitas antropogenik di wilayah pesisir dapat meningkatkan konsentrasi MPT melalui peningkatan beban sedimen yang masuk ke perairan. Di wilayah estuari, proses resuspensi sedimen juga dipicu oleh turbulensi akibat pertemuan massa air sungai dan laut (Wardani *et al.*, 2024), sedangkan proses dispersi material tersuspensi di perairan yang lebih terbuka cenderung lebih efektif karena dinamika arus yang lebih stabil (Handoyo *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data survei lapangan dan analisis metode gravimetri di laboratorium pada Musim Peralihan 1 tahun 2025, konsentrasi MPT di perairan pesisir Batang berkisar antara 11,167 mg/L hingga 69,633 mg/L dengan rata-rata mencapai 25,851 mg/L yang mana secara umum telah melampaui ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut sebesar 20 mg/L. Sedangkan pola distribusi MPT di perairan pesisir Batang dipengaruhi oleh arus pasang surut dan arus menyusur pantai yang dipicu oleh angin. Interaksi kedua arus tersebut menyebabkan transport partikel tersuspensi di sepanjang wilayah pesisir, sehingga akumulasi MPT cenderung tinggi pada area pesisir yang berdekatan dengan sumber aktivitas antropogenik dari daratan seperti muara sungai, kawasan pertambakan, dan wisata, serta pada beberapa wilayah lepas pantai yang berada searah dengan arah pergerakan arus laut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang didanai melalui skema Riset Publikasi Ilmiah (RPI) dengan nomor kontrak 222-442/UN7.D2/PP/IV/2025, tanggal 8 April 2025, dengan judul *Evaluating Aquatic Fertility in the Northern Batang Coastal Area Through In-Situ and Geospatial Approach of Chlorophyll-a and Total Suspended Solid*. Terimakasih disampaikan kepada LPPM UNDIP atas pendanaan risetnya dan kepada reviewer untuk penyempurnaan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriono, F. H., Zainuri, M., Helmi, M., Rochaddi, B., & Widada, S.. 2021. Distribusi Material Padatan Tersuspensi di Perairan Sungai Jajar, Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4): 344-353.
- Ajiperwata, D., Indrayanti, E., & Rochaddi, B. 2023. Sebaran Material Padatan Tersuspensi Berdasarkan Data Citra Sentinel-2 di Perairan Tanjung Jati, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(2), 349-356. DOI: <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i2.18468>
- Anggraeni, I. R., Bambang, A.N., & Setyanto, I. 2018. Analisis Sosial Ekonomi Penangkapan Ikan di TPI Roban Timur, Kabupaten Batang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(3): 9-13.
- Arfastya, F. D., Wulandari, S.Y. & Rifai, A. 2023. Studi Persebaran Kandungan Fosfat dan Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(4): 563-570. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.41538>

- Bakri, M., Santosa, Y.N., Awaluddin, A., Hawati, H., Malik, K. & Pranowo, W.S. 2024. Simulasi Pemodelan Arus Pasang Surut di Perairan Teluk Jakarta: Tidal Current Modelling Simulation in The Waters of Jakarta Bay. *Jurnal Chart Datum*, 10(2): 131-140. DOI: <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v10i2.354>
- Erfando, W., Ismanto, A. & Wulandari, S.Y. 2023. Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Laguna Perairan Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(3): 158-164. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i3.19858>
- Handoyo, G., Subardjo, P., Kusumadewi, V., Rochaddi, B. & Widada. S. 2020. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Pantai Dasun Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1): 16-23. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.6915>
- Hanjaya, R., Wulandari, S.Y., Yusuf, M. & Zainuri, M.. 2024. Sebaran Bahan Organik dan Total Padatan Suspensi di Muara Sungai Loji, Kota Pekalongan. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(2): 230-238. DOI: <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i2.60171>
- Hapsari, L. P. 2022. Pemodelan Hidrodinamika Pola Arus dan Pasang Surut di Perairan Pulau Tidung. *Maspari Journal-Marine Science Research*, 14(2): 79-89. DOI: <https://doi.org/10.56064/maspari.v14i2.29>
- Hidayah, Z., Maula, M., & Wardhani, M. K. 2023. Pemodelan Arus Dan Muatan Padatan Tersuspensi di Perairan Estuari Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah Gresik. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 87-97. DOI:10.14710/buloma.v12i1.42322
- Ichsari, L. F., Handoyo, G., Setiyono, H., Ismanto, A., Marwoto, J., Yusuf, M. & Rifai, A. 2020. Studi Komparasi Hasil Pengolahan Pasang Surut Dengan 3 Metode (Admiralty, Least Square Dan Fast Fourier Transform) Di Pelabuhan Malahayati, Banda Aceh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2): 121-128. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7985>
- Ismunarti, D.H., Zainuri, M. Sugianto, D.N. & Saputra, S.W, 2020. Pengujian Reliabilitas Instrumen Terhadap Variabel Kontinu Untuk Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Perairan. *Buletin Oseanografi Marina* 9(1) : 1–8 PISSN : 2089-3507 EISSN : 2550-0015 DOI:10.14710/buloma.v9i1.23924.
- Kamajaya, G. Y., Putra, I.D.N.N. & Putra,L.N.G. 2021. Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Berdasarkan Citra Landsat 8 Menggunakan Tiga Algoritma Berbeda di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 7(1): 18-24. DOI:10.24843/jmas.2021.v07.i01.p03
- Kamaruddin, S. A., Hashim, A.R., Zainol, Z.A., Ahmad, A., Abd Aziz, K. A., Roslani, M. A. M. A., Shuhaime, N., Tajam, J., Hamid, H. A. H. A. & Nazir, E. M. E. M.. 2022. Evaluation of The Performance of Spline Interpolation Method in Mapping And Estimating The Total Suspended Solids Over The Coastal Water Of Pulau Tuba, Kedah. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1051 (1): 012018. DOI: 10.1088/1755-1315/1051/1/012018
- Maryan, Y. S., Pranowo, W. S., Adrianto, D., Kurniawan, A., Sukoco, N.B. & Astika, I. M. J. 2021. Water Mass Characteristics in Pantar Strait, Alor, East Nusa Tenggara. *Jurnal Chart Datum* 7(2) : 113–124. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v7i2.210>.
- Ma'rufatin, A., Yananto, A. & Pandoe, W. W. 2024. Karakteristik Angin Wilayah Pesisir Utara Pulau Jawa Berdasarkan Variabilitas Monsun. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(1): 20–30. <https://doi.org/10.55981/jtl.2024.2039>.
- Muthia, N. S., Maslukah, L. & Kunarso. 2025. Distribusi Material Padatan Tersuspensi di Perairan Pantai Roban, Batang-Indonesia. *Indonesian Journal of Oceanography*, 7(1): 61-69. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v7i1.25637>
- Pratama, B. R., Pranowo, W. S., & Prasita, V. D. 2025. Analisis Karakteristik Arus pada Beberapa Kedalaman di Laut Jawa Sepanjang Tahun 2024: Analysis of Current Characteristics at Various Depths in The Java Sea Throughout 2024. *Jurnal Chart Datum*, 11(1):53-62. DOI: <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v11i1.375>
- Ridarto, A.K.Y., Zainuri, M., Helmi, M., Kunarso, Rochaddi, B., Maslukah, L., Endrawati, H., Handoyo, G. & Koch,M. 2023. Assessment of Total Suspended Solid Concentration Dynamics Based on Geospatial Models as an Impact of Anthropogenic in Pekalongan Waters, Indonesia. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1),1 42-152.doi: 10.14710/buloma.v12i1.51454
- Saleem, M., Jeelani, G., Pall, I. A., Ganai, J. & Kumar, S. 2022. Water and Sediment Geochemistry of an Urban Lake: Implications to Weathering and Anthropogenic Activity. *International Journal of Sediment Research*, 37(6): 809-822. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2022.05.003>

-
- Shabari, A. R., Satriadi, A. S. & Atmodjo, W. 2019. Padatan Tersuspensi Yang Dipengaruhi Oleh Proses Pasang Surut di Perairan Kaliboyo, Kabupaten Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 8(4): 393-401. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i4.24775>
- Utama, I. M. P., Maslukah, L. & Wulandari, S.Y. 2021. Sebaran Material Padatan Tersuspensi dan Fosfat di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 10(1): 89-86. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i1.28533>
- Wafi, A., Rahwan & H. Soepranto. 2021. Potensi Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Kabupaten Batang. *RISTEK: Jurnal Riset, Inovasi dan Teknologi Kabupaten Batang* 6(1):21-28 DOI : <https://doi.org/10.55686/ristek.v6i1.106>
- Wirasatriya, A., Maslukah, L., Indrayanti, E., Yusuf, M., Milenia, A. P., Adam, A. A. & Helmi, M. 2023. Seasonal Variability of Total Suspended Sediment Off the Banjir Kanal Barat River, Semarang, Indonesia estimated from Sentinel-2 images. *Regional Studies in Marine Science*, 57: 102735. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102735>.
- Wardani, A. E., Zainuri, M., Wulandari, S. Y., & Rochaddi, B. 2024. Sebaran Klorofil-a dan Material Padatan Tersuspensi (MPT) di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(3): 229-238. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i3.18194>
- Zainuri, M., Helmi, M., Wirasatriya, A., Yusuf, M., Marwoto, J. & Rasyid. 2021. *Metodologi Penelitian*. Buku Ajar. Tiga Media. 192 hal