

Studi Karakteristik Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Besar Butir Sedimen di Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon

Maulidhia Srie Rezeki^{1*}, Yuniarti MS², Ankiq Taofiqurohman², Qurnia Wulan Sari²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

²Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang KM. 21, Jatinangor 45363, Indonesia

Email: maulidhia21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Sedimentasi di wilayah pesisir merupakan permasalahan lingkungan yang kompleks dan dapat terjadi secara berkelanjutan, terutama di daerah yang memiliki interaksi kuat antara faktor hidrodinamika dan aktivitas darat. Kabupaten Cirebon, khususnya Kecamatan Mundu, menghadapi suatu tantangan besar akibat sedimentasi yang salah satu faktornya disebabkan oleh faktor hidro-oseanografi berupa arus dan pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sedimen berdasarkan faktor hidro-oseanografi arus dan pasang surut serta menganalisis transpor sedimen dan laju sedimentasi di Perairan Mundu. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan data sedimen, arus, dan pasang surut. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa jenis sedimen di Perairan Mundu berjenis lumpur dengan dominansi fraksi contoh sedimen pada setiap stasiun adalah butiran halus (>70%). Pasang surut di wilayah penelitian berkategori campuran condong harian ganda dengan energi arus didominasi oleh arus pasut. Kondisi tersebut menjadikan sedimen di Perairan Mundu bertransportasi secara *suspension* pada saat kecepatan arus maksimum (1,76 – 2,06 cm/s), dan *deposition in suspension* saat arus minimum (0,06 - 0,18 cm/s). Hasil lain dalam penelitian ini menunjukkan bahwa laju sedimentasi memiliki rentang nilai 7,74 - 28,27 kg/m²/hari dan nilai paling besar ditemukan pada stasiun yang dekat dengan pesisir. Dominansi arah laju sedimentasi berasal dari arah utara (Cirebon Utara) yang mengindikasikan adanya sedimentasi yang mengarah ke daratan Mundu.

Kata kunci : Sedimentasi, Arus, Pasang Surut, Mundu

Abstract

Sediment Characteristics Study Based on Sediment Grain Size Analysis in Mundu Waters, Cirebon Regency

Coastal sedimentation is a complex environmental problem that can occur continuously, especially in areas with strong interactions between hydrodynamic factors and land activities. Cirebon Regency, especially Mundu District, faces a major challenge due to sedimentation, one of the factors of which is caused by hydro-oceanographic factors in the form of currents and tides. This study aims to identify sediment characteristics based on hydro-oceanographic factors of currents and tides and to analyze sediment transport and sedimentation rates in Mundu Waters. The research method uses a quantitative method with a sediment, current, and tidal data approach. The results of the study indicate that the type of sediment in Mundu Waters is mud with the dominant fraction of sediment samples at each station being fine grains (> 70%). The tides in the study area are categorized as mixed, tending to be double daily with current energy dominated by tidal currents. These conditions cause sediment in Mundu Waters to transport in suspension at maximum current speeds (1,76 – 2,06 cm/s), and deposition in suspension at minimum currents (0,06 - 0,18 cm/s). Other results in this study indicate that the sedimentation rate has a range of values of 7.74 - 28.27 kg / m² / day and the largest value was found at stations close to the coast. The dominant direction of the sedimentation rate comes from the north (North Cirebon) which indicates sedimentation leading to the Mundu mainland.

Keywords: Sedimentation, Currents, Tides, Mundu

PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan salah satu permasalahan utama di wilayah pesisir yang

dipengaruhi oleh interaksi antara proses daratan dan laut. Di kawasan pesisir Pantai Utara Jawa (Pantura), proses sedimentasi berlangsung secara

*Corresponding author

DOI:10.14710/buloma.v15i1.75637

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 06-07-2025

Disetujui/Accepted : 07-01-2026

berkelanjutan akibat suplai material sedimen dari daratan melalui aliran sungai serta dipengaruhi oleh dinamika hidrodinamika laut seperti arus, gelombang, dan pasang surut (Bird, 2008; Setiady & Faturachman, 2007). Akumulasi sedimen yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan perubahan morfologi dasar perairan dan garis pantai, yang pada jangka panjang berdampak pada pendangkalan perairan, perubahan pola arus, serta ketidakseimbangan sistem pesisir (Alongi, 2012).

Kabupaten Cirebon merupakan salah satu wilayah pesisir di Pantura Jawa yang mengalami permasalahan sedimentasi cukup serius, terutama di bagian timur wilayah pesisirnya. Proses sedimentasi di kawasan ini sebagian besar dipengaruhi oleh erosi daratan yang materialnya terbawa oleh aliran sungai serta didistribusikan kembali oleh arus sejajar pantai (*longshore current*) menuju pesisir timur Cirebon (Astjario, 2006; Faturachman *et al.*, 2004). Sungai-sungai besar seperti Kalijaga, Citemu, dan Bangkaderes berperan sebagai sumber utama suplai sedimen, yang menyebabkan terjadinya pencampuran antara sedimen daratan dan laut serta memicu berbagai dampak geomorfologis seperti pendangkalan, erosi, dan akresi di wilayah pesisir Kabupaten Cirebon (Setiady & Faturachman, 2007). Salah satu wilayah pesisir di Kabupaten Cirebon yang terdampak signifikan oleh proses sedimentasi tersebut adalah Pesisir Mundu. Wilayah ini menerima suplai sedimen langsung dari beberapa sungai utama serta berada pada kondisi morfologi perairan yang relatif dangkal dan berenergi rendah. Penelitian milik (Triana *et al.*, 2023) mencatat bahwa pesisir Mundu dalam rentang periode 2000–2020 mengalami perubahan garis pantai yang cukup krusial, dengan panjang garis pantai bertambah (akresi) mencapai 4,3 km, yang mengindikasikan adanya proses sedimentasi yang aktif di wilayah ini. Selain itu, posisi geologis Mundu sebagai dataran rendah di kaki Gunung Ciremai serta rendahnya elevasi dasar perairan memperbesar kerentanan wilayah ini terhadap perubahan morfologi dasar laut akibat akumulasi sedimen (Heriati & Husrin, 2017).

Hingga saat ini, penelitian mengenai sedimentasi di Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon masih didominasi oleh kajian perubahan garis pantai dan distribusi sedimentasi secara umum tanpa mengaitkan secara mendalam karakteristik sedimen dasar berdasarkan analisis besar butir sedimen dengan mekanisme transpor sedimen yang dikendalikan oleh energi

hidrodinamika khususnya arus pasang surut. Beberapa studi terbaru di Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon memang telah mengkaji karakteristik sedimen dasar dan menunjukkan dominasi fraksi halus pada perairan pesisir dengan energi gelombang yang relatif rendah, di mana arus dan pasang surut berperan dominan dalam mengontrol pola distribusi sedimen dan laju sedimentasi (Agusta & Putri, 2023; Purba *et al.*, 2022). Beberapa studi juga menunjukkan bahwa interaksi antara arus laut, pasang surut, dan masukan sedimen dari sungai berperan penting dalam mengontrol distribusi sedimen dan perubahan morfologi pesisir, khususnya pada musim peralihan ketika pengaruh gelombang relatif kecil (Pratama *et al.*, 2023; Raharjo *et al.*, 2015). Meskipun demikian, keterkaitan antara variasi ukuran butir sedimen, pola arus pasang surut, arah transpor sedimen, serta implikasinya terhadap laju sedimentasi di wilayah pesisir timur Cirebon seperti Perairan Mundu masih belum diteliti secara komprehensif. Oleh karena itu, analisis besar butir sedimen merupakan pendekatan penting untuk menginterpretasikan kondisi energi perairan, arah dan mekanisme transpor sedimen, serta kecenderungan proses pengendapan atau erosi pada suatu wilayah pesisir.

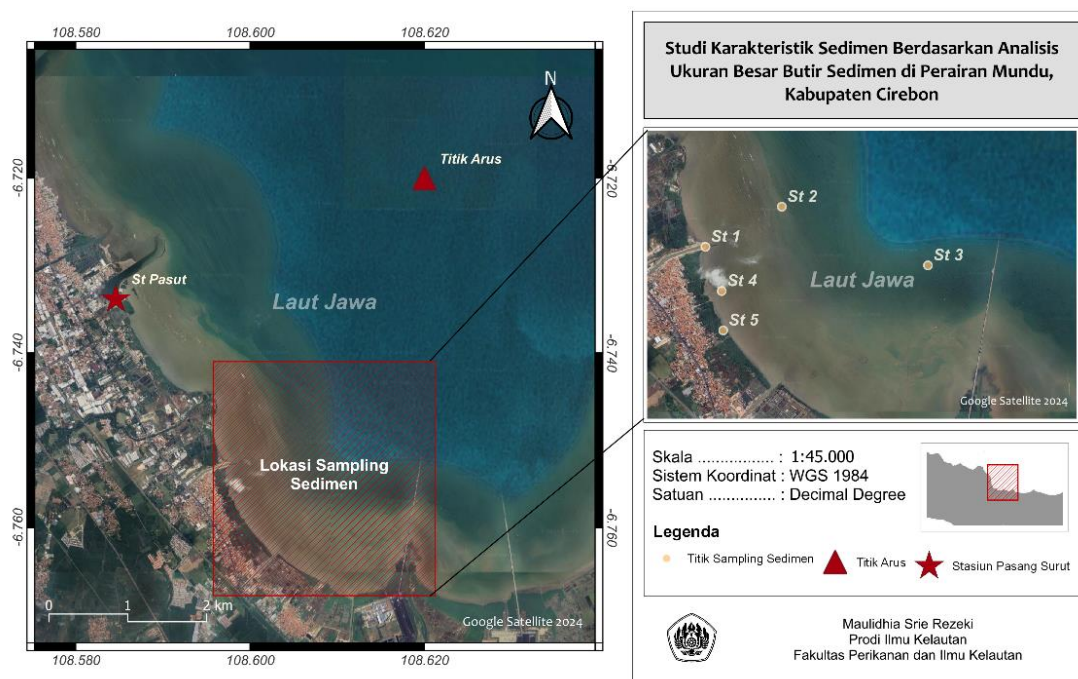
Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sedimen permukaan dasar (*bed load*) di Perairan Mundu, mengidentifikasi jenis dan mekanisme transportasi sedimen berdasarkan parameter arus dan pasang surut, serta menganalisis laju sedimentasi selama periode pengamatan 30 hari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika sedimentasi di Perairan Mundu dan menjadi dasar ilmiah dalam upaya mitigasi risiko serta perumusan strategi pengelolaan wilayah pesisir Kabupaten Cirebon.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian berada di Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat dengan periode survei di lapangan dilakukan selama 1 bulan (23 Mei – 23 Juni 2024). Luas cakupan wilayah penelitian mencakup $\pm 96,02$ ha dan berada dalam periode transisi iklim antara musim peralihan I ke musim timur. Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan, berupa sampel sedimen dasar permukaan (*bed load*) dan laju sedimentasi. Data sekunder

Tabel 1. Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen

Stasiun	Karakteristik Stasiun	Kedalaman (m)	Koordinat	
			Longitude (E)	Latitude (S)
St 1	Muara Mundu	0,5	108.5976389	-6.752805556
St 2	Area tambak (lurusan muara Mundu)	2	108.6033611	-6.749805556
St 3	Area tambak (Dekat jetty PLTU)	5	108.6143056	-6.754194444
St 4	Area tambak (dekat hutan mangrove)	2	108.5988611	-6.756111111
St 5	Hutan mangrove	0,5	108.5989722	-6.759055556

**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

meliputi parameter hidro-oseanografi, yaitu arus laut dan pasang surut yang diperoleh dari HYCOM (*Hybrid Coordinate Ocean Model*) untuk data arus, dan BIG (Badan Informasi Geospasial) untuk data pasang surut dengan periode harian selama 31 hari (23 Mei – 23 Juni 2024). Pemilihan lokasi pengambilan data sedimen dilakukan secara *purposive* berdasarkan tingkat turbiditas dan karakteristik morfologi perairan. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman bervariasi antara 0,5 – 5 meter dengan koordinat geografis yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Sampel contoh sedimen *bed load* diambil menggunakan metode *grab sampler* pada lima

stasiun dan dikeringkan sebelum dilakukan pengayakan kering secara horizontal dengan 10 ukuran ayakan. Untuk laju sedimentasi, digunakan alat *sediment trap* dengan spesifikasi panjang pipa 80 cm, dan diameter masing-masing pipa yaitu 2,5 inci. Pengambilan data laju sedimentasi diletakkan dilakukan selama 30 hari, dan sedimen dikumpulkan dua kali dalam interval 15 hari.

Pengolahan Data

Sampel dikeringkan, kemudian dianalisis menggunakan metode ayakan kering (*dry sieving*). Distribusi ukuran butir dihitung menggunakan perangkat lunak Gradistat dengan metode granulometri, berdasarkan parameter Folk & Ward

(1957). Perhitungan statistik granulometri meliputi *mean*, *sorting*, *skewness*, dan *kurtosis* dapat dilihat melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \\ \text{Sortasi} &= \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} \\ \text{Skewness} &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ \text{Kurtosis} &= \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \end{aligned}$$

Keterangan: ϕn = persentil nilai phi

Data pasang surut dianalisis menggunakan metode *Admiralty* dengan MATLAB. Komponen harmonik seperti M_2 , S_2 , K_1 , O_1 , dan P_1 digunakan untuk menentukan tipe pasut melalui perhitungan nilai *Formzahl*. Data arus dari HYCOM diolah menggunakan MATLAB untuk mendapatkan komponen arah (u dan v) dan kecepatan arus. Selanjutnya diolah secara temporal dengan pemilihan satu titik yang berada di perairan Mundu dan dilakukan pemisahan arus pasang surut menggunakan filter harmonik. Data ukuran butir dan kecepatan arus diplot dalam Diagram *Hjulström* untuk mengklasifikasikan proses erosi, transportasi, atau deposisi sedimen di setiap stasiun. Laju sedimentasi dihitung menggunakan formula dari APHA (1999), dan dapat dilihat melalui persamaan dibawah ini:

$$LS = \frac{10}{\text{Jumlah Hari} \times \pi r^2} (A - B)$$

Keterangan: LS = Laju sedimentasi ($\text{kg/m}^2/\text{hari}$); A = Berat alas timbangan + sedimen kering diatasnya; B = Berat alas timbangan awal; $\pi = 3,14$; r^2 = Jari-jari lingkaran *sediment trap* dipangkatkan (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di 5 (lima) titik pada Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon. Seluruh sampel merupakan contoh sedimen dasar permukaan (*bed load*) yang dikategorikan sebagai lumpur, dengan dominasi fraksi lanau dan lempung pada masing-masing stasiun. Persentase lanau dan lempung yang tinggi tercatat lebih dari 70%. Persentase fraksi sedimen pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

Karakteristik sedimen *bed load* di seluruh stasiun yang didominasi oleh fraksi lanau-lempung

(>70%) menggambarkan lingkungan sedimentasi tenang yang mendukung pengendapan partikel halus (Pambudi *et al.*, 2023). Hasil identifikasi secara visual, sedimen basah berwarna abu keabuan hingga kehijauan. Jenis sedimen ini merupakan kombinasi material laut dan darat yang berasosiasi dengan sedimen trigenik dan aluvium akibat aktivitas sungai dan pesisir (Husrin *et al.*, 2021; Nugroho & Basit, 2014). Berikut adalah hasil parameter statistik granulometri sedimen yang disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan hasil ayakan kering, rata-rata ukuran butir sedimen tergolong lanau kasar (*coarse silt*), dengan nilai phi (ϕ) berkisar antara 5 – 6. Hasil ini sesuai karakteristik umum sedimen di Pantura Jawa (Husrin *et al.*, 2021). Klasifikasi sortasi menunjukkan sedimen termasuk dalam kategori terpilah buruk (*poorly-sorted*) hingga sangat buruk (*very poorly-sorted*) dengan nilai phi antara 2 – 16. Nilai sortasi tergolong buruk hingga sangat buruk (*poorly-very poorly sorted*), menandakan ketidakstabilan energi dan adanya pencampuran sumber sedimen (Soulsby, 1997). Pada parameter skewness, stasiun 1 dan 3 berkisar $\phi = 0,2$ (menceng kasar), sementara stasiun 2, 4, dan 5 menunjukkan skewness simetris ($\phi = 0$). Nilai skewness menunjukkan perbedaan antarstasiun, dimana lokasi pesisir cenderung simetris (energi stabil), sedangkan di muara dan lepas pantai menceng kasar (*coarse-skewed*) yang diakibatkan adanya pengaruh energi dari laut terbuka (Wang *et al.*, 2022). Hasil analisis kurtosis menunjukkan klasifikasi *platykurtic* pada stasiun 2, 4, dan 5, serta *leptokurtic* pada stasiun 1 dan 3. Secara keseluruhan, hasil analisis granulometri di Perairan Mundu ini selaras dengan penelitian milik Agusta & Putri (2023) yang menunjukkan dominasi tekstur lanau di wilayah Cirebon bagian timur.

Arus

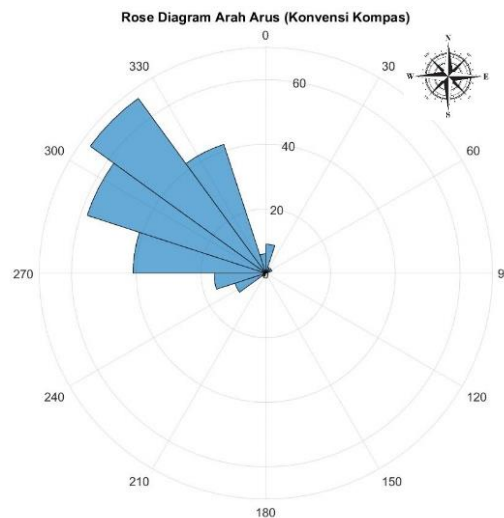
Hasil analisis arus selama periode pengamatan (23 Mei – 23 Juni 2024) di Perairan Mundu, menunjukkan bahwa arus total didominasi oleh pengaruh pasang surut. Kecepatan arus rata-rata tercatat sebesar 0,019 m/s, dengan nilai maksimum 0,0206 m/s dan minimum 0,006 m/s. Nilai tersebut dikategorikan sebagai arus lemah (Dwianti & Widada, 2017; Leksono *et al.*, 2013). Pola arus di Perairan Mundu ini dipengaruhi oleh pasang surut, dengan arah dominan barat daya. *Current rose* Perairan Mundu dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Persentase Fraksi Sedimen Bed Load Perairan Mundu, Kabupaten Cirebon

Stasiun	Fraksi Sedimen (%)			Tekstur Sedimen
	Kerikil	Pasir	Lanau	
1	0,0	21,3	78,7	Lumpur Berpasir
2	0,0	24,0	76,0	Lumpur Berpasir
3	5,8	24,2	70,0	Lumpur Berkerikil
4	2,4	14,7	82,9	Lumpur Berpasir Sedikit-kerikil
5	0,1	7,1	92,8	Lumpur Berpasir sedikit-kerikil

Tabel 3. Hasil Analisis Granulometri

Stasiun n	Parameter Statistik Sedimen							
	Mean		Sortasi		Skewness		Kurtosis	
	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi	phi	Klasifikasi
1	5,3	Lanau kasar	2,1	Terpilah sangat buruk	-0,2	Menceng kasar	1,2	Puncak runcing
2	5,4	Lanau kasar	1,7	Terpilah buruk	0	Simetris	0,8	Puncak landai
3	5,2	Lanau kasar	2,3	Terpilah sangat buruk	-0,2	Menceng kasar	1,4	Puncak runcing
4	5,5	Lanau kasar	1,5	Terpilah buruk	0,0	Simetris	0,8	Puncak landai
5	5,8	Lanau kasar	1,3	Terpilah buruk	0,0	Simetris	0,7	Puncak landai

**Gambar 2.** Current Rose Arus Total

Pada hasil analisis arus arus pasut menggunakan pemisahan (*filtering*) pada arus total, arah arus pasut pada fase surut cenderung mengalir dari timur menuju barat, sedangkan arah arus pada fase pasang cenderung mengarah dari barat menuju timur. Informasi mengenai arus pasut disajikan dalam Gambar 3 dan Tabel 4.

Hasil analisis nilai arus pasut dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa kecepatan maksimum arus pasang (0,0206 m/s) lebih besar dibandingkan arus surut (0,0176 m/s). Dari segi kecepatan arus, nilai arus pasut ini mengindikasikan bahwa sistem perairan Mundu bersifat *flood-dominant*. Sesuai kriteria kuantitatif Guo *et al.* (2018), dominasi

pasang terjadi ketika kecepatan maksimum pasang lebih besar dan terjadi lebih cepat dibandingkan surut. Dominasi arus pasang berperan penting dalam sistem hidrodinamika pesisir karena menunjukkan pergerakan massa air yang lebih besar dari laut ke darat, mendukung transportasi sedimen *landward*, serta pembentukan zona akumulasi sedimen di perairan dangkal (Khadami *et al.*, 2020). Dengan kecepatan arus Mundu yang tergolong rendah, sistem arus di Mundu memperkuat proses retensi dan deposisi sedimen di zona pesisir dangkal (Anthony, 2004).

Pasang Surut

Hasil pengamatan pasang surut di lokasi penelitian dari stasiun pasut milik BIG menunjukkan nilai muka air rerata (MWL) sebesar

1,009 meter, dengan nilai tinggi maksimum muka air (HWL) 1,55 meter dan tinggi minimumnya (LWL) adalah 0,5 meter (Gambar 4). Hasil analisis pasang surut menggunakan metode *admiralty* (Tabel 5) menunjukkan bahwa pasang surut di Mundu bertipe campuran condong harian ganda (*mixed prevailing to semidiurnal*), dengan dua kali pasang dan dua kali surut setiap harinya serta amplitudo berbeda. Tipe pasut ini menghasilkan fase *flood* (*landward*) dan *ebb* (*seaward*) yang bergantian.

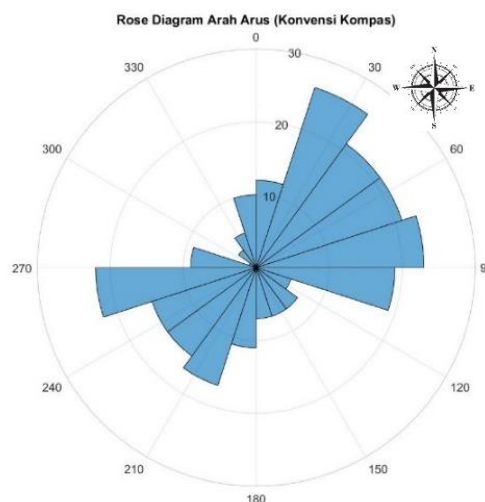
Guo *et al.* (2018) menjelaskan pada pasut tipe campuran condong harian ganda, durasi yang tidak seimbang antara dua pasut utama memengaruhi arah dan kekuatan pada arus pasut. Fase yang lebih panjang memungkinkan partikel halus tersuspensi lebih lama, meningkatkan

Tabel 4. Arah dan Kecepatan Minimum & Maksimum Arus Pasut

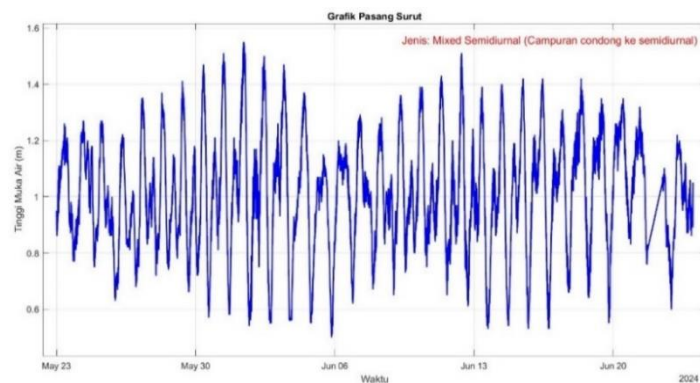
No	Kondisi	Kecepatan (m/s)	Arah (derajat)
A. Pasang			
1.	Maksimum	0,0206	241.87
2.	Minimum	0,0018	123.09
B. Surut			
1.	Maksimum	0,0176	50.28
2.	Minimum	0,0006	106.80

Tabel 5. Amplitudo Bilangan Harmonik dan Nilai Formzahl Pasang Surut

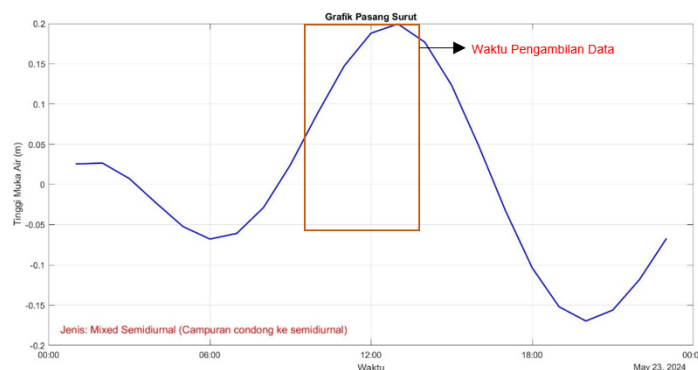
M ₂	S ₂	K ₁	O ₁	F	Tipe
0,151	0,080	0,173	0,070	1,05	Campuran condong ke semidiurnal



Gambar 3. Current Rose Arus Pasut



Stasiun Cirebon



Prediksi Pasut pada Perairan Mundu

Gambar 4. Magnitudo Pasang Surut

transportasi horizontal sebelum deposisi terjadi (Bass *et al.*, 2002). Dengan demikian, pasang surut menjadi faktor utama pengendali transportasi sedimen halus di Perairan Mundu, sejalan dengan karakter perairannya yang berenergi rendah dan tertutup.

Transpor Sedimen

Identifikasi hubungan antara ukuran butir sedimen dengan kecepatan aliran pada seluruh kondisi pasang surut selama satu bulan (23 Mei- 23 Juni 2024) pada penelitian ini menggunakan kurva *Hjulström*. Kurva *Hjulström* menggambarkan interaksi antara ukuran butir sedimen dengan mekanisme angkutan sedimen (Pambudi *et al.*, 2023). Kecepatan aliran pada penelitian ini menggunakan arus pasut dalam satuan cm/s dan untuk ukuran butir sedimen dalam satuan mm (Tabel 6).

Hasil pengamatan pada setiap fase pasut (Gambar 5) menunjukkan variasi kondisi transportasi sedimen berdasarkan kecepatan arus pasut. Pada kedua fase (pasang dan surut), arus

maksimum berada dalam zona “*transport in suspension*” dan arus minimum dalam zona “*deposition of suspended load*”. Kurva *Hjulström* menunjukkan bahwa ukuran partikel sedimen di seluruh stasiun berada dekat atau di bawah ambang erosi, dengan dominasi deposisi fraksi lanau-lempung (Soulsby, 1997). Pada stasiun 2, 4, dan 5, kecepatan arus rendah berasosiasi dengan keberadaan sedimen halus dan sortasi buruk. Sementara pada stasiun 1 dan 3, ditemukan fraksi campuran kasar-halus dengan sortasi sangat buruk. Pada fase pasang, arus maksimum masih berada dalam zona *transport*, dan kecepatan minimum menunjukkan dominasi deposisi oleh partikel halus. Sedimen di lokasi penelitian tergolong tidak terkonsolidasi dan bergerak secara suspensi pada saat arus maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen halus di Perairan Mundu lebih banyak ditransportasikan dalam bentuk suspensi sebelum mengalami pengendapan.

Hasil pengamatan pada setiap fase pasut (Gambar 5) menunjukkan variasi kondisi transportasi sedimen berdasarkan kecepatan arus

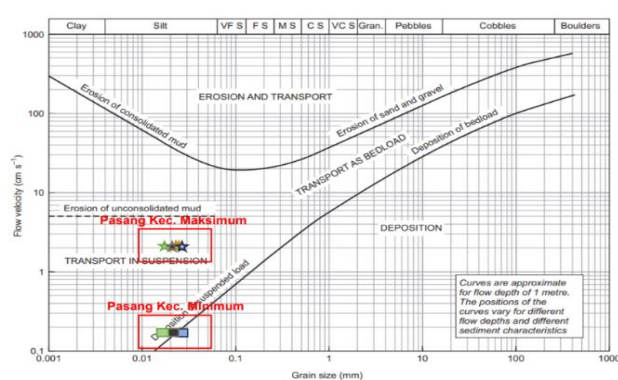
pasut. Pada kedua fase (pasang dan surut), arus maksimum berada dalam zona “*transport in suspension*” dan arus minimum dalam zona “*deposition of suspended load*”. Kurva *Hjulström* menunjukkan bahwa ukuran partikel sedimen di seluruh stasiun berada dekat atau di bawah ambang erosi, dengan dominasi deposisi fraksi lanau-lempung (Soulsby, 1997). Pada stasiun 2, 4, dan 5, kecepatan arus rendah berasosiasi dengan keberadaan sedimen halus dan sortasi buruk. Sementara pada stasiun 1 dan 3, ditemukan fraksi campuran kasar-halus dengan sortasi sangat buruk. Pada fase pasang, arus maksimum masih berada dalam zona *transport*, dan kecepatan minimum menunjukkan dominasi deposisi oleh partikel halus. Sedimen di lokasi penelitian tergolong tidak

terkonsolidasi dan bergerak secara suspensi pada saat arus maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen halus di Perairan Munda lebih banyak ditransportasikan dalam bentuk suspensi sebelum mengalami pengendapan.

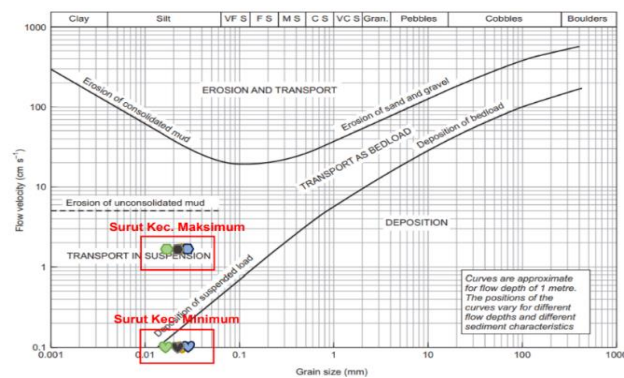
Pasang surut tipe campuran dengan perbedaan durasi tidak menentu berdampak pada lamanya partikel halus tersuspensi di kolom air. Pada arus pasang yang memiliki kecepatan sedikit lebih tinggi dibandingkan arus surut, partikel memiliki jarak lebih jauh untuk berpindah lokasi sebelum mengendap (Guo *et al.*, 2018; Bass *et al.*, 2002). Sedimen lanau dan lempung yang bersifat kohesif akan tetap stabil dalam suspensi dan baru mengendap ketika kecepatan arus melemah (Hu *et al.*, 2017). Lemahnya energi arus juga

Tabel 6. Nilai Grain Size dan Kecepatan Arus Perairan Munda, Kabupaten Cirebon

Stasiun	Ukuran Butir (mm)	Kecepatan Arus Pasang (cm/s)				Kecepatan Arus Surut (cm/s)	
		Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum
1	0,025						
2	0,024						
3	0,027	2,06	0,18	1,76	0,06		
4	0,022						
5	0,018						



Fase Pasang



Fase Surut

Keterangan:

- Stasiun
- Stasiun 1
 - Stasiun 2
 - Stasiun 3
 - Stasiun 4
 - Stasiun 5
- Kondisi (arus)
- ★ Pasang (maks)
 - Pasang (min)
 - Surut (maks)
 - △ Surut (min)

Gambar 5. Kurva *Hjulström* Pada Fase Pasang & Surut di Perairan Munda, Kabupaten Cirebon (23 Mei - 23 Juni 2024)

menyebabkan area penelitian berfungsi sebagai zona bayangan energi (*energy shadow zone*), yang merupakan tempat partikel halus terperangkap dan terakumulasi (Rifardi, 2008). Kondisi ini menunjukkan bahwa mekanisme transpor sedimen di Mundu didominasi oleh gaya suspensi akibat pasang surut yang berulang.

Akumulasi sedimen halus di Perairan Mundu dapat dijelaskan melalui fenomena *settling lag* (keterlambatan pengendapan) dan *scour lag* (keterlambatan penggerusan). Partikel halus memiliki sifat yang membuatnya tetap melayang di kolom air meskipun kecepatan arus sudah menurun. Kondisi ini menyebabkan partikel bergerak lebih jauh ke arah darat selama fase pasang dibandingkan jarak pergerakannya kembali ke laut saat surut. Akibatnya, terjadi pola transportasi sedimen yang tidak seimbang (asimetris), di mana lebih banyak material berpindah ke daratan. Kombinasi kedua proses ini membentuk mekanisme yang disebut *tidal pumping*, yaitu proses pengangkutan dan pengendapan sedimen halus secara berulang akibat pasang surut yang efisien dalam menumpuk sedimen di zona intertidal dan estuari (Scully & Friedrichs, 2007; Van De Kreeke & Robaczewska, 1993). Mekanisme ini kemungkinan besar menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan tingginya laju sedimentasi di Perairan Mundu.

Laju Sedimentasi

Hasil pengukuran menggunakan *sediment trap* menunjukkan bahwa laju sedimentasi di Perairan Mundu berkisar antara 7,74–28,27 kg/m²/hari (Tabel 7). Nilai tertinggi ditemukan di stasiun 4 (28,27 kg/m²/hari) dan stasiun 5 (22,13 kg/m²/hari), sedangkan nilai terendah terdapat di stasiun 3 (7,74 kg/m²/hari). Secara umum, nilai tersebut tergolong sedang hingga sangat tinggi. Sebagai perbandingan dengan wilayah Pantura Jawa lainnya, seperti di Muara Sungai Silugonggo (Pati) (Pambudi *et al.*, 2023), Muara Sungai Waridin (Kendal) (Srijati *et al.*, 2017), dan Pantai Bandengan (Jepara) (Sihotang *et al.*, 2020) hanya mencatat nilai laju sedimentasi di bawah 4 kg/m²/hari.

Pada Tabel 7, perbedaan nilai antarstasiun ini mencerminkan variasi kondisi hidro-oseanografi dan karakteristik lingkungan di setiap lokasi pengamatan. Stasiun 1 dan 2 yang berada lebih dekat dengan muara sungai memiliki suplai sedimen dari darat, namun energi arus dan pasang surut yang masih cukup aktif menyebabkan

sebagian material halus terdispersi kembali ke perairan, sehingga pengendapan tidak maksimal (Rifardi, 2012). Sebaliknya, stasiun 4 dan 5 yang berlokasi di dekat pesisir dengan zona hutan mangrove menunjukkan laju sedimentasi tertinggi akibat kondisi energi rendah dan morfologi dasar yang landai, yang memungkinkan partikel halus (lanau dan lempung) untuk terakumulasi. Vegetasi mangrove berperan penting sebagai perangkap sedimen alami, di mana struktur akar dan batangnya meredam energi arus serta memperlambat kecepatan aliran air, sehingga sedimen halus yang terbawa arus pasut cenderung mengendap (Raharjo *et al.*, 2015; Alongi, 2012). Di sisi lain, stasiun 3 yang berlokasi di sekitar struktur keras jetty PLTU justru mengalami pengendapan paling rendah akibat terhalangnya transpor sedimen sejajar pantai (*longshore transport*) oleh struktur buatan, sehingga material yang seharusnya terdistribusi alami menjadi tertahan (Amos *et al.*, 2004; Triatmodjo, 1999).

Tingginya laju sedimentasi di Perairan Mundu ini juga diakibatkan banyaknya sumber sedimen dan mekanisme transpor yang efektif. Sumber sedimen utama yang didominasi fraksi halus (lanau dan lempung) berasal dari dua arah, yaitu material terestrial melalui Muara Sungai Kalijaga dan sedimen dari perairan terbuka di sisi utara Perairan Cirebon (Setyadi & Aryanto, 2008). Material ini kemudian ditransportasikan oleh arus sejajar pantai (*longshore current*), yang diperkuat oleh energi pasang surut, sehingga mampu membawa suspensi sedimen lebih jauh ke arah pesisir. Selain faktor lokal tersebut, pola sedimentasi juga dipengaruhi oleh morfologi pesisir Mundu yang landai dan menyerupai teluk. Bentuk ini memungkinkan arus sejajar pantai (*longshore current*) mengangkut sedimen dari utara ke selatan Cirebon, menyebabkan akumulasi endapan di wilayah timur (Mundu) dan abrasi di sisi utara (Triana *et al.*, 2023). Proses serupa juga ditemukan di Perairan Pati, di mana kombinasi arus pasut dan morfologi pesisir menyebabkan dominasi pengendapan sedimen lanau halus dari hasil erosi darat (Pambudi *et al.*, 2023).

Astjario (2006) menambahkan bahwa sebagian besar fraksi halus di bagian timur Cirebon (Perairan Mundu), berasal dari material aliran sungai yang membawa sedimen daratan. Erosi tanah dari daerah aliran air terbawa melalui sungai-sungai di Cirebon dan mengendap di area pesisir berbentuk teluk (Pratama *et al.*, 2023). Proses *run-off* yang kuat ini kemudian meningkatkan fraksi lanau-lempung di dasar perairan. Dengan morfologi

Tabel 7. Laju Sedimentasi

Stasiun	Total (g)	Laju Sedimentasi (LS)	
		LS (g/m ² /hari)	LS (kg/m ² /hari)
1	1757,86	11663,08	11,66
2	2581,99	17131,04	17,13
3	1166,91	7742,24	7,74
4	4260,18	28265,53	28,27
5	3335,62	22131,24	22,13

landai dan energi rendah, wilayah Perairan Mundu menjadi lokasi deposisi utama bagi sedimen halus dari darat maupun laut.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sedimen dasar (*bed load*) di Perairan Mundu memiliki karakteristik halus berupa lanau dan lempung (>70%) dengan pemilahan yang buruk, serta ditransportasikan secara *transport in suspension* oleh arus pasut saat kecepatan maksimum (1,76 – 2,06 cm/s) dan *deposition of suspended load* saat arus pasut minimum (0,06 – 0,18 cm/s). Arus dan pasang surut menjadi faktor utama pengendapan, diperkuat oleh kondisi gelombang rendah dan morfologi pesisir landai. Hasil pada laju sedimentasi menunjukkan nilai sedang ke tinggi (hingga 28,27 kg/m²/hari) yang menunjukkan proses sedimentasi berkelanjutan yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan pesisir Cirebon. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan masalah sedimentasi di Mundu membutuhkan strategi jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, V.C. & Putri, M.R. 2023. Grain Size Trend Analysis for Sediment Characteristic of Cirebon Waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1163(1): 1–7.
- Alongi, D.M. 2012. Carbon Sequestration in Mangrove Forests. *Carbon Management*, 3(3): 313–322.
- Amos, C.L., Bergamasco, A., Umgieser, G., Cappucci, S., Cloutier, D., Denat, L., Flindt, M., Bonardi, M. & Cristante, S. 2004. The Stability of Tidal Flats in Venice Lagoon - The Results of In-Situ Measurements Using Two Benthic, Annular Flumes. *Journal of Marine Systems*, 51(1-4 SPEC. ISS.): 211–241.
- Anthony, E.J. 2004. Sediment Dynamics and Morphological Stability of Estuarine Mangrove Swamps in Sherbro Bay, West Africa. *Marine Geology*, 208(2–4): 207–224.
- APHA. 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition. Washington DC: American Public Health Association.
- Astjario, P. 2006. Penelitian Lingkungan Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 16(1): 41–49.
- Bass, S.J., Aldridge, J.N., McCave, I.N. & Vincent, C.E. 2002. Phase Relationships Between Fine Sediment Suspensions and Tidal Currents in Coastal Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 107(10): 1–14.
- Bird, E.C.F. 2008. Coastal geomorphology: An introduction (2nd ed.). Second Edition. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Dwianti, R.F. & Widada, S. 2017. Distribusi Sedimen Dasar di Perairan Pelabuhan Cirebon. *Journal of Oceanography*, 6(1): 228–235.
- Faturachman, A., Rahardiawan, R. & Raharjo, P. 2004. Pendangkalan Pelabuhan Cirebon dan Astanajapura Akibat Proses Sedimentasi (Berdasarkan Data Seismik Pantul Dangkal dan Pemboran Inti). *Jurnal Geologi Kelautan*, 2(1): 15–23.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: A Study in The Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary*, 27(1): 3–26.
- Guo, L., Brand, M., Sanders, B.F., Foufoula-Georgiou, E. & Stein, E.D. 2018. Tidal Asymmetry and Residual Sediment Transport in A Short Tidal Basin Under Sea

- Level Rise. *Advances in Water Resources*, 121: 1–8.
- Heriati, A. & Husrin, S. 2017. Perubahan Garis Pantai di Pesisir Cirebon Berdasarkan Analisis Spasial. *Reka Geomatika*, 2017(2): 52–60.
- Hu, G.M., Ding, R.X., Li, Y.B., Shan, J.F., Yu, X.T. & Feng, W. 2017. Role of Flood Discharge in Shaping Stream Geometry: Analysis of A Small Modern Stream in The Uinta Basin, USA. *Journal of Palaeogeography*, 6(1): 84–95.
- Husrin, S., Solihuddin, T., Triyono & Hardono, J. 2021. Efektivitas Bangunan Pelindung Pantai Murah & Ramah Lingkungan di Pantura Jawa. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Khadami, F., Kawanisi, K. & Tarya, A. 2020. Tidal Asymmetry in Two-Inlet. Lagoon: A Case Study on Segara Anakan Lagoon, Central Java, Indonesia. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, 76(2): 1411–1416.
- Leksono, A., Atmodjo, W. & Maslukah, L. 2013. Studi Arus Laut Pada Musim Barat di Perairan Pantai Kota Cirebon. *Journal of Oceanography*, 2(3)(3): 206–213.
- Nugroho, S.H. & Basit, A. 2014. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Parameter Ukuran Butir di Perairan Muara Sungai Sambas Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 229–240.
- Pambudi, N.A.R., Handoyo, G. & Rochaddi, B. 2023. Estimasi Laju Pengendapan Sedimen di Perairan Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(1): 43–56.
- Pratama, R. Y., Sulaksana, N., Sukiyah, E., Iskandarsyah, T. Y. W. M., Novico, F., Zulfahmi, Z., Sudjono, E. H., & Ranawijaya, D. (2023). Short-Term Coastal Landscape Evolution in Cirebon Bay Using Coastline Environment Analysis. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 31(3): 186–195.
- Purba, J.R.N.D., Setiyono, H., Atmodjo, W., Muslim & Sugeng, W. 2022. Pengaruh Kondisi Oseanografi Terhadap Pola Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Mangunharjo, Kota Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 04(1): 77–87.
- Raharjo, P., Setiady, D., Zallesa, S. & Putri, E. 2015. Identifikasi Kerusakan Pesisir Akibat Konversi Hutan Bakau (Mangrove) Menjadi Lahan Tambak di Kawasan Pesisir Kabupaten Cirebon. *Jurnal Geologi Kelautan*, 13(1): 9–24.
- Rifardi. 2008. Deposisi Sedimen di Perairan Laut Paya Pesisir Pulau Kundur-Karimun-Riau. *Ilmu Kelautan*, 13(3): 147–152.
- Rifardi. 2012. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Revisi. Pekanbaru: UR Press.
- Scully, M.E. & Friedrichs, C.T. 2007. Sediment Pumping by Tidal Asymmetry in A Partially Mixed Estuary. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 112(7): 1–12.
- Setiady, D. & Faturachman, A. 2007. Proses Sedimentasi Sungai Kalijaga, dan Sungai Sukalila Perairan Cirebon. *Jurnal Geologi Kelautan*, 5(1): 37–43.
- Setyadi, D. & Aryanto, N.C.D. 2008. Proses Pendangkalan di Pantai dan Lepas Pantai Cirebon akibat aju Sedimentasi Asal Daratan yang Tinggi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 18: 299–307.
- Sihotang, D.G., Setiyono, H., Subardjo, P., Satriadi, A., Hariyadi, Widiarati, R. & Rifai, A. 2020. Sedimentasi dan Abrasi di Pantai Bandengan, Kabupaten Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 334–340.
- Soulsby, R. 1997. Dynamics of marine sands. London: Thomas Telford Publications.
- Srijati, S., Rochaddi, B. & Widada, S. 2017. Analisis Laju Sedimentasi di Perairan Muara Sungai Waridin Kabupaten Kendal. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 246–253.
- Triana, K., Solihuddin, T., Husrin, S., Risandi, J., Mustikasari, E., Kepel, T.L., Salim, H.L., Sudirman, N., Prasetyo, A.T. & Helmi, M. 2023. An integrated satellite characterization and hydrodynamic study in assessing coastal dynamics in Cirebon, West Java. *Regional Studies in Marine Science*, 65: 1–19.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. 5th ed. Yogyakarta: Beta Offset.
- Van De Kreeke, J. & Robaczewska, K. 1993. Tide-Induced Residual Transport of Coarse Sediment; Application to The Ems Estuary. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(3): 209–220.
- Wang, S., Pan, C., Xie, D., Xu, M., Yan, Y. & Li, X. 2022. Grain size characteristics of surface sediment and its response to the dynamic sedimentary environment in Qiantang Estuary, China. *International Journal of Sediment Research*, 37(4): 457–468.