

Analisis Pengaruh Arus Sejajar Pantai terhadap Transpor Sedimen di Pantai Morodemak, Kabupaten Demak

Rahmi Najwa Rabbil Izzati, Sugeng Widada, Indra Budi Prasetyawan*

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais. Tembalang Semarang Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *indrabudi.prasetyawan@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik arus sejajar pantai (*longshore current*) dan nilai transpor sedimen serta menganalisis keterkaitan keduanya di Pantai Morodemak, Kabupaten Demak. Data yang digunakan pada penelitian ini mencakup kecepatan dan arah angin, parameter gelombang, serta data arus permukaan yang diperoleh dari data reanalisis Copernicus selama periode penelitian yaitu Juni 2019 – Mei 2025. Analisis arus sejajar pantai dilakukan menggunakan menggunakan formula dari CERC (1984) sedangkan perhitungan transpor sedimen dihitung menggunakan pendekatan empiris berdasarkan parameter gelombang pecah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen di wilayah pesisir Morodemak didominasi oleh fraksi lanau dengan variasi lanau berlempung. Arah arus sejajar pantai umumnya bergerak dari barat daya menuju timur laut. Nilai kecepatan arus sejajar pantai tertinggi terjadi pada musim barat sebesar 0,77 m/s, dengan nilai transpor sedimen mencapai 112,127 m³/hari atau 41.085,333 m³/tahun. Pada musim peralihan I, kecepatan arus menurun menjadi 0,478 m/s dengan transpor 25,344 – 61,733 m³/hari, sedangkan pada musim timur dan peralihan II nilai transpor lebih kecil masing-masing 1,207–32,076 m³/hari dan 7,31–20,037 m³/hari.

Kata kunci : arus sejajar pantai, transpor sedimen, gelombang, Morodemak

Abstract

Analysis of the Effect of Coastal Currents on Sediment Transport at Morodemak Beach, Demak Regency

This study was conducted to determine the characteristics of longshore current and sediment transport rate, as well as to analyse their relationship along the Morodemak Coast, Demak Regency. The data used in this study include wind speed and direction, wave parameters, and surface current data obtained from the Copernicus reanalysis dataset for the period of June 2019 - May 2025. The analysis of longshore current velocity was carried out using an empirical approach based on wave approach parameters, while sediment transport was calculated using the CERC (1984) formula. The results show that sediments in the Morodemak coastal area are predominantly composed of silt with variations of clayey silt. The longshore current generally flows from the southwest toward the northeast. The highest longshore current velocity occurred during the west monsoon season, reaching 0.77 m/s, with a corresponding sediment transport rate of 112.127 m³/day or 41,085.333 m³/year. During the first transitional season, the current velocity decreased to 0.478 m/s with sediment transport of 25,344 – 61,733 m³/day, while during the east and second transitional seasons, the sediment transport values were lower at 1,207–32,076 m³/day and 7,31–20,037 m³/day, respectively.

Keywords : longshore current, sediment transport, waves, Morodemak

PENDAHULUAN

Morodemak merupakan desa yang terletak di Kec. Bonang, Kab. Demak, Jawa Tengah. Perairan Morodemak merupakan perairan muara dari Sungai Tuntang lama yang terdiri dari area pertambakan serta area hijau seperti hutan mangrove. Secara umum, terjadi perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Demak,

termasuk Desa Morodemak, berupa abrasi dan akresi, tetapi, rata-rata kenaikan muka laut bukan penyebab utamanya (Sasmito, 2020). Salah satu dinamika pantai yang mempengaruhi abrasi dan akresi adalah transpor sedimen, dimana jika transpor sedimen terjadi secara berlebihan, akan menyebabkan abrasi dan akresi, dalam jangka panjang hal tersebut dapat menyebabkan perubahan garis pantai (Kristanto *et al.*, 2022). Proses transpor sedimen dipengaruhi oleh arus sejajar pantai atau *longshore current*. Arus sejajar pantai merupakan pergerakan arus akibat dari disipasi gelombang pecah yang datang pada sudut tertentu. Saat gelombang pecah di perairan, energi dari gelombang tersebut akan membangkitkan arus sejajar pantai yang mengangkut partikel sedimen di pesisir pantai (Prarikeslan, 2016).

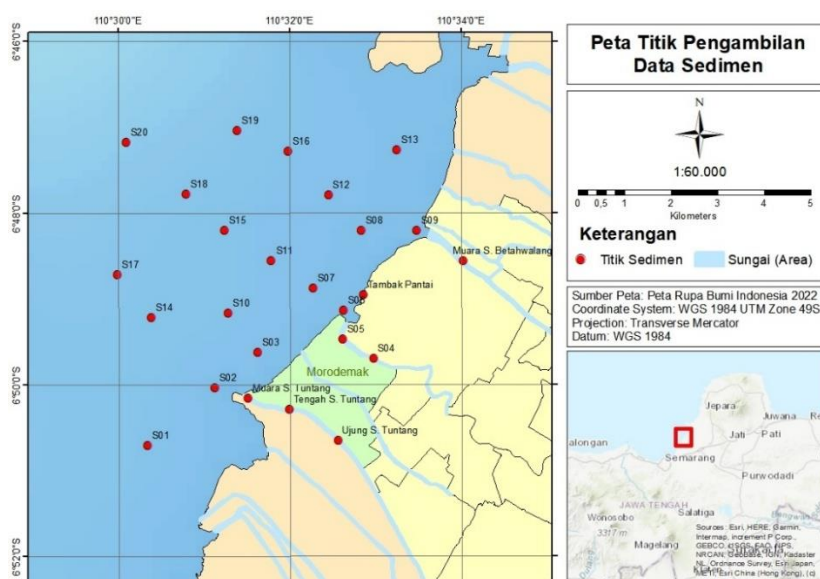
Penelitian terkait pengaruh arus sejajar pantai terhadap proses perubahan garis pantai pernah dilakukan di Pantai Marunda, Jakarta Utara. Kondisi lingkungan di Pantai Merunda dan Pesisir Morodemak dapat dikatakan mirip karena lokasinya berada di utara Pulau Jawa dan berada di muara sungai dengan hutan mangrove disekitarnya. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa arus sejajar pantai berperan cukup besar dalam proses sedimentasi di pantai Merunda dan memicu perubahan garis pantai melalui akresi (Pratama *et al.*, 2023). Maka dari itu, penelitian tersebut dapat diimplementasikan di wilayah pesisir Morodemak dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara arus sejajar pantai terhadap nilai transpor sedimen di Pantai Morodemak.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Metode ini menggunakan perhitungan ilmiah untuk menggambarkan dan mendeskripsikan suatu keadaan secara objektif. Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer dan data sekunder yang kemudian diolah secara matematis untuk menghasilkan data angka yang dapat menggambarkan studi yang dilakukan (Ramdhan, 2021). Penelitian dilakukan di Pantai Morodemak yang terletak di pesisir utara Pulau Jawa yang garis pantainya berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Secara geografis, wilayah penelitian terletak pada koordinat $6^{\circ}45'40,04''$ S - $6^{\circ}52'23,17''$ S dan $110^{\circ}29'32,11''$ E - $110^{\circ}34'42,70''$ E.

Metode Pengumpulan dan Analisis Data Sedimen

Sampel sedimen diambil pada beberapa titik yang ditentukan melalui *purposive sampling* pada titik-titik di Pesisir Morodemak yang tertera di Gambar 1. *Purposive sampling* merupakan metode sampling data dengan mempertimbangkan karakteristik tertentu yang dapat mewakili daerah penelitian (Benassai, 2006). Pengambilan data sedimen dilakukan menggunakan grab sampler sebanyak 1 kg dan disimpan dalam *ziplock* dengan penanda lokasi pada setiap kantungnya. Data sedimen yang diambil disimpan di dalam *cooler box* untuk menjaga sampel dalam bentuk asli selama masa pengangkutan sebelum di proses (Naufalina *et al.*, 2022).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Analisis granulometri memiliki 2 tahap yaitu metode pengayakan kering (*sieving*) dengan menggunakan *sieve shaker* dan pengayakan basah (*pipetting*) yang ditentukan dengan mengambil sedimen sesuai waktu pengendapannya (Tabel 1) (Benassai, 2006). Kedua jenis pengayakan ini akan menghasilkan kelompok sedimen sesuai dengan ukuran butirnya yang dibagi sesuai skala Wentworth. Setelah mendapatkan persentase jenis sedimen pada masing-masing titik, nilai tersebut dimasukkan pada segitiga Shepard untuk diberi penamaan jenis sedimen pada masing-masing titik pengambilan sampel (Dyer, 1986). Setelah itu, data sedimen ditampilkan dalam bentuk peta sebaran sedimen.

Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Angin

Data angin diambil dari Marine Copernicus dengan jenis produk *Global Ocean Hourly Reprocessed Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model*. Data vektor percepatan angin *eastward_wind* (m/s) dan *northward_wind* (m/s) pada wilayah penelitian diunduh dalam kurung waktu Juni 2019 – Mei 2025 per musim per tahunnya. Data vektor dari angin digunakan untuk melihat pergerakan angin dominan pada setiap musimnya di setiap tahun (Copernicus Marine Service, 2024a). Data angin dalam bentuk vektor yang sudah dikumpulkan diolah untuk memvisualisasikan arah dominan gerakannya dengan aplikasi OpenGrADS (Diana *et al.*, 2025). Data kecepatan angin dikategorikan sesuai dengan Skala Beaufort untuk melihat jenis angin dominan pada wilayah studi. Skala Beaufort sendiri merupakan sistem klasifikasi kecepatan angin yang terdiri atas 13 tingkatan, mulai dari 0 hingga 12, di mana masing-masing tingkat memiliki deskripsi kualitatif dengan kisaran kecepatan angin tertentu dan kondisi penampakan permukaan air lautnya (Stewart, 2005).

Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Gelombang

Kejadian gelombang dalam 6 tahun (2019 – 2025) pada wilayah penelitian perlu diketahui dengan dilakukan olah data komponen gelombang angin; periode, tinggi gelombang, dan arah datang gelombang. Data yang digunakan untuk visualisasi tersebut diunduh dari Marine Copernicus *Global Ocean Waves Reanalysis* (Copernicus Marine Service, 2024b). Data yang diunduh untuk penelitian ini adalah *sea surface wind wave from direction* (VMDR_WW) dalam satuan derajat, *Sea surface wind wave significant height* (VHM0_WW) dalam satuan meter, dan *Sea surface wind wave mean period* (VTM01_WW) dalam satuan detik. Data nilai tinggi dan periode gelombang dihitung nilai signifikannya dengan menggunakan rumus;

$$\text{Tinggi Gelombang Signifikan } (H_s) = \bar{H}_{33\%} = \frac{\sum H_i \times f_i}{\sum f_i} \quad (1)$$

$$\text{Periode Gelombang Signifikan } (T_s) = \bar{T}_{33\%} = \frac{\sum T_i \times f_i}{\sum f_i} \quad (2)$$

Dengan; H_i dan T_i adalah tinggi dan periode gelombang individual dan f_i adalah frekuensi kemunculan masing-masing gelombang. Hasil dari data gelombang signifikan akan digunakan untuk mengetahui komponen gelombang pecah yang digunakan dalam mengetahui nilai arus sejajar pantai dan transpor sedimen. (Umar *et al.*, 2023).

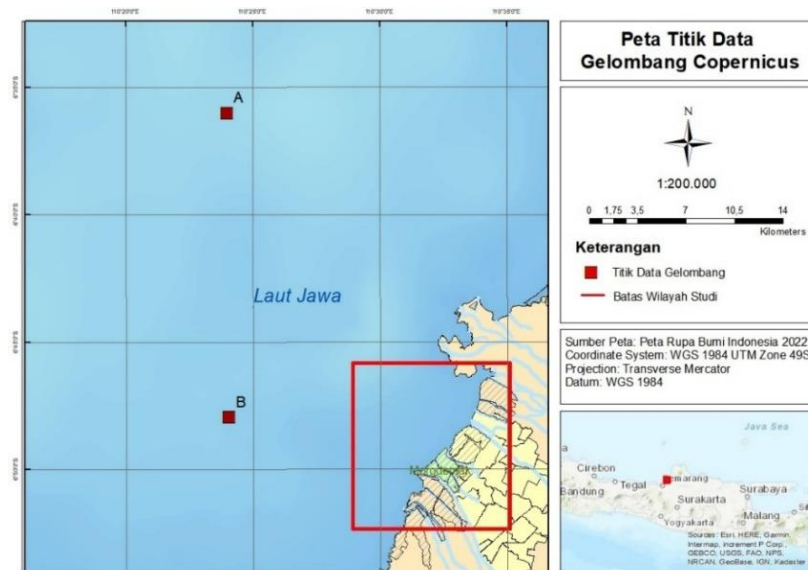
Selain itu, data *Sea surface wave stokes drift x dan y velocity* (VSDX [m/s]) dalam bentuk vektor diunduh untuk digunakan dalam visualisasi menggunakan OpenGrADS untuk melihat arah gerak gelombang per musimnya (Diana *et al.*, 2025)

Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data Arus

Data arus yang digunakan bersumber dari *Global Ocean Physics Reanalysis* (GLORYS12V1) yang merupakan produk data dari Marine Copernicus. Produk GLORYS12V1. (Copernicus Marine Service, 2024c). Pada penelitian ini, digunakan data arus dekat permukaan dengan kedalaman 0,49 meter dalam bentuk vektor percepatan angin u (m/s), percepatan angin v (m/s), dan tinggi permukaan air laut di atas geoid (*sea surface height above geoid* (m)) dalam kurung waktu Juni 2019 – Mei 2025. Data vektor arus digunakan untuk visualisasi arah arus dominan per musim setiap tahunnya menggunakan aplikasi OpenGrADS untuk mengetahui kondisi arus di lokasi penelitian (Benassai, 2006).

Tabel 1. Ketentuan jarak dan waktu *pipetting* (Benassai, 2006)

Diameter (mm)	Jarak Tenggelam (cm)	Waktu		
		Jam	Menit	Detik
0.0625	20			58
0.0312	10		1	56
0.0156	10		7	44
0.0078	10		31	0
0.0039	10	2	3	0



Gambar 2. Titik Data Gelombang

Metode Analisis Arus Sejajar Pantai dan Transpor Sedimen

Perhitungan kecepatan arus sejajar pantai dilakukan dengan menggunakan persamaan dari CERC (1984);

$$v = 1,17(\sqrt{g H_b}) \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (3)$$

Keterangan: v = Kecepatan arus sejajar pantai; g = percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$); H_b = tinggi gelombang pada saat pecah (m); α_b = sudut datang gelombang pecah

Komponen gelombang pecah dalam rumus di atas didapatkan dengan perhitungan data H_s dan T_s dengan tahapan sebagai berikut;

1. Menghitung panjang gelombang di perairan tanpa pengaruh dasar laut atau L_0 dengan rumus;
$$L_0 = 1,56 T^2 \quad (4)$$
2. Menghitung H'_0 yang menunjukkan pengaruh periode gelombang terhadap tinggi gelombang signifikan dengan rumus;

$$H'_0 = \frac{H_s}{T_s} \quad (5)$$

3. Menghitung rasio $\frac{H'_0}{g T^2}$ untuk mencari $\frac{H_b}{H'_0}$ menggunakan grafik hubungan antara keduanya (CERC, 1984) pada Triatmodjo, 1999 hal.233

4. Menghitung tinggi gelombang yang akan pecah (H_b) dengan rumus;

$$H_b = H'_0 \times \frac{H_b}{H'_0} \quad (6)$$

5. Menghitung rasio $\frac{H_b}{g T^2}$ dan mencari $\frac{db}{H_b}$ menggunakan grafik hubungan antara α dan β (CERC, 1984) pada Triatmodjo, 1999 hal.232

6. Menghitung kedalaman gelombang pecah (db) dengan rumus;

$$db = H_b \times \frac{db}{H_b} \quad (7)$$

7. Menghitung cepat rambat gelombang di perairan dalam sebelum pengaruh pendangkalan atau C_0 untuk memprediksi kecepatan energi gelombang menuju pantai dengan rumus;

$$C_0 = L_0/T \quad (8)$$

8. Menghitung kecepatan rambat gelombang (C_b) dengan rumus;

$$C_b = \sqrt{g d_b} \quad (9)$$

9. Untuk mencari sudut datang gelombang pecah (α_b) digunakan persamaan;

$$\sin \alpha_b = \frac{C_b}{C_0} \sin \alpha_0 \quad (10)$$

Perhitungan transporasi sedimen akan dilakukan menggunakan CERC formula (CERC, 1984) yang menggunakan komponen energi gelombang sejajar pantai sebagai faktor yang mempengaruhi traspor sedimen. Secara umum, parameter yang digunakan dalam perumusannya adalah tinggi gelombang signifikan pada titik pemecah (H_b), sudut gelombang saat pecah (α_b), dan kecepatan rambatan pada saat gelombang pecah (C_b) yang bergantung dengan kedalaman gelombang pecah. Transpor sedimen dihitung dengan menggunakan rumus;

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (11)$$

$$Q_s = 1290 \times P_1 \quad (12)$$

$$Q_s \left(\frac{m^3}{hari} \right) = 0,401 \times P_1 \quad (13)$$

Keterangan: P_1 = Komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (Nm/s); ρ = rapat massa air laut (1025 kg/m^3); H_b = tinggi gelombang pecah (m); g = percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$); C_b = kecepatan rambat gelombang (Nm); α_b = sudut datang gelombang pecah; Q_s = Angkutan sedimen sepanjang pantai (m^3 /tahun)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis sedimen (Tabel 2) pada wilayah penelitian didominasi oleh lanau, dengan beberapa jenis sedimen; lanau berlempung, lanau berpasir, dan lanau. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian sebaran sedimen dasar di Perairan Wedung, sebelah timur dari Pantai Morodemak, yang menghasilkan jenis sedimen dominan lanau. Sebaran jenis ini menunjukkan bahwa perairan pesisir Morodemak relatif tenang (Fery Erfiko *et al.*, 2023). Ukuran butir menentukan seberapa mudah butir sedimen tersebut dipindahkan melalui pergerakan energinya, semakin kecil ukuran butir sedimen, maka diperlukan energi yang semakin kecil untuk tersedimentasi (Leeder, 1982). Kawasan Pesisir Morodemak sendiri memiliki 3 muara sungai; Sungai Tuntang, Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP), dan Muara Sungai Betahwalang. Jika dilihat persebarannya pada Gambar 3, sedimen di aliran Sungai Tuntang berjenis lanau dengan campuran lanau berpasir pada bagian tengah aliran sungai. Hal ini bisa terjadi karena partikel sedimen yang dibawa oleh aliran sungai akan terendap di hilir sungai saat arus melambat (Juliano *et al.*, 2021). Ditemukan sedimen berjenis pasir pada Stasiun 7 yang berlokasi di sekitar tambak. Pada stasiun Tambak Pantai sendiri sampel sedimen berjenis pasir berlanau. Hal ini menunjukkan bahwa adanya campuran sedimen kasar dan halus akibat dari aktivitas lain diluar dari pergerakan arus sejajar pantai, seperti; aktivitas kapal nelayan dan input sungai.

Tabel 2. Persentase dan Jenis Sedimen Morodemak

Stasiun	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Total (%)	Jenis Sedimen
ST-1	0.00	3.96	69.04	27.00	100	Lanau berlempung
ST-2	0.00	2.86	68.14	29.00	100	Lanau berlempung
ST-3	0.00	3.42	64.58	32.00	100	Lanau berlempung
ST-4	0.00	5.32	70.68	24.00	100	Lanau berlempung
ST-5	0.00	1.38	72.62	26.00	100	Lanau berlempung
ST-6	0.00	1.00	71.00	28.00	100	Lanau berlempung
ST-7	0.29	86.33	13.38	0.00	100	Pasir
ST-8	0.00	8.66	65.34	26.00	100	Lanau berlempung
ST-9	0.00	1.02	70.98	28.00	100	Lanau berlempung
ST-10	0.18	2.98	69.84	27.00	100	Lanau berlempung
ST-11	0.26	4.50	70.24	25.00	100	Lanau berlempung
ST-12	0.00	1.92	76.08	22.00	100	Lanau
ST-13	0.00	12.62	64.38	23.00	100	Lanau berlempung
ST-14	0.00	1.64	67.36	31.00	100	Lanau berlempung
ST-15	0.00	0.88	67.12	32.00	100	Lanau berlempung
ST-16	0.00	2.98	72.52	24.50	100	Lanau berlempung
ST-17	0.00	2.64	70.36	27.00	100	Lanau berlempung
ST-18	0.00	4.84	72.16	23.00	100	Lanau berlempung
ST-19	0.00	2.58	72.42	25.00	100	Lanau berlempung
ST-20	0.00	2.00	68.00	30.00	100	Lanau berlempung
Tambak Pantai	0.16	64.54	35.30	0.00	100	Pasir berlanau
Muara Sungai Betahwalang	0.50	4.40	69.10	26.00	100	Lanau berlempung
Sungai Tuntang (Ujung)	0.00	13.24	78.76	8.00	100	Lanau
Sungai Tuntang (Tengah)	0.00	16.58	72.42	11.00	100	Lanau berpasir
Sungai Tuntang (Muara)	0.00	10.06	76.94	13.00	100	Lanau

Sebaran sedimen di wilayah pesisir seperti Morodemak dipengaruhi oleh proses transpor sedimen yang digerakkan oleh arus sejajar pantai. Di wilayah pesisir, arus sejajar pantai yang dipicu oleh gelombang datang dengan sudut > 5 derajat menuju ke pantai mampu menggerakkan sedimen sejajar garis pantai. Sedimen tersebut akan ikut bergerak mengikuti arus sejajar pantai sampai energinya menurun dan mengendap di sepanjang garis pantai (Trujillo dan Thurman, 2017). Hasil dari analisis arus sejajar pantai menunjukkan bahwa arah gerak arus sejajar pantai cenderung bergerak dari barat daya seperti yang tertera pada Tabel 3. Terdapat perbedaan arah arus sejajar pantai yang terjadi pada musim peralihan 1 dan musim timur yang kemungkinan disebabkan oleh variasi arah angin yang terjadi di wilayah pesisir pantai (Prarikeslan, 2016).

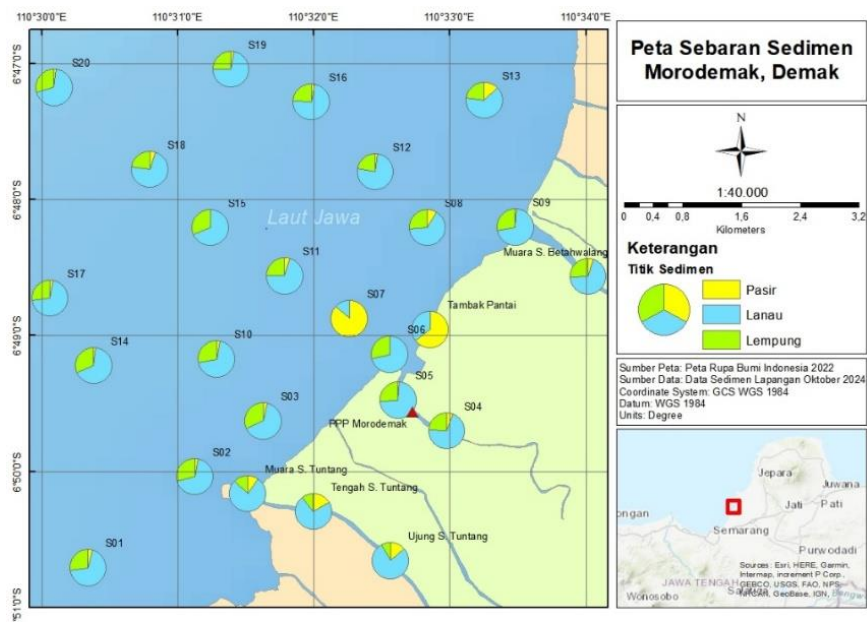
Hasil perhitungan arus sejajar pantai (Tabel 3) dan transpor sedimen (Tabel 4) di Pesisir Morodemak menunjukkan bahwa nilai tertinggi terjadi pada musim barat. Pada periode ini, arus bergerak ke barat daya dengan kecepatan sebesar 0,722 m/s pada titik A dan menghasilkan nilai transpor sedimen sebesar 112,127 m³/hari atau 40.929,115 m³/tahun, sedangkan pada titik B nilai transpor sedimen mencapai 217,038 m³/hari atau 79.224,305 m³/tahun. Kondisi tersebut sejalan dengan besarnya energi angin, gelombang, dan arus pada musim barat.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Arus Sejajar Pantai

Musim	Titik	V (m/s)	Arah Arus Sejajar Pantai
Barat	15	0.722	Barat daya
	24	0.915	Barat daya
Peralihan 1	15	0.340	Barat daya
	24	0.685	Timur laut
Timur	15	0.095	Barat daya
	24	0.620	Timur laut
Peralihan 2	15	0.468	Barat daya
	24	0.573	Barat daya

Tabel 4. Hasil Perhitungan Transpor Sedimen

Musim	Titik	P1 (Nm/s/m)	Qs (m ³ /thn)	Qs (m ³ /hari)
Barat	15	31,728	40.929,115	112,127
	24	61,414	79.224,305	217,038
Peralihan 1	15	7,172	9.251,262	25,344
	24	17,468	22.534,280	61,733
Timur	15	0,342	440,651	1,207
	24	9,076	11.708,449	32,076
Peralihan 2	15	2,069	2.668,386	7,310
	24	5,670	7.313,989	20,037



Gambar 3. Sebaran Sedimen Morodemak

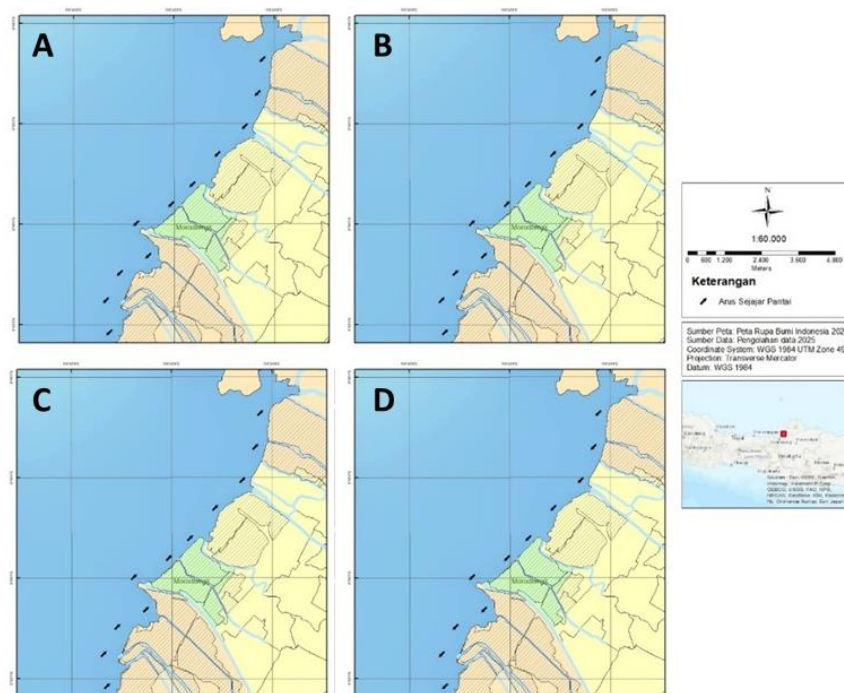
Gambar 5a menunjukkan bahwa angin bertiup dari utara menuju tenggara dengan kecepatan rata-rata tahunan sekitar 4,9 m/s (skala 3 Beaufort). Hasil pengolahan data gelombang pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pada titik A dan B, gelombang datang dari arah barat dengan tinggi signifikan masing-masing 0,843 dan 1,173 meter serta periode 6,494 dan 7,12 detik. Arah gelombang dominan di Laut Jawa pada musim ini berasal dari barat dan mengalami pembelokan menuju Tenggara (Gambar 6a), sedangkan arus permukaan yang diperlihatkan pada Gambar 7a bergerak dari barat ke timur dan sedikit berbelok ke timur laut akibat pengaruh bentuk garis pantai. Pola ini menunjukkan kesesuaian antarparameter, di mana tingginya kecepatan

angin dan gelombang secara langsung meningkatkan intensitas arus sejajar pantai serta memperbesar nilai transpor sedimen sepanjang pantai.

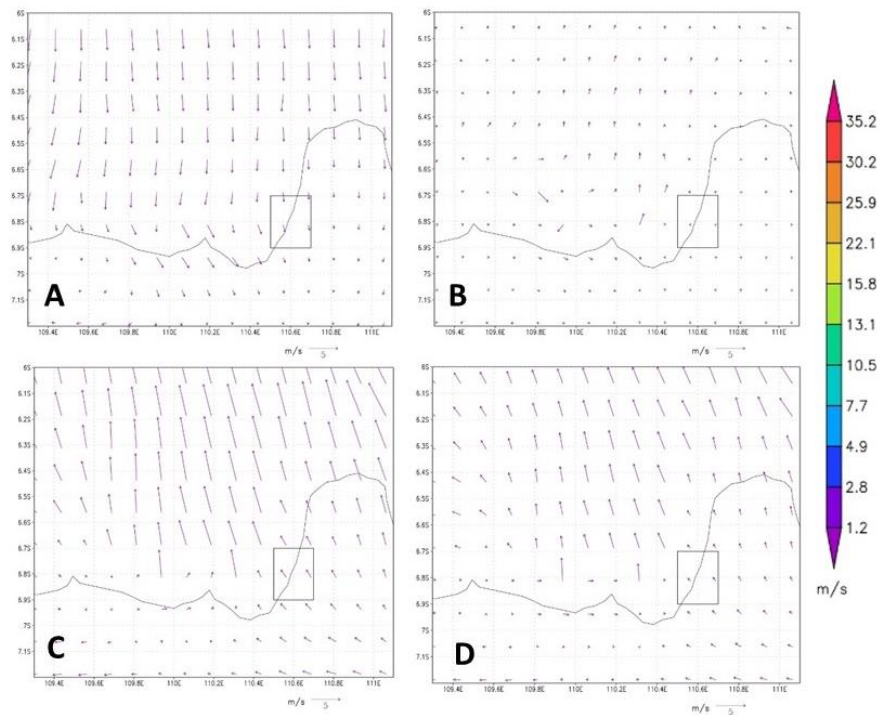
Pada musim peralihan I, nilai arus sejajar pantai menurun menjadi 0,340 m/s ke arah barat daya dan 0,685 m/s ke arah timur laut, dengan nilai transpor sedimen masing-masing sebesar 25,344 m³/hari di titik A dan 61,73 m³/hari di titik B. Angin pada Gambar 5b berbalik arah dari musim barat, bergerak dari selatan menuju utara dengan kecepatan lebih kecil, sekitar 1,2 m/s (skala 1 Beaufort). Gelombang pada Gambar 6b yang berasal dari timur laut menuju barat daya mengalami pembelokan ke arah tenggara di sekitar lokasi penelitian, Tabel 5 menunjukkan tinggi signifikan 0,465 – 0,543 meter dan periode 4,953 – 5,262 sekon. Arus permukaan secara umum (Gambar 7b) bergerak dari barat ke timur namun cenderung berbelok ke utara. Penurunan kecepatan arus sejajar pantai dan nilai transpor sedimen pada musim ini menunjukkan berkurangnya energi laut akibat melemahnya angin muson, sehingga proses transpor sedimen tidak sebesar pada musim barat.

Selama musim timur, arus sejajar pantai menunjukkan perbedaan mencolok antara titik A dan B, masing-masing sebesar 0,095 m/s ke arah barat daya dan 0,620 m/s ke arah timur laut, dengan transpor sedimen sebesar 1,207 m³/hari dan 32,076 m³/hari. Gambar 5c menunjukkan angin bertiup dari tenggara menuju barat laut dengan kecepatan sekitar 2,8 m/s. Arah datang gelombang (Gambar 6c) bergeser menjadi dari arah timur hingga tenggara dengan tinggi gelombang lebih kecil, berkisar 0,127 – 0,308 meter, dan periode 3,951 – 4,786 sekon (Tabel 5). Arus permukaan pada musim ini ditunjukkan pada Gambar 7c, bergerak dari timur ke barat dan berbelok ke barat daya dengan kecepatan relatif rendah. Kondisi ini menandakan bahwa pada musim timur, energi laut cenderung lebih lemah, sehingga kapasitas pengangkutan sedimen menurun dan lebih banyak partikel halus yang terendapkan di sekitar pesisir.

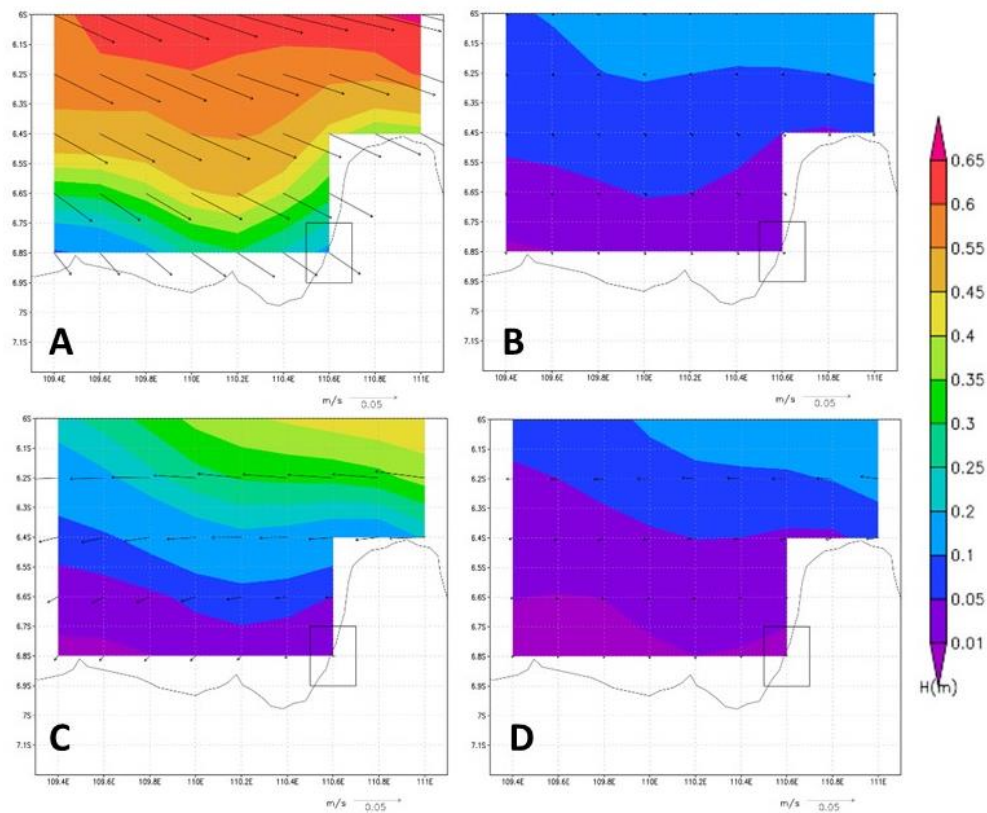
Pada musim peralihan II, kecepatan arus sejajar pantai kembali meningkat dengan nilai 0,468 m/s pada titik A dan 0,573 m/s pada titik B. Transpor sedimen yang dihasilkan masing-masing sebesar 7,310 m³/hari dan 20,037 m³/hari. Angin pada Gambar 5d bergerak dari tenggara menuju barat laut dengan kecepatan sekitar 1,2 m/s, sedangkan gelombang (Gambar 6d dan Tabel 5) berasal dari arah selatan dengan tinggi 0,140–0,237 meter dan periode 3,958–4,468 sekon. Arus permukaan bergerak dari barat daya ke utara dengan kecepatan relatif kecil. Pola ini menunjukkan fase transisi dari kondisi berenergi rendah menuju musim barat berikutnya (Gambar 7d).



Gambar 4. Peta Arah Arus Sejajar Pantai pada A) Musim Barat, B) Musim Peralihan I, C) Musim Timur, D) Musim Peralihan II



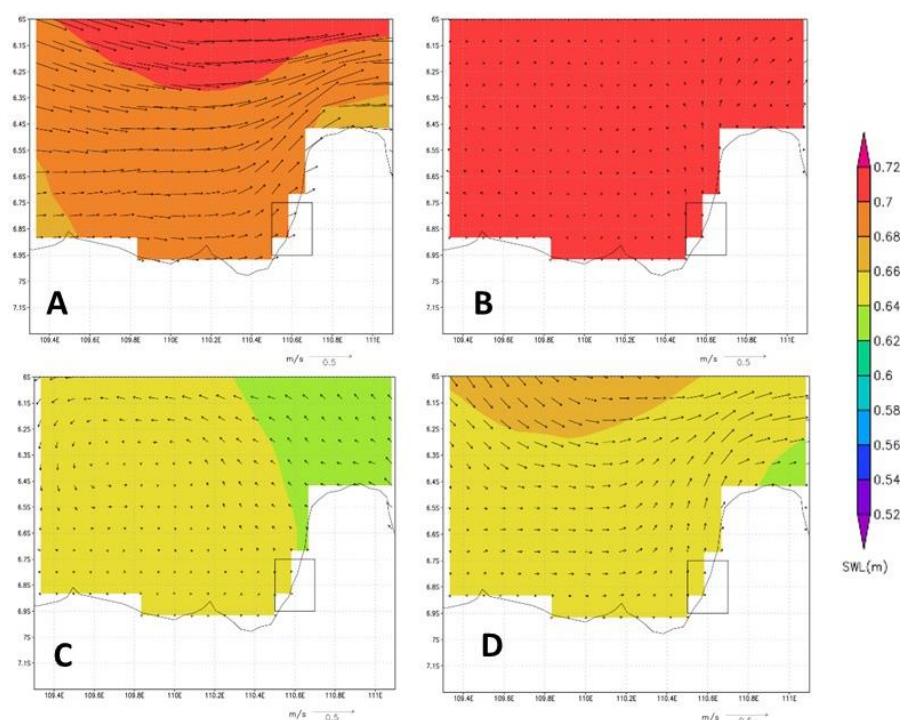
Gambar 5. Arah Angin a) musim barat 2021, b) musim peralihan I 2022, c) musim timur 2023, dan d) musim peralihan II 2024



Gambar 6. Gelombang Angin a) musim barat 2021, b) musim peralihan I 2022, c) musim timur 2023, dan d) musim peralihan II 2024

Tabel 5. Hasil Peramalan Gelombang

Musim	Titik	Arah Datang Gelombang (deg)	Tinggi Gelombang Signifikan (m)	Periode Gelombang Signifikan (s)
Barat	A	289,759	0,843	6,223
	B	282,579	1,173	7,120
Peralihan 1	A	235,886	0,465	4,953
	B	201,130	0,543	5,262
Timur	A	133,805	0,127	3,951
	B	112,425	0,308	4,786
Peralihan 2	A	194,656	0,140	3,958
	B	152,631	0,237	4,468



Gambar 7. Arus Permukaan pada A) Musim Barat 2021, B) Musim Peralihan I 2022, C) Musim Timur 2023, D) Musim Peralihan II 2024

Hubungan antara arus sejajar pantai dan nilai transpor sedimen menunjukkan korelasi positif, dimana hasil analisis menunjukkan peningkatan kecepatan arus sejajar pantai diikuti oleh meningkatnya volume sedimen yang terangkut. Maka, jika arus sejajar pantai terjadi terus-menerus dengan nilai tinggi, gradien dari transpor sedimen akan mengakibatkan dampak seperti perubahan garis pantai (Leeder, 1982). Hubungan keduanya dipengaruhi oleh variabilitas musim, arah gelombang, dan arus sejajar pantai terhadap pola persebaran sedimen di Pesisir Morodemak. Secara spasial, pola ini mencerminkan dinamika musiman yang dipengaruhi oleh sistem angin muson di Laut Jawa. Perbandingan antar musim pada Tabel 4 menunjukkan bahwa musim barat memiliki nilai angkut sedimen paling besar, diikuti oleh musim peralihan I. Sedangkan musim timur dan peralihan II ditandai oleh aktivitas transportasi yang rendah. Pola ini sejalan dengan pergerakan angin muson di perairan Laut Jawa dengan dominasi angin muson barat yang meningkatkan energi gelombang dan arus (Trujillo & Thurman, 2017). Arus sejajar pantai yang kuat pada musim barat berpotensi menggeser material sedimen ke arah timur laut, sehingga pada musim-musim berikutnya (timur dan peralihan) sedimen yang lebih halus mengendap di wilayah pesisir bagian timur. Proses ini berkontribusi terhadap perubahan morfologi pantai seiring berjalannya waktu (Esteves *et al.*, 2009).

KESIMPULAN

Arus sejajar pantai di wilayah penelitian umumnya bergerak dari barat daya menuju timur laut dengan variasi musiman yang nyata. Pada musim barat, arus dan transpor sedimen mencapai nilai tertinggi, dengan kecepatan arus sejajar pantai sebesar 0,722 m/s dan transpor sedimen 12,723–24,627 m³/hari, dipicu oleh angin dan gelombang kuat dari arah barat. Pada musim peralihan I, kecepatan arus menurun menjadi 0,340–0,685 m/s dengan transpor sedimen 2,876–7,005 m³/hari, seiring berkurangnya energi angin muson. Selanjutnya pada musim timur, kondisi laut menjadi lebih tenang dengan kecepatan arus 0,095–0,620 m/s dan transpor sedimen 0,137–3,640 m³/hari. Pada musim peralihan II, arus mulai meningkat kembali dengan kecepatan 0,468–0,573 m/s dan transpor sedimen 0,829–2,274 m³/hari, menandakan fase transisi menuju musim barat berikutnya. Secara keseluruhan, terdapat korelasi positif antara kecepatan arus sejajar pantai dan besarnya transpor sedimen; peningkatan energi angin dan gelombang menyebabkan peningkatan transportasi sedimen di sepanjang garis pantai. Pola ini menunjukkan bahwa dinamika sedimen di Pantai Morodemak dikendalikan oleh siklus angin muson di Laut Jawa, dengan potensi pergeseran material sedimen ke arah timur laut selama periode energi tinggi pada musim barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Benassai, G. 2006. *Introduction to Coastal Dynamics and Shoreline Protection*. WIT Press.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. Washington, D.C.: US Army Coastal Engineering Research Center.
- Copernicus Marine Service. 2024a. Global Ocean Hourly Reprocessed Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model [Data set]. <https://doi.org/10.48670/moi-00185> (diakses pada 15 September 2025).
- Copernicus Marine Service. 2024b. Global Ocean Physics Reanalysis [Data set]. <https://doi.org/10.48670/moi-00021> (diakses pada 15 September 2025).
- Copernicus Marine Service. 2024c. Global Ocean Waves Reanalysis [Data set]. <https://doi.org/10.48670/moi-00022> (diakses pada 15 September 2025).
- Diana, V. F., Prasetyawan, I. B., & Wijaya, Y. J. 2025. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) di Pesisir Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Indonesian Journal of Oceanography*, 7(2): 128–139. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v7i2.26219>
- Dyer, K. R. 1986. *Coastal & Estuary Sediment Dynamic*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Esteves, L. S., Williams, J. J., & Lisniewski, M. A. 2009. Measuring and Modelling Longshore Sediment Transport. *Estuarine and Shelf Coastal Science*, 83: 47–59. [https://doi.org/10.1016/S1001-6279\(14\)60054-8](https://doi.org/10.1016/S1001-6279(14)60054-8) (cek kembali nama jurnal pada sumber asli)
- Fery Erfiko, M., Widada, S., & Atmodjo, W. 2023. Pemetaan Pola Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Wedung, Demak. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(2): 132–140. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i2.16660>
- Kristanto, O., Ismanto, A., Satriadi, A., Setiyono, H., & Atmodjo, W. 2022. Analisis Arus Sejajar Pantai dan Pengaruhnya terhadap Transpor Sedimen Dasar di Perairan Teluk Awur, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 59–68. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i1.13163>
- Leeder, M. R. 1982. *Sedimentology: Process and Product*. Chapman & Hall.
- Naufalina, N. E., Jarot, M., & Rochaddi, B. 2022. Analisis Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir di Perairan Pantai Baron, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2): 61–67. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i2.13934>
- Prarikeslan, W. 2016. *Oseanografi (Edisi Pertama)*. Jakarta: Kencana.
- Pratama, D. P., Atmodjo, W., & Wirasatriya, A. 2023. Pengaruh Arus Sejajar Pantai (Longshore Current) terhadap Proses Perubahan Garis Pantai di Pantai Marunda, Jakarta Utara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(2): 108–117. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i2.16198>
- Ramdhan, M. 2021. *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara.
- Salsabila, A. Q., Prasetyo, Y., & Hadi, F. 2021. Analisis Penurunan Muka Tanah (PMT) Menggunakan Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DINSAR) (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1): 233–240. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2021.29707>
- Sasmito, B. 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut Pantai Kabupaten Demak. *Elipsoida*, 3(2): 178–184. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2020.9204>

-
- Triatmodjo. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset.
- Trujillo, A. P., & Thurman, H. V. 2017. Essentials of Oceanography. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Umar, H., Rachman, T., & Alkhaer, I. 2023. Analisis Arus Sejajar Pantai dan Longshore Sediment Transport pada Pantai Aeng, Galesong Utara, Kabupaten Takalar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 15(3): 327–340. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v15i3.43159>
- Wentworth, C. K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5): 377–392. <https://www.jstor.org/stable/30063207>