



**Sebaran nilai analisis granulometri dan statistik sedimen lahan gisik pantai
Barahima Desa Mesa Kabupaten Halmahera Tengah**

*Distribution of granulometric analysis results and sediment statistics
of Barahima Beach Dune Site, Mesa Village, Central Halmahera Regency*

**Masita Iskandar¹, Salnuddin^{1*}, Zulhan Arifin Harahap¹, Jefry Bemba¹,
M. Said Alhadad², Ruswati³**

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

²Program Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Khairun

³Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 3. Tidore Kepulauan

*Email : sal.unkhair@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan wilayah untuk pariwisata pantai membutuhkan informasi aspek geomorfologi pantai serta aspek dinamika perairan sebagai agen geomorfik. Penelitian bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan ukuran butiran (granulometri), statistik sedimen, dan mengidentifikasi dinamika perairan terhadap sebaran sedimen permukaan Pantai Barahima. Pengambilan data menerapkan metode survei dengan pengambilan data dinamika perairan, morfologi dan sample sedimen permukaan. Analisis granulometri serta perhitungan parameter statistik sedimen untuk determinasi karakteristik sedimen. Hasil penelitian diketahui bahwa ukuran butiran Krikil, Granule, Pasir sangat kasar; Pasir kasar, Pasir sedang dan Pasir halus, dimana dominan ukuran butiran dalam katagori pasir sedang dan pasir halus dengan nilai sorting yang sangat baik, Sorting pada bagian depan ($0.76 \pm 0,26$ phi) mempunyai pemilahan butiran lebih baik disusul oleh titik sampling bagian tengah ($0.86 \pm 0,32$ phi) dan belakang ($0.87 \pm 0,32$ phi). Ukuran butiran pasir sedang dan halus dominan tersebar pada lintasan III – VI dan makin jauh dari pantai ukuran butiran lebih besar pada lintasan I dan II. Sebaran nilai skwennes menunjukkan kecenderungan pengendapan maksimum terjadi pada sisi selatan pantai Barahima. Pola aliran membentuk struktur sedimen alami, dengan nilai sorting semua titik sampling katagori *Very well sorted*. Nilai skwennes cenderung berukuran besar pada lintasan IV – VI, yang menggambarkan bangkitan energi mengendapkan material lebih banyak pada sisi selatan Pantai Barahima.

Kata kunci : *Granulometri, statistik sedimen, Pantai Barahima*

ABSTRACT

The development of areas for coastal tourism requires information on aspects of coastal geomorphology and aspects of marine dynamics as geomorphic agents. The study aims to analyse and describe the granulometry, sediment statistics and identify marine dynamics on the distribution of surface sediments of Barahima Beach. Data collection will use survey methods by collecting data on marine dynamics, morphology and surface sediment samples. Granulometric analysis and calculation of sediment statistical parameters to determine sediment characteristics. The results showed that the grain size of gravel, granules, very coarse sand; coarse sand, medium sand and fine sand, where the dominant grain size is in the category of medium sand and fine sand with very good sorting values, sorting at the front (0.76 ± 0.26 phi) has better grain sorting, followed by the middle (0.86 ± 0.32 phi) and rear (0.87 ± 0.32 phi).



phi) sampling points. The size of medium and fine sand grains is dominated in lines III - VI and the further away from the beach the larger the grain size in lines I and II. The distribution of Skwennes values shows a tendency for maximum deposition to occur on the south side of Barahima beach. The current pattern forms a natural sediment structure, with the sorting value of all sampling points classified as very well sorted. Skwennes values tend to be high in the IV - VI lines, illustrating the generation of energy that deposited more material on the south side of Barahima beach.

Keywords: *Granulometry, sediment statistics, Barahima Beach*

1. Pendahuluan

Salah satu bentuk lahan di daerah pantai yang bermaterial sedimen lepas dan akan tergenang pada saat air pasang serta terbuka ketika air surut adalah lahan gisik (*beach*). Lahan gisik ini memiliki kemampuan dalam meredam aksi laut yang berpeluang menggerus daratan, merupakan habitat dari sejumlah biota dan tempat untuk mencari makanan dan secara ekonomis dapat dimanfaatkan sebagai objek wisata pantai. Dalam lingkungan pesisir, sedimen di wilayah pantai bersifat dinamis dan mengalami pengikisan, transportasi dan pengendapan secara spasial maupun temporal. Pantai adalah kawasan yang bersifat dinamis sebagai tempat pertemuan dan interaksi antara darat, laut dan udara. Pantai selalu memiliki penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak yang terjadi sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai (Nurjaya & Atmadipoera 2020) dalam pembentukan dan perkembangan lahan pantai, sejumlah parameter lingkungan yang mempengaruhi proses pengendapan dan erosi antara lain gelombang, arus menyusur pantai dan arus balik, dan pergerakan pasang surut (Folk & Ward 1957, Friedman & Sanders 1978).

Faktor oseanografi yang berperan dalam distribusi sedimen disuatu perairan adalah arus (Blott & Pye 2001), khususnya terhadap sedimen tersuspensi (Syahrul; *et al.* 2012). Hal ini senada dengan Darlan (1996) yang mengatakan bahwa distribusi fraksi sedimen dipengaruhi oleh arus dan informasi tentang potensi erosi dan abrasi dari sumber transportasi material dan proses deposisi sedimen (Yasin *et al.* 2016). Selain itu, pemahaman tentang proses dinamis yang terjadi di lingkungan pesisir sangatlah diperlukan untuk prediksi evolusi pesisir dimasa akan datang (Winter 2007). Ukuran butir adalah aspek yang paling fundamental dalam studi dinamika pantai, yang mempengaruhi proses sedimentasi, transportasi dan pengendapan dalam mengidentifikasi karakteristik material sedimen, dan studi tingkat resistensi terhadap proses ekogenik butir sedimen (Romano *et al.* 2018). Analisis granulometri dimaksudkan untuk 2 kepentingan: *pertama*, untuk memprediksi pergerakan sedimen dalam hubungannya dengan perkembangan bentuk lahan; *kedua*, untuk menginterpretasi proses yang telah berlangsung melalui karakteristik dan distribusi ukuran butiran (Pye & Blott 2004). Analisis ukuran butir memberikan petunjuk penting asal sedimen (Eman; *et al.* 2020), sejarah transportasi dan kondisi pengendapan (Muhardi *et al.* 2022).

Salah satu wilayah yang secara aktual menjadi pusat perhatian di wilayah Kecamatan Weda Timur, Kabupaten Halmahera Tengah yaitu keberadaan Pantai Barahima. Pantai tersebut, dimanfaatkan sebagai lokasi wisata pantai yang pengelolanya dilakukan oleh warga masyarakat Desa Mesa. Jenis wisata pantai yang dikembangkan meliputi rekreasi pantai, berenang, serta event Festival Pulau Mtu Mya. Pengembangan aktifitas wisata tersebut perlu didukung oleh kajian yang memadai, namun tidak dijumpai penelitian sebelumnya yang dilakukan di Pantai Barahima. Kondisi tersebut membutuhkan terobosan penelitian tentang karakteristik sedimen melalui analisis granulometri dan perhitungan statistik sedimen dan distribusi sedimen kaitanya dengan faktor oseanografi sebagai agen geomorfik. Penelitian bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan granulometri serta perhitungan statistik sedimen yang dan

mengidentifikasi dinamika perairan terhadap sebaran sedimen permukaan di Pantai Barahima. Penelitian ini diharapkan menjadi informasi aspek geomorfologi pantai, sehingga dapat menjadi referensi dan masukan dalam rencana penyusunan tata ruang kawasan wisata Pantai Barahima.

2. Metode

Penelitian dilakukan di Pantai Barahima Desa Mesa, Kecamatan Weda Timur Kabupaten Halmahera Tengah (Gambar 1) dengan menerapkan metode survei dan observasi untuk menetapkan titik sampling sedimen permukaan dan lokasi pengukuran dinamika perairan. Penanganan dan pengolahan sampel dilakukan pada Laboratorium Hidrooseonografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Unkhair. Pengukuran dan pengamatan dinamika perairan berupa pergerakan tinggi air pasang surut dan gelombang dilakukan pada bangunan jetti yang terdapat pada lokasi penelitian, sedangkan pengukuran kecepatan arus dilakukan pada bagian depan titik sampling sedimen dengan sistem stasiun tetap (stasioner) menggunakan layangan arus (*drogue current*).



Gambar 1. Denah lokasi penelitian

Garis lintasan dibuat sebanyak 6 lintasan dengan jarak antar lintasan 15 m dan lebar lahan gisik ditentukan dari jarak antara batasan teratas lahan gisik yang ditandai oleh batas hempanan gelombang pada saat air pasang hingga surut terendah (Sundar & Sannasiraj 2019). Pengukuran kemiringan lereng pantai dilakukan dengan menggunakan *Hand clinometer* yang diletakkan pada tali dari tiang berskala tiap jarak 1 m. Sampling sedimen permukaan mengikuti garis lintasan untuk 3 wilayah sampling yakni bagian belakang, tengah dan depan. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sodokan dengan kedalaman 2,5 – 5 cm dan sampel dimasukkan pada kantong sampel berlabel (Eman; *et al.* 2020). Pengukuran pasang surut dilakukan dengan menggunakan palem pasut (Tide pole) dengan pembacaan tiap 1 jam selama 24 jam, yang pengukurannya bersamaan dengan pengukuran arus. Hasil perhitungan kecepatan arus, diklasifikasikan berdasarkan petunjuk Daruwedho *et al.* (2016) yang meliputi arus lemah (0 - 4 m/s), arus sedang (4-8 m/s), arus kuat (8-12 m/s) dan arus sangat kuat (>12 m/s). Pengukuran gelombang dilakukan dengan tiang berskala untuk pengukuran parameter gelombang berupa frekuensi (F), periode (T), dan sudut datang gelombang (α).

Penanganan sampel sedimen dilakukan secara bertahap dari pencucian dan pengeringan hingga penimbangan berat awal dalam kondisi kering sebelum penyaringan dengan *sieve*

sheaker. Penyaringan menggunakan 9 tingkatan yang disusun secara bertingkat dengan *mesh size* berukuran 4,75 mm, 2,00mm, 1,18 mm, 0,850 mm, 0,425 mm, 0,250 mm, 0,150 mm dan 0,075 mm. Ukuran mata ayakan (*siever*) tersebut selanjutnya diklasifikasikan menurut ukuran butiran berdasarkan skala Wenworth (Blott & Pye 2001, 2012), sedangkan hasil penimbangan material dianalisis pola sebaran ukuran butiran dengan pendekatan statistik sedimen untuk mendapatkan nilai *mean*, *sorting*, *skwennes* dan *kurtosis* yang analisisnya merujuk petunjuk CEM (1998) dan Abuodha (2003) dengan persamaan perhitungan menurut metode Folk dan Ward:

$$\text{Mean} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

$$\text{Standart Deviasi (sorting)} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

$$\text{Skewness} = \frac{(\phi_{16} + \phi_{84}) - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{(\phi_5 + \phi_{95}) - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})}$$

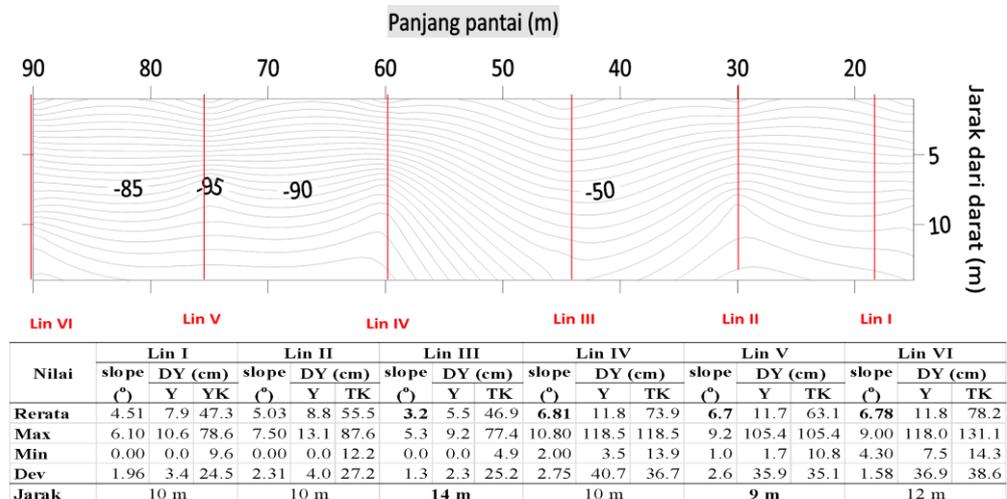
$$\text{Kurtosis} = \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Hasil perhitungan *mean*, *sorting*, *skewness* dan *kurtosis* dipetakan sebagai peta sebaran untuk menggambarkan distribusi granulometri dan statistik sedimen. Hasil perhitungan dan sebaran nilai tersebut selanjutnya dibahas secara deskriptif untuk menjelaskan bangkitan energi dalam menyusun struktur sebaran ukuran butiran.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Diskripsi Lokasi dan Data Penelitian

Pantai Barahima merupakan salah satu lokasi wisata di Desa Mesa, yang berada di pesisir bagian timur Pulau Halmahera dan berhadapan langsung dengan Laut Halmahera dalam wilayah perairan Wilayah Teluk Weda. Secara fisik wilayah ini dipengaruhi oleh dinamika oseanografi dari perairan Laut Halmahera. Pantai Barahima masuk dalam wilayah pemerintahan Desa Mesa, Kecamatan Weda Timur - Kabupaten Halmahera Tengah. Garis pantai yang berbentuk teluk kecil berhadapan dengan Pulau Mtu Mya yang tidak berpenghuni memberikan pola pergerakan massa air sekitar lokasi penelitian relatif lemah.

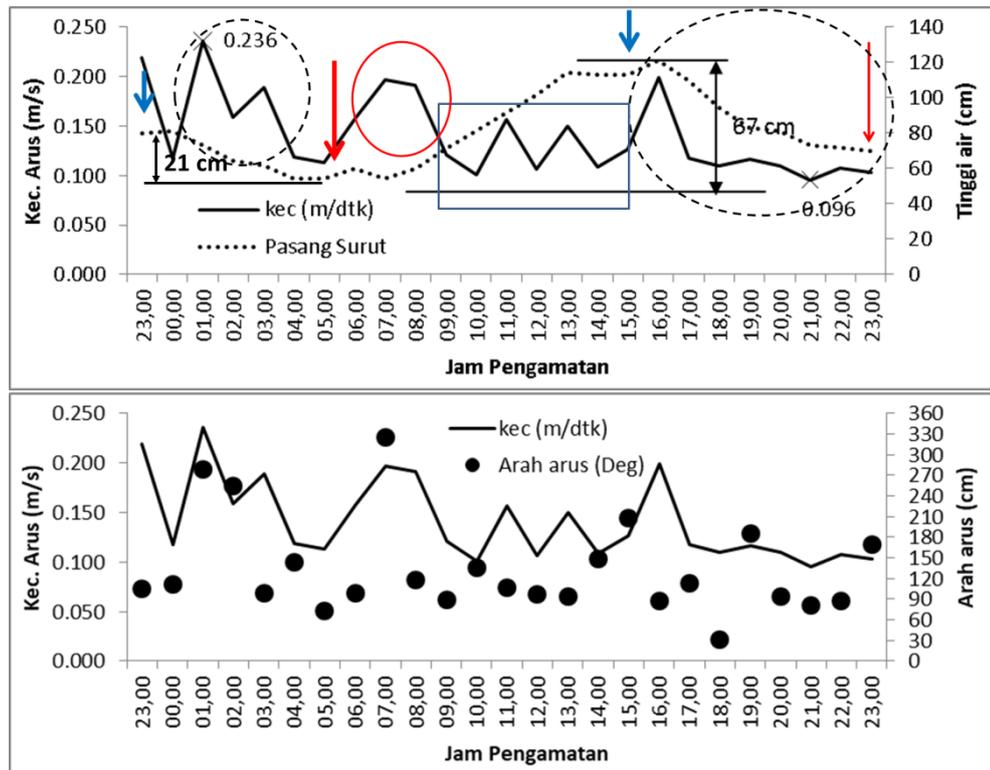


Gambar 2. Profil pantai lokasi penelitian



Lebar pantai terukur saat pengambilan data profil pantai diketahui maksimum sejauh 14 m untuk 6 lintasan yang dibentuk, dan panjang pantai terukur sejauh 75 m. Variasi sudut yang terbentuk untuk 6 lintasan berkisar $3,17^\circ$ - $6,78^\circ$, dimana sudut terkecil dari profil vertikal (Tabel 2) yang menggunakan nilai rata-rata sudut tiap titik pengukuran dijumpai pada lintasan III ($3,2^\circ$) dan sudut terbesar pada lintasan IV ($6,81^\circ$), namun dengan menggunakan nilai slope “b” trend linear dari profil pantai (Gambar 2) memperlihatkan sudut terkecil dijumpai pada lintasan III ($5,9^\circ$) dan nilai tertinggi dijumpai pada lintasan V ($12,7^\circ$). Perbedaan sudut yang terbentuk tersebut didasarkan pada perbedaan analisis, namun menunjukkan fenomena yang sama. Secara umum lintasan yang dibentuk, menunjukkan bahwa pola garis pantai bagian laut membentuk tonjolan (lebih landai) pada bagian tengah (lintasan II – IV), kondisi tersebut disebabkan adanya muara kuala yang berada di antara lintasan III dan IV (Gambar 1), yang alirannya mengarah ke lintasan IV (timur). Selain itu pada bagian depan lokasi penelitian terdapat barrier berupa dune pasir Pulau Mtu Mya. Konfigurasi profil pantai, menunjukkan arah aliran cenderung bergerak dari lintasan VI atau bergerak dari arah selatan menuju arah utara. Pola pergerakan aliran tersebut diindikasikan dengan bentuk lokasi penelitian serta besarnya sudut profil pantai, dimana profil pantai dengan slope lebih curam (besar) menerima energi yang lebih besar dibandingkan slope yang kecil (Bird 2008).

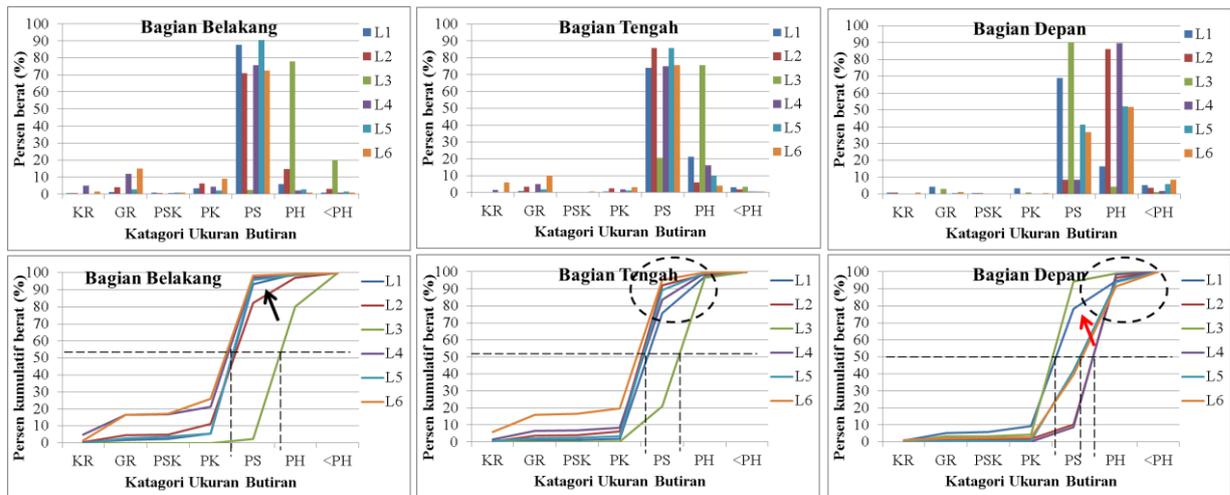
Pola pergerakan pasang surut bertipe campuran condong keharian ganda yang merupakan karakter umum tipe pasang surut yang berkembang di wilayah perairan pasifik (Gambar 3) yang ditunjukkan dengan terbentuknya 2 kali pergerakan pasang (panah biru) dan 2 kali pergerakan surut (panah merah) dengan tunggang air yang berbeda antara tunggang pasang pertama dan kedua (21 cm dan 87 cm). Nilai tunggang air tersebut relatif kecil (< 1 m) akibat Pantai Barahima relatif tertutup dengan bentuk menyerupai teluk dan berada di perairan teluk weda dengan profil teluk yang relatif dangkal dan luas dengan keberadaan pulau-pulau kecil sehingga performa *retracking waveform* kurang baik atau bangkitan dinamika perairan kurang maksimal (Mustikasari *et al.* 2015). Kondisi tersebut mempengaruhi bangkitan pergerakan massa air disekitar Teluk Weda. Profil Pantai Barahima yang landai dan terhalang oleh Pulau MtuMya menyebabkan bangkitan energi (pantai) relatif tenang. Kondisi tersebut menyebabkan selama penelitian sulit untuk melakukan pengukuran parameter gelombang karena permukaan air relatif datar. Kecepatan arus terukur selama pengambilan data (24 jam) diperoleh kisaran nilai kecepatan arus $0,096$ - $0,236$ m/s atau kecepatan arus rata-rata $0.141 \pm 0,041$ m/s dan dominan bergerak ke arah timur hingga selatan. Fluktuasi kecepatan arus memperlihatkan bahwa saat air bergerak surut (ABS) memperlihatkan nilai kecepatan arus (Gambar 3) makin menurun (lingkaran hitam putus-putus), sedangkan saat air bergerak pasang (ABP) menciptakan kecepatan arus yang lebih besar (lingkaran merah). Fluktuasi nilai kecepatan arus saat kondisi air bergerak pasang (ABP) mengalami fluktuasi kecepatan arus yang kecil (kotak hitam). Secara umum kecepatan arus yang terukur menunjukkan nilai kecepatan arus yang lemah (0 - 4 m/s) menurut Daruwedho *et al.* (2016). Pola fluktuasi kecepatan arus tersebut sama dengan pola kecepatan arus yang terukur pada daerah estuari (Mao *et al.* 2004) dengan faktor pembatas utama adalah kondisi geomorfologi wilayah.



Gambar 3. Pola pergerakan pasang surut dan kecepatan arus selama periode penelitian

3.2. Sebaran Ukuran Butiran Sedimen

Hasil pengayakan sedimen (*sieving*) untuk 18 sampel, menunjukkan penanganan sampel sangat baik, dimana persentase kehilangan sampel relatif kecil ($< 8\%$), yang menunjukkan bahwa data hasil sieving dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil konversi ukuran mata siever terhadap ukuran butiran menggunakan skala Wenworth, diketahui bahwa dari 9 tingkatan siever diperoleh 2 tingkatan dalam katagori ukuran pasir sedang (*coarse sand*) dan juga untuk ukuran pasir halus (*fine sand*), sedangkan ukuran terkecil ($< 0,075$ mm) dalam katagori liat/lempung. Penyesuaian katagori ukuran butiran diketahui bahwa pasir sedang dominan terdapat pada bagian belakang wilayah sampling (Gambar 4), namun pada bagian depan terjadi pergeseran dominasi ukuran butiran menuju ke katagori pasir halus, dan sedikit ukuran butiran katagori liat. Rata-rata persentase ukuran katagori pasir sedang $> 70\%$ terdapat pada bagian belakang dan tengah pantai Barahima, kecuali pada lintasan IV dominasi ukuran butiran ditemukan pada ukuran pasir halus. Dominasi ukuran butiran pada bagian depan didominasi oleh butiran pasir sedang yang terdapat pada lintasan I dan III, katagori pasir halus dominan dijumpai pada lintasan II, IV, V, dan VI.



Gambar 4. Pola distribusi ukuran butiran sedimen Pantai Barahima

Persentase berat kumulatif hasil sieving, menunjukkan pada katagori pasir sedang, telah mendekati 100 % untuk bagian belakang (panah hitam), namun pada bagian tengah persentase pasir sedang agak menurun dan dominasi bergeser ke ukuran pasir halus (lingkaran hitam). Hal yang sama juga terjadi pada bagian depan lokasi sampling, dimana rata-rata dari katagori pasir sedang dapat mencapai nilai 70% (panah merah). Sebaran nilai persentase kumulatif ukuran butiran, menunjukkan bahwa pergeseran ukuran butiran dari ukuran besar ke ukuran kecil terjadi dari bagian belakang menuju ke bagian depan titik sampling, sedangkan sebaran terhadap garis lintasan, memperlihatkan bahwa pada lintasan I dan II lebih ke ukuran besar hingga lintasan IV dan berubah kembali dari lintasan V dan VI. Pada lintasan III dan IV dominan oleh ukuran pasir halus. Variasi sebaran ukuran butiran tersebut diakibatkan adanya pasokan dari kuala yang bermuara di lintasan III dan IV, fenomena tersebut senada hasil penelitian Syahrul; *et al.* (2012) untuk penelitian di Kuala Gingeng Kabupaten Aceh Besar.

Sebaran ukuran butiran sedimen yang dijumpai pada Pantai Barahima serta warna butiran (abu-abu) mengindikasikan bahwa material sedimen merupakan campuran dari *sedimen Lithogeneous* dan *Biogeneous* (Pethick 1984), yang dicirikan dengan sedimen berwarna hitam dari pengikisan (*weathering*) batu-batuan daratan yang secara kontinyu serta dari sedimen sisa-sisa rangka biota dan patahan karang dari laut yang tersusun berupa kalsium karbonat, silikat dan fosfat (berwarna putih). Berdasarkan ukuran butiran dominan menunjukkan bahwa bangkitan energi dari dinamika perairan rekatif kecil (Pye & Blott 2004), yang ditunjukkan dengan ukuran butiran dominan katagori pasir sedang dan tidak dijumpainya ukuran butiran yang lebih besar dari katagori kerikil (Poizot *et al.* 2008).

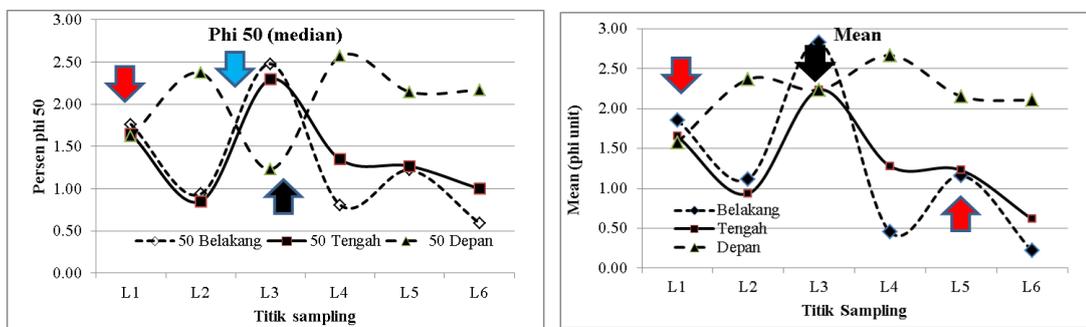
Tabel 1. Rekapitulasi hasil perhitungan nilai persen phi unit

Nilai	Persen Phi (ϕ_{xx})						
	5	16	25	50	75	84	95
Maksimum	2.03	2.14	2.23	2.57	3.09	3.88	4.04
Minimum	-2.22	-1.06	0.18	0.59	0.96	1.10	1.49
rata-rata	0.07	0.76	1.14	1.57	1.99	2.27	2.83
Deviasi	1.33	1.02	0.72	0.64	0.59	0.68	0.77

3.3. Statistik Sedimen

Perhitungan parameter statistik sedimen menggunakan 7 nilai persen phi (Tabel 1),. Secara umum nilai persen phi untuk keseluruhan titik sampel menunjukkan perbedaan mendasar untuk persen phi 5 dan 16, mempunyai nilai deviasi yang lebih besar terhadap nilai rata-ratanya, dimana menunjukkan bahwa sebaran butiran sedimen Pantai Barahima tidak homogen, namun ukuran butiran tersebar dengan karakteristik tertentu (Romano *et al.* 2018). Berdasarkan urutan mesh size siever terhadap nilai persen phi menunjukkan bahwa setiap titik sampling tidak selama dijumpai ukuran butiran yang lebih besar (Poizot *et al.* 2008). Hal tersebut diperlihatkan pada Gambar 4, dengan kehadiran ukuran gravel, pasir sangat kasar (PSK) dan pasir kasar (PK) pada titik sampling.

Nilai phi 50 (ϕ_{50}) sering digunakan sebagai ukuran rata-rata butiran (Poizot *et al.* 2008) atau sebagai nilai median (CEM 1998). Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa ukuran butiran pada sampling sedimen dibagian belakang mempunyai ukuran butiran yang lebih halus (Gambar 5) dibandingkan bagian depan dengan deviasi butiran yang lebih kecil (homogen), sedangkan pada areal sampling bagian tengah mempunyai ukuran yang lebih bervariasi. Pemaknaan nilai tersebut menggambarkan bahwa akumulasi sistem dinamika perairan dan morfologi wilayah penelitian terbentuk interaksi yang menciptakan kondisi normal (keseimbangan), hal tersebut ditunjukkan oleh sebaran ukuran butiran membentuk pola Gaussian, sehingga nilai butiran rata-rata adalah nilai normal dari pergerakan sedimen (Kersten & Smedes 2002). Hal lain menjelaskan bahwa sebaran nilai yang lebih besar dari satuan phi unit dari ϕ_{50} dibagian depan yang lebih kecil, berarti ukuran butiran sebenarnya menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan bagian tengah dan depan (Agusta & Putri 2023). Kondisi tersebut senada dengan hasil penelitian Muhardi *et al.* (2022) dan juga menjelaskan makna nilai ukuran butiran dalam satuan phi unit oleh Blott & Pye (2012).



Gambar 5. Sebaran ukuran butiran berdasarkan nilai persen phi 50 (median) dan nilai mean

Nilai parameter mean dan phi 50 (ϕ_{50}) atau nilai median mempunyai nilai yang tidak berbeda jauh, keduanya digunakan sebagai ukuran butiran dominan. Secara umum sebaran ukuran butiran dengan menggunakan nilai persen phi 50 dan nilai mean hasil analisis statistik sedimen menunjukkan pola yang relatif sama, (Gambar 5) dengan fluktuasi nilai yang lebih besar dari penggunaan nilai persen phi 50 dibandingkan dengan nilai mean (tanda panah biru). Sebaran nilai mean memperlihatkan bahwa pada lintasan III dan IV mempunyai butiran yang lebih halus dibandingkan dengan ukuran butiran pada lintasan 1 dan Lintasan V untuk sampling bagian belakang dan tengah. Nilai mean butiran sedimen pada bagian depan relatif sama kecuali pada lintasan I dan VI atau pada sisi barat pantai Barahima mempunyai ukuran yang lebih halus dibandingkan pada lintasan II dan IV, sedangkan pada lintasan III mempunyai ukuran yang lebih besar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada lintasan III ada aliran yang mengangkut sedimen yang lebih halus dari aliran kuala (sungai) yang bermuara di lokasi penelitian.

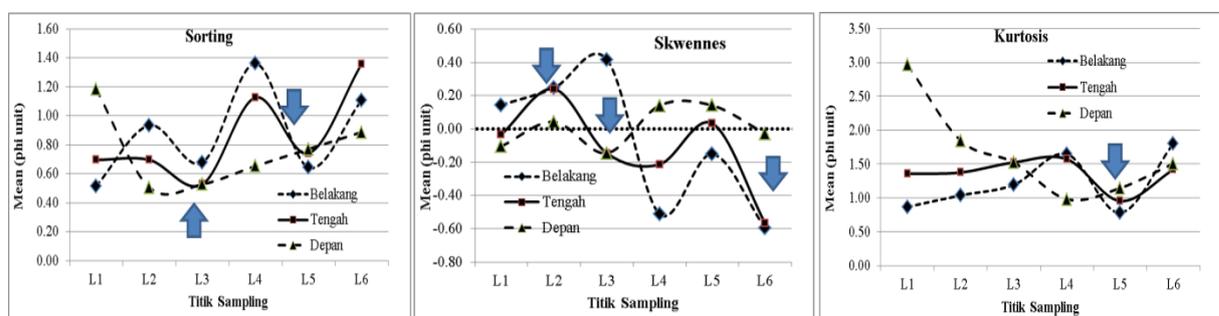
Parameter statistik lainnya berupa nilai sorting, skwennes dan kurtosis memperlihatkan nilai yang relatif fluktuatif (Gambar 6). Nilai sorting keseluruhan titik sampling masuk dalam katagori *Very well sorted* atau terpilah dengan sangat baik. Nilai rata-rata sorting (Tabel 3), memperlihatkan bahwa pemilahan ukuran butiran pada bagian depan mempunyai nilai yang lebih kecil ($0.76 \pm 0,26$ phi) atau pemilahan lebih baik disusul oleh titik sampling bagian tengah ($0.86 \pm 0,32$ phi) dan belakang ($0.87 \pm 0,32$ phi). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemilahan ukuran butiran (sorting) dilokasi penelitian bersifat alamiah, dimana aktifitas pasang surut lebih lama bekerja menyusun ukuran butiran dibagian depan dibandingkan pada bagian lainnya dan nilai sorting makin besar kearah darat (Wang & Ke 1997, Passchier 2007).

Tabel 2. Nilai Parameter statistik sedimen Pantai Barahima

Nilai (phi unit)	Belakang				Tengah				Depan			
	Mean	Sort	Skw	Kurt	Mean	Sort	Skw	Kurt	Mean	Sort	Skw	Kurt
Tertinggi	2.83	1.36	0.42	1.81	2.23	1.36	0.24	1.57	2.67	1.19	0.14	2.97
Terendah	0.22	0.52	-0.60	0.78	0.61	0.53	-0.57	0.96	1.58	0.51	-0.15	0.98
Rata-rata	1.27	0.87	-0.07	1.22	1.32	0.86	-0.11	1.37	2.18	0.76	0.01	1.66
Simpang baku	0.96	0.32	0.42	0.42	0.57	0.32	0.27	0.22	0.36	0.26	0.12	0.71

Keterangan : Sort = Sorting; Skw = Skwennes; Kurt = Kurtosis

Kecendrungan ukuran butiran terhadap titik sampling diperlihatkan pada sebaran nilai Skwennes (Gambar 6), dimana pada sampling dibagian belakang, 3 titik sampling (L1, L2 dan L3) mempunyai kecenderungan ukuran butiran lebih halus dibandingkan tiga titik sampling lainnya yang berukuran besar (phi negatif) atau mempunyai kecenderungan ukuran butiran yang lebih besar. Kondisi yang sama juga ditunjukkan pada sampling dibagian tengah lokasi penelitian, sedangkan pada bagian depan menunjukkan kecenderungan ukuran butiran lebih seragam (homogen) dengan nilai skwennes berada disekitar garis nol (garis hitam putus-putus). Variasi nilai skwennes tersebut merupakan konsekuensi dari aktifitas dinamika perairan melalui energi yang bekerja dalam mengangkut material (Winter 2007), dimana energi besar akan mengangkut material yang berukuran kecil, sehingga makin besar kecenderungan ukuran butiran maka pada titik sampling tersebut bangkitan energi lebih besar dibandingkan dengan titik sampling dengan ukuran butiran dominan berukuran halus.



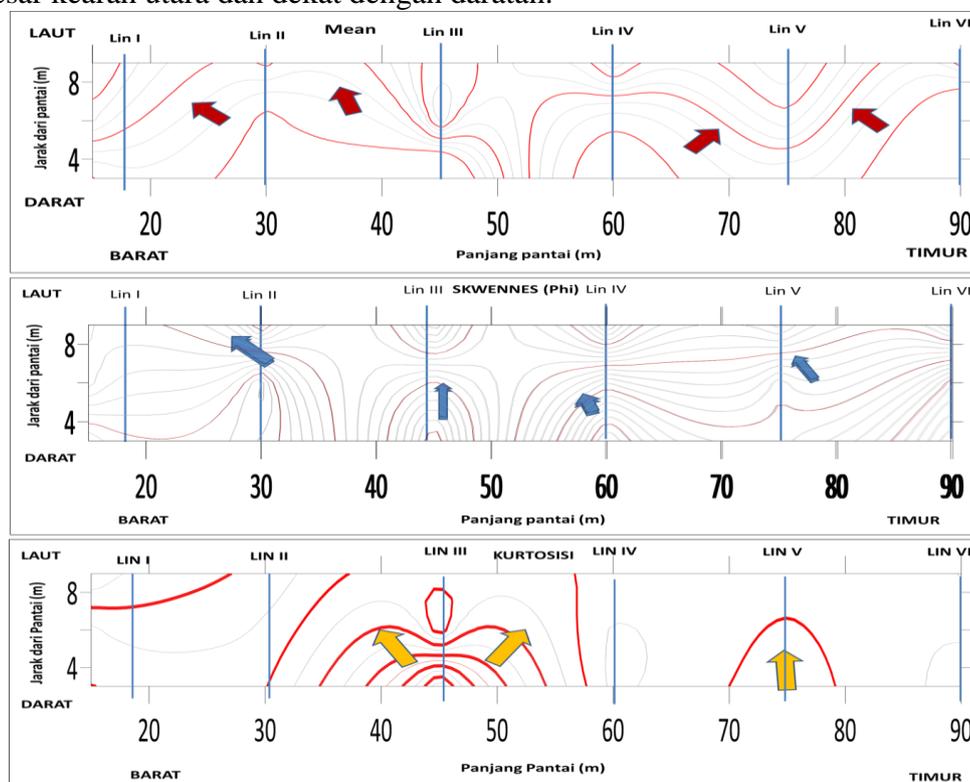
Gambar 6. Sebaran parameter statistik sedimen di Pantai Barahima

Sebaran nilai kurtosis menjelaskan bahwa adanya persentase (jumlah/berat) dominan pada ukuran tertentu (Agusta & Putri 2023). Hasil perhitungan statistik sedimen untuk parameter kurtosis (Tabel 3 dan Gambar 6) memperlihatkan bahwa pada titik sampling bagian

belakang lintasan III memperlihatkan persentase ukuran sedimen yang besar (ϕ negatif) dengan jumlah (%) lebih banyak dibandingkan dengan ukuran di titik sampling lainnya. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa ada aliran yang membentuk stuktur sebaran ukuran (Nawang *et al.* 2017), dan terbentuk dominasi ukuran butiran pada areal tertentu dan ukuran butiran tertentu sebagai konsekuensi kerja energi dari dinamika perairan (Poizot *et al.* 2008).

3.4. Dstribusi Sedimen

Gambaran umum sebaran nilai parameter statistik sedimen dapat dijelaskan dengan menggunakan nilai persen phi 50 dan nilai mean sebagaimana uraian sebelumnya. Kecenderungan perubahan ukuran butiran (mean) memperlihatkan pola perubahan ukuran butiran terbagi atas 4 pola (Gambar 7), dimana pada lintasan III bergerak menuju ke bagian tengah dan berbelok ke arah lintasan II, sedangkan pada lintasan II bergerak mengikuti arah dari lintasan III yang secara kumulatif menuju ke arah lintasan I (arah utara). Pola lainnya ditunjukkan pada arah pergerakan ukuran butiran menuju ukuran yang lebih kecil (konvergen) dengan arah pergerakan ukuran butiran dari lintasan VI. Kondisi tersebut diakibatkan adanya pola refraksi akibat bentuk pantai menyerupai teluk (Eman; *et al.* 2020). Variasi perubahan pola ukuran butiran sedimen di Pantai Barahima memprlihatkan pula kecenderungan ukuran butiran kearah lebih halus (ϕ positif) diperlihatkan pada arah skewness di lintasan III - VI, dimana akibat adanya aliran kuala membawa material halus sepanjang lintasan tersebut. Kondisi demikian akan membentuk pola refraksi aliran terjadi di sekitar lintasan V dan VI dan menyebabkan pengendapan maksimum (Sihombing *et al.* 2021). Hal yang berbeda terjadi pada lintasan I dan II, dimana kecenderungan ukuran butiran kasar/besar (ϕ negatif) dijumpai pada daerah dekat darat, yang diakibatkan arah rambatan pergerakan pasang surut menggiring aliran lebih besar kearah utara dan dekat dengan daratan.

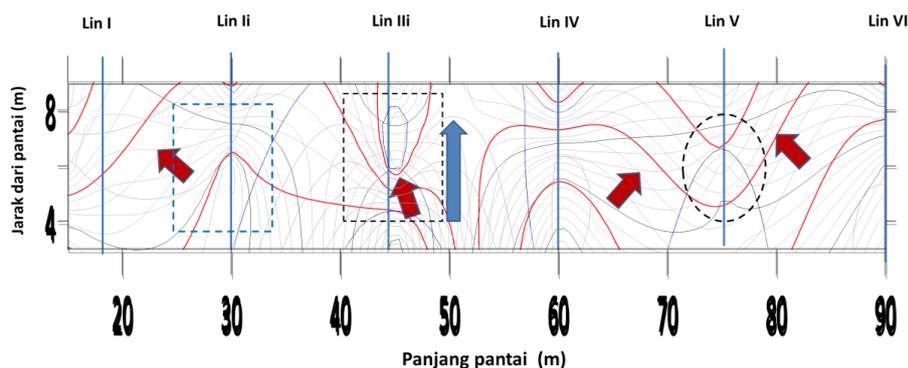


Gambar 7. Sebaran nilai mean, skwenness dan kurtosis

Konsekuensi dari pola perubahan ukuran butiran (mean) dan skwenness tersebut menyebabkan terakumulasinya ukuran butiran tertentu dengan jumlah persen yang lebh besar

(Romano *et al.* 2018). Kondisi tersebut ditunjukkan dengan terbentuknya 2 areal pengendapan di lintasan III dan V yang menunjukkan nilai kurtosis sedimen (Gambar 7), dimana pada lintasan III arah pergerakannya terbagi kearah lintasan II dan Lintasan IV. Untuk sebaran nilai sorting, secara keseluruhan mempunyai range nilai yang kecil atau keseluruhan titik sampling mempunyai nilai sorting dalam katagori sorting *very well sorted* sehingga tidak dapat digambarkan secara baik dalam peta distribusi akibat range nilai yang sangat kecil.

Uraian ukuran butiran serta hasil analisis statistik sedimen yang diuraikan sebelumnya, memberikan informasi bahwa, pembentukan struktur sedimen di Pantai Barahima bersifat alami yang ditunjukkan dengan nilai sorting yang sangat baik (*very well sorted*) untuk semua titik sampling sedimen, sebaran ukuran butiran dipicu oleh aliran kuala yang bermuara di lokasi penelitian serta aliran pergerakan pasang surut. Pola aliran membentuk konvergensi dan tereduksi pada areal di lintasan IV – VI dan menyebabkan material ukuran kecil lebih banyak terdapat dekat pantai dibandingkan lintasan lainnya. Pola refraksi aliran dari kuala dan pergerakan pasang surut dominan menuju kearah barat (lintasan 1 – II), kondisi tersebut menyebabkan ukuran pasir berukuran besar banyak terdapat di lintasan tersebut sebagai konsekuensi kerja energi yang lebih besar (hukum stokes). Secara umum energi yang berkembang dilokasi penelitian relatif kecil akibat terhalang oleh pola garis pantai menyerupai teluk, serta terdapatnya barrier (Pulau Mtu Mya) dengan konfigurasi dasar perairan potensial mereduksi aliran di sisi selatan lokasi penelitian (Gambar 8).



Gambar 8. Sebaran nilai mean, skwennes dan kurtosis sedimen permukaan Pantai Barahima

Pola konvergen (panah merah) dari sebaran nilai mean ukuran (Gambar 8), menyebabkan nilai kurtosis di lintasan V menjorok kearah laut (lingkaran hitam) yang menunjukkan dominansi ukuran butiran dari arah daerah belakang kearah laut mempunyai ukuran butiran yang lebih halus. Kondisi yang berbeda ditunjukkan pada lintasan III dengan terbentuknya alut kontur nilai mean (panah warna biru) dominan ukuran butiran lebih kecil (dominan) disisi lintasna IV dan mean yang lebih besar terdapat di lintasan II dan I (kotak hitam dan biru).

4. Kesimpulan dan Saran

Ukuran butiran yang terdapat dipantai barahima berupa ukuran kerikil, granule, pasir sangat kasar; pasir kasar, pasir sedang dan pasir halus, dimana dominan ukuran butiran dalam katagori pasir sedang dan pasir halus, Nilai sorting sedimen dalam katagori sangat baik atau masih alami, dengan varisi nilai sorting pada bagian depan dalam katagori pemilahan lebih baik disusul oleh titik sampling bagian tengah dan belakang. Ukuran butiran pasir sedang dan halus dominan tersebar pada lintasan III hingga lintasan VI. Makin jauh dari pantai maka ukuran butran lebih besar dilintasan I dan II (skwennes negatif) namun pada lintasan IV – VI berukuran



lebih halus (skwennes positif). Sebaran nilai skwennes menunjukkan kecenderungan pengendapan maksimum terjadi pada sisi selatan Pantai Barahima. Pola aliran membentuk struktur sedimen yang alami, dengan nilai sorting semua titik sampling katagori *Very well sorted*. Nilai Skwennes yang berukuran besar (butiran halus) pada lintasan IV – VI menggambarkan pola arus mengendapkan material lebih banyak pada sisi timur Pantai Barahima.

Perlu untuk melakukan studi eksplorasi maupun penelitian lanjutan dengan fokus penelitian pada variasi ukuran dan karakteristik butiran sedimen secara vertikal dan juga kajian tentang porositas sedimen guna menjawab potensi pertumbuhan bakteri pada substrat dan potensi intrusi pada sistem air tanah masyarakat di sekitar lokasi penelitian. Kehadiran bakteri dan ketersediaan air bersih merupakan faktor penting untuk menjadikan Pantai Barahima Desa Mesa sebagai lokasi potensial pengembangan wisata pantai di Kabupaten Halmahera Tengah.

Daftar Pustaka

- Abuodha J. 2003. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *Journal of African Earth Sciences*. 36(1-2):41-54. doi: [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(03\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(03)00016-2).
- Agusta V, Putri M. 2023. Grain size trend analysis for sediment characteristic of Cirebon Waters. Di dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. hlm 012016. doi. <https://doi.org/10.1088/1755-0113/15/01/1163/012011/012016>.
- Bird EC. 2008. *Coastal geomorphology: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Blott SJ, Pye K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and Landforms*. 26(11):1237-1248. doi: <https://doi.org/10.1002/esp.261>.
- Blott SJ, Pye K. 2012. Particle size scales and classification of sediment types based on particle size distributions: Review and recommended procedures. *Sedimentology*. 59(7):2071-2096. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2012.01335.x>.
- CEM (1998). Coastal Engineering Manual. Circular No. 1110-2-292. . U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. . Washington, DC, Coastal Engineering Research Center. Technical Report No. 1110-2-292.
- Darlan Y. 1996. Geomorfologi wilayah pesisir. *Aplikasi Untuk Penelitian Wilayah Pantai. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung*.
- Daruwedho H, Sasmito B, Amarrohman F. 2016. Analysis of Sea Surface Levels in Indonesian Waters using the Jason-2 Altimetry Satellite (2010-2014). *Indonesian J. Geodesi*. 5(2):147-158. doi: <https://doi.org/10.14710/jgundip.2016.11531>.
- Eman; AE, Badawi; A, Abdelkader; T. 2020. Grain size distribution and environmental implications of Rosetta beach, Mediterranean Sea coast, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 24(1):349 – 370. doi: <https://doi.org/10.21608/ejabf.2020.70860>.
- Folk RL, Ward WC. 1957. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of sedimentary research*. 27(1):3-26. doi: <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>.
- Friedman GM, Sanders JE. 1978. *Principles of sedimentology*. New York,: Jhon Wiley.
- Kersten M, Smedes F. 2002. Normalization procedures for sediment contaminants in spatial and temporal trend monitoring. *Journal of Environmental Monitoring*. 4(1):109-115. doi: <https://doi.org/10.1039/B108102K>.



- Mao Q, Shi P, Yin K, Gan J, Qi Y. 2004. Tides and tidal currents in the Pearl River Estuary. *Continental Shelf Research*. 24(16):1797-1808.doi:<https://doi.org/10.1016/j.csr.2004.06.008>.
- Muhardi M, Nurrahman YA, Risiko R, Muliadi M, Rahayu K, Susiati H. 2022. Statistical Parameters Analysis Of Sediment Grain Size From Raya River Bengkayang Regency, West Borneo. *Bulletin of the Marine Geology*. 36(2):380938.doi:<https://doi.org/10.32693/bomg.36.2.2021.726>.
- Mustikasari E, Dewi LC, Heriati A, Pranowo WS. 2015. Pemodelan pola arus barotropik musiman 3 dimensi (3D) untuk mensimulasikan fenomena upwelling di Perairan Indonesia. *Jurnal Segara*. 11(1).doi:<https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i3.27101>.
- Nawang SAB, Rahman MNS, Mohtar WHMW. 2017. Statistical analysis in fluvial sediments of Selangor Rivers: Downstream variation in grain size distribution. *Jurnal Kejuruteraan—Special Issue*. 1:37-45
- Nurjaya IW, Atmadipoera AS. 2020. Analisis perubahan garis pantai di wilayah pantai barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(1):211-222.doi:<https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.22815>.
- Passchier S (2007). 14 Particle Size Analysis (granulometry) of Sediment Samples. Review of standards and protocols for seabed habitat mapping: 116.
- Pethick JS (1984). An introduction to coastal geomorphology, Dept. of Geography, Univ. of Hull.
- Poizot E, Méar Y, Biscara L. 2008. Sediment Trend Analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications. *Earth-Science Reviews*. 86(1-4):15-41.doi:<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.07.004>.
- Pye K, Blott SJ. 2004. Particle size analysis of sediments, soils and related particulate materials for forensic purposes using laser granulometry. *Forensic Science International*. 144(1):19-27.doi:<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.02.028>.
- Romano E, Celia Magno M, Bergamin L. 2018. Grain size of marine sediments in the environmental studies, from sampling to measuring and classifying. *A critical review of the most used procedures*. *Acta IMEKO*. 7(2):10-15
- Sihombing DYS, Zainuri M, Maslukah L, Widada S, Atmodjo W. 2021. Studi Sebaran Ukuran Butir Sedimen Di Muara Sungai Jajar, Demak, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1):111-119.doi:<https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.10665>.
- Sundar V, Sannasiraj SA. 2019. *Coastal Engineering: Theory and Practice*. World Scientific.
- Syahrul, Ichsan, P, Setiawan, Marwatim. 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di Perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Jurnal ilmu-ilmu perairan, pesisir, perikanan*. *Depik*, 1 (1): 31-36. April 2012. ISSN 2089-7790.doi:<https://doi.org/10.13170/depik.1.1.24>.
- Wang X, Ke X. 1997. Grain-size characteristics of the extant tidal flat sediments along the Jiangsu coast, China. *Sedimentary Geology*. 112(1-2):105-122.doi:[https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(97\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(97)00026-2).
- Winter C. 2007. On the evaluation of sediment transport models in tidal environments. *Sedimentary Geology*. 202(3):562-571.doi:<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.019>.
- Yasin A, Sukiyah E, Isnaniawardhani V. 2016. Grain Size Analysis of Quaternary Sediment from Kendari Basin, Indonesia. *International journal of science and research*. 5(11):1748-1751