

# HUBUNGAN ANTARA TEKSTUR DAN KOMPOSISI SEDIMEN DI PERAIRAN BINTAN SELATAN DAN SEKITARNYA

## *Relation Between Sediment Texture and Composition in South Bintan and Surrounding Waters*

AGUS SETYANTO\*, NAZAR NURDIN\* dan DENY SETIADY\*

Puslitbang Geologi Kelautan, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral  
Jl. Dr. Junjuran No. 236, Bandung – 40174

Koresponding e-mail: [agussetyanto181@gmail.com](mailto:agussetyanto181@gmail.com)

\* Kontributor Utama

---

### ABSTRAK

Latar belakang pengetahuan tentang tekstur sedimen merupakan isu utama dalam penelitian lingkungan laut. Sedimen pada lingkungan pesisir akan mengalami proses pengikisan, transportasi serta pengendapan dalam skala spasial maupun temporal. Daerah penelitian secara geografis terletak pada koordinat 0° 46' - 0° 50' Lintang Utara dan 104° 28' 30" - 104° 37' 30" Bujur Timur, merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengambilan data posisi, pengukuran kedalaman dasar laut pengambilan percontoh sedimen dasar laut, analisis besar butir dan penamaan tekstur sedimen. Total lintasan survey batimetri sejumlah 504 kiloline dengan arah lintasan utama timurlaut-baratdaya dan arah *crossline* baratlaut-tenggara. Berdasarkan hasil pengukuran dasar laut yang digambarkan pada peta kedalaman dasar laut (batimetri) di daerah penelitian, kedalamannya berkisar antara 2 - 40 meter. Pengambilan percontoh sedimen dilakukan pada 93 percontoh laut dengan menggunakan pemercontohan comot (SB) sebanyak 75 lokasi, sedangkan dengan penginti gaya berat (SC) sebanyak 18 lokasi, 5 jenis sedimen berdasarkan persentase ukuran butir sedimen yaitu kerikil, kerikil pasir, pasir kerikil, pasir sedikit kerikil, dan pasir. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keberadaan dan proses pengendapan yang terjadi pada sedimen pasir laut serta hubungannya dengan tekstur sedimen di Perairan Bintan.

Kata kunci : Perairan Bintan, jenis sedimen, batimetri dan pasir

### ABSTRACT

Knowledge background of sediment texture is a main issue in the marine environmental research. Sediment in the coastal environment will undergo a process of erosion, transportation and deposition on a spatial and temporal scale. The research area is geographically located at coordinates 0° 46' - 0° 50' North Latitude and 104° 28' 30" - 104° 37' 30" East Longitude, is part of the Bintan Regency, Riau Islands Province. The research method used is position data collection, seabed depth measurement, seabed sediment sampling, grain size analysis and sediment texture naming. The total bathymetric survey trajectory is 504 kilolines with the main track direction northeast-southwest and the crossline direction northwest-southeast. Sediment sampling was carried out on 93 marine samples at 75 locations using a plucked coot (SB) sampler, while with a gravity core (SC) as many as 18 locations, 5 types of sediment based on the percentage of sediment grain size, namely gravel, sandy gravel, gravel sand, little sand gravel, and sand. The purpose of this study was to determine the presence and depositional processes that occur in sea sand sediments and their relationship to the texture of sediments in Bintan waters.

Keywords: South Bintan waters, granulometry and texture.

---

## PENDAHULUAN

Pantai adalah daerah transisi tempat proses darat dan laut bertemu, merupakan daerah yang sangat produktif dengan ekosistem tertentu, terutama sifat sedimen seperti ukuran butir dan sedimen transport (Bird, 2008; Park, Jang dan Chi, 2009; Park dan Jang, 2014). Garis pantai secara alami adalah dinamis, dalam hal ini pergeseran garis pantai sebagai respon terhadap proses sedimentasi/erosi (Nguyen *dkk.*, 2015). Proses sedimentasi didominasi oleh proses hidrodinamik dan proses pengendapan sedimen (Bastos *dkk.*, 2015). Karakteristik sedimen dapat digunakan untuk merekonstruksi kejadian sejarah pengendapan (Sun *dkk.*, 2012).

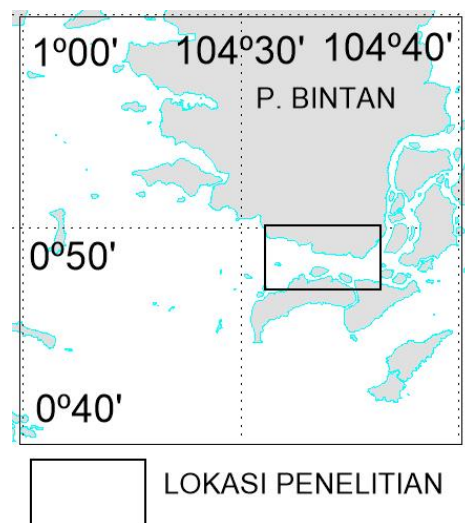
Pengetahuan tentang tekstur sedimen merupakan isu utama dalam penelitian lingkungan laut. Metode penelitian yang digunakan untuk pengambilan percontoh, pengukuran, dan klasifikasi sedimen laut diilustrasikan secara kritis untuk menyoroti kekuatan (*strengths*) dan kelemahannya (*weakness*) (Romano, Celia Magno dan Bergamin, 2018). Butiran sedimen lebih kasar, menunjukkan bahwa kondisi hidrodinamika lebih kuat (Wang *dkk.*, 2020). Sedimentasi adalah proses mekanis dengan variabel yang paling penting adalah ukuran butir, kecepatan arus, morfologi pantai dan sedimentasi dari sungai (Short, 2012).

Ukuran butir adalah aspek yang paling fundamental dari partikel sedimen, yang memengaruhi proses sedimentasi, transportasi dan pengendapan (Blott dan Pye, 2001). Analisis ukuran butir memberikan petunjuk penting asal sedimen, sejarah transportasi dan kondisi pengendapan (Folk dan Ward, 1957; Friedman dan Sanders, 1978). Distribusi ukuran butir dipengaruhi oleh faktor lain seperti jarak dari garis pantai, jarak dari sumber (sungai), sumber material sedimen, topografi dan mekanisme transportasi sedimen (Abuodha, 2003).

Darlan (1996) menyebutkan bahwa distribusi fraksi sedimen dipengaruhi oleh arus. Mekanisme distribusi pasir ini tergantung dari dua faktor yang saling berhubungan yaitu penyortiran hidrolis (*hydrolic sorting*) dan pengendapan (Wenno dan Witasari, 2001). Dalam lingkungan pesisir, sedimen bersifat dinamis dan akan mengalami pengikisan,

transportasi serta pengendapan dalam skala spasial maupun temporal.

Batuan granit di Pulau Bintan bagian barat terdiri dari tipe I dan tipe S (Setiady dan Faturachman, 2004). Aktivitas vulkanik mulai dari Sumatra ke Sulawesi setelah sekitar 45 Jtl. Di Sumatera aktivitas vulkanik tersebar luas dari Eosen Tengah (Crow, 2005). Sebaran sedimen dasar laut di Perairan Bintan Barat, Selat Riau terdiri atas kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir, pasir lanauan dan lanau (Setiady, Kamiludin dan Syafri, 2018).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Secara administratif, lokasi penelitian merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. Secara geografi terletak pada koordinat 0° 46' - 0° 50' Lintang Utara dan 104° 28' 30" - 104° 37' 30" Bujur Timur (Gambar 1). Kesampaian daerah tersebut dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat dari Bandung I-Jakarta (Bandara Suta) selama ± 4 jam, selanjutnya menggunakan pesawat ke Tanjung Pinang (Bandara Raja Haji Fisabilillah) 1.5 jam, dan dilanjutkan kembali dengan kendaraan roda empat menuju Kijang ± 1.5 jam.

Kesampaian daerah antar pulau kecil, desa ke arah pantai, terutama bagian selatan daerah penelitian hanya bisa dijangkau oleh transportasi laut. Di bagian utara daerah penelitian relatif dapat dijangkau oleh mobil dan motor walaupun

sebagian harus dilanjutkan dengan berjalan kaki karena keterbatasan akses jalan.

Kondisi geologi dan tatanan stratigrafi Selat Riau berdasarkan Peta Geologi Lembar Tanjung Pinang, Sumatera (Kusnama dkk., 1994), dari tua ke muda terdiri dari: batuan malihan Formasi Berakit (PCmb), batuan terobosan Granit (Trg), batuan sedimen Formasi Duriangkang (Trsd), Formasi Pulaupanjang (Jp), batuan terobosan Granit Monzo (Jg), batuan sedimen Formasi Pancur (Ksp), Formasi Semarung (Kss), batuan gunungapi Andesit (Tma), Formasi Tanjung Kerotang (Tmpt), batuan sedimen Formasi Goungon (QTg) dan termuda endapan permukaan Aluvium/Qa.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keberadaan sedimen pasir laut dan hubungannya dengan tekstur sedimen di Perairan Bintang serta untuk mengetahui proses pengendapan yang terjadi.

## METODE

Metode penelitian yang dilakukan di Perairan Bintang selatan adalah sebagai berikut:

### 1. Pengambilan data posisi (Navigasi)

Pengambilan data posisi dilakukan dengan menggunakan perangkat GPS (*Global Positioning System*) Trimble DSM 132 yang bekerja dengan dukungan satelit yang ditunjang oleh *Heading Hemisphere* agar arah gerak kapal selalu terjaga lurus ke depan. GPS Trimble DSM 132 memiliki akurasi 4 meter, menggunakan PC dengan monitor Samsung dan Dell yang dilengkapi perangkat lunak (*Software*) HydroPro dan SonarWiz. Dengan memasukan rencana pengambilan data yang terkoneksi dengan

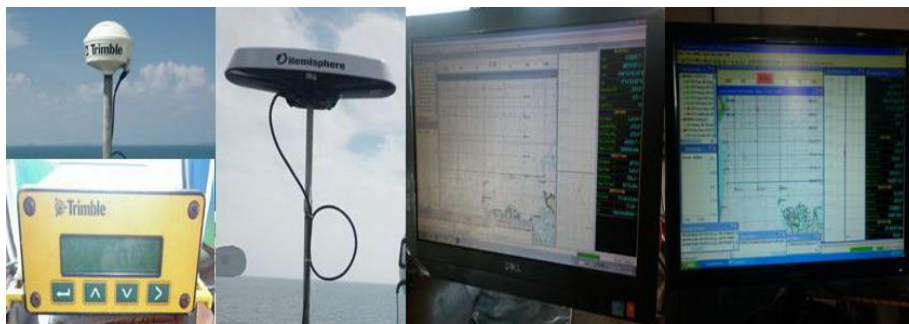
perangkat lunak HydroPro maka dapat terlihat posisi titik-titik koordinat/garis lintasan seismik dan kedalaman dasar laut yang terpadu pada layar monitor, sehingga arah atau gerak kapal dapat dipandu sesuai yang diinginkan (Gambar 2). Koordinat di set dalam selang waktu 5 detik, disimpan atau langsung dilihat pada layar monitor, kemudian dapat didijitasi dan *diplot* sesuai dengan skala yang diinginkan. *Offset* penentuan posisi antenna Trimble dipasang di atas anjungan kapal.

Perangkat peralatan penentu posisi:

- Seperangkat Trimble DSM 132,
- Seperangkat *Heading Hemisphere*, dan
- Satu unit *Automatic Voltage Regulator* Kyowa model SVR-500 N.

### 2. Pengukuran kedalaman dasar laut (pemeruman/batimetri)

Pemeruman dilakukan menggunakan perangkat Echosounder Teledyne Odom Hydrographic Hydrotrec II yang terkoneksi dengan PC (Gambar 3). Perangkat ini bekerja dengan prinsip pengiriman gelombang suara dari permukaan laut melalui *transmitting transducer* secara vertikal ke dasar laut, dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver transducer*. Gelombang suara yang diterima akan ditransformasikan menjadi pulsa energi listrik ke penerima sinyal (*receiver*), kemudian sinyal-sinyalnya diperkuat dan direkam pada *recorder* dalam bentuk grafis maupun digital dengan sapuan terkecil pada kertas selebar 200 mm antara kedalaman 0-80 m. Luaran, setelah koreksi kedalaman *tranduser* dan data pasang-surut berupa peta batimetri.



Gambar 2. Sistem navigasi saat kegiatan survei berlangsung



Gambar 3. Rekaman pemeruman secara digital

Perangkat peralatan pemeruman:

Satu unit Echosounder *Teledyne Odom Hydrographic Hydrotrec II*, dan Satu unit *Transducer*.

3. Pengambilan percontoh sedimen dasar laut. Total pengambilan percontoh sedimen dasar laut sebanyak 93 percontoh. Pengambilan percontoh sedimen dasar laut menggunakan pemercontohan comot/*grab sampler* dan penginti jatuh bebas/*gravity corer* (Gambar 4). Jenis sedimen yang diambil berupa sedimen laut. Pemercontohan sedimen permukaan dasar laut dilakukan secara sistematis dengan interval yang teratur. Penamaan titik lokasi percontoh comot dan penginti jatuh bebas, masing-masing diberi kode SB dan SC.

Pengambilan percontoh sedimen dilakukan pada 93 percontoh laut dengan menggunakan pemercontohan comot (SB) sebanyak 75 lokasi, sedangkan dengan penginti gaya berat (SC) sebanyak 18 lokasi; 10 lokasi percontoh tidak diperoleh sedimen, karena sedimennya lepas atau berupa batuan/terumbu karang. Distribusi sedimen pasir terletak pada kedalaman 14 – 36 meter, pasir lumpuran pada kedalaman 8-26 meter, lumpur pasiran pada kedalaman 10-26 meter dan satuan lempung ditemukan mulai dari pantai sampai kedalaman 16 meter. Sedangkan terumbu dan batuan terdapat pada kedalaman antara 20 sampai 36 meter. Metode pengambilan percontoh sedimen dasar menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan percontoh sedimen dasar menggunakan alat *eckman grab sampler* sehingga memungkinkan percontoh sedimen bagian dasar terperangkap pada alat tersebut.

4. Analisis besar butir (laboratorium)

Analisis besar butir (granulometri) dilakukan dengan pengayakan kering (*sieve analysis*) untuk fraksi sedimen kerikil-pasir seberat 100 gram, dan pipet bagi fraksi lumpur dan atau yang tersisa di pan seberat 20 gram. Interval kelas set ayakan 0,5 phi dan untuk pipet 1 ph. Analisis *granulometri* adalah analisis ukuran butir sedimen. Analisis ini umumnya dilakukan untuk menentukan tingkat resistensi terhadap proses eksogenik butir sedimen, sebagai contoh yaitu proses pelapukan, erosi, dan abrasi dari asalnya transportasi dan proses deposisi sedimen (Yasin, Sukiyah dan Isnaniawardhani, 2016).

Penamaan jenis sedimen dilakukan berdasarkan klasifikasi diagram segitiga Shepard tahun 1954 (Dyer, 1986), sedangkan untuk menafsirkan sebaran, mekanisme pengangkutan dan pengendapan sedimen digunakan pendekatan statistik dari masing-masing kelompok sedimen. Analisis statistik sedimen berupa *sorting*, *skewness* dan *kurtosis* menggunakan klasifikasi Folk dan Ward (1957), sedangkan perhitungannya menggunakan *Software Microsoft Excel 2007* untuk menghitung persentase ukuran butir dan statistik sedimen.

Metode yang digunakan dalam analisis besar butir untuk fraksi kasar adalah metode ayakan, dalam hal ini butiran dibagi atas interval-interval kelas yang dibatasi oleh besarnya lubang ayakan (Sun dkk., 2012). Penerapan untuk pemetaan permukaan dasar laut fraksi sedimen menggunakan data ukuran butir (Jerosch, 2013 dalam Park dan Jang, 2014). Karakteristik sedimen pantai dan permukaan dasar laut biasanya digambarkan menggunakan data ukuran butir. Untuk memetakan sebaran sedimen ukuran butir, percontoh sedimen dikumpulkan melalui survei lapangan dan informasi tentang ukuran butir didapat dari analisis laboratorium. Ukuran butir fraksi sedimen disajikan berupa persentase pasir, lumpur, dan kerikil (Park dan Jang, 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Total lintasan survey batimetri sejumlah 504 kiloline dengan arah lintasan utama timurlaut-baratdaya dan arah *crossline* baratlaut-tenggara.



Berdasarkan hasil pengukuran dasar laut yang digambarkan pada peta kedalaman dasar laut (batimetri) daerah penelitian, memperlihatkan kedalaman berkisar antara 2 - 40 meter (Gambar 5). Kedalaman maksimum 40 meter dijumpai pada sisi selatan dari lokasi penelitian (daerah Batu Duyung). Kedalaman minimum 2 meter, umumnya dijumpai pada sisi barat lokasi survei (daerah Kampung Batu Licin dan Tanjung Moco). Secara umum batimetri / kedalaman dasar laut pada lokasi penelitian memperlihatkan terjadi pendalaman morfologi pada daerah antara Pulau Bintan dengan Pulau di sekitarnya (Pulau Mantang, Pulau Siolong, dan lain-lain). Pendalaman ini menerus hingga ke arah laut lepas di wilayah barat lokasi penelitian.

Berdasarkan pemercontohan sedimen permukaan dasar laut termasuk di dalamnya memuat titik-titik lokasi pemercontohan sedimen/batuan pantai dan darat (Gambar 6) diperoleh data : Distribusi sedimen pasir terletak pada kedalaman 14 – 36 meter, pasir lumpuran terdapat pada kedalaman 8-26 meter, lumpur pasiran terdapat pada kedalaman 10-26 meter, satuan lempung terdapat dari pantai sampai kedalaman 16 meter. Sedangkan terumbu dan batuan terdapat pada kedalaman antara 20 sampai 36 meter (Gambar 7).

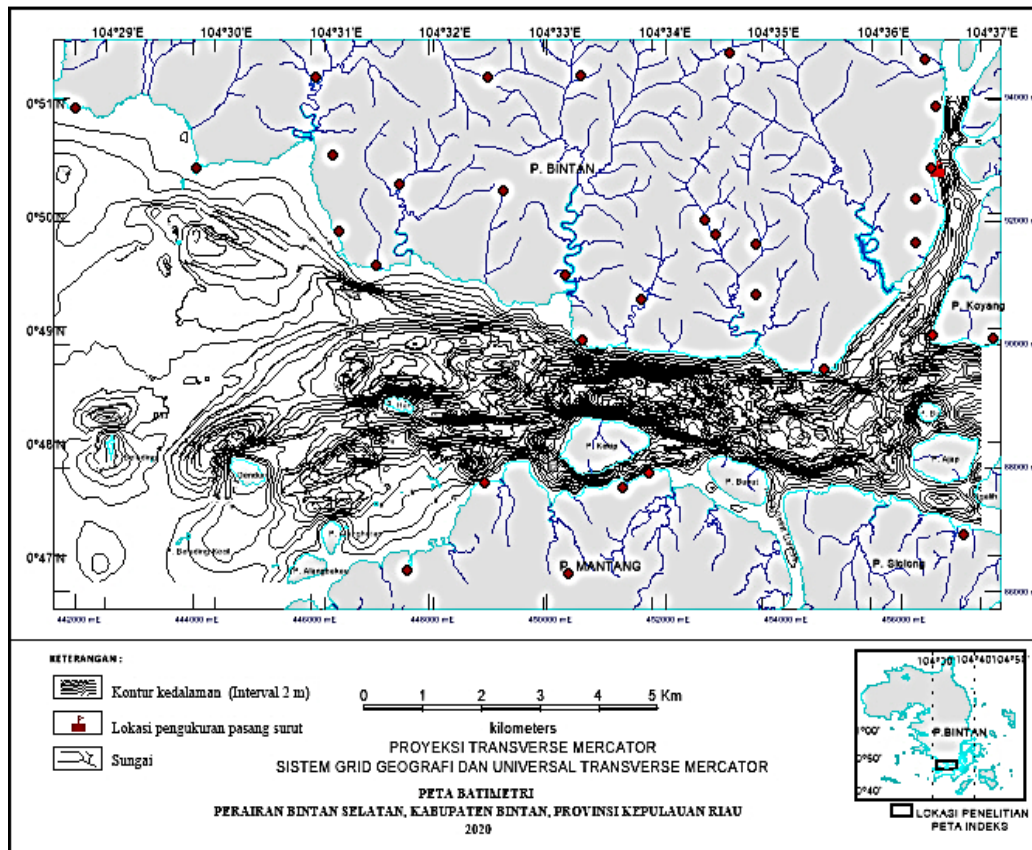
Berdasarkan hasil analisis besar butir, secara umum sedimen yang terdapat di daerah penelitian merupakan fraksi kasar dengan ukuran yang didominasi oleh pasir ukuran sedang hingga kasar. Bentuk fisik butiran yang umum dijumpai adalah butiran berwarna putih bersih, sedikit lithik berwarna hitam dan menyudut tajam. Butiran berwarna putih tersebut kemungkinan adalah pasir kuarsa yang berasal dari rombakan batuan granit. Kandungan cangkang dan lempung kaolinit umumnya terdapat di daerah perairan dengan morfologi yang datar dan arus yang lemah yaitu di bagian barat dan timur daerah penelitian.

Data ukuran butir berdasarkan 75 percontoh yang diambil memperlihatkan variasi nilai dan persentase ukuran butir sedimen (Tabel 1).

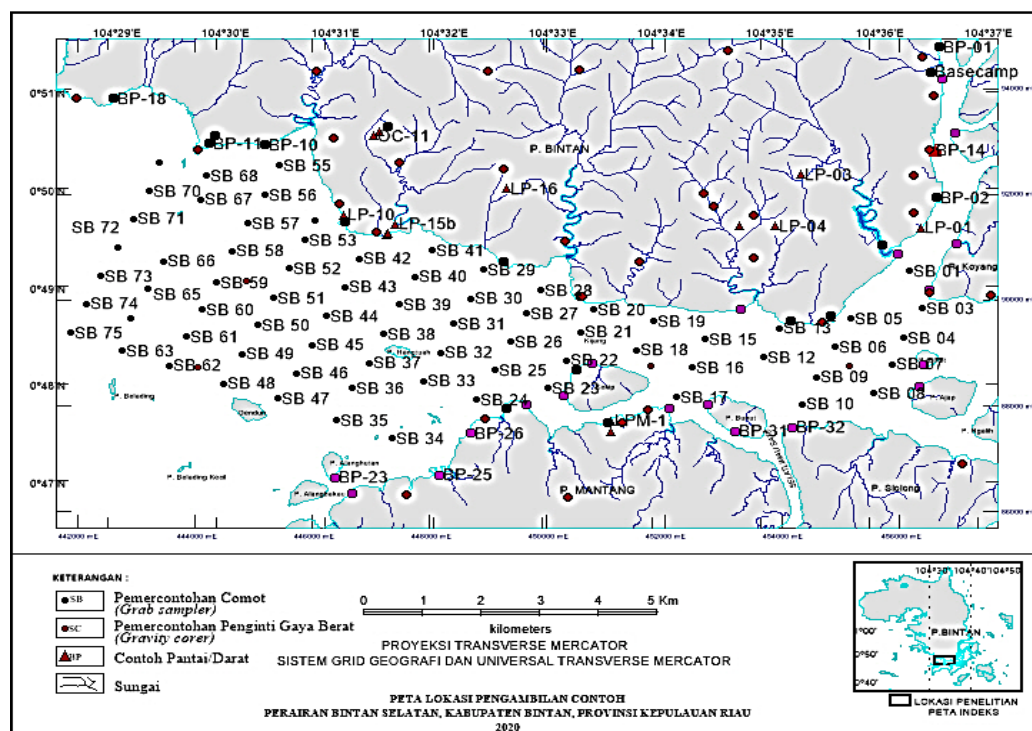
Secara umum sedimen dasar laut yang ada di lokasi penelitian didominasi oleh pasir hingga kerikil. Secara umum berdasarkan persentase ukuran butir sedimen dapat terlihat bahwa jenis sedimen yang ada di perairan Bintan terbagi atas 5 jenis sedimen berdasarkan persentase ukuran butir sedimen yaitu Kerikil G, Kerikil pasiran sG, Pasir kerikil gS, Pasir sedikit kerikil (g)S, dan Pasir (S) (Gambar 7).



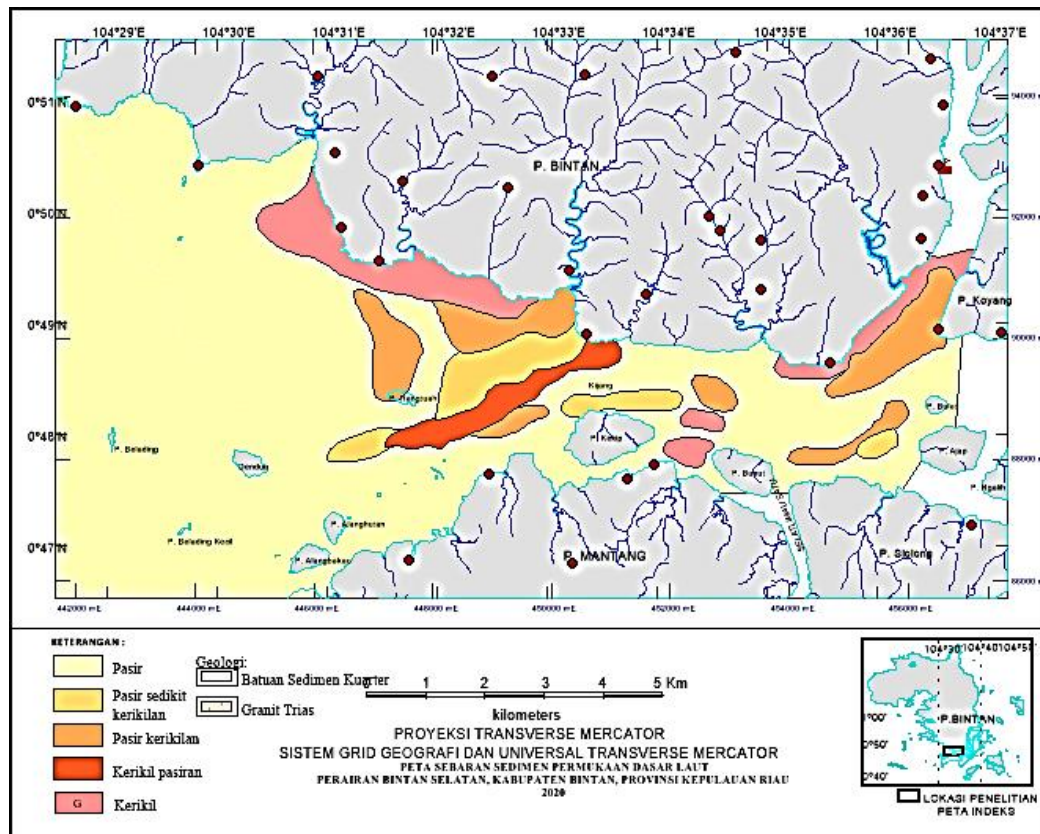
Gambar 4. (a) Pemercontohan comot; (b) penginti jatuh bebas



Gambar 5. Kedalaman dasar laut perairan selatan Pulau Bintan



Gambar 6. Peta lokasi pengambilan percontoh perairan Bintan Selatan, Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau



Gambar 7. Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut perairan Bintan, Propinsi Kepulauan Riau

Tabel 1. Hasil analisis besar butir sedimen permukaan laut

No	No Percontoh	X (phi)	Sort.	Skew.	Kurt.	Kri.	Pas.	Lan.	Lem.	Klasifikasi (Folk, 1980)
1	SB-01	0.23	1.10	0.46	2.43	7.72	92.28	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
2	SB-02	4.06	1.55	1.03	4.08	0.00	51.04	45.01	3.94	Pasir S
3	SB-03	1.81	1.45	-1.17	3.61	8.46	91.54	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
4	SB-04	3.50	2.36	-0.06	0.91	0.00	100.00	0.00	0.00	Pasir S
5	SB-05	0.26	1.03	0.05	2.76	9.17	90.83	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
6	SB-06	1.16	2.00	-0.60	1.71	25.62	74.38	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
7	SB-07	1.51	0.98	-1.39	4.75	2.56	97.44	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
8	SB-08	1.45	0.92	-0.80	3.56	1.09	98.91	0.00	0.00	Pasir sedikit krikilan (g)S
9	SB-09	2.15	0.62	-0.87	4.23	0.00	100.00	0.00	0.00	Pasir S
10	SB-10	0.80	1.32	-0.29	2.05	9.68	90.32	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
11	SB-11	1.22	0.99	-0.14	2.72	0.68	99.32	0.00	0.00	Pasir S
12	SB-12	2.49	0.89	0.16	2.05	0.00	100.00	0.00	0.00	Pasir S
13	SB-13	-1.76	0.98	2.98	12.57	89.22	10.78	0.00	0.00	Kerikil G
14	SB-14	3.70	2.33	0.12	3.12	4.26	54.71	35.96	5.07	Pasir S
15	SB-15	0.19	1.07	0.24	2.72	11.80	88.20	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
16	SB-16	-1.95	1.11	3.60	14.35		7.03	0.00	0.00	Kerikil G
17	SB-17	0.19	1.61	0.18	1.75	30.29	69.71	0.00	0.00	Kerikil pasiran sG
18	SB-18	1.49	0.85	-0.91	5.46	2.04	97.96	0.00	0.00	Pasir sedikit krikilan (g)S
19	SB-19	1.67	0.63	-0.49	4.25	0.00	100.00	0.00	0.00	Pasir S
20	SB-20	0.34	1.81	-0.13	1.41	34.70	65.30	0.00	0.00	Kerikil pasiran sG
21	SB-21	1.51	0.72	0.32	1.61	0.00	100.00	0.00	0.00	Pasir S
22	SB-22	1.49	1.09	-0.94	3.77	2.61	97.39	0.00	0.00	Pasir sedikit krikilan (g)S
23	SB-23	3.42	2.02	0.91	3.23	0.00	67.93	27.33	4.74	Pasir S
24	SB-24	4.03	2.31	0.51	2.25	0.00	51.19	39.95	8.87	Pasir S

No	No Percontoh	X (phi)	Sort.	Skew.	Kurt.	Kri.	Pas.	Lan.	Lem.	Klasifikasi (Folk, 1980)
25	SB-25	1.13	1.63	-0.74	2.37	13.71	86.29	0.00	0.00	Pasir krikilan gS
26	SB-26	-0.40	1.70	0.29	1.62	44.88	55.12	0.00	0.00	Kerikil pasiran sG
27	SB-27	1.18	1.14	-0.85	2.83	5.96	94.04	0.00	0.00	Pasir sedikit krikilan (g)S
28	SB-28	1.75	2.71	0.78	2.67	12.43	63.51	20.42	3.65	Pasir krikilan gS
29	SB-29	3.31	3.45	-0.37	1.80	25.95	15.61	50.99	7.44	Kerikil G
30	SB-30	1.46	1.92	0.47	3.75	10.46	81.24	7.41	0.89	Pasir krikilan gS
31	SB-31	1.73	1.53	0.73	5.46	2.63	90.80	5.89	0.68	Pasir sedikit krikilan (g)S
32	SB-32	1.92	1.65	0.59	5.24	3.58	89.35	6.39	0.68	Pasir sedikit krikilan (g)S
33	SB-33	-0.66	1.49	0.55	2.37	45.95	54.05	0.00	0.00	Kerikil pasiran sG
34	SB-34	5.19	1.77	0.07	2.33	0.00	24.00	70.64	5.36	Pasir S
35	SB-35	3.29	1.91	1.24	4.10	0.00	77.05	17.96	4.99	Pasir S
36	SB-36	2.04	1.90	0.77	4.49	4.21	80.84	13.81	1.14	Pasir sedikit krikilan (g)S
37	SB-37	5.33	1.93	-0.32	2.95	0.00	24.91	63.36	11.73	Pasir S
38	SB-38	1.80	2.22	0.51	3.32	9.81	75.98	12.84	1.36	Pasir krikilan gS
39	SB-39	1.92	2.11	0.08	3.63	10.94	76.08	12.18	0.81	Pasir krikilan gS
40	SB-40	4.52	2.11	0.08	3.63	10.94	76.08	12.18	0.81	Pasir S
41	SB-41	5.69	1.72	0.03	2.60	0.00	8.70	76.76	14.54	Kerikil G
42	SB-42	2.45	2.45	0.13	2.80	11.94	60.86	24.63	2.56	Pasir krikilan gS
43	SB-43	3.04	1.78	0.89	4.49	0.00	77.58	19.50	2.91	Pasir S
44	SB-44	3.15	1.51	1.11	4.62	0.00	76.89	22.00	1.11	Pasir S
45	SB-45	2.94	1.54	0.98	4.40	0.00	78.16	21.00	0.84	Pasir S
46	SB-46	3.12	1.71	1.05	4.29	0.00	74.10	23.30	2.61	Pasir S
47	SB-47	3.38	1.65	1.16	4.32	0.00	69.66	27.51	2.83	Pasir S
48	SB-48	2.31	2.02	1.05	3.95	0.23	78.75	18.48	2.54	Pasir S
49	SB-49	4.23	1.81	0.77	3.18	0.00	53.57	40.20	6.23	Pasir S
50	SB-50	3.73	1.40	0.92	4.19	0.00	70.76	29.04	0.20	Pasir S
51	SB-51	3.99	1.56	1.28	4.35	0.00	62.51	32.72	4.76	Pasir S
52	SB-52	3.91	2.02	0.54	3.04	1.00	62.86	31.62	4.52	Pasir S
53	SB-53	3.28	2.64	0.95	2.46	0.00	70.02	17.44	12.54	Pasir S
54	SB-54	5.87	1.37	0.23	3.74	0.00	4.09	82.38	13.53	Kerikil G
55	SB-55	4.38	2.17	-0.28	2.12	0.00	36.95	57.91	5.15	Pasir S
56	SB-56	5.40	1.74	0.03	3.30	0.00	11.18	75.07	13.76	Kerikil G
57	SB-57	3.91	2.11	0.16	2.87	0.00	46.39	47.69	5.92	Pasir S
58	SB-58	3.22	1.92	0.68	3.12	0.00	62.45	34.05	3.50	Pasir S
59	SB-59	2.91	2.06	0.93	3.04	0.00	72.30	24.73	2.97	Pasir S
60	SB-60	3.83	2.12	0.36	2.27	0.00	57.37	38.50	4.13	Pasir S
61	SB-61	3.30	1.90	0.64	3.04	0.00	63.32	33.59	3.09	Pasir S
62	SB-62	3.56	1.84	0.15	2.17	0.00	54.35	45.22	0.43	Pasir S
63	SB-63	2.75	1.97	1.02	3.05	0.00	74.80	25.07	0.14	Pasir S
64	SB-64	2.97	2.05	0.95	3.17	0.00	70.17	26.26	3.56	Pasir S
65	SB-65	3.21	2.05	0.71	2.80	0.00	62.61	33.94	3.46	Pasir S
66	SB-66	3.75	2.45	0.87	2.24	0.00	64.06	33.71	2.23	Pasir S
67	SB-67	-0.23	1.94	0.26	1.39	49.61	50.39	0.00	0.00	Pasir S
68	SB-68	4.02	1.97	0.27	2.44	0.00	52.92	44.00	3.08	Pasir S
69	SB-69	4.38	1.66	-0.10	2.74	0.00	32.19	66.98	0.83	Pasir S
70	SB-70	2.27	2.01	0.79	3.28	0.00	75.86	22.26	1.88	Pasir S
71	SB-71	3.10	1.92	0.69	2.93	0.00	64.74	32.74	2.52	Pasir S
72	SB-72	2.71	2.05	1.12	3.54	0.00	73.61	23.29	3.10	Pasir S
73	SB-73	2.87	1.96	0.94	3.25	0.00	70.03	27.47	2.50	Pasir S
74	SB-74	2.90	2.07	1.06	3.37	0.00	72.70	23.66	3.64	Pasir S
75	SB-75	2.95	2.03	1.04	3.48	0.00	71.91	24.27	3.82	Pasir S

Hasil perhitungan terhadap parameter statistik sedimen berupa sortasi yang menunjukkan nilai antara 1,66 - 3,45, sehingga masuk dalam klasifikasi tingkat pemilahan buruk (*Poorly sorted*) hingga terpilah sangat buruk (*Very poorly sorted*) (Folk dan Ward, 1957) (Tabel 1).

Nilai sortasi sedimen di lokasi penelitian termasuk dalam pemilahan buruk hingga sedang.

Kondisi pemilahan butiran sedimen buruk dipengaruhi oleh kekuatan arus dan



gelombang yang sangat tidak stabil. Artinya, kekuatannya tidak sama setiap saat sehingga butiran sedimen yang diendapkan berbeda sangat mencolok. Selain kondisi tersebut proses pertemuan antara arus sungai dengan arus laut menyebabkan terjadinya gradasi energi arus pengendapan sehingga menyebabkan kondisi energi arus yang fluktuatif dan ukuran butir sedimen tidak terpilah dengan baik (Gambar 8).

Nilai kemencengan (*skewness*) pada 75 percontoh sedimen dasar laut perairan Bintang menunjukkan variasi nilai yang berbeda-beda dengan kisaran -0,10 - -0,37, sehingga berdasarkan klasifikasi kemencengan daerah penelitian memiliki menceng kasar (*Coarse skewed*).

Data granulometri yang dimiliki berupa nilai *mean*, *sortasi*, *skewness* dan *kurtosis*. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan nilai *mean* yang beragam yaitu 8 percontoh dominan pasir kasar (0,00 - 1,00), 17 percontoh pasir

sedang (1,00 - 2,00) dan 50 percontoh pasir halus (2,00 - 3,00) dengan rata-rata nilai *mean* 2,44 atau pasir kasar. Data sortasi yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan didapat 1 percontoh dengan sortasi *well sorted*, 9 percontoh dengan sortasi *moderately sorted* (0,7-1,00), 35 percontoh *poorly sorted* (1,00-2,00), dan 19 percontoh *very poorly sorted* (2,0 - 4,00) dengan rata-rata nilai sortasi 1,60 atau *poorly sorted*. Data *skewness* didapat berupa 7 percontoh dominan *very fine-skewed* (+1,0- +0,3), 6 percontoh *fine-skewed* (+0,3- +0,1), 21 percontoh *symitrical*, 15 percontoh *coarse-skewed* (-1,0- -0,3) dan 20 percontoh dominan *very coarse-skewed* (-0,3 - -1,0), dengan rata-rata nilai *skewness* +0,44 atau *very coarse skewed*. Data *kurtosis* didapat berupa 4 percontoh kurva sangat datar (*very platykurtic*) < 0,67, 1 percontoh kurva *runcing* (*leptokurtic*) 1,11 - 1,50, 26 percontoh kurva sangat *runcing* (*very leptokurtic*) (1,50 - 3,00), 15 percontoh *coarse-skewed* (-1,0- -0,3) dan 38 percontoh kurva *runcing* ekstrim (*leptokutric extream*) (Tabel 2 dan Tabel 3).



Gambar 8. Grafik perhitungan analisis ukuran butir pasir secara matematis. (A) Mean (B) Sortasi (C) Skewness (D) Kurtosis

Tabel 2. Tabulasi nilai *mean*, *sortasi*, *skewness* dan *kurtosis* dalam penelitian ini

Kode Percontoh	Nilai <i>Mean</i>	Nilai <i>Sortasi</i>	Nilai <i>Skewness</i>	Nilai <i>Kurtosis</i>
SB-07	1.51	0.98	-1.39	4.75
SB-08	1.45	0.92	-0.80	3.56
SB-09	0.01	0.96	-0.01	0.04
SB-10	0.00	0.98	0.00	0.00
SB-11	1.22	0.99	-0.14	2.72
SB-12	2.49	0.89	0.16	2.05
SB-13	-1.76	0.98	2.98	12.57
SB-14	3.70	2.33	0.12	3.12
SB-15	0.19	1.07	0.24	2.72
SB-16	-1.95	1.11	3.60	14.35
SB-17	0.19	1.61	0.18	1.75
SB-18	1.49	0.85	-0.91	5.46
SB-19	1.67	0.63	-0.49	4.25
SB-20	0.34	1.81	-0.13	1.41
SB-21	1.51	0.72	0.32	1.61
SB-22	1.49	1.09	-0.94	3.77
SB-23	3.42	2.02	0.91	3.23
SB-24	4.03	2.31	0.51	2.25
SB-25	1.13	1.63	-0.74	2.37
SB-26	-0.40	1.70	0.29	1.62
SB-27	1.18	1.14	-0.85	2.83
SB-28	1.75	2.71	0.78	2.67
SB-29	3.31	3.45	-0.37	1.80
SB-30	1.46	1.92	0.47	3.75
SB-31	1.73	1.53	0.73	5.46
SB-32	1.92	1.65	0.59	5.24
SB-33	-0.66	1.49	0.55	2.37
SB-34	5.19	1.77	0.07	2.33
SB-35	3.29	1.91	1.24	4.10
SB-36	2.04	1.90	0.77	4.49
SB-37	5.33	1.93	-0.32	2.95
SB-38	1.80	2.22	0.51	3.32
SB-39	1.92	2.11	0.08	3.63
SB-40	4.52	1.75	0.55	2.22
SB-41	5.69	1.72	0.03	2.60
SB-42	2.45	2.45	0.13	2.80
SB-43	3.04	1.78	0.89	4.49
SB-44	3.15	1.51	1.11	4.62
SB-45	2.94	1.54	0.98	4.40
SB-46	3.12	1.71	1.05	4.29
SB-47	3.38	1.65	1.16	4.32
SB-48	2.31	2.02	1.05	3.95
SB-49	4.23	1.81	0.77	3.18
SB-50	3.73	1.40	0.92	4.19
SB-51	3.99	1.56	1.28	4.35
SB-52	3.91	2.02	0.54	3.04
SB-53	3.28	2.64	0.95	2.46
SB-54	5.87	1.37	0.23	3.74
SB-55	4.38	2.17	-0.28	2.12
SB-56	5.40	1.74	0.03	3.30
SB-57	3.91	2.11	0.16	2.87
SB-58	3.22	1.92	0.68	3.12
SB-59	2.91	2.06	0.93	3.04
SB-60	3.83	2.12	0.36	2.27
SB-61	3.30	1.90	0.64	3.04
SB-62	3.56	1.84	0.15	2.17
SB-63	2.75	1.97	1.02	3.05
SB-64	2.97	2.05	0.95	3.17
SB-65	3.21	2.05	0.71	2.80

Kode Percontoh	Nilai Mean	Nilai Sortasi	Nilai Skewness	Nilai Kurtosis
SB-66	3.75	2.45	0.87	2.24
SB-67	-0.23	1.94	0.26	1.39
SB-68	4.02	1.97	0.27	2.44
SB-69	4.38	1.66	-0.10	2.74
SB-70	2.27	2.01	0.79	3.28
SB-71	3.10	1.92	0.69	2.93
SB-72	2.71	2.05	1.12	3.54
SB-73	2.87	1.96	0.94	3.25
SB-74	2.90	2.07	1.06	3.37
SB-75	2.95	2.03	1.04	3.48

Tabel 3. Klasifikasi mean, sortasi, skewness dan kurtosis pada setiap lokasi pengamatan

Kode Percontoh	Klasifikasi Mean	Klasifikasi Sortasi	Klasifikasi Skewness	Klasifikasi Kurtosis
SB-07	Medium sand	Moderately sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-08	Medium sand	Moderately sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-09	Coarse sand	Moderately sorted	Very Coarse skewed	Very platykurtic
SB-10	Coarse sand	Moderately sorted	Symitrical	Very platykurtic
SB-11	Medium sand	Moderately sorted	Very Coarse skewed	Very platykurtic
SB-12	Medium sand	Moderately sorted	Symitrical	Very platykurtic
SB-13	Coarse sand	Moderately sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream
SB-14	Fine sand	Very Poorly sorted	Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-15	Coarse sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-16	Coarse sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream
SB-17	Medium sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-18	Medium sand	Moderately sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-19	Medium sand	Well sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-20	Coarse sand	Poorly sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-21	Medium sand	Moderately sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-22	Medium sand	Poorly sorted	Very Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-23	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Leptokutrix extream
SB-24	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Very Leptokutrix
SB-25	Medium sand	Poorly sorted	Very Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-26	Coarse sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-27	Medium sand	Poorly sorted	Very Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-28	Medium sand	Very Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-29	Fine sand	Very Poorly sorted	Very Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-30	Medium sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream
SB-31	Medium sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream
SB-32	Medium sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream
SB-33	Coarse sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Very Leptokutrix
SB-34	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Very Leptokutrix
SB-35	Fine sand	Poorly sorted	fine skewed	Leptokutrix extream
SB-36	Fine sand	Poorly sorted	fine skewed	Leptokutrix extream
SB-37	Fine sand	Poorly sorted	Very Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-38	Medium sand	Very Poorly sorted	Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-39	Medium sand	Very Poorly sorted	Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-40	Fine sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-41	Fine sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-42	Fine sand	Very Poorly sorted	Coarse skewed	Very Leptokutrix
SB-43	Fine sand	Poorly sorted	Coarse skewed	Leptokutrix extream
SB-44	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Leptokutrix extream
SB-45	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Leptokutrix extream
SB-46	Fine sand	Poorly sorted	fine skewed	Leptokutrix extream
SB-47	Fine sand	Poorly sorted	fine skewed	Leptokutrix extream
SB-48	Fine sand	Very Poorly sorted	fine skewed	Leptokutrix extream
SB-49	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Leptokutrix extream
SB-50	Fine sand	Poorly sorted	Symitrical	Leptokutrix extream
SB-51	Fine sand	Poorly sorted	Very fine skewed	Leptokutrix extream

Kode Percontoh	Klasifikasi Mean	Klasifikasi Sortasi	Klasifikasi Skewness	Klasifikasi Kurtosis
SB-52	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-53	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-54	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-55	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-56	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-57	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-58	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-59	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-60	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-61	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-62	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Very Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-63	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-64	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-65	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-66	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-67	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Coarse skewed</i>	<i>Leptokurtic</i>
SB-68	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-69	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-70	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-71	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Very Leptokurtic</i>
SB-72	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>fine skewed</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-73	<i>Fine sand</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-74	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>
SB-75	<i>Fine sand</i>	<i>Very Poorly sorted</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Leptokurtic extreme</i>

Proses pengendapan sedimen di perairan Bintan dapat diperkirakan berdasarkan data hasil analisis granulometri dan statistik sedimen. Karakteristik ukuran butir sedimen digunakan untuk menafsirkan sebaran dan mekanisme pengangkutan dan pengendapan sedimen di suatu kawasan (Korwa, Opa dan Djamiludin, 2013). Secara umum jenis sedimen daerah penelitian didominasi oleh partikel ukuran kasar (pasir). Berdasarkan ukuran butir sedimen tersebut menggambarkan bahwa kondisi perairan Bintan saat sedimen tersebut mengendap dipengaruhi oleh kecepatan arus kuat dicirikan dengan ukuran partikel kasar, sedangkan partikel ukuran halus dicirikan oleh arus yang lemah. Ukuran butir merupakan indikasi besar/kuatnya kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada lingkungan pengendapan tersebut (Rifardi, Oki dan Tomiyasu, 1998). Nilai sortasi mengindikasikan tipe pengendapan, karakteristik arus pengendapan dan kecepatan waktu pengendapan. Sedimen yang tersebar dan diendapkan di perairan daerah penelitian menunjukkan bahwa sedimen memiliki waktu yang pendek untuk mengendap ditunjukkan dengan tingginya nilai sortasi (terpilah buruk hingga sedang) menunjukkan keseragaman butir sedimen yang kecil. Ukuran butir sedimen daerah penelitian termasuk dalam fraksi kasar sehingga dapat diinterpretasikan bahwa jenis

mekanisme transportasi sedimen berupa *bedload* dan *suspension* (*suspense*). Mekanisme transportasi *bedload* terjadi pada fraksi yang kasar melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggulingkan), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan *siltasi*.

Interpretasi mekanisme sedimentasi yang terjadi pada endapan pasir dan kerakal didasarkan pada hasil analisis ukuran butir dan morfologi butir. Hasil analisis menunjukkan bahwa material endapan yang terbentuk terendapkan melalui mekanisme transportasi secara *bedload* yang merupakan kombinasi antara *rolling*, *sliding* dan *saltasi*, akan tetapi terdapat juga mekanisme transportasi berupa *suspension* pada sebagian kecil partikel sedimen yang berukuran sangat halus. Jika dilihat berdasarkan morfologi butir baik pasir maupun kerakal menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin mendekati bentuk *equant* dan *oblate* yang mengindikasikan bahwa proses transportasi yang terjadi lebih didominasi secara *rolling* dan *suspensi*. Demikian pula untuk *sphericity*, secara umum *trend* menunjukkan bentuk yang semakin mendekati bentuk bola yang artinya material akan cenderung untuk terdeposisi. Pada dasarnya, butiran *spheris* dan *prolate* lebih mudah tertransport daripada *bladed* dan *oblate*.



Jenis sedimen pasir sangat mendominasi perairan yang ada di perairan Bintan, sebagian besar merupakan sebaran pasir sampai menerus ke pesisir, bahan galian pasir yang terkandung dalam satuan batuan lapukan granit serta rombakannya, bauksit dari Formasi Goungon. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen telah mengalami proses transportasi dan mengendap pada kawasan perairan tersebut. Kondisi *skewness*/kemencengan secara umum pada daerah penelitian termasuk dalam kondisi sedimen transport positif, yang di kawasan tersebut dipengaruhi arus yang berfluktuasi sehingga mampu memilah setiap ukuran butiran sedimen halus.

## KESIMPULAN

Tekstur sedimen yang terdapat di perairan dasar laut Bintan Selatan dan sekitarnya adalah Kerikil, Kerikil pasiran, Pasir kerikil, Pasir sedikit kerikil dan Pasir. Ukuran butir sedimen daerah penelitian masuk dalam fraksi kasar (kandungan pasir di atas 50%, dengan ukuran butir 2,44Ø), sehingga dapat interpretasikan bahwa jenis mekanisme transportasi sedimen berupa *bedload* dan *suspension* (*suspense*). Mekanisme transportasi *bedload* terjadi pada fraksi yang kasar sesuai dengan konseptual yaitu melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggeling), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan siltasi. Ukuran butir pasir menunjukkan nilai rata-rata ukuran butir adalah 2,44Ø atau pasir kasar dengan rata-rata sortasi 1,67 atau *poorly sorted*, *skewness* didominasi oleh *symmetrical skewed*, dan nilai *kurtosis* *leptokurtic extreme*.

Bentuk butir baik pasir maupun kerikil dan kerakal menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin mendekati bentuk membundar tanggung yang mengindikasikan bahwa proses transportasi yang terjadi lebih di dominasi secara menggelundung untuk butiran yang kasar dan suspensi untuk butiran halus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Tim Granotoid 2020 dan KP3 SDMK atas ijinnya untuk melakukan penulisan karya tulis ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah

bersedia memberikan koreksi, kritik, saran dan masukan sehingga penelitian dan penulisan ini dapat terselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abuodha, J. O. Z. (2003) "Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya," *Journal of African Earth Sciences*, 36(1–2), hal. 41–54. doi: 10.1016/S0899-5362(03)00016-2.
- Bastos, A. C., Costa Moscon, D. M., Carmo, D., Neto, J. A. B. dan da Silva Quaresma, V. (2015) "Modern sedimentation processes in a wave-dominated coastal embayment: Espírito Santo Bay, southeast Brazil," *Geo-Marine Letters*, 35(1), hal. 23–36. doi: 10.1007/s00367-014-0387-x.
- Bird, E. C. F. (2008) *Coastal geomorphology: An introduction*. 2 ed. New York: Wiley.
- Blott, S. J. dan Pye, K. (2001) "GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments," *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), hal. 1237–1248. doi: 10.1002/esp.261.
- Crow, M. J. (2005) "Chapter 6 Pre-Tertiary volcanic rocks," *Geological Society, London, Memoirs*. Geological Society, London, Memoirs, 31(1), hal. 63–85. doi: 10.1144/GSL.MEM.2005.031.01.06.
- Darlan, Y. (1996) *Geomorfologi wilayah pesisir: Aplikasi untuk penelitian wilayah pantai*. Bandung: Pusat Pengembangan Geologi Kelautan.
- Dyer, K. R. (1986) *Coastal and estuarine sediment dynamics*. Chichester: Wiley.
- Folk, R. L. dan Ward, W. C. (1957) "Brazos River bar [Texas]: A study in the significance of grain size parameters," *Journal of Sedimentary Research*, 27(1), hal. 3–26. doi: 10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D.
- Friedman, G. M. dan Sanders, J. E. (1978) *Principles of sedimentology*. New York: Wiley.
- Jerosch, K. (2013) "Geostatistical mapping and spatial variability of surficial sediment types on the Beaufort Shelf based on grain size data," *Journal of Marine Systems*, 127, hal. 5–13. doi: 10.1016/j.jmarsys.2012.02.013.
- Korwa, J. I. S., Opa, E. T. dan Djamaludin, R. (2013) "Karakteristik sedimen litoral di Pantai

- Sindualang Satu," *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1), hal. 48–54.
- Kusnama, Sutisna, K., Amin, T. C., Koesoemadinata, S., Sukardi dan Hermanto, B. (1994) "Peta geologi lembar Tanjung Pinang, Sumatera, skala 1 : 250.000." Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, hal. 1.
- Nguyen, H.-H., McAlpine, C., Pullar, D., Leisz, S. J. dan Galina, G. (2015) "Drivers of coastal shoreline change: Case study of Hon Dat Coast, Kien Giang, Vietnam," *Environmental Management*, 55(5), hal. 1093–1108. doi: 10.1007/s00267-015-0455-7.
- Park, N.-W. dan Jang, D.-H. (2014) "Comparison of geostatistical kriging algorithms for intertidal surface sediment facies mapping with grain size data," *The Scientific World Journal*, 2014, hal. 1–11. doi: 10.1155/2014/145824.
- Park, N.-W., Jang, D.-H. dan Chi, K.-H. (2009) "Integration of IKONOS imagery for geostatistical mapping of sediment grain size at Baramarae beach, Korea," *International Journal of Remote Sensing*, 30(21), hal. 5703–5724. doi: 10.1080/01431160902729564.
- Rifardi, Oki, K. dan Tomiyasu, T. (1998) "Sedimentary environments based on textures of surface sediments and sedimentation rates in the South Yatsushiro Kai (Sea), southwest Kyushu, Japan," *Journal of the Sedimentological Society of Japan*, 48(48), hal. 67–84. doi: 10.4096/jssj1995.48.67.
- Romano, E., Celia Magno, M. dan 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), hal. 10–15. doi: 10.21014/acta\_imeko.v7i2.537.
- Setiady, D. dan Faturachman (2004) "Tipe granit sepanjang pantai timur Pulau Batam dan pantai barat Pulau Bintan, perairan selatan Batam Bintan," *Jurnal Geologi Kelautan*, 2(2), hal. 9–14. doi: 10.32693/jgk.2.2.2004.109.
- Setiady, D., Kamiludin, U. dan Syafri, L. (2018) "Sebaran sedimen pasir laut sebagai bahan galian di lepas pantai Selat Riau," *Jurnal Geologi Kelautan*, 16(2), hal. 91–102.
- Short, A. D. (2012) *Coastal processes and beaches, Nature Education Knowledge*. Tersedia pada: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/coastal-processes-and-beaches-26276621/> (Diakses: 18 Januari 2022).
- Sun, L., Zhou, X., Wang, Y., Cheng, W. dan Jia, N. (2012) "Identification of paleo-events recorded in the yellow sea sediments by sorting coefficient of grain size," *PLoS ONE*. Diedit oleh V. Magar, 7(9), hal. e44725. doi: 10.1371/journal.pone.0044725.
- Wang, C., Chen, M., Qi, H., Intasen, W. dan Kanchanapant, A. (2020) "Grain-size distribution of surface sediments in the Chanthaburi Coast, Thailand and implications for the sedimentary dynamic environment," *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(4), hal. 242. doi: 10.3390/jmse8040242.
- Wenno, L. F. dan Witasari, Y. (2001) "Distribusi ukuran butir pasir di Pantai Parangtritis, Yogyakarta," *Pesisir dan Pantai Indonesia*, 6, hal. 95–103.
- Yasin, A. M., Sukiyah, E. dan Isnaniawardhani, V. (2016) "Grain size analysis of quaternary sediment from Kendari Basin, Indonesia," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(11), hal. 1748–1751.