

Sebaran Sedimen Dasar di Pantai Segolok, Batang

Yoel Prayogo*, Baskoro Rochaddi dan Sugeng Widada

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email: *yoelprayogo@students.undip.ac.id

Abstrak

Pantai Segolok merupakan pantai yang berada di wilayah utara Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu pantai wisata yang ada di Kabupaten Batang. Semakin berkembangnya aktifitas yang ada di daerah pantai juga akan mempengaruhi tingkat sedimentasi di pantai tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis sedimen dasar yang ada di pantai Segolok dan mengetahui pola arus dan pengaruhnya. Pengambilan data sedimen dan arus dilakukan di daerah penelitian. Sampel sedimen dasar diambil menggunakan sedimen grab dan pengambilan data arus menggunakan bola duga. Sampel sedimen dasar diolah menggunakan metode pengayakan dan pipetasi. Sedangkan pemodelan data arus menggunakan software MIKE 21. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran butir sedimen yang ditemukan berupa pasir, pasir lanau, lanau pasiran, dan lanau lempung. Nilai korelasi antara ukuran butir sedimen dengan kecepatan arus sebesar 0,0259 dimana nilai tersebut sangat rendah korelasinya. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis sedimen di pantai Segolok didominasi oleh pasir dan arus tidak memiliki pengaruh terhadap distribusi ukuran butir sedimen.

Kata kunci: Sedimen Dasar, Ukuran Butir, Arus, Pantai Segolok

Abstract

Distribution of Bottom Sediments at Segolok Beach, Batang

Segolok Beach is a beach located in the northern region of Batang District, Central Java Province. It is one of the tourist beaches in Batang District. The growing activity in the coastal area will also affect the sedimentation rate on the beach. The purpose of this study was to determine the type of basic sediment on the Segolok beach and to determine the current pattern and its influence. Sediment and current data collection was carried out in the study area. Basic sediment samples were taken using a sediment grab and flow data were taken using a guessing ball. The bottom sediment samples were processed using sieving and pipetting methods. While the current data modeling uses MIKE 21 software. The results of this study indicate that the grain size of the sediment found in the form of sand, silt sand, sandy silt, and clay silt. The correlation value between sediment grain size and current velocity is 0.0259 where the correlation value is very low. Based on the results of the study, it can be concluded that the type of sediment on the Segolok beach is dominated by sand and the current has no effect on the grain size distribution of the sediment.

Keywords: Bottom Sediment, Grain Size, Current, Segolok Beach

PENDAHULUAN

Sektor pariwisata merupakan sektor yang potensial untuk dikembangkan sebagai salah satu sumber pendapatan asli daerah (Agung dan Wijaya, 2019). Salah satu wilayah yang memiliki potensi pariwisata adalah Kabupaten Batang. Karena lokasinya yang berbatasan langsung dengan Laut Utara Jawa, Kabupaten ini memiliki potensi beberapa tempat wisata pantai yang menarik, salah satunya adalah pantai Segolok. Pantai Segolok berada di wilayah utara Kabupaten Batang, Jawa Tengah, tepatnya di desa Kesepuhan yang berjarak kurang lebih 5 km dari pusat kota Batang. Pantai Segolok ini mempunyai potensi sebagai pantai wisata seperti pantai Sigandu dan pantai Ujung Negro, tetapi akses jalan yang sulit dilalui menjadi salah satu penghambat pantai Segolok jarang dikunjungi.

Semakin berkembangnya aktifitas yang ada di daerah pantai juga akan mempengaruhi tingkat sedimentasi di pantai tersebut. Permasalahan sedimentasi dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomi (Irvan *et al.*, 2013), Kerusakan lingkungan ini terjadi melalui terjadinya pendangkalan yang berdampak pada pengurangan kedalaman laut (Ali *et al.*, 2017). Pendangkalan terjadi akibat adanya masukan sedimen dari sungai dan tidak tertransport jauh ke wilayah laut. Keberadaan sedimen di perairan muara dan pantai akan terdistribusi oleh pengaruh arus pasang surut dan aksi dari gelombang. Kondisi hidro-oseanografi perairan setempat yang mempengaruhi pola pergerakan sedimen, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap proses sedimentasi. Perairan pantai utara Jawa memiliki banyak permasalahan terkait proses sedimentasi dan telah menyebabkan pendangkalan di beberapa wilayah (Astuti *et al.*, 2016). Karena wilayah pesisir utara Pulau Jawa berada pada lokasi yang tertutup, sehingga sifat perairannya memiliki energi gelombang yang rendah (Setyawan dan Pamungkas, 2017). Sebagai tambahan bahwa daratan pesisir bagian utara Pulau Jawa merupakan dataran rendah. Hal inilah sebagai salah satu penyebab terjadinya pendangkalan di Utara Pulau Jawa. Salah satu wilayah yang memiliki potensi terjadinya pendangkalan Pantai Segolok. Diduga sebagaimana pantai-pantai di Pantai Utara Jawa, pantai Segolok, yang terletak di Kabupaten Batang ini juga bisa mengalami hal yang serupa. Untuk mempelajari potensi sedimentasi lebih lanjut perlu dilakukan diantaranya penelitian mengenai sebaran sedimen. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui sedimen dasar dan pola arus yang ada di pantai Segolok ini. Persebaran sedimen dasar menggunakan analisa ukuran butir belum pernah dilakukan sebelumnya di pantai Segolok ini. Penelitian ini menggunakan analisa ukuran butir untuk mengetahui jenis sedimen dan persebaran sedimen dan besar kecepatan arus yang ada di pantai Segolok, Batang, Jawa Tengah tersebut.

MATERI DAN METODE

Materi pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung yang berupa data hasil pengamatan pengukuran arus permukaan laut dan pengambilan sampel sedimen dasar. Sedangkan data sekunder digunakan sebagai data pendukung untuk mengolah data. Data sekunder yang digunakan meliputi peta RBI dari BIG, data batimetri dari BATNAS, data pasang surut dari BIG, Data angin Wilayah Perairan Pekalongan dari ERA5 *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) tahun 2022, dan data batas administrasi desa 2020 dari Indonesia Geospasial.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu dengan adanya metode tersebut dapat menggambarkan atau mendeskripsikan jenis sedimen dan sebarannya serta pengaruh pola arus di pantai Segolok secara objektif dengan menggunakan angka mulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, penafsiran dan penampilan hasil yang berupa peta, tabel dan kurva. Menurut Suryabrata (1998), metode deskriptif merupakan metode penelitian dengan interpretasi secara sistematis, faktual dan akurat. Metode ini dipilih karena ada beberapa faktor pembatas dalam penelitian ini yaitu waktu yang relative singkat dan hanya dalam jangka waktu tertentu serta pengambilan data lapangan pasang surut tidak bisa dijalankan karena dilapangan tidak bisa dicapai.

Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan menggunakan *grab* sampler dan pengukuran arus permukaan laut menggunakan bola duga. Pengolahan sampel sedimen dasar menggunakan metode pengayakan dan pipetan. Data pasang surut diolah menggunakan metode *admiralty* untuk mengetahui tipe pasang surut pada area tersebut. Pemodelan pola arus menggunakan *software MIKE 21* dengan data peta batimetri perairan Utara Jawa sebagai inputnya dan outputnya berupa *layout* kecepatan dan arah pola arus. Kemudian data kecepatan arus yang didapat dari hasil *software MIKE 21* tersebut dibandingkan dengan data yang didapat dari lapangan. Kemudian diverifikasi dengan mencari nilai *Mean Relative Error* (MRE) menggunakan rumus perhitungan:

$$RE = \frac{|X - C|}{X} \times 100\%$$

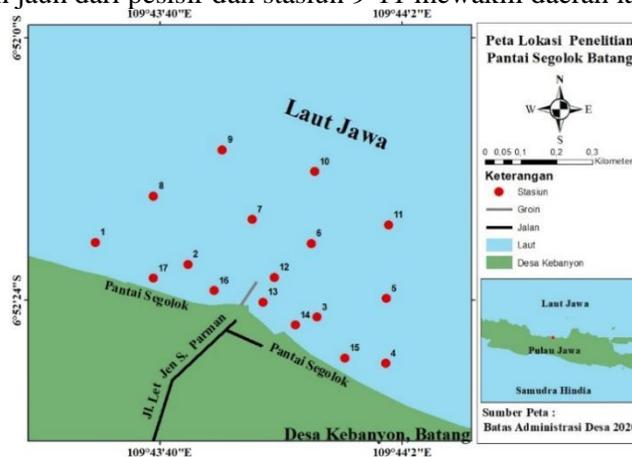
$$MRE = \sum_1^n \frac{RE}{n}$$

Dimana:

RE = *Relative Error*
MRE = *Mean Relative Error*
C = Data hasil simulasi

X = Data lapangan
 n = Jumlah Data

Lokasi penelitian ditentukan dengan metode *purposive sampling* dengan bantuan alat *Global Positioning System* (GPS), yaitu metode penentuan lokasi yang didasarkan pada pertimbangan tertentu seperti karakteristik wilayah (Satriadi *et al.*, 2013). Penentuan titik stasiun dilakukan dengan tujuan memperoleh gambaran umum dan kondisi fisik lingkungan yang menyangkut sumber sedimen. Jumlah stasiun yang akan digunakan sebanyak 17 stasiun (Gambar 3). Stasiun 1-4 dan 12-17 mewakili daerah pesisir. Stasiun 5-8 mewakili daerah yang lebih jauh dari pesisir dan stasiun 9-11 mewakili daerah laut lepas.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasang surut hasil peramalan pasang surut BMKG. Pengolahan data pasang surut selama 1 bulan, dilakukan dengan menggunakan metode Admiralty 29 hari dan didapat konstanta harmonik pasang surut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Butir Sedimen

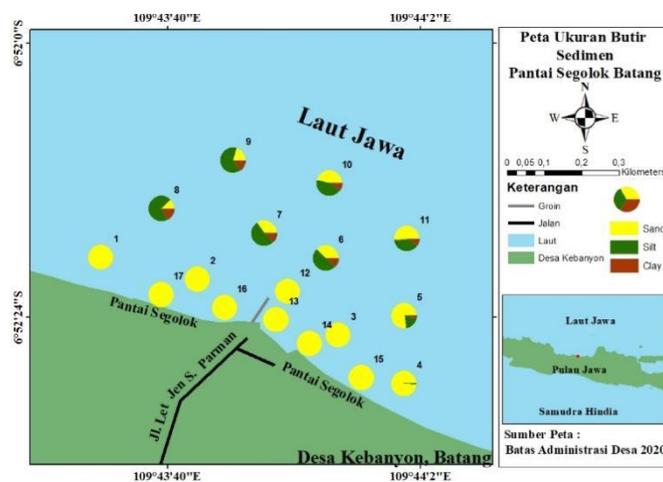
Analisis granulometri dilakukan di Laboratorium Geologi FPIK Undip dilanjutkan dengan analisis menggunakan Segitiga Shepard. Berdasarkan hasil analisis tersebut didapatkan jenis sedimen pada tiap stasiun yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Butir Sedimen Pantai Segolok, Batang

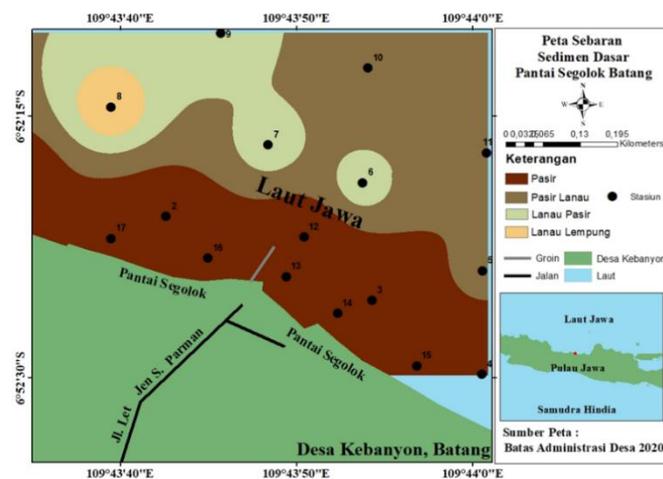
Stasiun	Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
1	99,94	0,05	0	Pasir
2	99,79	0,2	0	Pasir
3	99,83	0,16	0	Pasir
4	98,93	1,06	0	Pasir
5	77,64	18,33	4,02	Pasir Lanauan
6	37,39	50,6	11,99	Lanau Pasiran
7	34,65	53,42	11,91	Lanau Pasiran
8	13,03	70,01	16,85	Lanau Lempung
9	20,39	64,69	14,91	Lanau Pasiran

Stasiun	Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
10	46,22	43,48	10,29	Pasir Lanauan
11	52,01	39,18	8,79	Pasir Lanauan
12	99,77	0,22	0	Pasir
13	99,58	0,41	0	Pasir
14	99,57	0,42	0	Pasir
15	99,65	0,34	0	Pasir
16	99,65	0,34	0	Pasir
17	99,45	0,54	0	Pasir

Lebih jelasnya, penentuan distribusi ukuran butir sedimen dalam bentuk pie chart pada setiap stasiun dan sebarannya dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 yang dihasilkan dengan menggunakan *software Arc Gis 10.5*.



Gambar 2. Peta Ukuran Butir Sedimen Pantai Segolok, Batang



Gambar 3. Peta Sebaran Sedimen Dasar Pantai Segolok, Batang

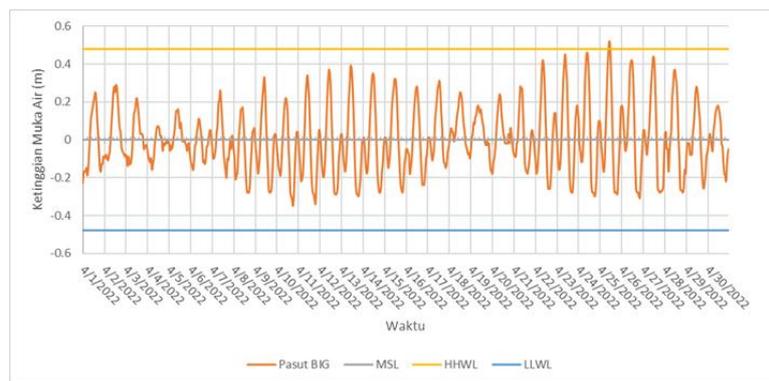
Pasang Surut

Hasil pengolahan data pasang surut menghasilkan nilai Amplitudo (A) dan beda fase (g°) yang dapat tertera pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Komponen Pasang Surut

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A Cm	0	11	8	5	16	5	1	0	2	5
g°	0	46	314	358	275	73	9	16	314	275

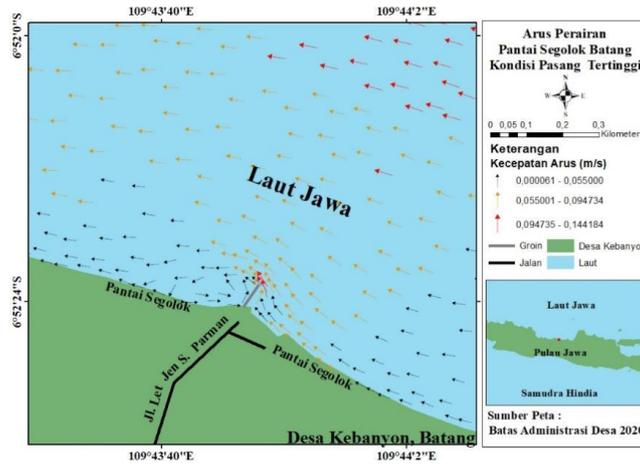
Berdasarkan komponen pasang surut tersebut dapat diketahui tipe pasang surut dengan melakukan perhitungan nilai formzahl. Nilai formzahl yang didapatkan adalah sebesar 1,09, dengan begitu tipe pasang surut pada Pantai Segolok adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Tipe ini diperkuat dengan terjadinya dua kali pasang dalam sehari dengan interval yang berbeda, hal ini sesuai dengan pola pasang surut yang tertera pada Gambar 4 berikut.



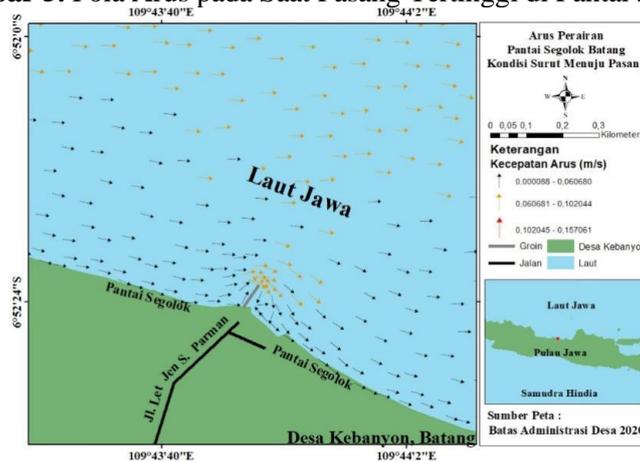
Gambar 4. Grafik Pasang Surut Bulan April 2022 Pantai Segolok

Pemodelan Arus

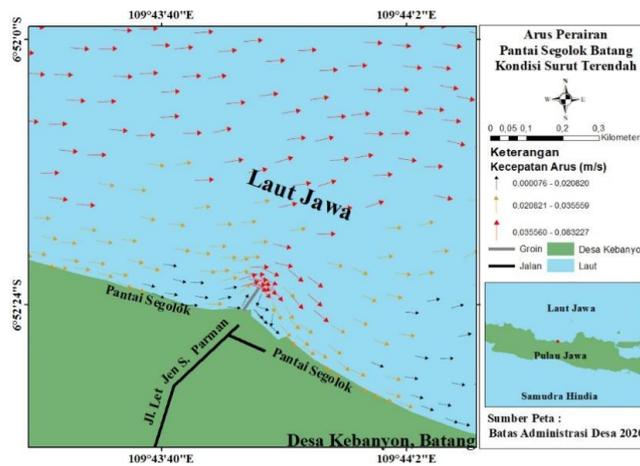
Pemodelan pola arus menggunakan software MIKE 21 sehingga diperoleh pola arus di Pantai Segolok, Batang selama 1 bulan. Hasil simulasi terbagi atas 4 kondisi yaitu pola arus pada saat pasang tertinggi, saat pasang menuju surut, saat surut terendah, dan saat surut menuju pasang. Kecepatan arus pada saat pasang tertinggi mempunyai rentang yaitu sebesar 0,000061 m/s - 0,144184 m/s dengan arah arus ke arah barat. Kecepatan arus saat surut menuju pasang mempunyai rentang yaitu sebesar 0,000088 m/s - 0,157061 m/s dengan arah arus ke arah timur. Kecepatan arus pada saat surut terendah yaitu sebesar 0,000076 m/s - 0,083227 m/s dengan arah arus ke arah timur dan kecepatan arus pada saat pasang menuju surut yaitu sebesar 0,000247 m/s - 0,079684 m/s dengan arah arus ke arah barat.



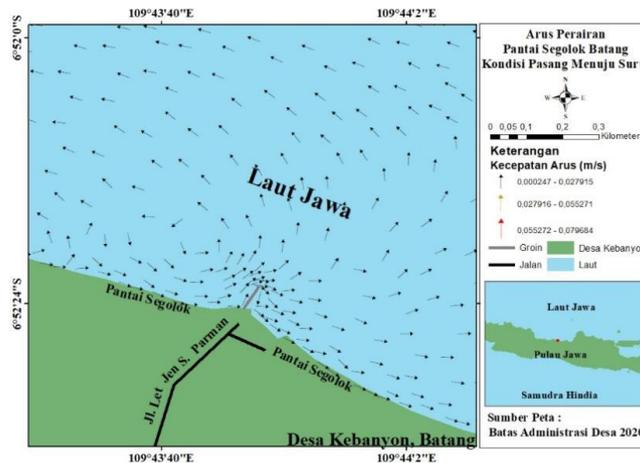
Gambar 5. Pola Arus pada Saat Pasang Tertinggi di Pantai Segolok



Gambar 6. Pola Arus pada saat Surut Menuju Pasang di Pantai Segolok



Gambar 7. Pola Arus pada saat Surut Terendah di Pantai Segolok



Gambar 8. Pola Arus pada saat Pasang Menuju Surut di Pantai Segolok

Verifikasi Model Arus

Verifikasi data arus dilakukan dengan membandingkan data arus terukur di lapangan dengan data arus model. Data yang diperoleh tersebut nantinya dicari dengan persentase MRE (Mean Relative Error) dengan nilai yang tertera di Tabel 3.

Tabel 3. Verifikasi Hasil Data Kecepatan Arus Lapangan dengan Data Kecepatan Arus Model

Stasiun	Data Arus Lapangan (m/s)	Data Model (m/s)	Nilai RE
1	0,039062500	0,0432236	11%
2	0,060240964	0,0411444	32%
3	0,061728395	0,0874073	42%
4	0,051546392	0,0545916	6%
5	0,056818182	0,0633809	12%
6	0,096153846	0,0816146	15%
7	0,069444444	0,060452	13%
8	0,043478261	0,0422992	3%
9	0,056818182	0,0510388	10%
10	0,081967213	0,0703314	14%
11	0,066666667	0,0766862	15%
12	0,12195122	0,118935	2%
13	0,054945055	0,0234344	57%
14	0,056818182	0,0693462	22%
15	0,061728395	0,0691084	12%
16	0,054945055	0,0608938	11%
17	0,063291139	0,0549089	13%
		MRE	17%

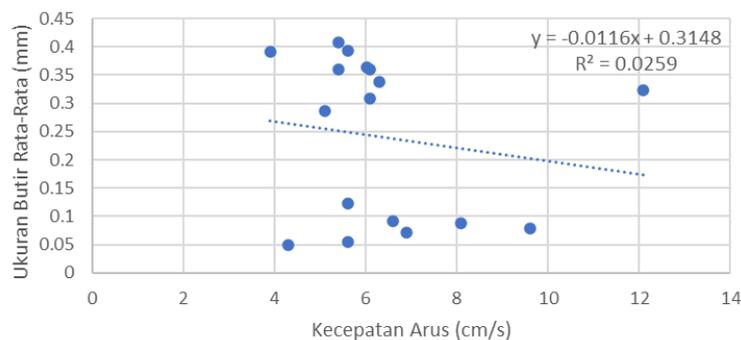
Hubungan Kecepatan Arus dengan Ukuran Butir

Hubungan antara ukuran butir dengan arus menggunakan data rata-rata ukuran butir sedimen dan kecepatan arus rata-rata dimasing-masing stasiun pengambilan sampel. Hasil analisis grafik antara ukuran butir serta kecepatan arus menunjukkan nilai korelasi yang sangat kecil sehingga tidak ada korelasi antara keduanya.

Berikut adalah Tabel 4 dan Gambar 9 yang menggambarkan hubungan antar butir sedimen dengan kecepatan arus.

Tabel 4. Nilai Kecepatan Arus dan Ukuran Butir pada Tiap Stasiun

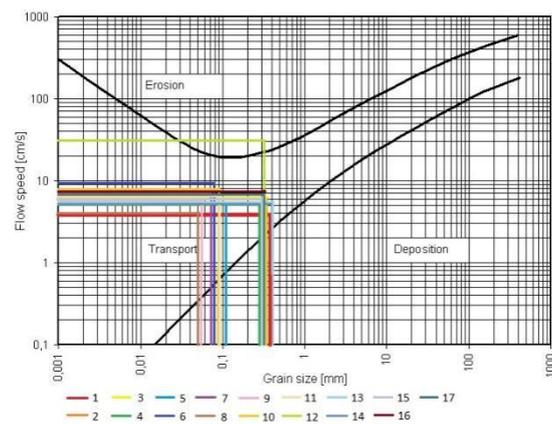
Stasiun	Kecepatan Arus (cm/s)	Ukuran Butir (mm)
1	3,9	0,391
2	6,02	0,363
3	6,1	0,361
4	5,1	0,286
5	5,6	0,123
6	9,6	0,079
7	6,9	0,071
8	4,3	0,049
9	5,6	0,055
10	8,1	0,088
11	6,6	0,091
12	12,1	0,324
13	5,4	0,407
14	5,6	0,393
15	6,1	0,309
16	5,4	0,36
17	6,3	0,338



Gambar 9. Grafik Hubungan Kecepatan Arus dengan Ukuran Butir

Kurva Hjulstrom

Hubungan antara diameter sedimen dengan kecepatan arus dapat menggunakan Kurva Hjulstrom. Berikut merupakan hasil dari hubungan antara diameter sedimen dengan kecepatan dari tiap stasiun pengambilan sampel yang tertera pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Kurva Hjulstrom

Pembahasan

Hasil dari analisa sebaran sedimen yang dilakukan menggunakan segitiga Sheppard pada pantai Segolok, Batang terdapat empat jenis sedimen yaitu ada pasir, pasir lanauan, lanau pasiran dan lanau lempung. Sedimen pada pantai Segolok ini didominasi oleh butiran halus. Sedimen pasir ditemukan di pesisir pantai yaitu pada sisi sebelah barat dari groin (stasiun 1, 2, 16 dan 17) dan sisi sebelah timur dari groin (stasiun 3, 4, 12, 13, 14, 15). Sedimen pasir lanauan ditemukan pada sebelah timur dan utara lokasi penelitian (stasiun 5, 10 dan 11). Sedimen lanau pasiran ditemukan pada utara lokasi penelitian (stasiun 6, 7 dan 9). Sedangkan sedimen lanau lempung ditemukan pada sisi paling timur lokasi penelitian (stasiun 8). Sedimen pasir pada stasiun 1, stasiun 2, stasiun 3, stasiun 4, stasiun 12, stasiun 13, stasiun 14, stasiun 15, stasiun 16 dan stasiun 17 menunjukkan bahwa lokasi ini memiliki sedimen yang kasar. Hal ini diperkuat oleh pernyataan dari Ikhwan *et al.*, (2015) dimana sedimen yang lebih kasar cenderung tersebar di pesisir pantai, sedangkan sedimen ukuran lebih halus cenderung tersebar lebih jauh dari pesisir pantai. Semakin menjauh dari pesisir pantai, sedimen yang dihasilkan juga semakin halus. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan dari Putra dan Nugroho (2017), bahwa semakin dalam kedalamannya maka sedimennya relatif semakin halus.

Hasil analisis ukuran butir pada stasiun 6, stasiun 7, stasiun 8 dan stasiun 9 menunjukkan bahwa sedimen yang terdapat pada stasiun tersebut berupa lanau. Sedimen yang berada lebih jauh dari pesisir berupa lanau mempunyai ukuran butir yang lebih halus dibandingkan dengan pasir. Menurut Asatidz *et al.*, (2021), ukuran butir lanau dengan ukuran yang kecil mudah terbawa oleh arus ke arah laut, sehingga terendapkan pada perairan yang dalam. Hal ini diperkuat oleh pernyataan dari Hutabarat (1985) dalam Aziz *et al.*, (2019), dimana pada umumnya dasar laut yang dalam didominasi oleh jenis partikel-partikel yang kecil dari sedimen yang halus. Maka dari itu distribusi partikel kecil tidak perlu dengan arus yang berkecepatan besar.

Hasil dari pemodelan arus menggunakan *MIKE 21 Flow Model* menunjukkan pola pergerakan arus di pantai Segolok, Batang dimana, pola pergerakan arus mengikuti pola pasang surut pada lokasi tersebut. Hasil pemodelan arus ditampilkan dalam 4 kondisi yaitu saat pasang tertinggi, saat surut terendah, saat pasang menuju surut dan surut menuju pasang. Hasil pemodelan tersebut menunjukkan bahwa ke empat kondisi arah vektor arus bergerak menuju ke arah timur dan ke arah barat. Berdasarkan hasil pemodelan tersebut diperoleh kecepatan arus pada kondisi surut menuju pasang dan pada kondisi pasang menuju surut memiliki kecepatan arus yang lebih tinggi dari kecepatan arus saat kondisi pasang tertinggi dan kondisi surut terendah. Hal ini sangat diperkuat dengan pernyataan dari Asatidz *et al.*, (2021), bahwa kecepatan arus yang lebih tinggi akan terjadi pada saat kondisi menuju pasang dan menuju surut, sedangkan pada kondisi pasang dan surut, arus cenderung diam dan akan bergerak jika terdapat perubahan elevasi muka air laut. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan dari Brown (1989), bahwa pada saat surut terendah dan pasang tertinggi maka terjadi pasang surut minimum, berbeda dengan kondisi pada saat transisi surut menuju pasang dan pasang menuju surut terjadi pasang surut maksimum.

Nilai korelasi sebesar 0,0259 yang dimana nilai tersebut sangat kecil korelasinya, bahkan bisa dikatakan bahwa tidak adanya korelasi antara ukuran butir dengan kecepatan arus, hal ini disebabkan oleh sedimen-sedimen tersebut yang sudah terbentuk dalam kurun waktu yang lama dengan kecepatan arus yang selalu berubah setiap saat. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan Tampubolon (2010) bahwa distribusi besar

ukuran sedimen dasar dipengaruhi oleh arus atau bisa dibayangkan jika ukuran butir semakin besar maka diperlukan kecepatan arus yang besar juga agar dapat mengangkut partikel tersebut, dan berlaku sebaliknya.

Berdasarkan kurva Hjulstrom menunjukkan bahwa sedimen-sedimen yang terdapat di pantai Segolok mengalami *transport as bedload*, dimana menunjukkan butiran sedimen tidak mengalami erosi dan sedimentasi melainkan tetap tertransportasi. Hanya pada stasiun 12 saja sedimen mengalami erosi. Erosi tersebut dapat terjadi karena kecepatan arus pada stasiun 12 ini juga cukup tinggi. Hal ini diperkuat juga oleh pernyataan dari Waugh (2000) menyatakan bahwa adanya hubungan antara kecepatan arus dengan ukuran sedimen dan pengaruhnya terhadap pergerakan sedimen dalam kurva Hjulstrom sehingga, Sedimen-sedimen tersebut dapat menyebabkan erosi ataupun sedimentasi bergantung pada kecepatan arus yang terjadi di suatu kawasan perairan pantai. Sedimen dengan material lempung membutuhkan kecepatan arus yang lebih kuat untuk menyebabkan erosi dibandingkan material sedimen lainnya. Dengan kecepatan arus pada dasar perairan berkisar antara 0,001-0,2 m/s dapat menggerakkan sedimen dengan ukuran butir halus sampai ukuran butir yang kasar yaitu pasir, lanau, lempung.

Penelitian ini menunjukkan bahwa sedimen dasar pada pantai Segolok, Batang didominasi oleh pasir dan lanau yang terdiri dari pasir, pasir lanau, lanau pasir dan lanau lempung. Persebaran sedimen di pantai Segolok disebabkan oleh suplai sedimen yang mengendap yang dalam kurun waktu yang lama sehingga membentuk lapisan endapan yang tebal ditambah dengan adanya peranan pasang surut dan arus permukaan yang terjadi di Pantai Segolok, Batang. Kecepatan arus sesaat tidak mempengaruhi persebaran sedimen dasar.

KESIMPULAN

Jenis sedimen pada perairan pantai Segolok, Batang di dominasi oleh pasir, pasir lanauan, lanau pasiran dan lanau lempung. Pada daerah pesisir pantai Segolok mengandung jenis sedimen pasir. Sedangkan pada daerah yang mengarah ke laut lepas sedimen di dominasi oleh lanau. Pola arus pada perairan pantai Segolok, Batang memiliki pola arus pasang surut, dimana hasil pemodelan dalam 4 kondisi menunjukkan kecepatan arus pada saat surut menuju pasang dan pada saat pasang menuju surut mempunyai kecepatan yang lebih tinggi dari pada saat pasang tertinggi dan surut terendah. Nilai korelasi antara ukuran butir sedimen dengan kecepatan arus sebesar 0,0259 m/s yang menunjukkan tidak adanya pengaruh kecepatan arus terhadap distribusi ukuran butir. Dan analisa menggunakan kurva Hjulstrom terdapat 1 stasiun dari 17 stasiun di pantai Segolok yang mengalami erosi sisanya sedimen tertransport dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D.P., dan Wijaya, A. 2019. Peran paguyuban duta wisata “Sekargading” dalam mengembangkan pariwisata di Kabupaten Batang. *Indonesian Journal of Sociology, Education, and Development*, 1(1): 55-62
- Ali, N. M., Hariadi, dan Satriadi, A. 2017. Analisa Pengaruh Arus Terhadap Sedimen di Pantai Ujung Negro Batang, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 6(01), 288-294.
- Asatidz, S., Satriadi, A., Ismanto, A., Setiyono, H., & Purwanto, P. 2021. Pemodelan Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Pelabuhan Branta, Pamekasan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 64–75.
- Astuti, E. H., Ismanto, A., dan Saputro, S. (2016). Studi Pengaruh Gelombang Terhadap Transport Sedimen di Perairan Timbulsloko Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Journal of Oceanography*, 5(1): 77-85.
- Aziz, S. M., Rochaddi, B., Handoyo, G., & Ismanto, A. 2019. Pola Arus dan Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 01(01), 6–11.
- Brown, J. 1989. *Waves, Tides and Shallow Water Processsed*. Pergamon Press, Page : 187
- Hutabarat, S., and Evans. 1985. *Pengantar Oseanografi*. UI Press. Jakarta.
- Ikhwan, R., Saputro, S., dan Hariadi, H. 2015. Studi Sebaran Sedimen Dasar Di Sekitar Muara Sungai Pekalongan, Kota Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 4(3), 617–624.
- Irvan., Purwanto dan Hariadi. 2013. Studi Pola Transpor Sedimen di Perairan Pelabuhan Tanjung Adikarta Pantai Gelagah, Yogyakarta. *Jurnal Oseanografi*, 7(2):171-178

- Putra, P. S., dan Nugroho, S. H. 2017. Distribusi Sedimen Permukaan Dasar Laut Perairan Sumba , Nusa Tenggara Timur Subsurface sediment distribution in the Sumba Waters , East Nusa Tenggara Abstrak Pendahuluan Metodologi. *Jurnal Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 2(3), 49–63.
- Satriadi, A., Subardjo, P., Saputra, S., dan Haryadi, H. (2013). Geologi Resen Daerah Pantai Antara Sungai Pekalongan Hingga Sungai Klidang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina* , 2(2), 24–34.
- Setyawan, W. B., dan Pamungkas, A. 2017. Perbandingan Karakteristik Oseanografi Pesisir Utara dan Selatan Pulau Jawa: Pasang-surut, Arus, dan Gelombang. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III*. Universitas Trunojoyo, Madura.
- Suryabrata, S. 1998. *Metodologi Penelitian*. PT. Raja Grafindo Perkasa.
- Waugh, D. 2000. *Geography: An Integrated Approach*. Nelson Thornes. Cheltenham. 657 pp.