

## Pengaruh Influks Sedimen dari Sungai Terhadap Distribusi Ukuran Butir Sedimen Dasar di Perairan Slamaran, Pekalongan, Jawa Tengah

Michelle Maramis\*, Sugeng Widada dan Gentur Handoyo

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia  
Email: \*maramismmichelle@gmail.com

### Abstrak

Perairan Slamaran di Kota Pekalongan, Jawa Tengah merupakan area multi fungsi seperti alur layar, perikanan tangkap, dan wisata bahari. Untuk mendukung keberlangsungan zona pemanfaatan wilayah perairan tersebut, maka kondisi fisik perairan dan pantai perlu diketahui dengan baik. Salah satu kondisi fisik tersebut adalah sedimen dasar perairan. Keberadaan Sungai Banger dan Sungai Loji yang bermuara ke Perairan Slamaran dan membawa material sedimen diduga berpengaruh terhadap sebaran sedimen di perairan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui influks sedimen dari kedua sungai kaitannya dengan pola distribusi ukuran butir sedimen dasar di Perairan Slamaran. Analisis ukuran butir dilakukan dengan metode granulometri untuk mendapatkan data statistik distribusi ukuran butir yaitu *mean*, *sortasi*, *skewness*, dan *kurtosis*. Influks sedimen dari sungai ditentukan berdasarkan debit dan kandungan sedimen dalam air sungai. Arus laut diperoleh dari peramalan arus pasut menggunakan perangkat lunak MIKE21. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen di sungai didominasi oleh lanau pasiran, sedangkan di muara didominasi oleh pasir lanauan. Sementara pada pantai antara Sungai Loji dan Sungai Banger didominasi oleh pasir. Selanjutnya ke arah laut lepas sedimen lanau semakin banyak. Secara umum sedimen tersebut mempunyai nilai *mean* berkisar antara 0,045 – 1,735, dengan *sortasi* *very well*, kondisi *skewness* adalah *very coarse skewness* hingga *very fine skewness*, dan *kurtosis* pada sedimen bervariasi dari *mesokurtic*, *leptokurtic*, dan *very leptokurtic*. Debit suspensi pada 4 titik pengukuran berkisar dari 0.008 – 0.079 kg/s. Kecepatan arus pasut pada perairan ini memiliki besar kecepatan 0.002 sampai 0.012 m/s. Pola arus yang digunakan sesuai dengan waktu penelitian adalah arus yang bergerak dari surut menuju pasang sesuai waktu sampling. Arus dengan kecepatan yang besar diduga dapat membawa material sedimen lebih banyak dengan butiran yang lebih kasar.

**Kata kunci:** Sedimen, Statistik Butiran, Debit Suspensi, Arus Pasang Surut, Perairan Slamaran

### Abstract

*Slamaran waters in Pekalongan City, Central Java is a multi-functional area such as cruise line, capture fisheries, and beach tourism. To support the sustainability of the zone of the waters, the physical conditions of the waters and beaches need to be well known. One of these physical conditions is the seabed sediment of the waters.. The existence of the Banger River and Loji River which empties into the Slamaran Waters and carries sedimentary materials that affect the sediment in these waters. This study aims to determine the sediment influx from the two rivers related to the grain size distribution of sediments in the Slamaran waters. The grain size analysis by using the granulometric method to obtain statistical data on the grain size distribution namely mean, sorting, skewness, and kurtosis. Sediment influx from the river is determined based on the discharge and the content in the sediment in the river water. Ocean currents are obtained from tidal current forecasting using MIKE21 software. The results showed that the seabed sediment in the river is dominated by sandy silt, while in the estuary it is dominated by silty sand. Meanwhile, on the coast between the Loji River and the Banger River, sand is dominated. Furthermore, towards the open sea, the silt sediment is increasing. In general, the sediment has a mean value ranging from 0.045 - 1.735, with very well sorting, skewness value are very coarse skewness to very fine skewness, and the kurtosis in sediments varies from mesokurtic, leptokurtic, and very leptokurtic. The suspension discharge at 4 measurement points ranged from 0.008 – 0.079 kg/s. The speed of tidal currents in these waters has a speed of 0.002 to 0.012 m/s. The current pattern used according to the time of the study is the current that moves from low tide to high tide according to the sampling time. Currents with high speeds are thought to be able to carry more sedimentary material with coarser grains.*

**Keywords:** Sediment, Statistical Granular, Suspension Discharge, Tidal Current, Slamaran Waters

**PENDAHULUAN**

Sedimen merupakan produk disintegrasi dan dekomposisi batuan yang sudah ada menjadi butiran kecil tanpa perubahan komposisi kimia (Hambali dan Apriyanti, 2016). Sedimen akan mengalami pengendapan pada suatu lingkungan tertentu setelah tertransport oleh udara, air atau es dan angin.

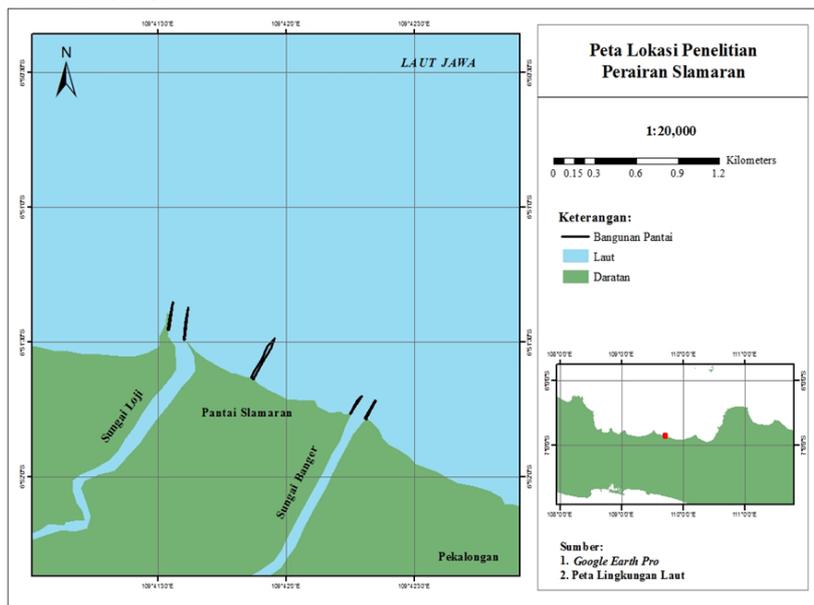
Ukuran butir sedimen merupakan kondisi fisik sedimen yang dapat digunakan untuk menjelaskan proses sedimentasi, perpindahan atau transportasi, dan pengendapan sedimen dimana sumber sedimen berasal, perjalanan transportasi, dan kondisi pengendapan sedimen dapat diketahui (Gemilang *et al.*, 2018). Ukuran butir sedimen juga menjadi hal yang penting dan banyak digunakan dalam terjadipenentuan proses sedimentasi pada lingkungan pengendapan dimana sedimen tersebut diendapkan. Analisis statistik distribusi ukuran butir untuk menginterpretasikan lingkungan pengendapan yaitu rata – rata (*mean*), standar deviasi (*sorting*), kemiringan (*skewness*), dan keruncingan (*kurtosis*) (Junaidi dan Wigati, 2011). Proses sedimentasi di wilayah pantai menjadi sangat kompleks karena adanya proses dari darat (melalui sungai), dan dari laut yang sangat dipengaruhi oleh arus dan gelombang.

Di Perairan Pantai Slamaran terdapat dua muara sungai yang mempengaruhi sedimentasi di wilayah tersebut yaitu muara Sungai Loji dan muara Sungai Banger dimana dterdapat masukan volume transport yang dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi di perairan. Aliran sungai tersebut akan membawa angkutan sedimen yang beranekaragam sampai ke pantai dan akan tersebar di wilayah perairan tersebut (Arisa *et al.*, 2014). Oleh karena itu diperlukan studi tentang sebaran sedimen dasar perairan yang dalam proses pengendapannya dipengaruhi oleh aliran sungai dari muara sungai juga adanya faktor luar seperti arus pasang surut yang terdapat di perairan.

**MATERI DAN METODE**

**Materi**

Penelitian dilakukan di Perairan Slamaran, Pekalongan, Jawa Tengah (Gambar 1). Materi yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data dari pengukuran atau *sampling* langsung di lapangan yaitu debit sungai, pasang surut, sampel sedimen, dan material padatan tersuspensi. Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer yaitu data batimetri dan peta lingkungan laut Indonesia.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

**Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu metode yang menjelaskan mengenai fakta dan sifat suatu daerah yang diteliti (Arisa *et al.*, 2014). Dalam hal ini adalah menjelaskan persebaran sedimen dasar di Perairan Slamaran, Pekalongan dengan melihat faktor yang mempengaruhinya

yaitu arus pasang surut dan masukan material dari muara sungai yang mempengaruhi persebaran sedimen dasar.

Metode penelitian secara tingkat alamiah pada penelitian ini yaitu metode survey. Metode survey adalah metode yang dilakukan dengan pengukuran yang berada di wilayah lokasi penelitian dengan pengambilan berupa sampel (Arisa *et al.*, 2014).

#### Metode Pengumpulan Data Sedimen

Penentuan lokasi pengambilan sedimen menggunakan metode *purposive sampling* dengan pengambilan sampel di beberapa titik pengamatan yang dianggap mewakili keadaan keseluruhan. Pengambilan sampel di Perairan Slamaran, Pekalongan sebanyak 20 titik dan 4 titik di Sungai Loji dan Sungai Banger. Pengambilan sampel sedimen di perairan yang dalam menggunakan *grab sampler* dan di sekitar pantai menggunakan *sediment core*.

Pada analisa laboratorium, sedimen dengan ukuran yang lebih kecil seperti jenis lanau diolah dengan pemipetan dengan mengisi 1000 ml aquades ke dalam gelas ukur lalu diisi oleh sampel sedimen lanau tersebut. Proses pemipetan dibagi dengan waktu 58 detik, 1 menit 56 detik, 7 menit 44 detik, 31 menit, dan 2 jam 30 menit (Oktaviana *et al.*, 2016 dalam Holme dan Mc Intyre, 1984). Sedimen dengan ukuran yang lebih besar yaitu pasir dikeringkan terlebih dahulu lalu dilakukan metode pengayakan menggunakan *shieve shaker* dengan ukuran saringan 2 mm, 500  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$ , dan <63  $\mu\text{m}$ . Hasil pengayakan dan pemipetan setelahnya dilakukan penamaan untuk menentukan jenis sedimen. Penamaan jenis sedimen di setiap stasiun yang telah diteliti menggunakan segitiga *shepard*. Distribusi ukuran butir sedimen menggunakan perhitungan oleh empat parameter distribusi yaitu rata – rata (*mean*), *sorting* (standar deviasi), *skewness*, dan *kurtosis*.

#### Metode Penentuan Arus Pasang Surut

Pengambilan data lapangan pasang surut menggunakan *tide logger*. Data yang telah didapat dari lapangan selanjutnya proses analisa harmonik pasang surut dalam satuan meter diurutkan berdasarkan urutan waktu dengan *Microsoft Excel*. Data pasang surut yang akan digunakan dilakukan validasi data menggunakan rumus *Root Mean Square Error (RMSE)*. Rumus tersebut digunakan karena memiliki sensitivitas yang cukup tinggi. Rumus *RMSE* yang digunakan menurut Astari *et al* (2018) adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{oi} - y_{pi})^2}{n}}$$

Keterangan:

$y_{oi}$  = elevasi pasut pengamatan ke i

$y_{pi}$  = elevasi pasut hasil simulasi ke i

n = jumlah data

Peramalan pasang surut menjadi arus pasang surut menggunakan *MIKE21*. Data yang dimasukkan ke dalam *MIKE21* adalah data pasang surut dari *Microsoft Excel* dan data batimetri. Data batimetri didapat dari BATNAS (Batimetri Nasional) sesuai dengan lokasi penelitian yang dilakukan. Hasil pengolahan data dari *MIKE21* adalah peramalan arus pasang surut berupa nilai kecepatan dan arah dari arus pasang surut di lokasi penelitian.

#### Metode Pengukuran Debit Aliran Sungai

Debit aliran sungai diukur dengan pengambilan sampel di beberapa titik di sungai yang diteliti. Pengambilan sampel dengan mengukur kecepatan arus, kedalaman sungai, dan lebar sungai sebagai variabel yang akan digunakan untuk perhitungan debit sungai. Pengukuran debit sungai menggunakan rumus menurut Sosrodarsono dan Takeda (2003), sebagai berikut:

$$F_d = 2 \times b \times \frac{c+2d+e}{4}$$

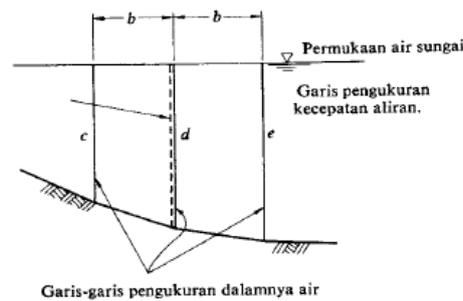
$$Q_d = F_d \times V_d$$

Keterangan:

c, d, dan e = dalamnya air di setiap titik pengukuran

$F_d$  = luas penampang melintang antara garis pengukuran dalamnya air c dan e

$V_d$  = kecepatan aliran rata – rata pada garis pengukuran pengaliran d



**Gambar 1.** Garis - Garis Pengukuran  
(Sumber: Sosrodarsono dan Takeda, 2003)

### Metode Pengukuran Material Padatan Tersuspensi (MPT)

Material padatan tersuspensi diambil di beberapa titik pada muara sungai di Perairan Slamaran. Rumus yang digunakan untuk mengukur MPT menurut Alaerts dan Santika (1984) dalam Pradipta *et al* (2013) adalah:

$$\text{MPT} = \frac{(a-b)}{c} \text{ gr/L}$$

Keterangan:

a = berat wattman sesudah pemanasan (gr)

b = berat wattman sebelum pemanasan (gr)

c = volume sampel air (L)

### Metode Pengukuran Debit Suspensi

Debit suspensi yang diukur pada muara sungai di Perairan Slamaran dengan titik pengukuran sebanyak 2 di muara Sungai Loji dan 2 di muara Sungai Banger. Rumus yang digunakan untuk mengukur nilai debit suspensi menurut Suyono *et al* (1981) dalam Pradipta *et al* (2013) adalah sebagai berikut:

$$Q_s = \sum((C_s \cdot Q_i)/1000)$$

Keterangan:

$Q_s$  = Debit suspensi (Kg/s)

$C_s$  = Nilai muatan suspensi (gr/L)

$Q_i$  = Debit aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

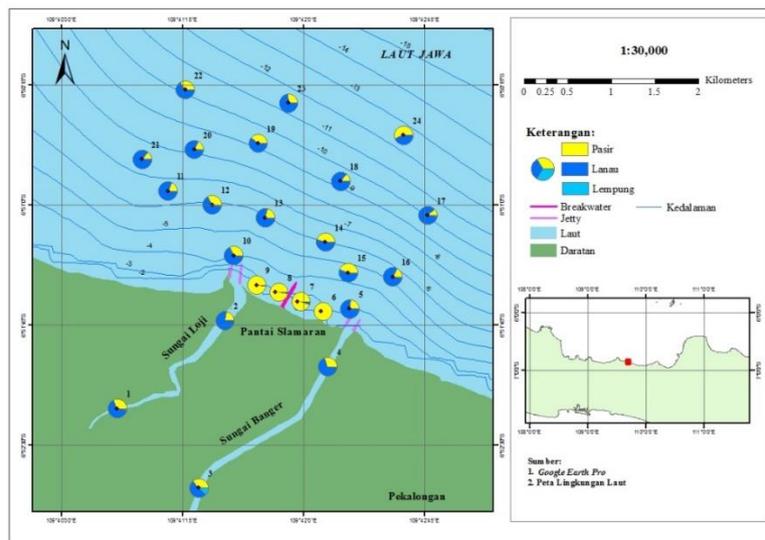
### a. Hasil

#### Sebaran Jenis Sedimen Dasar

Jenis sedimen dasar yang ditentukan berdasarkan segitiga *shepard* adalah seperti tercantum dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat digambarkan sebagai peta sebaran sedimen dasar perairan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil Jenis Sedimen Dasar

No	Titik Sampel	Kandungan (%)			Nama Sedimen
		Pasir	Lanau	Lempung	
1	1	32.01	65.85	2.14	Lanau Pasiran
2	2	22.31	77.69		Lanau
3	3	36.43	51.21	12.37	Lanau Pasiran
4	4	29.93	68.72	1.35	Lanau Pasiran
5	5	23.43	76.57		Lanau
6	6	99.1	0.9		Pasir
7	7	94.24	5.76		Pasir
8	8	98.22	1.78		Pasir
9	9	98.82	1.18		Pasir
10	10	31.61	66.71	1.68	Lanau Pasiran
11	11	18.62	81.38		Lanau
12	12	32.97	64.54	2.5	Lanau Pasiran
13	13	21.6	78.4		Lanau
14	14	44.87	55.13		Lanau Pasiran
15	15	43.81	56.19		Lanau Pasiran
16	16	16.62	81.52	1.86	Lanau
17	17	12.18	85.38	2.44	Lanau
18	18	14.04	85.96		Lanau
19	19	39.2	60.8		Lanau Pasiran
20	20	17.24	80.09	2.67	Lanau
21	21	13.46	86.54		Lanau
22	22	34.67	65.33		Lanau Pasiran
23	23	26.21	73.79		Lanau Pasiran
24	24	55.86	44.14		Pasir Lanauan



**Gambar 2.** Peta Sebaran Sedimen Dasar

Berdasarkan gambatr tersebut, terlihat bahwa sedimen pasir dijumpai pada tepi pantai yang berada di antara dua groin. Sedangkan di muara sungai hingga ke laut berupa lanau pasiran yang mana secara umum kandungan pasirnya berkurang kea rah laut, kecuali di titik 19, 22, 23 dan 24. Prameter statistic distributi ukuran butir sedimen pada setiap sampel yang menunjukkan mekanisme pengendapannya tercantum seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Parameter Statistik Distribusi Ukuran Butir Sedimen

Titik Sampel	Q <sub>5</sub>	Q <sub>16</sub>	Q <sub>25</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>75</sub>	Q <sub>84</sub>	Q <sub>95</sub>	Mean	Sortasi	Skewness	Kurtosis
1	0.133	0.092	0.089	0.087	0.080	0.069	0.033	0.083	-0.021	0.327	5.000
2	0.215	0.093	0.087	0.033	0.010	0.010	0.009	0.045	-0.052	-0.605	1.093
3	0.198	0.098	0.092	0.085	0.062	0.018	0.007	0.067	-0.049	0.246	2.659
4	0.215	0.095	0.090	0.084	0.041	0.025	0.010	0.068	-0.049	0.198	1.709
5	0.098	0.090	0.089	0.087	0.067	0.048	0.017	0.075	-0.023	0.783	1.576
6	2.765	1.176	0.876	0.682	0.559	0.453	0.312	0.771	-0.553	-0.532	3.165
7	0.824	0.647	0.576	0.488	0.400	0.347	0.224	0.494	-0.166	-0.088	1.393
8	2.588	1.176	0.929	0.735	0.506	0.418	0.294	0.776	-0.537	-0.389	2.220
9	4.706	3.294	2.588	1.176	0.824	0.735	0.488	1.735	-1.279	-0.664	0.980
10	0.182	0.095	0.090	0.085	0.069	0.056	0.033	0.079	-0.032	0.102	2.869
11	0.098	0.090	0.087	0.084	0.071	0.059	0.035	0.078	-0.017	0.559	1.598
12	0.182	0.097	0.092	0.087	0.074	0.059	0.026	0.081	-0.033	0.129	3.539
13	0.133	0.092	0.089	0.082	0.071	0.061	0.033	0.078	-0.023	0.176	2.273
14	0.165	0.097	0.093	0.087	0.082	0.071	0.046	0.085	-0.025	-0.033	4.274
15	0.165	0.098	0.093	0.089	0.077	0.059	0.033	0.082	-0.030	0.170	3.320
16	0.097	0.089	0.087	0.085	0.074	0.066	0.033	0.080	-0.015	0.678	1.998
17	0.097	0.089	0.087	0.082	0.062	0.053	0.018	0.074	-0.021	0.631	1.311
18	0.095	0.089	0.087	0.082	0.064	0.054	0.030	0.075	-0.019	0.610	1.171
19	0.165	0.095	0.090	0.087	0.072	0.059	0.036	0.080	-0.029	0.165	2.943
20	0.095	0.090	0.089	0.080	0.062	0.049	0.018	0.073	-0.022	0.569	1.204
21	0.093	0.089	0.087	0.079	0.056	0.043	0.023	0.070	-0.022	0.576	0.928
22	0.182	0.097	0.092	0.087	0.071	0.056	0.038	0.080	-0.032	0.101	2.774
23	0.095	0.090	0.089	0.082	0.061	0.048	0.023	0.073	-0.022	0.626	1.061
24	0.198	0.098	0.095	0.090	0.082	0.067	0.035	0.085	-0.033	0.077	5.123

**Debit Padatan Tersuspensi pada Arus Sungai**

Hasil perhitungan debit sungai di muara Sungai Banger dan muara Sungai Loji yang mengapit Perairan Slamaran dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3.** Variabel Pengukuran Debit Sungai

Sampel	Lebar Sungai (m)	Kedalaman Kiri (m)	Kedalaman Tengah (m)	Kedalaman Kanan (m)	Vd Kiri (m/s)	Vd Tengah (m/s)	Vd Kanan (m/s)
1	38.33	2.76	3.6	0.9	0.068	0.0036	0.0043
2	74	0.49	1.9	0.6	0.082	0.117	0.105
3	23.42	1.88	2.6	1.8	0.095	0.126	0.046
4	61.57	1.62	2.1	1.88	0.03	0.055	0.17

**Tabel 4.** Luas Penampang dan Debit Sungai

Sampel	Fd Kiri (m <sup>2</sup> )	Fd Tengah (m <sup>2</sup> )	Fd Kanan (m <sup>2</sup> )	Qd Kiri (m <sup>3</sup> /s)	Qd Tengah (m <sup>3</sup> /s)	Qd Kanan (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	35.264	45.996	11.499	2.398	0.166	0.049	2.613
2	12.087	46.867	14.800	0.991	5.483	1.554	8.029
3	14.677	20.297	14.052	1.394	2.557	0.646	4.598
4	33.248	43.099	38.584	0.997	2.370	6.559	9.927

Dengan mengambil sampel air pada saat pengukuran debit sungai, maka kandungan muatan padatan tersuspensi (MPT) di muara Sungai Loji dan muara Sungai Banger disajikan pada Tabel 5, sedangkan perhitungan debit muatan tersuspensinya tercantum pada dan Tabel 6.

**Tabel 5.** Material Padatan Tersuspensi

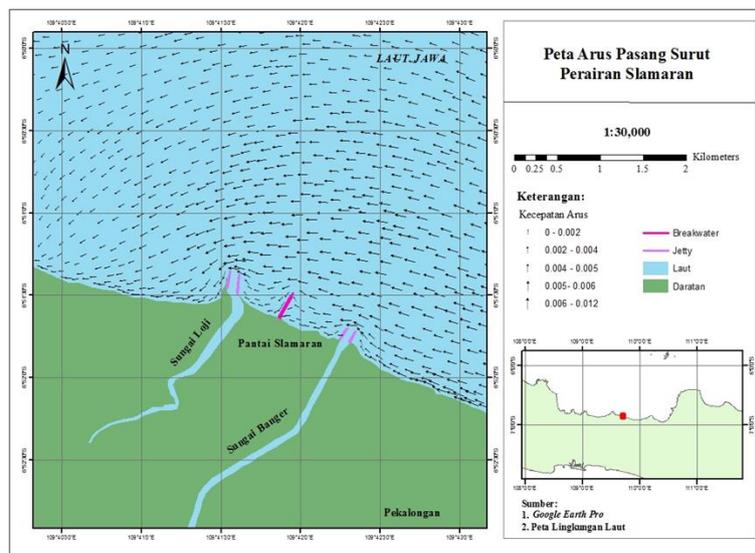
Sampel	Kedalaman pengukuran (m)	MPT (gr/L)			MPT Total (gr/L)
		Kiri	Tengah	Kanan	
1	0.2d	2	1	1	4
	0.6d	4	1	1	6
	0.8d	1	3	2	6
2	0.2d		1	1	2
	0.6d	5	2	1	3
	0.8d		1	1	2
3	0.2d	1	1	1	3
	0.6d	1	2	1	4
	0.8d	4	1	1	6
4	0.2d	1	2	3	6
	0.6d	1	1	1	3
	0.8d	5	1	2	8

**Tabel 6.** Debit Suspensi

Sampel	Debit Aliran (m <sup>3</sup> /s)	MPT pada tiap kedalaman (gr/L)			Debit Suspensi (kg/s)		
		0.2d	0.6d	0.8d	0.2d	0.6d	0.8d
1	2.613	4	6	6	0.010	0.016	0.016
2	8.029	2	3	1	0.016	0.024	0.008
3	4.598	3	4	6	0.014	0.018	0.028
4	9.927	6	3	8	0.060	0.030	0.079

**Arus Pasang Surut**

Perairan Slamiran memiliki arus pasut pada saat surut menuju pasang sesuai waktu penelitian seperti tercantum sebagai peta arus pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Arus Surut menuju Pasang Perairan Slamiran

Validasi data pasang surut yang digunakan untuk menyusun peta arus tersebut dilakukan menggunakan *RMSE (Root Mean Square Error)* untuk melihat keakuratan pada hasil pengolahan terhadap data lapangan. Nilai *RMSE* yang didapat untuk validasi data adalah 0.011. Data tersebut menunjukkan bahwa nilai *error* tergolong kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengolahan cukup menggambarkan keadaan pasang surut yang sebenarnya di lapangan.

## b. Pembahasan

Pada muara sungai memiliki jenis sedimen lanau pasiran dan lanau, di bagian mulut muara Sungai Banger memiliki jenis sedimen lanau pasiran, dan di bagian mulut muara Sungai Loji memiliki jenis sedimen lanau. Jenis sedimen yang terdapat di dekat garis pantai didominasi oleh pasir, pada perairan dalam didominasi oleh lanau dan lanau pasiran, namun terdapat sedikit bagian perairan dalam yang memiliki jenis pasir lanauan. Keberadaan pasir diantara dua groin dikarenakan pasir yang ada terjebak sehingga tidak bias tertransport keluar oleh arus sepanjang pantai yang ada.

Nilai *mean* pada sedimen yang terdapat di muara Sungai Loji pada titik sampel 1 adalah pasir sangat halus dan titik sampel 2 adalah lanau kasar. Nilai *mean* pada sedimen yang terdapat di muara Banger pada titik sampel 3 dan 4 adalah pasir sangat halus. Pada kedua muara terlihat bahwa sedimennya berbutir dominan halus sehingga dapat dikatakan bahwa sedimen mengalami pengendapan pada wilayah tersebut pada energi pengendapan yang lemah. Nilai sortasi untuk jenis sedimen yang terdapat di muara sungai adalah *very well* atau sangat baik sehingga energi pengendapan didominasi oleh satu energi yang dominan yaitu energi dari debit sungai. Hasil sortasi tersebut sesuai dengan pernyataan Atmodjo (2010) bahwa jika sortasi sedimen mempunyai klasifikasi sedang sampai cukup baik maka sedimen tersebut hanya dipengaruhi oleh satu energi saja. Sedimen pada muara sungai memiliki nilai *skewness* yaitu *very fine skewness* pada titik sampel 1, *fine skewness* pada titik sampel 3 dan 4, namun pada titik sampel 2 adalah *very coarse skewness*. *Fine skewness* dan *very fine skewness* menandakan bahwa energi yang ada relatif kecil sehingga material halus yang dapat dibawa sedangkan *very coarse skewness* menandakan bahwa energi relatif lebih besar sehingga dapat pula membawa material yang lebih kasar yaitu seperti jenis sedimen pada titik sampel 2 yang berupa lanau kasar.

Pada perairan dengan jenis sedimen lanau, lanau pasiran, dan pasir lanauan memiliki *mean* pasir sangat halus. Nilai *mean* tersebut menandakan bahwa arus pada lokasi tergolong arus lemah. Pada jenis sedimen pasir memiliki nilai *mean* pasir kasar di titik sampel 6 dan 8, pasir sedang di titik 7, dan pasir sangat kasar di titik 9. Hal tersebut menandakan pada lokasi dengan jenis sedimen pasir memiliki arus yang kuat seperti pernyataan Purnawan *et al* (2016) bahwa perairan dengan arus kuat akan didominasi oleh butiran yang kasar sedangkan perairan dengan arus lemah akan didominasi oleh butiran yang halus. Nilai *mean* yang menunjukkan jenis sedimen halus sampai kasar tersebut menandakan bahwa adanya proses pengendapan di wilayah tersebut. Sortasi pada perairan memiliki nilai sortasi *very well* sehingga energi pengendapan dipengaruhi oleh satu energi saja. Pada perairan dalam, sedimen dipengaruhi oleh energi debit suspensi dari muara sungai sedangkan pada sedimen di sejajar pantai dipengaruhi oleh energi arus saat pasang atau *flood tide*. *Skewness* pada perairan memiliki klasifikasi *very coarse skewness* sampai *very fine skewness*. *Very coarse skewness* terdapat pada titik sampel 6,8, dan 9 sehingga terdapat energi relatif lebih besar karena membawa material yang lebih kasar. Pada titik 14 dan 24 memiliki klasifikasi *skewness* yaitu *near symmetrical* menandakan bahwa energi relatif tergolong cukup sehingga material yg dibawa condong ke halus. *Fine skewness* terdapat pada titik 10,12,13,15,19, dan 22 menandakan bahwa energi relatif kecil sehingga material yang dibawa adalah material halus. Pada hasil *skewness* yang beragam tersebut menandakan bahwa terjadinya transportasi sedimen dan pengendapan sedimen di wilayah perairan tersebut. *Kurtosis* pada perairan memiliki klasifikasi *mesokurtic*, *leptokurtic*, dan *very leptokurtic*.

Muara sungai Banger dan muara Sungai Loji menjadi faktor yang mempengaruhi sebaran sedimen di Perairan Slamaran. Jumlah aliran air yang masuk dari muara sungai ditentukan dengan perhitungan besaran debit sungai. Pada muara Sungai Loji, di titik sampel 1 memiliki besar debit 2.613 m<sup>3</sup>/s dan pada titik sampel 2 sebesar 8.029 m<sup>3</sup>/s. Pada muara Sungai Banger, di titik sampel 3 memiliki besar debit sungai 4.598 m<sup>3</sup>/s dan pada titik sampel 4 sebesar 9.927 m<sup>3</sup>/s. Terlihat bahwa semakin ke hilir suatu aliran sungai maka debit sungai

juga memiliki nilai yang lebih tinggi seperti pernyataan Triatmodjo (1999) bahwa aliran debit pada muara sungai bagian hilir akan lebih besar dibanding tampang sungai di bagian hulu.

Pada muara Sungai Loji yaitu titik sampel 1 dan 2 memiliki nilai MPT pada tiap kedalaman pengukuran. Pada kedalaman 0.2d, 0.6d, dan 0.8d titik sampel 1 memiliki nilai MPT 4 gr/L, 6 gr/L, dan 6 gr/L, titik sampel 2 memiliki nilai MPT 2 gr/L, 3 gr/L, dan 1 gr/L, titik sampel 3 memiliki nilai MPT 3 gr/L, 4 gr/L, dan 6 gr/L, dan titik sampel 4 memiliki nilai MPT 6 gr/L, 3 gr/L, dan 8 gr/L. Nilai MPT tertinggi di muara Sungai Banger yaitu 8 gr/L yang terdapat pada titik sampel 4 dengan kedalaman pengukuran 0.8d, sedangkan nilai MPT terendah terdapat di muara Sungai Loji yaitu 1 gr/L pada titik sampel 2 dengan kedalaman pengukuran 0.8d. Pada setiap titik pengukuran mempunyai perbedaan nilai MPT yang cukup besar hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan kedalaman perairan. Pada titik sampel 2 memiliki nilai MPT terendah dikarenakan kedalaman perairan yang lebih dangkal dibanding titik lainnya sedangkan nilai MPT tertinggi pada titik sampel 4 dikarenakan kedalaman perairan yang cukup dalam. Nilai MPT hanya dipengaruhi oleh kedalaman perairan dan kecepatan arus.

Debit suspensi yang terdapat pada muara sungai di Perairan Slamaran memiliki nilai 0.008 kg/s – 0.079 kg/s. Nilai debit suspensi tertinggi yaitu 0.079 kg/s yang terdapat di muara Sungai Banger pada titik sampel 4 dengan kedalaman pengukuran 0.8d, sedangkan nilai debit suspensi terendah yaitu 0.008 kg/s di muara Sungai Loji pada titik sampel 2 dengan kedalaman pengukuran 0.8d. Perbedaan nilai debit suspensi pada tiap titik pengukuran dikarenakan perbedaan kedalaman perairan. Nilai debit suspensi pada titik sampel 2 tergolong rendah karena memiliki kedalaman yang dangkal sehingga aliran pada titik tersebut melambat karena adanya gesekan dengan dasar perairan sehingga lebih mudah terjadinya pengendapan sedimen. Debit suspensi yang nilainya besar mampu membawa material sedimen lebih banyak yang terbawa pada aliran sungai, terlihat dari jenis sedimen yang terdapat di muara sungai merupakan material yang lebih halus sehingga debit suspensi mampu membawa ukuran butir yang halus menuju perairan karena ukuran yang halus mudah terbawa oleh arus. Pada profil sedimen terhadap kedalaman terlihat semakin dalam suatu perairan memiliki jenis sedimen yang didominasi oleh butiran yang halus sedangkan pada kedalaman yang dangkal didominasi oleh butiran yang kasar. Arus kedalaman yang diukur dalam debit MPT yang mempengaruhi sebaran sedimen termasuk arus yang tenang dikarenakan transport sedimen yang terjadi pada butiran yang halus yang tersebar di perairan dalam. Sebaran sedimen di perairan dipengaruhi oleh debit suspensi dari muara sungai. Terlihat dari jenis sedimen dengan ukuran butir halus pada muara sungai dan sebaran sedimen di perairan bahwa di muara didominasi oleh lanau dan lanau pasiran yang tergorong butiran halus dan di perairan dalam memiliki jenis sedimen lanau, lanau pasiran, dan sedikit pasir lanauan. Hal tersebut juga dikarenakan pada perhitungan kecepatan arus pada debit suspensi dengan 3 kedalaman sehingga kecepatan arus dengan kedalaman paling dalam inilah yang mampu membawa material sedimen dari muara sungai menuju perairan. Semakin besar nilai debit suspensi pada kedalaman pengukuran yang cukup dalam dan kecepatan arus yang cukup tinggi akan mampu membawa material sedimen lebih banyak dan butiran halus pada muara sungai juga mudah untuk terbawa arus. Sesuai dengan pernyataan Kamarz *et al* (2015) bahwa sedimen dengan ukuran yang lebih besar atau kasar cenderung resisten dengan gerakan arus, sedangkan sedimen yang mempunyai ukuran butir kecil atau halus dapat terbawa dengan arus kecil.

Pada perairan terdapat faktor lain yang mempengaruhi sebaran sedimen yaitu arus pasang surut. Arus pasut pada perairan termasuk ke dalam arus permukaan. Kecepatan arus yang dihitung adalah saat surut menuju pasang yang disebut *flood tide* sesuai dengan saat pengukuran sampel sedimen. Kecepatan arus memiliki nilai antara 0.002 m/s – 0.012 m/s. Kecepatan arus di Perairan Slamaran pada perairan dalam memiliki kecepatan yang lebih tinggi dan semakin menuju ke garis pantai kecepatan arus akan semakin rendah. Pada perairan dalam kecepatannya adalah 0.005 m/s sampai 0.012 m/s dan pada arus yang semakin menuju garis pantai memiliki kecepatan arus sebesar 0.002 m/s – 0.004 m/s. Kecepatan arus tersebut tergolong arus kecil sehingga perpindahan sedimen dengan jenis pasir tidak dapat berpindah. Kecepatan arus ini belum dapat memindahkan butiran sedimen dikarenakan kecepatannya masih ternilai kecil.

Perairan Slamaran, Pekalongan memiliki jenis sedimen berupa pasir, lanau, pasir lanauan, dan lanau pasiran dengan butiran yang kasar pada sedimen di sejajar garis pantai dan butiran yang halus di perairan dalam

dan pada muara sungai. Hal tersebut sesuai dengan kondisi lapangan bahwa pada perairan memiliki sedimen yang didominasi oleh butiran halus. Hasil yang didapat tersebut karena adanya pengaruh dari muara sungai yang terdapat di Perairan Slamaran seperti pernyataan Putra *et al* (2022) bahwa adanya masukan sedimen dari kedua sungai yang terdapat di Perairan Slamaran yaitu Sungai Banger dan Sungai Loji dengan asal sedimen dari darat yang akan teralirkan dan berakhir di muara. Sebaran sedimen dengan butiran kasar terdapat di sejajar garis pantai dan sebaran sedimen dengan butiran halus akan dialirkan ke perairan dalam. Terdapat pula bangunan pantai berupa *jetty* dan *breakwater* yang akan menghalangi penyebaran sedimen sehingga akan terjadi pengendapan di daerah pantai. Pada sungai yang mengapit Perairan Slamaran yang didominasi sedimen dengan butiran halus sesuai dengan pernyataan Pradipta *et al* (2013) bahwa suplai sedimen di muara sungai mempunyai diameter butiran sedimen kecil dibandingkan dengan perairan pantai namun debit suspensi pada muara sungai ini tidak mempengaruhi perairan pantai dikarenakan adanya penutupan pada mulut sungai. Kecepatan arus pasut di Perairan Slamaran diteliti dengan kondisi arus pasut pada saat surut menuju pasang yang memiliki kecepatan arus yang besar di perairan dalam dan akan semakin kecil saat menuju pantai. Kecepatan arus tersebut dikarenakan adanya perbedaan kedalaman. Menurut Milasari *et al* (2021) bahwa kedalaman perairan yang lebih dangkal dapat menyebabkan gesekan lebih besar sehingga kecepatan arus akan semakin kecil sehingga kecepatan arus pasut di pesisir lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan arus pasut di perairan dalam.

## KESIMPULAN

Distribusi sedimen yang terdapat di Perairan Slamaran menunjukkan bahwa pasir dijumpai diantara dua groin. Pada arus sungai dan muara sungai sedimen berupa lanau pasiran yang berangsur-angsur kandungan pasirnya berkurang ke arah laut. Debit suspensi terhitung 0.008 kg/det – 0.024 kg/det pada muara Sungai Loji dan 0.014 kg/det – 0.079 kg/det pada muara Sungai Banger. Kecepatan arus pada arus pasut di Perairan Slamaran adalah sebesar 0.002 sampai 0.012 m/det yang merupakan arus pada saat penelitian yaitu pada saat arus surut menuju pasang. Kecepatan arus sebesar itu tidak mungkin mentransport sedimen pasir, oleh karenanya masukan sedimen dari kedua sungai pada saat penelitian adalah berupa lanau dan lempung. Sedimen pasir yang juga dijumpai di dasar sungai / laut diperkirakan tertansport pada saat debit sungai besar, yaitu pada saat musim hujan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisa RR, Kushartono EW, Atmodjo W. Sebaran sedimen dan kandungan bahan organik pada sedimen dasar perairan Pantai Slamaran Pekalongan. *Journal Of Marine Research*. 2014 Aug 29;3(3):342-50.
- Astari KF, Hendri A, Fauzi M. Analisis Pasang Surut Perairan Dumai Menggunakan Metode Admiralty. *Jom FTEKNIK*. 2018;5.
- Atmodjo W. Sebaran Sedimen di Perairan Delta Sungai Bodri, Kendal, Jawa Tengah. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 2010;15(1):53-8.
- Gemilang WA, Rahmawan GA, Dhiauddin R, Wisha UJ. Karakteristik sebaran sedimen pantai utara jawa Studi kasus: kecamatan brebes jawa tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*. 2018 Apr 2;13(2):65-74.
- Hambali R, Apriyanti Y. Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat. *InfROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* 2016 Dec 12 (Vol. 4, No. 2, pp. 165-174).
- Junaidi J. Analisis Parameter Statistik Butiran Sedimen Dasar Pada Sungai Alami (Studi Kasus Sungai Krasak Yogyakarta). *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*. 2020 Jan 10;16(2).
- Kamarz HR, Satriadi A, Marwoto J. Analisis Sebaran Sedimen Dasar Di Perairan Binamu Kabupaten Jeneponto Sulawesi Selatan. *Journal of Oceanography*. 2015 Aug 31;4(3):590-7.
- Milasari A, Ismunarti DH, Indrayanti E, Muldiyatno F, Ismanto A, Rifai A. Model Arus Permukaan Teluk Lampung pada Musim Peralihan II dengan Pendekatan Hidrodinamika. *Buletin Oseanografi Marina*. 2021;10(3):259-68.
- Pradipta Y, Saputro S, Satriadi A. Laju Sedimentasi Di Muara Sungai Slamaran Pekalongan. *Journal of Oceanography*. 2013 Oct 31;2(4):378-86.

- Purnawan S, Alamsyah TP, Setiawan I, Rizwan UM, El Rahimi SA. Analisis Sebaran Sedimen di Teluk Balohan Kota Sabang. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2016;8(2):531-8.
- Putra AN, Handoyo G, Ismanto A, Satriadi A, Setiyono H. Studi Pengaruh Longshore Current Terhadap Transpor Sedimen Dasar di Pantai Slamaran, Kota Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*. 2022 Feb 25;4(1):36-46.
- Takeda K, Sosrodarsono S. *Hidrologi untuk Pengairan*. Editor Sosrodarsono, S. PT Pradnya Paramita: Jakarta. 2003.
- Triatmodjo B. 1999. *Teknik pantai*. Beta Offset: Yogyakarta.