

## Sebaran Sedimen Dasar Perairan dan Pola Arus Laut Di Muara Sungai Loji, Pekalongan

Misbahul Diptya Pawitra\*, Elis Indrayanti, Muh Yusuf, dan Muhammad Zainuri

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Kota Semarang, 50275 Telp/fax (024)747469

Email: mdiptyapawitra@students.undip.ac.id

### Abstrak

Muara Sungai Loji merupakan salah satu muara sungai yang mempengaruhi sedimentasi Pantai Pekalongan, dimana muara ini digunakan sebagai jalur lalu lintas kapal. Hal tersebut dapat menimbulkan pendangkalan yang bisa mengurangi kedalaman laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara sedimen dasar dengan pola arus laut di Muara Sungai Loji, Pekalongan. Sampel sedimen dasar diambil menggunakan sedimen grab dan pengambilan data arus menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). Pemodelan arus menggunakan pendekatan hidrodinamika 2D, dengan software MIKE21. Sementara itu sampel sedimen diolah menggunakan metode pengayakan dan pipetasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran butir sedimen dasar yang ditemukan berupa pasir, lanau pasiran, dan lanau. Pola arus hasil pemodelan arus didapatkan kecepatan arus pada kondisi pasang yaitu 0,096 m/s, surut menuju pasang sebesar 0,18 m/s, surut terendah sebesar 0,13 m/s, dan pasang menuju surut sebesar 0,15 m/s. Arus laut mempengaruhi distribusi sedimen dasar dimana kecepatan arus yang lebih kecil akan mengendapkan sedimen dengan ukuran halus seperti di daerah sebelah timur muara, sedangkan di sebelah barat muara terdapat arus lebih tinggi sehingga mengendapkan sedimen lebih kasar karena ukuran sedimen yang halus mengalami tersuspensi.

**Kata kunci:** Pola Arus, Sedimen Dasar, Ukuran Butir Sedimen, Muara Sungai Loji

### Abstract

*The estuary of the Loji River is one of the river estuaries that affects the sedimentation of Pekalongan Beach, where this estuary is used as a ship traffic lane. This can cause siltation which can reduce the depth of the sea. This study aims to determine the relationship between bottom sediment and ocean currents at the Loji River Estuary, Pekalongan. The bottom sediment samples were taken using a sediment grab and the current data collection using the ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). The current modeling uses a 2D hydrodynamic approach, using MIKE21 software. Meanwhile, sediment samples were processed using sieving and pipetting methods. The results of this study indicate that the grain size of the basic sediment found in the form of sand, sandy silt, and silt. The current pattern of the current modeling results obtained that the current velocity at high tide is 0.096 m/s, low tide is 0.18 m/s, lowest ebb is 0.13 m/s, and high tide is 0.15 m/s. Ocean currents affect the distribution of bottom sediments where a smaller current velocity will deposit fine-sized sediments such as in the east of the estuary, while in the west of the estuary there are higher currents so that coarser sediments are deposited because the finer sediments are suspended.*

**Keywords:** Current Pattern, Base Sediment, Sediment Grain Size, Loji River Estuary

### PENDAHULUAN

Arus laut (*sea current*) yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut dapat mengakibatkan suatu perpindahan massa air dari satu tempat menuju tempat lain. Pada umumnya, arus laut di Perairan Indonesia memiliki karakteristik yang dibangkitkan oleh angin dan pasut (Tanto *et al.*, 2017). Arus laut sangat berperan aktif dalam perpindahan sedimen, hal tersebut karena sedimen erat kaitannya dengan pengangkutan (*transport*) dan pengendapan (*sedimentation*) (Arviyanto *et al.*, 2016).

Sedimen laut merupakan hasil deposisi materi berstrata dan karakter materinya dipengaruhi oleh sumber pasokan dan proses selama pengendapan. Secara umum, karakteristik sedimen laut merupakan hasil endapan sebagai rekaman dari interaksi daratan, lautan dan udara (Permanawati *et al.*, 2016). Sementara sedimen yang berada di daerah muara sungai umumnya berasal dari aktivitas pertanian yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) yang digerakkan oleh proses hidrodinamika menuju muara sungai.

Muara Sungai Loji yang terletak di Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu muara sungai yang mempengaruhi sedimentasi Pantai Pekalongan. Muara ini umumnya digunakan sebagai jalur lalu lintas kapal, hal tersebut karena muara sungai ini digunakan sebagai pelabuhan perikanan yang dikenal dengan nama Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (PPNP). Pada muara ini juga dibangun bangunan pantai (jetty) pada kedua sisi muara, hal ini dilakukan untuk menahan sedimen di sepanjang pantai agar tidak masuk dan mengendap di muara sungai. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ikhwan *et al.*, (2015) pada bulan Oktober 2015 terjadi pendangkalan di mulut jetty oleh sedimen yang berasal dari laut, dan di sisi barat jetty telah mengalami abrasi. Semakin berkembangnya aktivitas di daerah ini dapat mempengaruhi tingkat sedimentasi di aliran sungai maupun di pantai sekitarnya. Selain itu sedimentasi ini juga dapat menimbulkan pendangkalan yang bisa mengurangi kedalaman laut. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh arus laut terhadap sebaran sedimen dasar di Muara Sungai Loji, Pekalongan.

## MATERI DAN METODE

Materi yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi data utama dan data penunjang. Data utama berupa data hasil pengukuran langsung di lapangan yaitu data arus laut selama 3 hari dan sedimen dasar. Sedangkan data penunjang dimana sebagai data pendukung untuk melengkapi data primer, yaitu peta RBI dari BIG, data batimetri dari Pushidrosal TNI AL, data pasang surut dari BIG, data angin dari ERA5 ECMWF, dan data debit sungai dari Pusdataru Jawa Tengah.

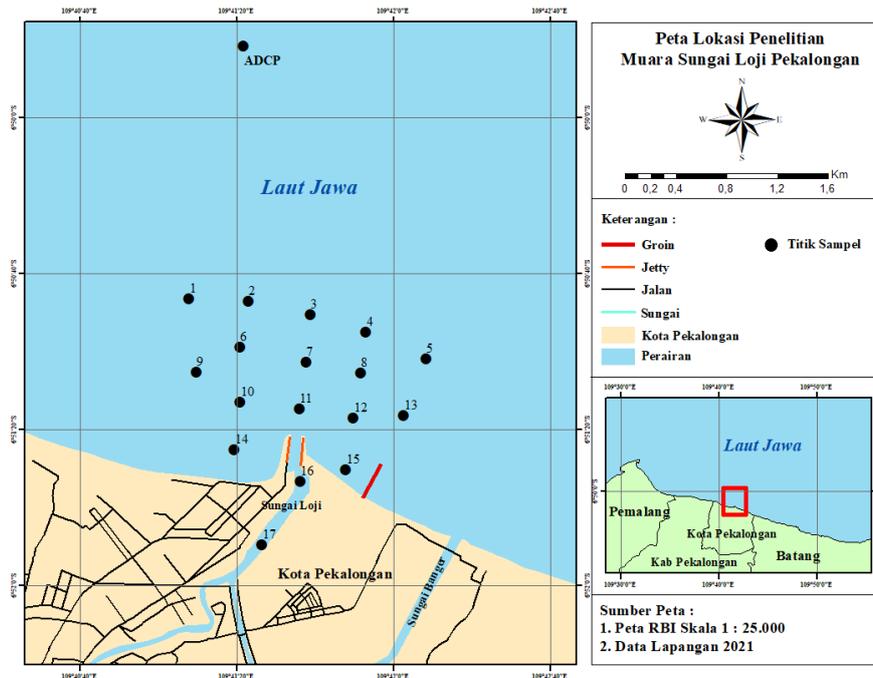
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif. Hal tersebut dikarenakan metode deskriptif merupakan metode penelitian dengan intepetasi secara sistematis, faktual dan akurat (Suryabrata, 1998). Metode penentuan titik lokasi yaitu dengan metode *purposive sampling*, metode penentuan lokasi yang didasarkan pada pertimbangan tertentu seperti karakteristik wilayah. Sampel sedimen dasar diambil menggunakan sedimen grab pada bulan Agustus 2021 dan pengambilan data arus menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) pada bulan April 2021. Pemodelan arus menggunakan pendekatan hidrodinamika 2D, dengan software MIKE21. Sementara itu sampel sedimen diolah menggunakan metode pengayakan dan pemipetan.

Pengolahan data pasang surut sebagai inputan model untuk validasi data arus menggunakan metode *Least Square*, dimana metode ini merupakan metode pengembangan dari metode analisis harmonik pasang surut (HAMELS) dengan *software* ERGTIDE (Mahmoudof *et al.*, 2012). Sementara itu validasi data arus dilakukan dengan membandingkan pola arus hasil model dengan pola arus hasil pengukuran di lapangan. Menurut Ismanto *et al.*, (2019), perbandingan hasil data model dengan data hasil pengamatan langsung dapat digunakan untuk menghitung tingkat keakuratan model, dimana akan direpresentasikan oleh nilai RMSE (*Root Mean Square Error*). Persamaan untuk menghitung RMSE adalah sebagai berikut.

$$X_{rms} = \left( \frac{\sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \dots + \Delta x_n^2}}{n} \right) \text{ dengan } \Delta x_n = b_n - a_n$$

dimana, hasil model didefinisikan sebagai :  $b_1, b_2, \dots, b_n$

sementara hasil pengukuran lapangan didefinisikan dengan :  $a_1, a_2, \dots, a_n$



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data

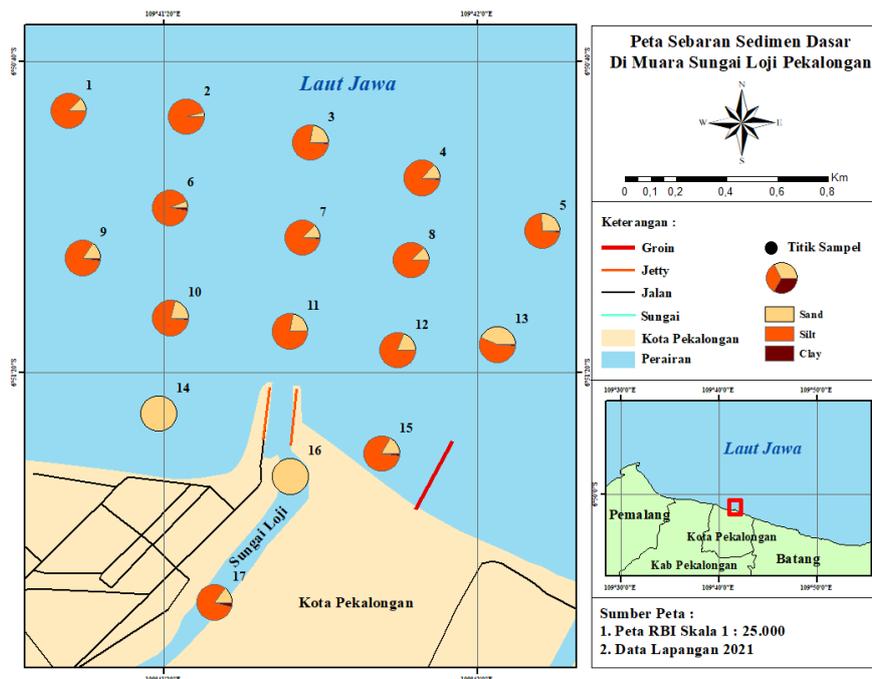
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Ukuran Butir Sedimen**

Analisis sedimen dasar Muara Sungai Loji, Pekalongan yang dilakukan di Laboratorium Geologi Laut berdasarkan segitiga sheppard didapatkan jenis sedimen pada tiap stasiun disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisa Ukuran Butir Sedimen

Stasiun	Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
1	12,78	87,22	0	Lanau
2	3,66	95,61	0,73	Lanau
3	22,3	75,87	1,82	Lanau
4	12,87	85,04	2,09	Lanau
5	25,72	72,42	1,86	Lanau Pasiran
6	6	90,86	3,13	Lanau
7	12,2	86,18	1,61	Lanau
8	12,11	87,24	0,65	Lanau
9	15,25	81,81	2,93	Lanau
10	20,95	77,64	1,40	Lanau
11	22,10	77,29	0,62	Lanau
12	18,73	81,27	0	Lanau
13	43,66	55,09	1,25	Lanau Pasiran
14	99,86	0,128	0,00714	Pasir
15	16,70	80,99	2,31	Lanau
16	99,538	0,03777	0,00839	Pasir
17	15	81,27	3,73	Lanau



**Gambar 2.** Persebaran Jenis Sedimen di Muara Sungai Loji

Peta persebaran jenis sedimen tersebut menunjukkan jenis sedimen pada tiap titik stasiun. Pada peta tersebut terlihat bahwa secara keseluruhan jenis sedimen di dominasi oleh lanau. Sedangkan stasiun yang berada di muara sungai dan barat muara sungai dominasi jenis sedimen berupa pasir.

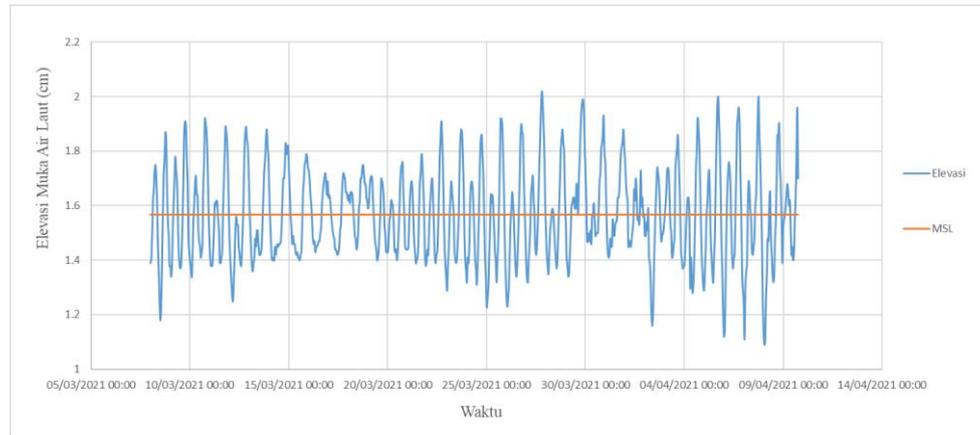
**Pasang Surut**

Data pasang surut diolah dengan metode *Least Square* menggunakan software ERGTIDE. Kemudian akan didapatkan nilai amplitude (A) dan beda fase ( $g^\circ$ ) dari komponen pasang surut. Terdapat sembilan komponen pasang surut, yaitu S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4 dan P1. Komponen pasang surut berdasarkan pengolahan data dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.** Komponen Pasang Surut di Muara Sungai Loji

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
<b>A</b> <b>(Cm)</b>	1.57	0.12	0.09	0.05	0.16	0.06	0	0	0.04	0.06
<b><math>g^\circ</math></b>		163.78	162.83	144.38	302.98	166.52	4.47	339.71	252.72	142.46

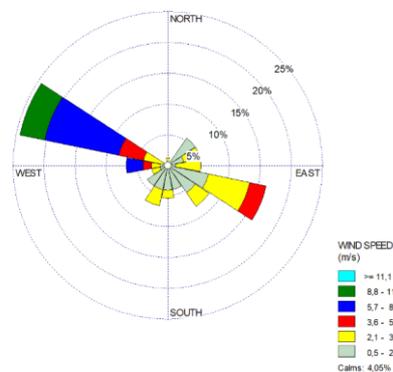
Berdasarkan komponen pasang surut tersebut dapat diketahui tipe pasang surut dengan melakukan perhitungan nilai formzahl. Nilai formzahl yang didapatkan adalah sebesar 1.05, dengan begitu tipe pasang surut pada Muara Sungai Loji adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Tipe ini diperkuat dengan terjadinya dua kali pasang dalam sehari dengan interval yang berbeda, hal ini sesuai dengan pola pasang surut yang terdapat pada gambar grafik dibawah ini.



**Gambar 3.** Grafik Pasang Surut di Muara Sungai Loji

### Angin

Data angin yang digunakan didapatkan dari ERA5 ECMWF pada bulan April 2021, kemudian dianalisa dengan *Microsoft Excel* untuk mengetahui kecepatan angin. Kecepatan angin berkisar antara 0,087 m/s – 10,508 m/s dan memiliki rata-rata sebesar 2,95 m/s. Selanjutnya data angin diolah menggunakan *WRPLOT* untuk membuat *windrose*, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui dominan arah datang angin. Pada Muara Sungai Loji, Pekalongan angin dominan berhembus dari arah barat laut tetapi sebagian arah angin bergerak dari arah tenggara.



**Gambar 4.** Windrose di Muara Sungai Loji, Pekalongan

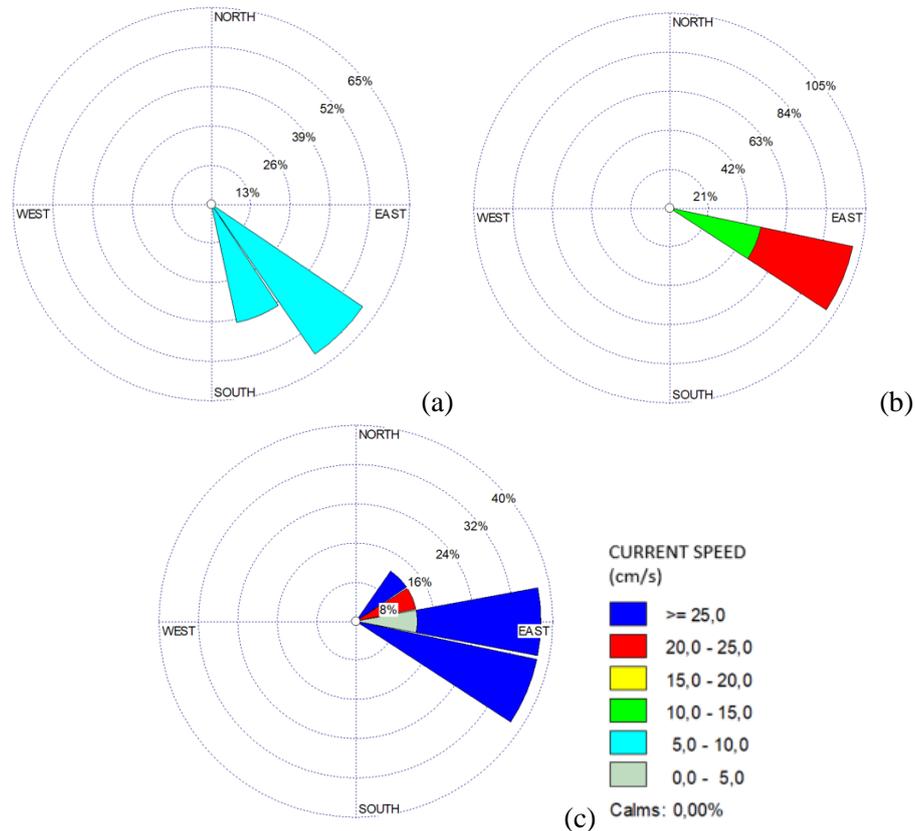
### Arus

Data arus didapatkan dari pengukuran secara langsung pada 6-9 April 2021 dengan menggunakan ADCP. Data yang didapatkan berupa data kecepatan dan arah. Perekaman ADCP dibagi menjadi beberapa layer, seperti terlihat pada Tabel 3. Kecepatan arus memiliki nilai yang bervariasi tergantung pada tiap kedalamannya. Kecepatan rata-rata arus pada tiap kedalaman berkisar dari 0,095 m/s – 0,425 m/s.

**Tabel 3.** Kecepatan Arus Lapangan Tiap Kedalaman

Kedalaman	Kecepatan (m/s)		Kecepatan Rata-rata (m/s)
	Minimum	Maksimum	
Dasar	0,027	0,191	0,095
Tengah	0,02	0,268	0,144
Permukaan	0,036	1,006	0,425

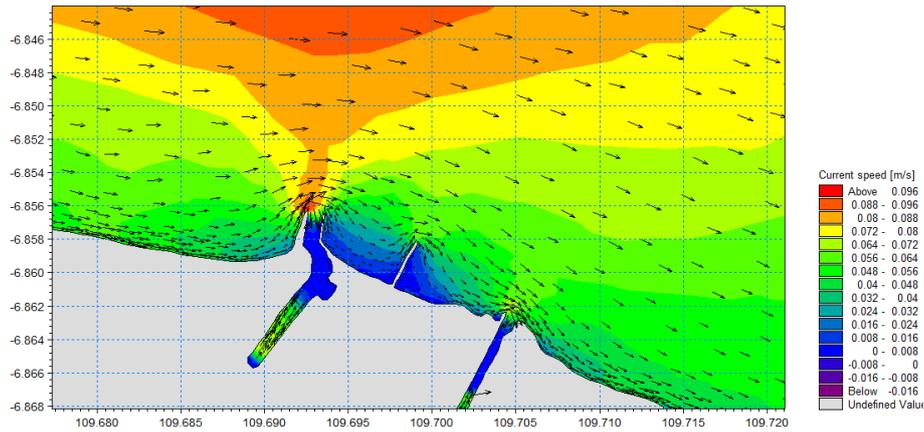
Kemudian data arus lapangan diolah menggunakan *current rose* dan diperoleh hasil kecepatan dan arah dominan pada setiap kedalaman. Arah arus yang terjadi di Muara Sungai Loji dominan bergerak ke arah tenggara dan ke arah timur dengan kecepatan arus dominan antara 0,00 cm/s – 25,0 cm/s. *Current rose* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



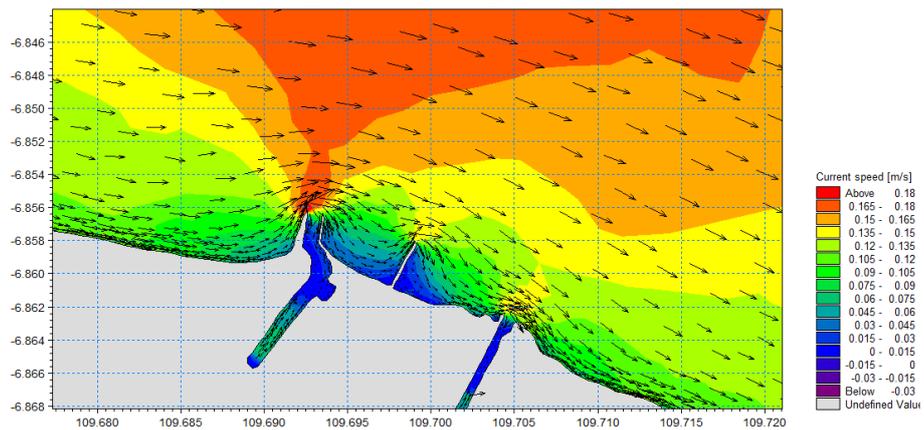
**Gambar 5.** *Current Rose* Kecepatan dan Arah Arus pada Kedalaman : (a) Dasar; (b) Tengah; (c) Permukaan

### Pemodelan Arus

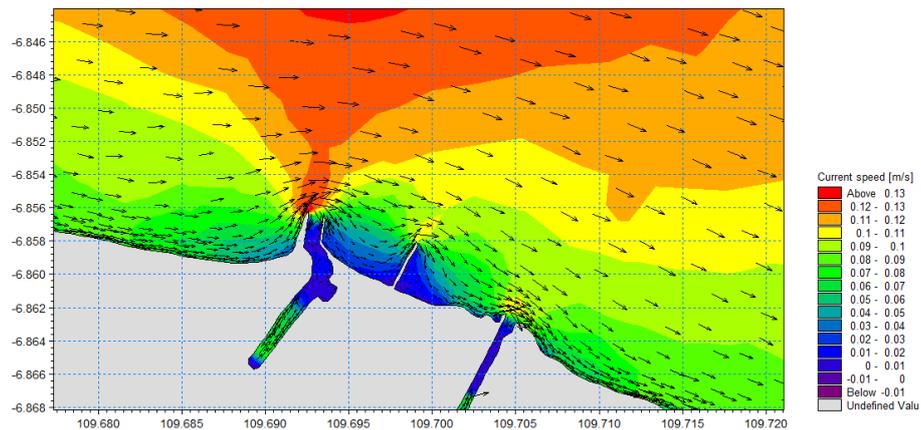
Simulasi model arus menggunakan pendekatan hidrodinamika 2D sehingga diperoleh pola arus di Muara Sungai Loji. Simulasi model arus dilakukan selama 4 hari yaitu dari tanggal 6 - 9 April 2021. Hasil simulasi model terbagi atas empat kondisi yaitu pola arus pada saat pasang tertinggi, pasang menuju surut, surut terendah dan surut menuju pasang. Kecepatan arus maksimum pada saat pasang tertinggi dan saat surut menuju pasang berturut-turut sebesar 0,096 m/s dan 0,18 m/s. Pada saat pasang tertinggi dan saat surut menuju pasang juga vektor arus dominan menuju ke arah tenggara dengan mendekati daerah daratan. Sementara itu kecepatan arus saat surut terendah dan saat pasang menuju surut berturut-turut sebesar 0,13 m/s dan 0,15 m/s. Saat kondisi surut terendah dan saat pasang menuju surut vektor arus dominan menuju tenggara.



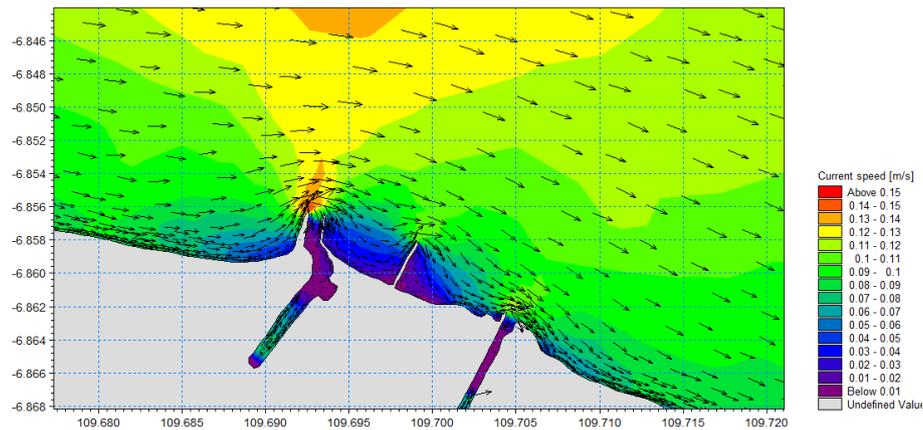
**Gambar 6.** Pola Arus pada saat Pasang Tertinggi di Muara Sungai Loji



**Gambar 7.** Pola Arus pada saat Surut Menuju Pasang di Muara Sungai Loji



**Gambar 8.** Pola Arus pada saat Surut Terendah di Muara Sungai Loji



**Gambar 9.** Pola Arus pada saat Pasang Menuju Surut di Muara Sungai Loji

### Validasi Hasil Model Arus

Validasi hasil model menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Metode ini dilakukan untuk mengetahui akurasi hasil simulasi model dengan data yang sebenarnya. Menurut Chai & Draxler (2014), sebuah model dapat diterima ketika memiliki tingkat kesalahan yang kecil dengan kriteria RMSE. Berikut kriteria nilai RMSE.

**Tabel 4.** Kriteria nilai RMSE

RMSE	Tingkat Kesalahan
0.00 – 0.299 (0% - 29.9%)	Kecil
0.30 – 0.599 (30% - 59.9%)	Sedang
0.60 – 0.899 (60% - 89.9%)	Besar
>0.9 (>90%)	Sangat Besar

Berdasarkan hasil perhitungan metode RMSE pada komponen kecepatan arus yaitu komponen  $u$  dan komponen  $v$  dari hasil model dan hasil observasi lapangan berturut-turut didapatkan sebesar 0.07 atau 7% dan 0.01 atau 1%. Dengan demikian berdasarkan kriteria pada Tabel 4 tingkat kesalahan pada data lapangan maupun data hasil simulasi model termasuk dalam tingkat kesalahan kecil.

### Pembahasan

Arus laut pada tiap kedalaman memiliki kecepatan rata-rata berbeda, dimana pada tiap kedalamannya semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan tersebut. Berkurangnya kecepatan arus laut tersebut dikarenakan adanya gesekan tiap lapisan kedalaman serta gesekan pada dasar perairan. Selain itu angin juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kecepatan arus laut. Pengaruh angin akan sangat berpengaruh pada kecepatan arus yang berada di permukaan, namun pengaruh angin akan semakin berkurang seiring bertambahnya kedalaman suatu perairan. *Current rose* berfungsi untuk menggambarkan pergerakan arus dan arahnya. Berdasarkan hasil dari pembuatan *current rose* yang terlihat pada gambar 5, bahwa arah arus tiap kedalaman dominan bergerak ke arah tenggara dan juga ke arah timur.

Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan MIKE21, arah arus dalam empat kondisi bergerak ke arah tenggara. Sementara itu, kecepatan arus yang diperoleh pada kondisi pasang dan surut lebih rendah daripada kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang. Hal tersebut dikarenakan 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 Brown *et al.*, (2001), dimana kecepatan arus pasut minimum akan terjadi pada saat pasang terendah dan surut terendah. Sementara pada saat kondisi surut menuju pasang dan pasang menuju surut akan terjadi kecepatan maksimum.

Analisis sedimen dasar yang dilakukan menggunakan segitiga sheppard didapatkan tiga jenis sedimen di Muara Sungai Loji, Pekalongan, yaitu sedimen jenis pasir, lanau pasiran, dan lanau. Sedimen di muara Sungai Loji, Pekalongan didominasi oleh sedimen dengan ukuran butir halus. Hal tersebut dapat dilihat juga pada peta sebaran ukuran butir sedimen pada gambar 2. Sedimen dengan ukuran butir berupa pasir tepat berada di mulut muara sungai dan juga terdapat di pinggir pantai. Sedangkan untuk sedimen dengan ukuran butir berupa lanau pasiran terdapat di sebelah timur lokasi penelitian. Sedangkan sedimen dengan ukuran butir berupa lanau ditemukan pada perairan jauh dari pantai. Hal ini menunjukkan bahwa semakin menuju ke laut lepas, jenis sedimen yang ditemukan akan semakin halus.

Sedimen yang berada di muara sungai dan sebelah barat muara sungai yaitu berupa pasir, artinya di lokasi ini memiliki sedimen yang lebih kasar. Sedimen yang berada di daerah muara sungai umumnya dipengaruhi oleh debit sungai dan juga pasang surut. Sumber sedimen yang berasal dari sungai mengalami pengangkutan dalam bentuk suspensi menuju perairan laut. Jika dilihat dari hasil pemodelan arus, arah arus yang bergerak dari arah barat ke arah tenggara memungkinkan sedimen yang berada di muara sungai memiliki sedimen jenis pasir. Selain itu terdapat pengaruh dari pasang surut. Hal tersebut didukung oleh pernyataan dari Ikhwan *et al.*, (2015) bahwa sedimen dengan ukuran lebih kasar (pasir) akan tersebar disekitar pesisir pantai, sedangkan sedimen dengan ukuran lebih halus (lanau) cenderung tersebar jauh dari pesisir pantai. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan dari Putra & Nugroho (2017), bahwa distribusi sedimen berkorelasi dengan kedalaman, semakin dalam kedalaman perairannya maka sedimennya relatif semakin halus. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang terdapat pada gambar 2, dimana sedimen ukuran butir pasir berada di muara sungai dan sisi barat muara sungai.

Sedimen dengan ukuran butir berupa lanau umumnya berada di laut. Namun berdasarkan hasil analisa ukuran butir terdapat stasiun yang berada di sungai memiliki jenis sedimen berupa lanau. Hal tersebut dikarenakan sedimen sungai lebih halus dibandingkan sedimen di muara yang mana arus membawa material sedimen yang memiliki ukuran lebih besar ke arah laut. Sedimen sungai yang memiliki ukuran butir lanau ini juga berpotensi menyebabkan sedimentasi yang cukup tinggi dan hal tersebut dapat mengganggu aktivitas pelayaran di daerah tersebut. Sementara itu sedimen laut didominasi oleh sedimen dengan ukuran butir lanau, dimana lanau memiliki ukuran butir lebih halus. Maka dari itu arus kecil dapat mentransportasikan ukuran tersebut. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Hutabarat (1985) dalam Aziz *et al.*, (2019), dimana pada umumnya dasar laut yang dalam diselimuti oleh jenis partikel-partikel dengan ukuran kecil yang terdiri dari sedimen halus. Sedimen dengan ukuran butir berupa lanau pasiran ditemukan pada sisi paling timur dari lokasi penelitian. Hal tersebut dikarenakan titik lokasi ini dekat dengan muara Sungai Banger, dimana titik tersebut mendapat inputan dari muara Sungai Banger.

Menurut Waugh (2000) dalam Ikhwan *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kurva *Hjulstrom* dapat mengetahui hubungan antara kecepatan arus dengan ukuran butir sedimen dan pengaruhnya terhadap pergerakan sedimen. Berdasarkan kurva *Hjulstrom* terdapat tipe sedimen dengan berbagai ukuran butir yang berkisar antara 0,001-1000 mm. Kecepatan arus yang terjadi di suatu kawasan perairan pantai dapat mempengaruhi sedimen disekitar kawasannya dan dapat menyebabkan erosi ataupun sedimentasi. Kecepatan arus yang lebih kuat dapat menyebabkan sedimen dengan material lempung mengalami erosi. Dengan kecepatan arus pada dasar perairan berkisar antara 0,001-0,2 m/s dapat menggerakkan sedimen dengan ukuran butir yang halus sampai ukuran butir yang kasar (Krisetyana, 2008).

Faktor oseanografi yang mempengaruhi pengangkutan atau transport sedimen dasar salah satunya adalah arus laut. Pada lokasi penelitian arus memiliki kecepatan yang lebih besar pada daerah laut daripada pada daerah pantai, dimana kecepatan arus akan semakin berkurang jika semakin dekat dengan pantai. Sementara itu jika kecepatan arus pada daerah laut semakin besar akan menyebabkan terjadinya erosi pada daerah laut kemudian akan terbawa ke arah perairan dekat darat dan akan terjadi sedimentasi. Triatmodjo

(1999) juga mengatakan bahwa proses erosi dan sedimentasi tergantung dari hidrodinamika dan arus serta dasar laut. Kecepatan arus sangat berpengaruh dalam proses sedimentasi, hal itu dikarenakan kecepatan arus yang besar dapat menggerakkan sedimen dengan ukuran partikel yang relatif besar. Sementara itu kecepatan arus yang kecil akan sulit untuk menggerakkan partikel sedimen.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada Muara Sungai Loji, Pekalongan dapat disimpulkan bahwa persebaran jenis sedimen berupa pasir yang terdapat di mulut muara sungai dan sebelah barat muara. Sedangkan jenis sedimen dengan ukuran butir berupa lanau pasiran berada di sebelah timur muara sungai. Sementara itu sedimen dengan ukuran butir lebih halus yaitu lanau tersebar di perairan yang lebih dalam. Berdasarkan hasil pemodelan arus laut didapatkan kecepatan arus pada empat kondisi, yaitu pasang, surut menuju pasang, surut, pasang menuju surut berturut-turut adalah 0.096 m/s, 0.18 m/s, 0.13 m/s dan 0.15 m/s dan memiliki arah arus yang bergerak ke arah tenggara. Arus laut mempengaruhi distribusi sedimen dasar dimana kecepatan arus yang lebih kecil akan mengendapkan sedimen dengan ukuran halus seperti di daerah sebelah timur muara, sedangkan di sebelah barat muara terdapat arus lebih tinggi sehingga mengendapkan sedimen lebih kasar karena ukuran sedimen yang halus mengalami tersuspensi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang didanai oleh Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional, Republik Indonesia di bawah skema “Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT), No. Kontrak 187-63/UN7.6.1/PP/2021.”

## DAFTAR PUSTAKA

- Arvianto, S. E., Satriadi, A., & Handoyo, G. (2016). Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati. *Jurnal Oseanografi*, 5(1), 116–125.
- 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, E., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D., & Wright, J. (2001). *Ocean Circulation Second Edition*. Butterworth-Heinemann.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? - Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Ikhwan, R., Saputro, S., & Hariadi, H. (2015). Studi Sebaran Sedimen Dasar Di Sekitar Muara Sungai Pekalongan, Kota Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 4(3), 617–624.
- Ismanto, A., Ismunarti, D. H., Sugianto, D. N., Maisyarah, S., Subardjo, P., Dwi Suryoputro, A. A., & Siagian, H. (2019). The potential of ocean current as electrical power sources alternatives in Karimunjawa Islands Indonesia. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 4(6), 126–133. <https://doi.org/10.25046/aj040615>
- Krisetyana, H. (2008). Penggelontoran Endapan Sedimen. *Tesis, Undip Semarang*.
- Mahmoudof, M., Banijamali, B., & Chegini, V. (2012). Least Squares Analysis of Noise-Free Tides Using Energy Conservation and Relative Concentration of Periods Criteria. *Journal of the Persian Gulf (Marine Science)*, 3(8), 13–24. <http://jpg.inio.ac.ir/article-1-74-en.html>
- Permanawati, Y., Prartono, T., Atmadipoera, A. S., Zuraida, R., & Chang, Y. (2016). *Core Sediment Records To Predict Environmental Changes in Kangean Slope*. 14(2), 65–78.

- Putra, P. S., & 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.
- Suryabrata, S. (1998). *Metodologi Penelitian*. PT. Raja Grafindo Perkasa.
- Tanto, T. Al, Wisna, U. J., Kusumah, G., Pranowo, W. S., & Husrin, S. (2017). Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa-Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 37–48.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset.