

Pengaruh Kondisi Oseanografi Terhadap Pola Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Mangunharjo, Kota Semarang

Johanna R N D Purba*, Heryoso Setiyono, Warsito Atmodjo, Muslim dan Sugeng Widada

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Kode Pos 50275 Telp/fax (024) 7474698
*Email: johannasiriaria@gmail.com

Abstrak

Perairan Mangunharjo merupakan perairan yang terletak di Kota Semarang dan banyak dijadikan sebagai tempat pusat berbagai kegiatan vital seperti perumahan penduduk, pertambakan, rekreasi dan tak kalah penting sarana perhubungan. Dinamika pesisir yang terjadi di Perairan Mangunharjo yaitu sedimentasi dan abrasi menjadi permasalahan yang sering terjadi. Penanganan dinamika pantai memerlukan kajian terkait sedimen dasar perairan untuk memperoleh solusi yang tepat terhadap permasalahan. Target yang ingin diperoleh dari studi ini untuk mengetahui pengaruh dari faktor oseanografi seperti arus, gelombang, angin, pasang surut dan lainnya terhadap pola sebaran sedimen dasar. Data penelitian yang digunakan berupa data sedimen dasar sebagai data pengukuran lapangan, sementara untuk data arus laut, gelombang laut, angin, pasang surut, batimetri, debit sungai bersumber data sekunder. Pengolahan data sedimen dasar menggunakan metode granulometri, pengolahan data gelombang dan angin menggunakan metode SMB dan data pasang surut diolah dan dianalisa menggunakan metode admiralty. Hasil penelitian diperoleh bahwa Perairan Mangunharjo didominasi oleh ukuran butir pasir, lanau, dan lempung yang tersebar pada kedalaman 1 - 5 meter. Persentase sebaran sedimen dengan jenis lempung lebih besar di setiap stasiun. Faktor oseanografi yaitu arus, gelombang dan pasang surut memiliki pengaruh terhadap persebaran dan jenis sedimen. Arus adalah faktor oseanografi yang paling berpengaruh terhadap sebaran sedimen dasar perairan Mangunharjo.

Kata kunci: Sedimen Dasar, Arus Laut, Gelombang Laut, Pasang Surut, Perairan Mangunharjo

Abstract

Mangunharjo Waters is inland water that is part of the Semarang City and many serve as a place of vital concentration of various activities like settlement, farming, recreation, and a means of transportation. The dynamics of coastal occur in the Waters of Mangunharjo, namely sedimentation and abrasion is a problem that often occurs. The handling dynamics of the beach requires a study related to the sediment of the waters to obtain the right solution to the problems. The target to be obtained from this study is to determine the influence of factors of oceanography such as sea current, waves, tidal, and others on the pattern of sediment distribution base. The research data was used in the form of a sediment database as the primary data as well as data on currents, waves, wind, tides, bathymetry, river discharge as secondary data. Data processing sediment using the method of granulometry, data processing, waves and winds using the method of SMB, and data analyzed of the tides using the method of the admiralty. The results showed that the Waters of Erlangga is dominated by the grain size of sand, silt, and clay that is scattered at a range depth of 1 - 5 meters. The percentage distribution of the sediment with the type of clay is greater in each station. Factors of Oceanography, namely the currents, waves, and tides have an influence on the distribution and type of sediment. The current is a factor of oceanography of the most influential on the distribution of sediment waters of Mangunharjo.

Keywords: Bottom Sediment, Sea Current, Sea Wave, Tidal Mangunharjo Waters

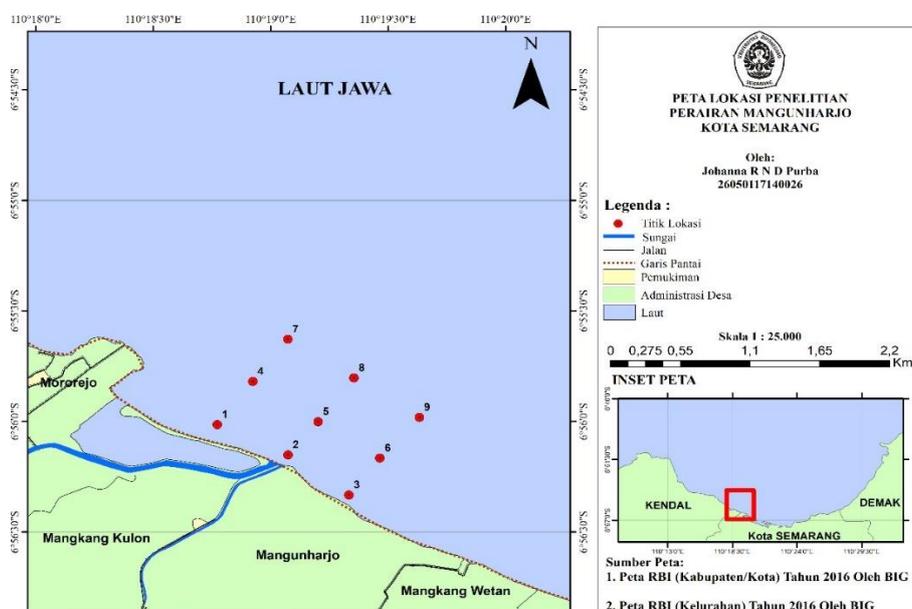
PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Kota Semarang merupakan bagian tengah dari perairan pantai utara Laut Jawa yang banyak dijadikan sebagai tempat pusat kegiatan inti seperti perumahan padat penduduk, pertambakan, rekreasi, daerah industri dan sarana perhubungan seperti Pelabuhan dan lainnya. Menurut Fadilla *et al.*, (2017), perubahan wilayah pesisir bisa terjadi secara alamiah yang dipengaruhi seperti arus laut, gelombang laut, pasang surut yang mampu mempengaruhi karakteristik sedimen dasar laut dan morfologi disekitarnya akibat proses abrasi pantai ataupun sedimentasi dan ditambah oleh suplai sedimen yang terbawa di sungai. Kerentanan daerah ini akan semakin buruk jika erosi dan masalah degradasi tidak ditangani. Perairan Mangunharjo adalah bagian dari wilayah pesisir Semarang yang memiliki muara sungai yang membawa material lepas dan didukung oleh faktor oseanografi, permasalahan yang kerap terjadi di pesisir Mangunharjo

adalah sedimentasi. Selain itu, masalah lain yang muncul adalah mundurnya garis pantai akibat konversi hutan mangrove menjadi pertambakan dan proses abrasi pantai.

Pergerakan sedimen yang berlangsung secara kontinu akan memicu terjadinya perubahan garis pantai melalui proses sedimentasi yang berdampak pada pendangkalan atau erosi yang berdampak pada hilangnya suatu area pada suatu perairan (Astuti *et al.*, 2016). Khususnya di area pesisir, sedimen sangat bersifat dinamis karena terjadi pengikisan, transportasi dan pengendapan baik dalam skala spasial maupun temporal. Dengan mengetahui ukuran butir sedimen yang tersebar dan terendap di permukaan dasar Perairan Mangunharjo, dapat memberikan informasi tentang kondisi sedimen di dasar perairan. Informasi tentang ukuran butir ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu referensi dan bahan pertimbangan dalam menentukan tekstur dari perairan dan dalam perencanaan pemakaian lahan tepat guna serta pembangunan bangunan pelindung pantai yang sesuai dengan karakteristik area pesisirnya dalam upaya meminimalisasi bencana erosi pantai di masa mendatang. Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperlukan studi pola sebaran sedimen dasar, serta factor oseanografi yang mempengaruhi proses transport sedimen diantaranya yaitu arus laut dan gelombang laut.

Sasaran yang ingin dicapai dalam studi ini untuk mengetahui pengaruh faktor oseanografi terhadap pola sebaran sedimen dasar di Perairan Mangunharjo, Kota Semarang yang dapat dimanfaatkan sebagai data penunjang dalam penanganan masalah sedimentasi dan abrasi yang terjadi di wilayah tersebut. Secara umum area penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik lokasi penelitian

MATERI DAN METODE

Tahap pengukuran dan pengambilan data lapangan dilakukan di 9 stasiun di perairan Mangunharjo pada tanggal 28 Agustus 2021. Data utama penelitian terdiri dari data lapangan sedimen dasar. Data penunjang berupa data arus pemodelan Hidrodinamika selama 29 hari yaitu tanggal 1 Agustus hingga 30 Agustus 2021, pasang surut hasil dari pengolahan IPASOET BIG selama bulan Agustus 2021 diolah menggunakan metode admiralty yang menghasilkan komponen pasang surut untuk mengidentifikasi tipe pasang surut dan elevasi muka air. Data gelombang dan angin dari bersumber dari ERA5 *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) wilayah Perairan Kota Semarang selama bulan Agustus 2021 diolah menjadi data arah data angin dan gelombang serta tinggi dan periode gelombang signifikan menggunakan metode SMB. Data BATNAS (Batimetri Nasional), Badan Informasi Geografi (BIG), data debit sungai Jung Pasir Mangunharjo PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah tahun 2020 dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Wilayah Kota Semarang dari Badan Informasi Geospasial (BIG) Tahun 2016 skala 1:25.000

Penentuan titik lokasi penelitian sebanyak 9 titik sampling menggunakan metode *purposive sampling*

dengan menggunakan titik yang mewakili kondisi di lokasi penelitian. (6° 56' 25 S sampai 6° 56' 45" S dan 110° 19' 15" E sampai 110° 19' 35" E). Pengambilan data sedimen dasar dilakukan menggunakan *sedimen grab*. Analisis sedimen dasar dilakukan dengan metode granulometri untuk mendapatkan ukuran butir. Menurut analisis pengayakan dilakukan untuk mengetahui ukuran butir sedimen (McIntyre, 1984). Untuk mengetahui banyaknya butiran pasir, sampel diayak dengan shieve shaker dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel sedimen yang dilakukan analisis sebanyak 100 gram, kemudian dilakukan proses pemisahan sedimen (*sieving*) sesuai ukuran butir menggunakan alat *sieve shaker* dengan amplitudo 60 selama 15 menit. Penyaringan dimulai dari saringan bervolume besar hingga bervolume kecil.
2. Pada tahap pengayakan akan diperoleh nilai ukuran butir sedimen pada setiap lapisan mesh (2 µm, 0.5 µm, 0.3 µm, 0.150 µm dan 0.063 µm, <0.063 µm), kemudian hasil ayakan tersebut masing-masing mesh akan ditimbang.
3. Sementara untuk sedimen yang berukuran sangat halus yaitu <0,063 tidak dapat diukur menggunakan *tools sieve shaker* sehingga harus dilakukan pemipetan. Pemipetan tersebut dilakukan dengan cara sedimen yang berada di mesh terdasar yaitu dengan ukuran butir 0,0625 dilarutkan dengan aquades 1 Liter.

Selanjutnya tahap pemipetan secara detail, Langkah pengerjaannya sebagai berikut:

1. Sampel sedimen yang lolos pada ayakan ukuran 0,063 mm dimasukkan kedalam gelas ukur berukuran volume 1 liter aquades, selanjutnya dikocok hingga larutan mencapai homogen, lalu dilakukan pemipetan.
2. Pengambilan larutan homogen dilakukan pada kedalaman tertentu dan waktu tertentu seperti tercantum dalam Tabel 1.
3. Hasil pemipetan selanjutnya diposisikan dalam kertas saring yang telah dipanaskan dan ditimbang beratnya (a gr).
4. Langkah berikutnya setelah hasil pemipetan diletakkan pada kertas saring, lalu dipanaskan dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan (b gr) kemudian dilakukan perhitungan berat yaitu:

$$\text{Berat Sampel dari Hasil Pemipetan} = \text{berat konstan (b) gr} - \text{berat konstan (a) gr} \dots\dots\dots (1)$$

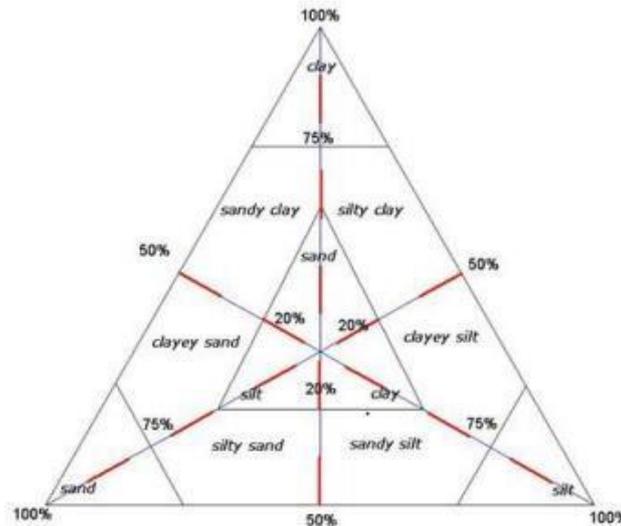
Tabel 1. Tabel Jarak dan Waktu Pemipetan Sedimen (Sumber: McIntyre, 1984)

Diameter (mm)	Jarak tenggelam (cm)	Jam	Menit	Detik
0,0625	20	0	0	58
0,0312	10	0	1	56
0,0156	10	0	7	48
0,0078	10	0	31	0
0,0039	10	2	3	0

Penentuan jenis sampel sedimen tersebut dilakukan dengan menggunakan sistem grafik triangular ditunjukkan pada Gambar 2.

Penamaan sedimen

1. Berdasarkan grafik persentasi kumulatif ditentukan persentase untuk pasir, lanau, dan lempung
2. Diplotkan besarnya persentase masing-masing fraksi tersebut ke dalam segitiga klasifikasi sedimen dari shepard.
3. Nama sedimen dibaca pada posisi dimana hasil pengeplotan berada.



Gambar 2. Contoh Penamaan Sedimen dengan Segitiga Klasifikasi Sedimen Sheppard (Petijohn, 1975)

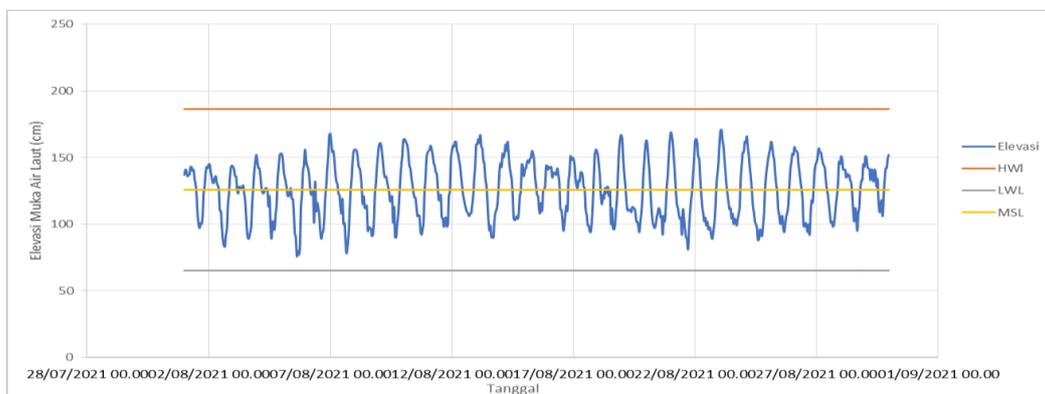
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasang Surut

Data pasang surut diolah dan dianalisis dari metode Admiralty untuk mendapatkan komponen analisis harmonik seperti nilai amplitude (A) dan beda fase (g°) dari komponen pasang surut yang disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Komponen pasang surut menggunakan metode Admiralty

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A(Cm)	125,76	6,624	6,315	1,302	29,070	7,298	0,008	0,137	1,705	9,593
g°		22	305	358	229	118	343	349	305	229



Gambar 3. Grafik Elevasi Muka Air pada bulan Agustus 2021

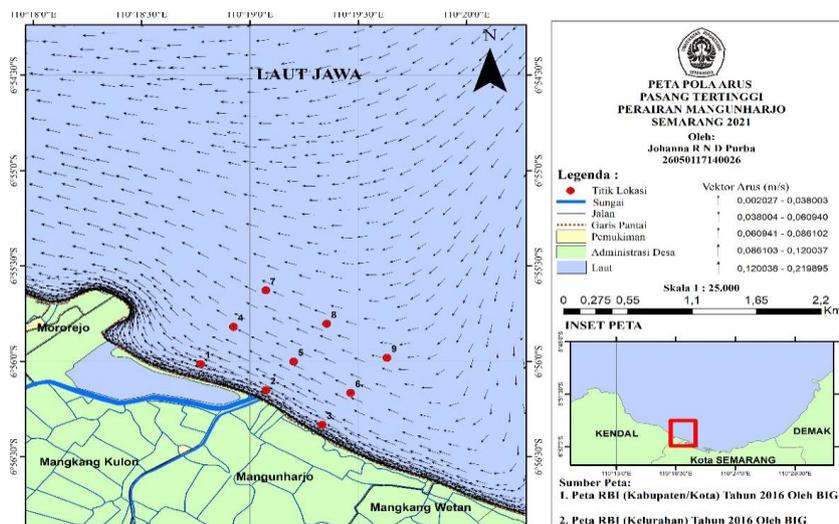
Pengolahan data pasang surut berdasarkan pada data IPASOET Badan Informasi Geospasial bulan Agustus 2021 selama 29 hari secara admiralty menghasilkan nilai Formzahl 2,81 menurut Ongkosongo dan Suyarso, 1998 termasuk tip pasut di perairan Mangunharjo, Semarang, Jawa Tengah yaitu tipe campuran condong ke harian tunggal, dengan range nilai F yaitu $1,50 < F \leq 3,00$. Hal ini sesuai dengan pola pasang surut yang terdapat pada Gambar 3. Hal ini dikuatkan dengan definisi Triatmodjo (1999), yaitu pasang-surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevealling Diurnal*) memiliki pola yaitu dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi dapat terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan

tinggi dan periode yang berbeda. Hasil pengolahan pasang surut selanjutnya akan menghasilkan nilai elevasi muka air MSL, HWL, dan LWL sebagaimana ditunjukkan Gambar 3.

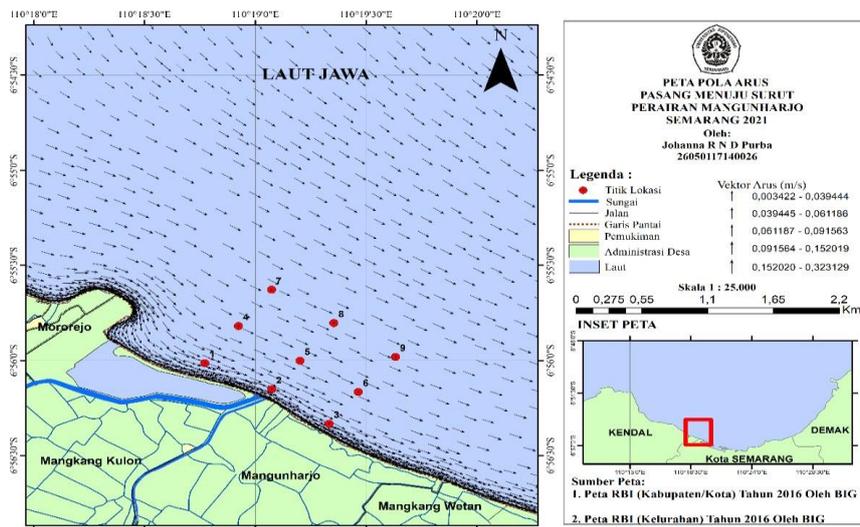
Arus

Pola Arus di Perairan Mangunharjo menggunakan Pemodelan Hidrodinamika DHI, yang hasilnya diperoleh didominasi oleh arus pasang surut karena memiliki pola pergerakannya mirip atau mendekati dengan pola pasang surut yang terjadi. Hal ini sejalan dengan penelitian Hadi dan Radjawane (2009) bahwa pola arus yang bergerak secara bolak-balik yaitu saat pasang mendekati pantai dan saat surut menjauhi pantai, maka arus di perairan tersebut dapat dikategorikan didominasi oleh arus pasut. Kecepatan maksimum diperoleh pada saat pasang tertinggi di tanggal 22 Agustus 2021 mencapai 0,219 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,002 m/det (Gambar 10). Arus pada saat pasang tertinggi dan surut terendah ditandai dengan gerak bolak balik yaitu apabila pada saat pasang maupun surut, dicirikan kecepatan arus laut menjadi mengecil. Hasil perhitungan kecepatan arus pada saat surut di tanggal 14 Agustus 2021 menunjukkan nilai kecepatan maksimum sebesar 0,07 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,0004 m/det yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kondisi pada saat menuju pasang menunjukkan lebih besar kecepatannya pada saat kondisi menuju surut.

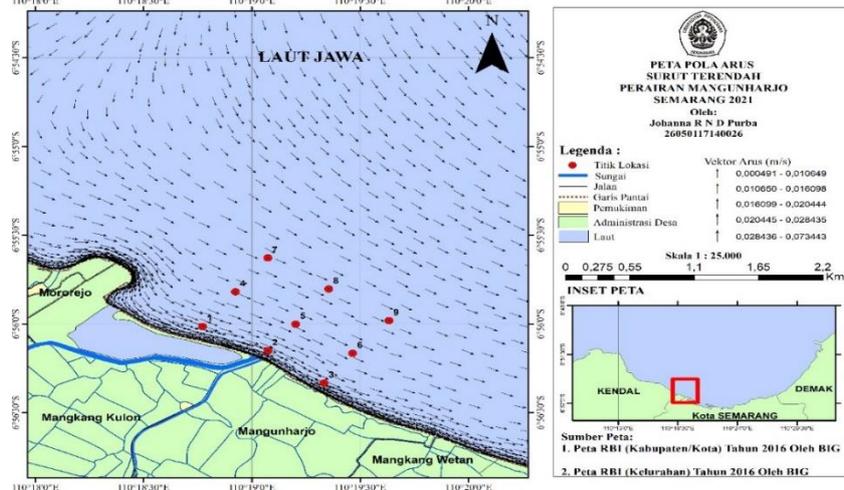
Hasil dari peta sebaran arus di Perairan Mangunharjo mempunyai karakteristik yang dominan bergerak pola arus menuju ke arah barat laut dan tenggara (Gambar 4-7). Secara umum, hasil pemodelan ketika kondisi pasang, air akan bergerak menuju daratan, dan sebaliknya pada saat surut akan menjauhi daratan. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan elevasi muka air, pada saat menuju pasang, muka air di laut lebih tinggi sehingga arus bergerak menuju pantai. Pola yang sebaliknya diperoleh pada saat menuju surut, yaitu ketika elevasi muka air di dekat daratan lebih tinggi, maka arus laut bergerak dari pantai menuju laut lepas. Kondisi ini pun mempengaruhi nilai kecepatan arusnya, pada saat kondisi di pasang dan surut, maka kecepatan arus agak menjadi kecil karena perbedaan elevasi muka air yang tidak dominan, sementara pada saat menuju pasang dan kondisi menuju surut, nilai kecepatan arus akan membesar dikarenakan adanya perbedaan elevasi yang cukup besar. Hal ini sejalan dengan Brown *et al.*, (1989) yaitu ketika kondisi surut terendah atau di titik elevasi muka air minimum dan kondisi pasang tertinggi atau elevasi muka air maksimum, kecepatan arus pasut akan bernilai minimum, sebaliknya pada saat transisi dari kondisi surut menuju pasang dan kondisi pasang menuju surut terjadi kecepatan maksimum. Perbedaan elevasi muka laut yang menyebabkan adanya perubahan kecepatan dan arah arus pasut yang terjadi di suatu perairan.



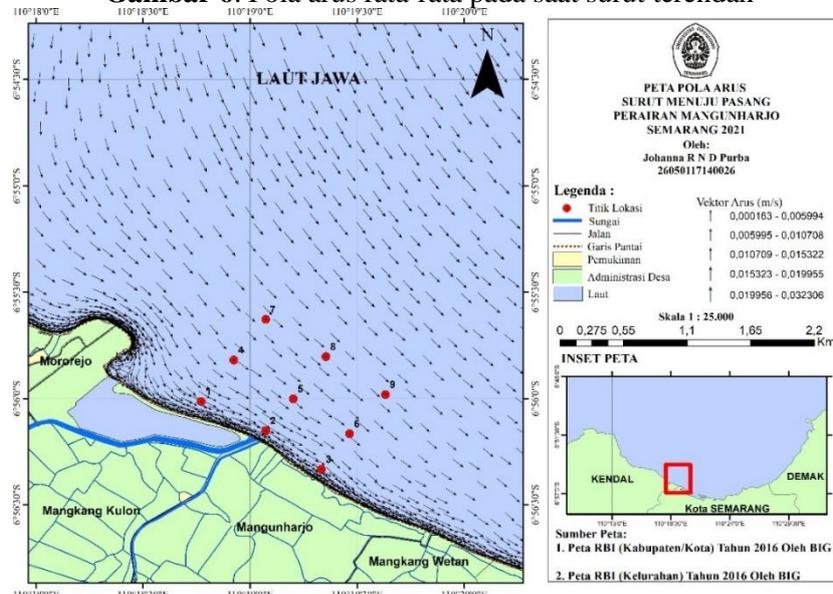
Gambar 4. Pola arus rata-rata pada saat pasang tertinggi



Gambar 5. Pola arus rata-rata pada saat pasang menuju surut



Gambar 6. Pola arus rata-rata pada saat surut terendah

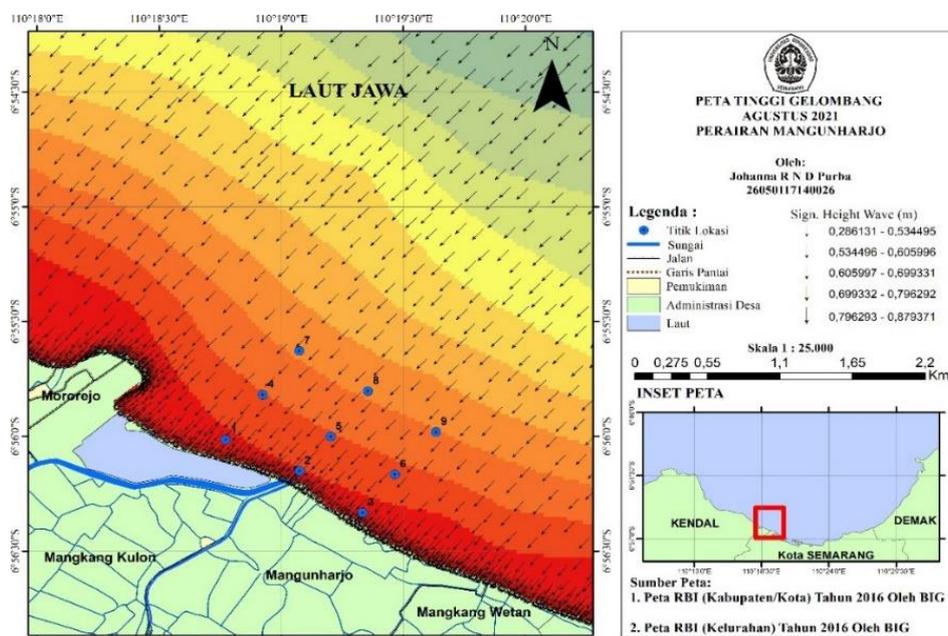


Gambar 7. Pola arus rata-rata pada saat pasang menuju pasang

Gelombang

Pemodelan tinggi gelombang diperoleh menggunakan Permodelan Hidrodinamika dengan modul *Spectral Wave*, dengan hasil yaitu tinggi gelombang signifikan dan arah datang gelombang pada area penelitian. Arah penjaralan gelombang hasil pemodelan menunjukkan arah datang gelombang dari Timur laut menuju ke daratan (Gambar 8). Secara umum, pola gelombang dan arah gelombang datang mengikuti pola batimetrinya, yaitu tinggi gelombang besar saat di laut lepas dan mengecil saat mendekati pantai akibat adanya pendangkalan yang menyebabkan terjadinya pembelokan gelombang (refraksi). Di daerah laut lepas pantai, tinggi gelombang mencapai 0,796 m - 0,879 m, sementara tinggi gelombang mengecil di daerah dekat pantai menjadi 0,286 - 0,534 m. Adapun tinggi gelombang di sepanjang area pantai dalam range 0,00 - 0,048 m. Hal ini sesuai dengan Triatmodjo (1999) yaitu gelombang yang menjaral dari laut dalam menuju laut dangkal akan mengalami refraksi atau pembelokkan gelombang yaitu gelombang akan mengalami pengurangan ketinggian gelombang yang dipicu adanya perbedaan kedalaman yang disebabkan adanya pengurangan tinggi gelombang yang diakibatkan oleh gesekan dasar.

Gelombang yang dihasilkan didominasi dibangkitkan oleh angin dan karekteristik gelombang yang diperoleh yaitu termasuk kategori gelombang kecil (tinggi gelombang < 1 m). Dikarenakan gaya pembangkitnya oleh hembusan angin yang relative kecil, maka ketinggian gelombang yang dihasilkan juga cenderung kecil. Pola tinggi gelombang pada bulan Agustus lebih rendah dikarenakan masuk ke bulan transisi dibandingkan pada musim barat atau timur yang pola anginya lebih kuat dan cenderung tidak seacak pada musim peralihan. Pengaruh monsoon ini dipengaruhi oleh adanya pola sirkulasi atmosfer yaitu pada musim peralihan, matahari bergerak melintasi khatulistiwa yang berdampak pada kecepatan angin menjadi lebih rendah (Sugianto, 2010).



Gambar 8. Peta tinggi gelombang

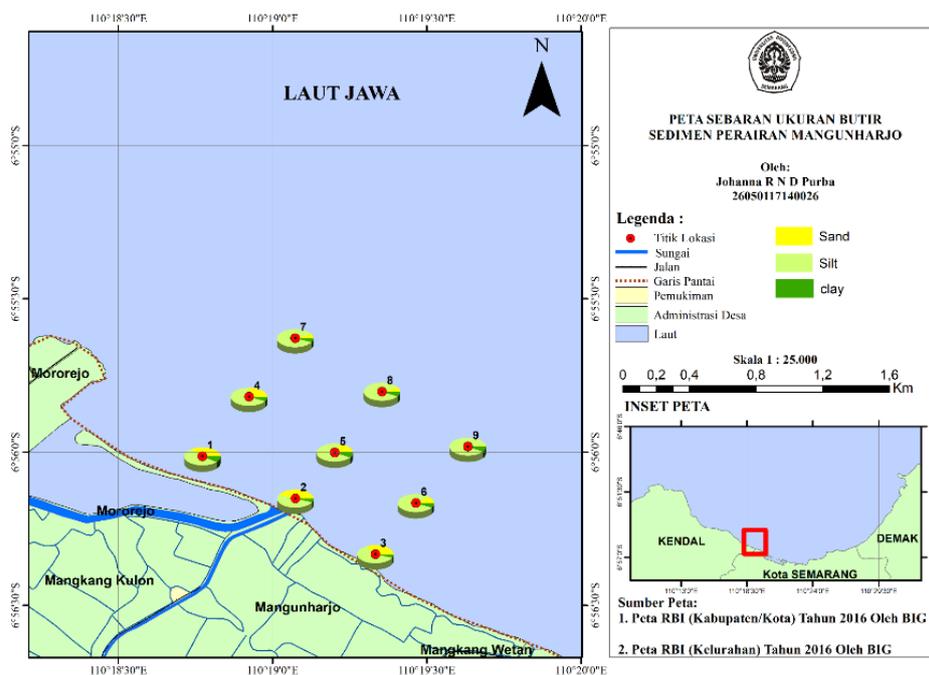
Sedimen Dasar

Hasil dari proses analisa sampel sedimen dasar di Perairan Mangunharjo ditunjukkan pada Tabel 3. dan Gambar 9. Hasil analisa ukuran butir sedimen dasar diproses selanjutnya dengan ArcGIS 10.3 untuk pembuatan peta sebaran jenis sedimen (Gambar 9). Peta persebaran jenis sedimen menunjukkan jenis sedimen di setiap titik stasiun pengambilan sampel sedimen. Pada perairan dengan jarak dibawah 4 m dari garis pantai, menunjukkan dominasi jenis sedimen pasir masih tergolong banyak. Sedangkan pada stasiun pengambilan sampel pada arah laut lepas menunjukkan dominasi jenis sedimen berupa lanau. Pada stasiun sampel sedimen yang berada di sungai menunjukkan dominasi jenis sedimen berupa pasir.

Sedimen jenis pasir lebih banyak ditemukan pada area sepanjang pantai. Hal ini dikarenakan oleh kecepatan arus yang mengangkut material sedimen, yaitu adanya debit sungai yang kuat yang membawa material sedimen berupa pasir dan lanau menuju laut. Aliran sungai dan arus laut bertemu di estuary atau muara sungai yang mengakibatkan aliran dari sungai dan arus laut mengecil, yang memicu sedimen berupa pasir mengendap di sepanjang pantai. Pengaruh dari gelombang tidak signifikan, dikarenakan energi gelombang kecil tidak dapat mendistribusikan sedimen dengan ukuran butir yang cukup besar seperti pasir dalam jarak yang jauh dan luas. Oleh karena itu, sebaran pasir hanya terfokus di sepanjang pantai. Sementara untuk ukuran butir sedimen yang lebih kecil dan ringan, akan terbawa arus ke lokasi yang lebih jauh.

Tabel 3. Analisa ukuran butir sedimen

Nama Stasiun	Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
1	35.72	53.34	6.93	Pasir
2	40.64	51.54	7.82	Pasir
3	35.52	58.77	5.71	Pasir
4	26.68	66.84	6.47	Lanau
5	16.32	77.08	6.58	Lanau
6	9.72	83.94	6.33	Lanau
7	5.94	87.96	6.08	Lanau
8	5.21	88.65	6.13	Lanau
9	3.68	90.47	5.84	Lanau



Gambar 9. Peta sebaran sedimen dasar Perairan Mangunharjo, Kota Semarang

Temuan ukuran butir sedimen yang kecil terbawa ke lokasi yang jauh, dikuatkan pada temuan di penelitian ini, yaitu lanau atau lempung yang memiliki ukuran butir lebih kecil, banyak ditemukan di area lepas pantai. Hal ini dikarenakan arus membawa sedimen ukuran halus ke daerah yang jauh, yang ketika tidak mendapatkan gaya penggerak akan mengalami pengendapan di perairan yang dalam. Ukuran butir halus seperti lempung hanya diperoleh persentase sebesar 6%, persentase yang rendah ini dipengaruhi oleh aktifitas kapal yang tinggi di muara sungai Perairan Mangunharjo, yaitu kondisi oseanografi seperti arus laut dan

gelombang laut yang tidak cukup mendukung untuk butir sedimen berupa lempung untuk mengendap diakibatkan adanya lalu lintas kapal yang cukup tinggi yang berdampak adanya peradukan massa air (mixing).

Arus dan gelombang laut memberikan pengaruh terhadap pengangkutan sedimen dasar melalui proses turbulensi dan distribusi massa air. Hasil peramalan gelombang didapatkan pada bulan Agustus 2021 memiliki tinggi gelombang dalam range 0,286 – 0,879 m. Range gelombang tersebut dikategorikan kecil karena tinggi gelombang di bawah 1 meter sehingga tidak akan berpengaruh secara signifikan pada pergerakan dan sebaran sedimen. Diperkuat lagi untuk gelombang dengan ketinggian yang relatif kecil tidak memungkinkan mentransportasikan sedimen dalam rentang jarak yang cukup panjang dan luas. Arus yang terjadi pada Perairan Mangunharjo cenderung memiliki kecepatan yang lebih besar di area lepas laut daripada di daerah pantai. Hal ini disebabkan oleh semakin dekat dengan pantai, kecepatan arus akan semakin berkurang karena adanya gesekan dengan batimetri yang terjadi proses pendangkalan. Hal sebaliknya, semakin besar kecepatan arus di daerah lepas laut menyebabkan terjadinya erosi pada daerah laut, dan akan membawa sedimen ke arah perairan dekat darat, yang menyebabkan proses sedimentasi di daerah dekat pantai.

KESIMPULAN

Hasil penelitian diperoleh bahwa Perairan Mangunharjo, Kota Semarang didominasi oleh ukuran butir pasir, lanau. Faktor oseanografi yang paling berpengaruh terhadap sebaran sedimen dasar perairan Mangunharjo adalah arus. Arah arus dominan mengarah ke tenggara dan barat laut mempengaruhi pola persebaran sedimen dasar yang arah penyebarannya mengikuti arah arusnya. Kecepatan arus di tiap titik pengambilan sampel berbanding lurus dengan perubahan ukuran butir sedimen. Arah gelombang datang didominasi dari arah timur laut, gelombang di perairan Mangunharjo relatif kecil yaitu >1 sehingga tidak berpengaruh signifikan pada sebaran sedimen dan sulit untuk dipindahkan oleh tenaga gelombang dengan rentang jarak yang panjang dan luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, E. H., Ismanto, A., dan Saputro, S. (2016). Studi Pengaruh Gelombang Terhadap Transport Sedimen di Perairan Timbuloko Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Journal of Oceanography*, 5(1): 77-85.
- Azhar, R. M., A. Wurjanto dan N. Yunita. 2011. Studi Pengamanan Pantai Tipe Pemecah Gelombang Tenggelam di Pantai Tanjung Kait. *Jurnal Program Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air.*, 10(1): 1-22.
- Bayhaqi, A. dan C. M. Dunga. 2015. Distribusi butiran sedimen di pantai Dalegan, Gresik, Jawa Timur. *DEPIK.*, 4(3): 153-159
- Bird, E. F. 1984. *Coast and Introduction to Coastal Geomorphology*. Third Edition. Basil Blackwell, Inc. USA. 360 hlm.
- Bird, E. C. F. and Ongkosongo, O. S. R. 1980. *Environmental Changes on the Coasts of Indonesia*. Tokyo: The United Nations University
- [CERC] Coastal Engineering Research Center. 1984. *Shore Protection Manual Volume I*, 4th ed., U.S. Army Coastal Engineering Research Center, Washington D. C., 337
- Dahuri, R., Jacob R., Sapta P. G. dan M. J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. P.T. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Kota Semarang [DKP]. 2009. *Perikanan dan Kelautan dalam Angka 2009: Dinas Perikanan dan Kelautan Kota Semarang*
- Erdian, O., Satriadi, A., dan Atmodjo, W. 2017. Studi Sebaran Jenis Sedimen Dasar Di Perairan Pantai Marina Ancol Jakarta. *Journal of Oceanography*, 6(1): 203-212.
- Fadhli, R., Setiyono, H., Subardjo, P., dan Agustiadi, T. 2017. Pengaruh Pola Arus Laut Terhadap Sedimen Dasar Di Perairan Pulau Lirang Maluku Barat Daya. *Journal of Oceanography*, 6(4): 588-598.

- Fadilla, L., Subiyanto, S., dan Suprayogi, A. 2017. Analisis arah dan prediksi persebaran fisik wilayah kota semarang tahun 2029 menggunakan sistem informasi geografis dan CA Markov model. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4): 517-525.
- Fajrin, F. M., Muskananfolo, M. R., dan Hendrarto, B. (2016). Karakteristik Abrasi dan Pengaruhnya terhadap Masyarakat di Pesisir Semarang Barat. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 5(2): 43-50.
- Folk, R. L. and Ward. 1957. Brazos River bar: A Study in Significance of Grain Size Parameter. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-26.
- Gemilang, W. A., U. J. Wisna dan G. A. Rahmawan. 2017. Distribusi Sedimen Dasar Sebagai Identifikasi Erosi Pantai di Kecamatan Brebes Menggunakan Analisis Granulometri. *Jurnal Kelautan.*, 10(1): 55-66.
- Hadi, S. Ivonne M. Radjawane. 2009. Arus Laut. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hartati, R., Pribadi, R., Astuti, R. W., dan Yesiana, R. 2016. Kajian pengamanan dan perlindungan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Tugu dan Genuk, Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2): 95-100.
- Kurniawan, A. dan R. A. Pradana. 2016. Pemodelan Aliran Material Sedimen Akibat Arus Pasang Surut Untuk Pemeliharaan Kedalaman Perairan Pelabuhan (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak-Teluk Lamong, Surabaya). *GEOID.*, 12(1): 60-67.
- Istiqomah, F., B. Sasmito dan F. J. Amarrohman. 2016. Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (DSAS) Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip.*, 5(1): 78-89.
- Ongkosongo, S. R. Otto dan Suyarso. 1989. Pasang Surat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta, 257 hlm
- Pettijohn, F. J. 1975. Sedimentary Rocks. Harper & Row, Publishers. New York. Pickard, G. L. and W. J. Emery. 1990. Descriptive Physical Oceanography An Introduction. 5th Enlarged Edition (In SI Units). Pergamon Press, Oxford.
- Pipkin, B.W., D.S Gorsline., R. E. Casey and D.E. Hammond. 1987. Laboratory Exercises in Oceanography. 2nd Edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- Prayudha, B. dan Suyarso. 2015. Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Genangan Rob dengan Studi Kasus, in: Kondisi Lingkungan Pesisir & Perairan Probolinggo, Jawa Timur. LIPI Press, Jakarta, 163 hlm.
- Saputra, A. D., Setiyono, H., & Saputro, A. A. D. 2016. Pemetaan Batimetri dan Sedimen Dasar di Perairan Karangsong, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1): 38-43.
- Subandi. 2011. Deskriptif Kualitatif Sebagai Satu Metode Dalam Penelitian Pertunjukan. Institut Seni Indonesia Surakarta. Harmonia. 11(2).
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, Bandung, 330 hlm.
- Romimohtarto K dan Juwana S. 1999. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi-LIPI.
- Siregar, C. R. E., Handoyo, G., dan Rifai, A. (2014). Studi pengaruh faktor arus dan gelombang Terhadap sebaran sedimen dasar di perairan Pelabuhan kaliwungu Kendal. *Journal of Oceanography*, 3(3): 338-346.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 397 hlm

_____. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai, 979-8541-58-2, Beta Offset, Yogyakarta.,490 hlm.

Wyrski, K. 1961. Physical oceanography of the south east Asian waters. California: Institute Oceanography.

Yuniastuti, E. 2016. Identifikasi tipologi dan dinamika, potensi dan permasalahan, dan strategi pengelolaan Wilayah kepebisiran di Wilayah kepebisiran Demak. Jurnal Geografi, 8(1).