

Sebaran Ukuran Butir di Perairan Kemujan, Karimunjawa

Ryan Akhmal Hidayat, Lilik Maslukah*, Muhammad Zainuri

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

Abstrak

Pulau Kemujan memiliki kelimpahan sumberdaya ekosistem seperti ekosistem karang, mangrove dan lamun. Perairan bagian barat memiliki bentuk yang unik, karena ada sebagian perairannya berada pada lokasi yang tertutup oleh daratan dan tumbuh subur pohon mangrove. Keberadaan ekosistem mangrove dan bentuk perairan yang semi tertutup akan berpengaruh terhadap distribusi ukuran butirnya. Kajian sebaran sedimen pada Pulau Kemujan ditujukan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi sedimen dan keterkaitannya dengan proses hidrooseanografi yang terjadi. Daerah penelitian mencakup perairan tertutup dan perairan terbuka sebanyak 30 stasiun. Sampel sedimen diambil menggunakan Vanveen grab. Analisis ukuran butir sedimen menggunakan metode *dry sieving* (pengayakan) dan *wet sieving* (pemipetan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran sedimen lebih didominasi oleh pasir dan jenis sedimen halus ditemukan di perairan yang lebih dalam ≥ 7 meter serta lokasi stasiun jauh dari sumbernya (daratan). Pola distribusi sedimen kasar berkaitan dengan kondisi arus yang lebih lemah dan ditemukan pada perairan lebih dangkal.

Kata kunci: Ukuran Butir, Sedimen, Arus, Karimunjawa

Abstract

Kemujan Island has ecosystem resources such as coral, mangrove and seagrass ecosystems. The western waters have a unique shape, because some of the waters are in a location that is covered by land and mangrove trees thrive. the existence of mangrove ecosystems and the shape of the waters that are semi-enclosed will affect the grain size distribution. The study of the distribution of sediments on Kemujan Island is aimed at obtaining an overview of the sediment conditions and their relationship to the hydrooceanographic process. The research area of closed waters and open waters is 30 stations. Sediment samples were taken using a vanveen grab. Sediment grain size analysis used dry sieving and wet sieving (pipepeting) methods. The results obtained show that the distribution of sediment patterns is more dominated by sand and the type of fine sediment is found in deeper waters ≥ 7 meters and the location of the station is far from the source (land). The distribution pattern of coarse sediment is associated with weaker currents and shallower waters.

Keywords: Grain Size, Sediments, Current, Karimunjawa

PENDAHULUAN

Studi karakteristik tekstur endapan suatu pantai dapat digunakan dalam membedakan lingkungan pengendapan sedimen. Endapan yang terdistribusi dipantai pada umumnya merupakan hasil pengaruh dari energi gelombang dan morfologi pantai. Karakteristik ukuran butir di daerah pasang surut akan mengalami perubahan seiring dengan proses transportasi sedimen yang terjadi. Arus pasang surut air laut mempunyai peranan penting dalam perubahan karakteristik tekstural endapan pantai. Proses dinamika yang terjadi ini akan menghasilkan suatu pola distribusi sedimen, dimana setiap wilayah akan memiliki perbedaan dan masing-masing akan memberikan karakteristik tertentu.

Analisis ukuran butir dalam sedimen dilakukan untuk menentukan tipe sedimen dan persebarannya, serta dapat digunakan untuk mengetahui dinamika dan energi di lingkungan pengendapannya (Stewart, 1958). Sebaran ukuran butir sedimen sangat terkait dengan energi yang berupa energi gelombang, arus, atau pasang surut. Oleh karena itu, dalam penentuan distribusi ukuran butir sedimen diperlukan analisis terkait hubungan

antara ukuran butir sedimen dengan faktor oseanografi yang mempengaruhinya. Klasifikasi sedimen telah banyak membantu para geologis untuk mendapatkan informasi proses yang terjadi pada suatu perairan di masa lampau (Webster *et al.*, 2003). Karakteristik sedimen dapat menggambarkan asal-usulnya, proses pelapukan, erosi atau abrasi, serta proses transpor dan pengendapan material sedimen (Pereira *et al.*, 2013; Saniah *et al.*, 2014). Pola distribusi ukuran butiran sedimen dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu: ketersediaan sumber sedimen dan kondisi hidrodinamis selama mengalami transpor dan deposisi sedimen (Neopane dan Surendra, 2013; Sivasamandy dan Ramesh, 2014). Distribusi ukuran butir dapat dijadikan indikator perilaku pada aliran sedimen disuatu wilayah perairan (Abdulkarim *et al.*, 2011; Junaidi dan Wigati, 2011; Nugroho dan Basit, 2014).

Pulau Kemujan memiliki kelimpahan sumberdaya ekosistem seperti ekosistem karang, mangrove dan lamun. Pada wilayah barat, kondisi perairannya lebih unik, merupakan bentuk yang tertutup, seperti teluk. Dengan bentuknya yang demikian akan berpengaruh terhadap pola sebaran sedimen dan arus. Penelitian sebelumnya tentang pola arus dan pasang surut di Pulau Kemujan Karimunjawa telah dilakukan oleh Rizki *et al.*, (2021). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Hickmah *et al.*, (2021), bahwa sedimen di area vegetasi mangrove, yang merupakan sumber sedimen daratan, memiliki jenis fraksi pasir dengan prosentase mencapai 99,465-99,894%. Penelitian terkait kandungan dan pola sebaran sedimen di sekitar perairan ekosistem mangrove di pulau Kemujan dalam area lebih luas belum pernah dilakukan.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi: sampel sedimen, pH sedimen dan kedalaman perairan. Data sekunder yang digunakan meliputi: batimetri tahun 2020 dari Pusat Pemanfaatan Pengideraan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), pasang surut 15 September – 13 Oktober 2020 dari Badan Informasi Geospasial (BIG), peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) 2017 skala 1:25.000 dari Indonesia Geospatial Portal, dan angin 15 September – 13 Oktober 2020 dari *Climate Copernicus*.

Metode Penelitian

Metode penelitian pada penelitian ini ialah metode deskriptif kuantitatif. Menurut Rukajat (2018) penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha menggambarkan fenomena yang terjadi secara nyata, realistik, aktual, nyata dan pada saat ini. Data penelitian yang berupa angka dan analisis menggunakan statistik maka perlu dilakukan pendekatan metode kuantitatif (Hardani *et al.*, 2020). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, yakni pengukuran di lapangan dan analisa sampel sedimen di Laboratorium Geologi Laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Metode Penentuan Lokasi Penelitian

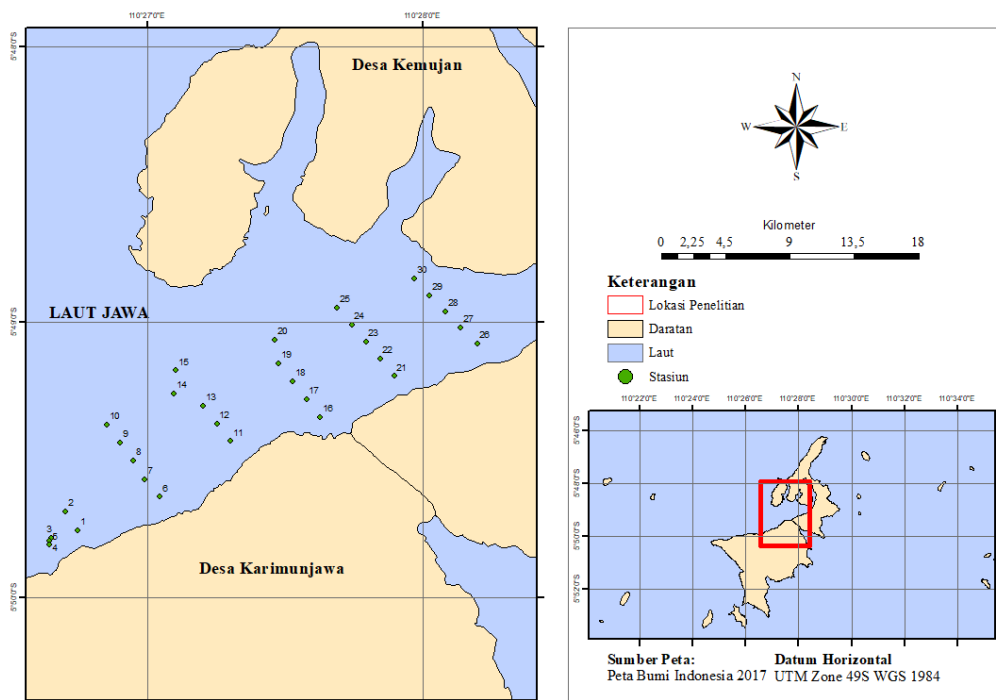
Penentuan lokasi penelitian berdasarkan keadaan yang dapat mewakili secara keseluruhan daerah penelitian. Stasiun 1 hingga 15 mewakili daerah perairan tertutup dan stasiun 16 hingga 30 mewakili daerah perairan terbuka. Lokasi stasiun lebih lengkap dapat disajikan pada Gambar 1.

Metode Pengambilan Sampel

Sampel sedimen diambil dengan menggunakan alat sediment *grab*, kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel (*ziplock*) serta diberi keterangan stasiun dengan label. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam kontainer yang nantinya akan diukur pH sedimen dengan *soil* pH meter. Kedalaman perairan diukur berdasarkan koordinat GPS pada setiap stasiun pengambilan sampel.

Metode Analisis Sedimen

Analisis ukuran butir (*grain size*) dengan metode *dry sieving* (pengayakan) (Eleftheriou, 2013) dan *wet sieving* (pemipetan) (Buchanan, 1984 dalam Mc Intyre dan Holme, 1984).



Gambar 1. Peta penelitian

Metode Analisis Batimetri

Data batimetri ini merupakan data dari *landsat 8* menggunakan metode *stump* dengan format *tif*. Data batimetri dan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2017 skala 1:25.000 dari Indonesia Geospatial Portal kemudian diolah dengan *software ArcGIS 10.5* lalu mengaplikasikan fitur *arctoolbox* sehingga mendapatkan nilai kedalaman berupa kontur. Hasil analisis batimetri berupa peta kontur kedalaman.

Metode Analisis Pemodelan Arus

Metode analisis data arus menggunakan pemodelan matematik. Pada *pre-processing* model matematik *21 flow model fm* data yang digunakan adalah data angin, data pasang surut, data batimetri dan data garis pantai perairan Karimunjawa sebagai *boundary*.

Processing model memasukkan *time interval* simulasi model dan *running* model. *Post-processing* model data diekstrak dalam format angka dan selanjutnya diproses dengan *software ArcGIS* untuk membuat *layout* (Dewanti *et al.*, 2016).

Metode Analisis Pasang Surut

Metode pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty* dengan *software Microsoft Excel 2013*. Hasil pengolahan metode *Admiralty* ialah fase (*g*) setiap komponen pasang surut dan elevasi muka air serta nilai amplitudo (*a*). Penentuan tipe pasang surut berdasarkan nilai *formzhal* (*f*) yang didapatkan dari pengolahan nilai amplitudo (*a*) (Ichsari *et al.*, 2020). Hasil analisis pasang surut berupa tabel konstanta harmonik pasang surut dan grafik pasang surut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

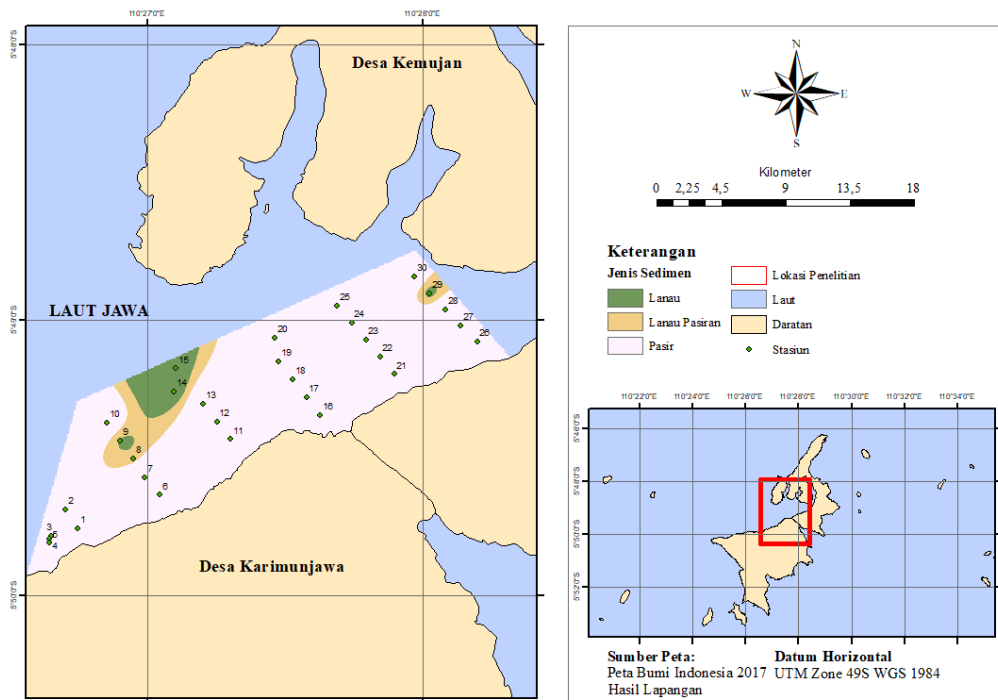
a. Hasil

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, jenis sedimen dasar yang terdapat pada perairan Taman Nasional Karimunjawa beragam berupa pasir, lanau pasiran, dan lanau. Pasir lebih mendominasi semua stasiun. Jenis lanau dan lempung hanya ditemukan pada perairan dengan kedalaman ≥ 7 meter. Prosentase

masing-masing jenis sedimen secara lengkap disajikan pada Tabel 1 dan pola sebarannya disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Hasil analisa ukuran butir, jenis sedimen dan kedalaman perairan

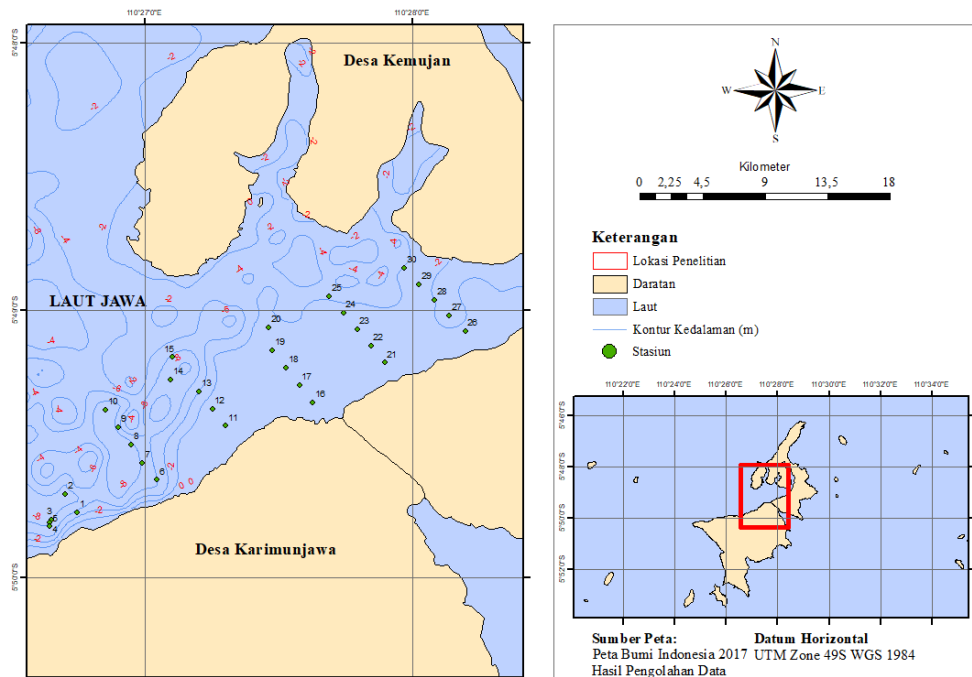
Stasiun	Fraksi Sedimen (%)				Jenis Sedimen	Kedalaman perairan (m)
	Pasir	Lanau	Lempung	Lumpur		
1	97,79	2,13	0,07	2,21	Pasir	1,1
2	98,57	1,32	0,11	1,43	Pasir	3
3	98,35	1,46	0,19	1,65	Pasir	1,1
4	98,93	0,98	0,10	1,07	Pasir	1
5	96,27	3,40	0,33	3,73	Pasir	0,8
6	97,95	1,86	0,19	2,05	Pasir	1
7	98,84	1,03	0,13	1,16	Pasir	2,5
8	41,51	57,87	0,62	58,49	Lanau Pasiran	14
9	23,72	75,74	0,54	76,28	Lanau	14
10	93,63	5,74	0,64	6,37	Pasir	14
11	98,24	1,62	0,14	1,76	Pasir	1,3
12	98,78	1,12	0,10	1,22	Pasir	1,5
13	98,70	1,16	0,14	1,30	Pasir	2
14	2,19	97,17	0,64	97,81	Lanau	8
15	3,75	92,93	3,32	96,25	Lanau	9
16	98,33	1,48	0,19	1,67	Pasir	0,1
17	98,21	1,58	0,20	1,79	Pasir	0,45
18	98,43	1,44	0,13	1,57	Pasir	0,8
19	98,43	1,49	0,08	1,57	Pasir	1
20	98,50	1,28	0,22	1,50	Pasir	1,3
21	98,60	1,35	0,06	1,40	Pasir	0,1
22	97,71	2,15	0,14	2,29	Pasir	0,1
23	98,76	1,10	0,14	1,24	Pasir	0,28
24	98,40	1,48	0,12	1,60	Pasir	0,3
25	98,28	1,61	0,10	1,72	Pasir	0,35
26	97,56	2,29	0,15	2,44	Pasir	3
27	98,04	1,90	0,06	1,96	Pasir	4
28	98,63	1,33	0,04	1,37	Pasir	4
29	13,67	82,06	4,27	86,33	Lanau	7
30	98,23	1,70	0,08	1,77	Pasir	8



Gambar 2. Peta sebaran sedimen dasar

- **Batimetri**

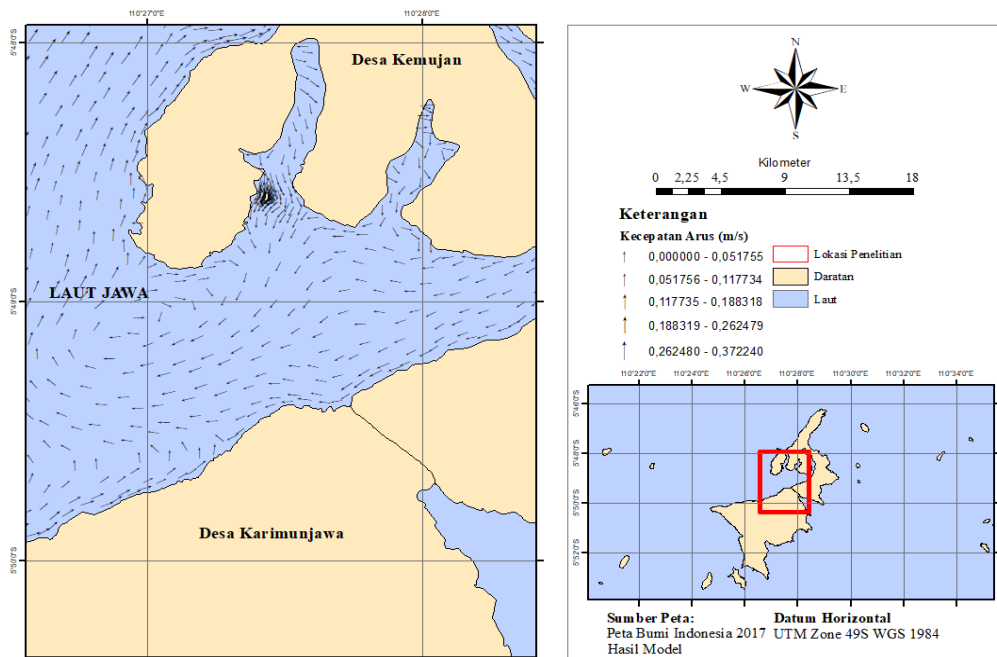
Hasil pengolahan data batimetri berupa peta kontur kedalaman perairan Taman Nasional Karimunjawa dapat dilihat pada Gambar 3. Pengukuran dilakukan pada kedalaman 0,1 meter hingga 14 meter.



Gambar 3. Peta kontur kedalaman

- Arus

Besarnya vektor arus saat surut berkisar 0,051755 m/s hingga 0,372240 m/s dengan dominan arah barat daya dan timur laut. Peta pola arus saat surut perairan Kemujan Karimunjawa dapat dilihat pada Gambar 4.



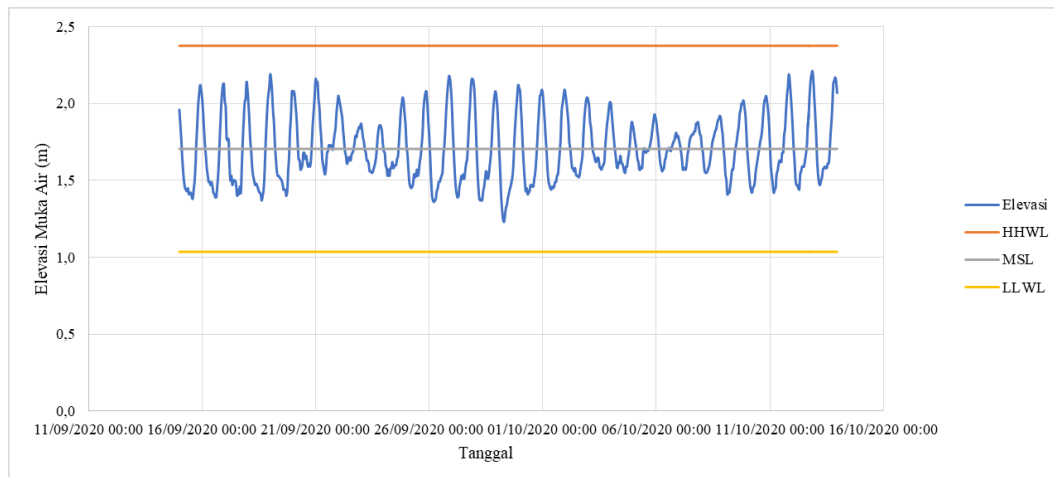
Gambar 4. Peta pola arus saat surut perairan Kemujan

- Pasang Surut

Koordinat stasiun pasang surut berada pada 5°47'16.44"S dan 110°28'37.20"E. Konstanta harmonik pasang surut perairan dapat dilihat pada Tabel 2. Fluktuasi grafik pasang surut saat pengambilan sampel (15 September – 13 Oktober 2020) disajikan pada Gambar 5.

Tabel 2. Konstanta harmonik pasang surut perairan Kemujan

Komponen	Amplitudo (cm)	Beda Fase (°)
S ₀	170,53	0,00
M ₂	5,56	307,88
S ₂	6,03	304,99
N ₂	2,63	90,40
K ₁	30,79	212,25
O ₁	12,85	85,89
M ₄	0,67	68,00
MS ₄	0,41	156,53
K ₂	1,63	304,99
P ₁	10,16	212,25



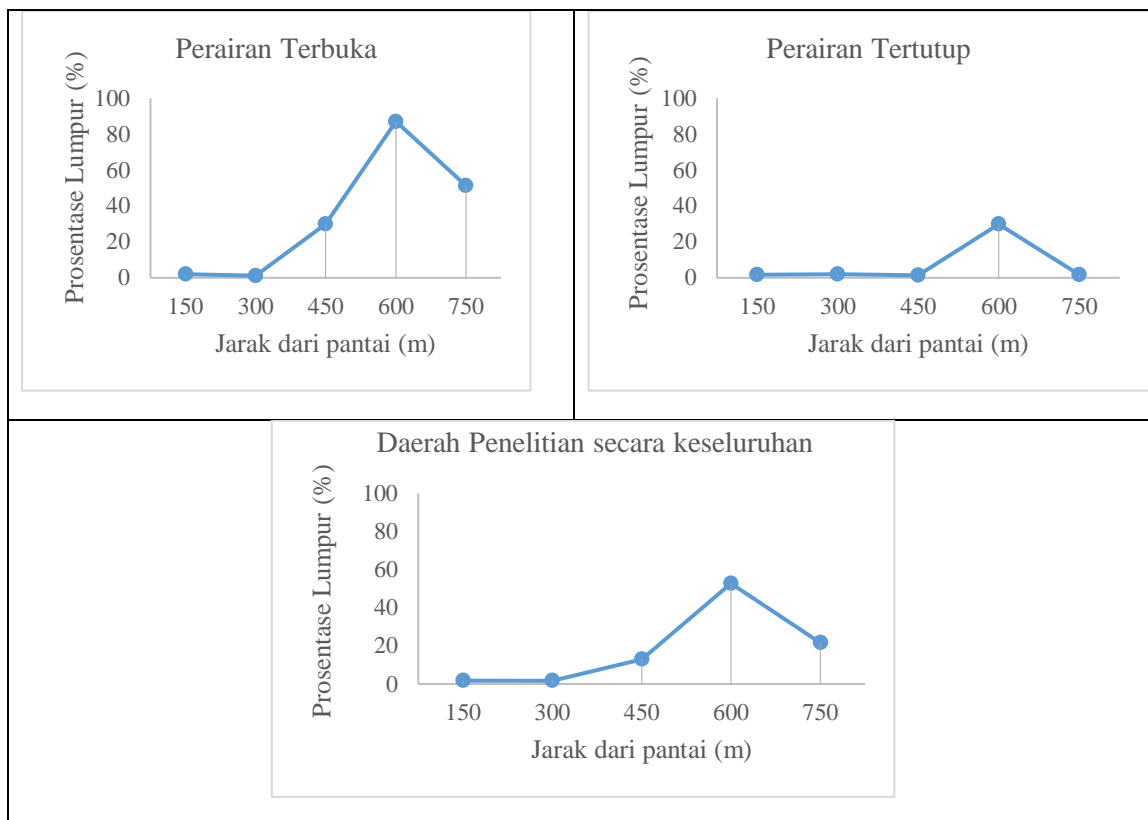
Gambar 5. Grafik pasang surut 15 September – 13 Oktober 2020

b. Pembahasan

Pulau Kemujan berada di sebelah utara Pulau Karimunjawa. Perairan ini memiliki karakteristik pasang surut campuran condong ke harian tunggal dalam setiap harinya (Gambar 5). Arus saat surut berkisar 0,052 m/s hingga 0,372 m/s dengan dominan arah barat daya dan timur laut. Hasil penelitian oleh Rizki *et al.*, (2019) dan Dinda *et al.*, (2012) sebelumnya juga menjelaskan bahwa karakteristik arus di perairan Taman Nasional Karimunjawa yang berada di Pulau kemujan didominasi oleh jenis arus pasang surut. Hasil model arus oleh Rizki *et al.*, (2019) mendapatkan kecepatan rata-rata sebesar 0,078 m/s dengan pergerakan lebih dominan ke arah barat, memiliki fenomena divergen, konvergen dan turbulen. Kondisi batimetri di perairan tersebut merupakan perairan dangkal dan perbedaan nilai pasang surut berkisar antara 0,3 – 1 m. Magori (2009) mengelompokkan pasut ini adalah jenis pasang surut mikro.

Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan nilai formzhal sebesar 3,76 menunjukkan tipe pasang surut di perairan Taman Nasional Karimunjawa ialah pasang surut harian tunggal dengan *Mean Sea Level* (MSL) sebesar 170,53 cm, *Highest High Water Level* (HHWL) sebesar 238 cm, *Lowest Low Water Level* (LLWL) sebesar 104 cm. Pola ini sama dengan hasil Gamellia *et al.*, (2019) yang menjelaskan bahwa tipe pasang surut perairan Karimunjawa termasuk jenis pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) yaitu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

Kondisi arus yang terjadi akan berpengaruh terhadap pola sebaran jenis sedimen. Hasil penelitian mendapatkan bahwa perairan Kemujan, Karimunjawa didominasi oleh jenis pasir. Hasil Nugroho dan Putra (2019) di perairan kepulauan, yaitu di Pulau Sumba, NTT juga menemukan bahwa ukuran butir yang ditemukan pada daerah pasang surut didominasi oleh jenis pasir. Selain fraksi pasir, jenis sedimen lebih halus juga ditemukan yaitu lanau pasiran yang hanya ditemukan di stasiun 8 dan jenis lanau pada stasiun 9, 14, 15, 29. Berdasarkan jarak dari pantai, nilai rata – rata fraksi halus (lanau+lempung) mengalami fluktuasi dan pada lokasi perairan terbuka dan tertutup masing-masing memiliki pola yang berbeda (Gambar 6). Pereira *et al.*, (2013) dan Saniah *et al.*, (2014) menjelaskan bahwa karakteristik sedimen disetiap wilayah dapat menggambarkan asal-usulnya, proses pelapukan, erosi atau abrasi, serta proses transpor dan pengendapan material sedimen. Pola distribusi ukuran butir yang terjadi menggambarkan perilaku aliran sedimen (Nugroho dan Basit, 2014). Hasil penelitian oleh Hickmah *et al.*, (2021) di area mangrove Kemujan, yang merupakan salah satu sumber sedimen dasar perairan lokasi penelitian adalah berjenis pasir dengan prosentase mencapai 99,47-99,89%.



Gambar 6. Pola fluktuasi jenis sedimen lumpur (silt+clay) berdasarkan jarak dari pantai

Berdasarkan Gambar 6, secara keseluruhan pola prosentase fraksi lumpur (jumlah silt+clay) mempunyai pola yang sama, yaitu ditemukan tinggi pada jarak 600 m dari pantai. Perbedaan nilai hanya pada jarak 450 dan 750. Nugroho dan Putra (2019) menunjukkan adanya perbedaan pola sebaran ukuran butir di perairan pantai dipengaruhi oleh kondisi pasang surut setiap wilayah dan kecepatan arusnya. Ukuran butir merupakan indikasi kuat atau lemahnya kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada lingkungan pengendapan tersebut (Rifardi, 2008). Selain hal tersebut juga berkaitan dengan kedalaman perairan. Pada hasil penelitian ini, stasiun dengan kedalaman ≥ 7 meter (stasiun 8, 9, 10, 19 dan 20), memiliki ukuran butir yang cenderung lebih halus. Tingginya fraksi pasir dekat daratan, karena berkaitan dengan melemahnya arus akibat peredaman oleh dasar perairan. Sedimen dasar di daerah penelitian secara umum bergerak mengikuti pola batimetri dan terdapatnya perbedaan pola fluktuasi juga bergantung pada sumber sedimen. Gemilang *et al.*, (2018), menjelaskan bahwa perbedaan ukuran butir sedimen menunjukkan asal sumber sedimen dan pada umumnya wilayah pantai memiliki ukuran butir lebih kasar karena berkaitan dengan kedalamannya yang dangkal. Pengurangan kecepatan oleh proses peredaman menyebabkan partikel yang lebih kecil tidak akan mengalami proses pengendapan namun akan terbawa oleh arus laut ke lokasi yang lebih jauh dan membutuhkan waktu pengendapan relatif lebih lama atau akan tetap menjadi sedimen tersuspensi di kolom air. Sesuai dengan prinsip pengendapan bahwa fraksi kasar akan terlebih dahulu mengalami proses pengendapan (Rifaldi, 2008). Selanjutnya dijelaskan oleh Dyer (1986) bahwa sedimen dengan ukuran yang lebih halus lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat bergerak daripada ukuran kasar. Nugroho dan Basit (2014) menjelaskan bahwa perairan yang didominasi oleh pasir halus – kasar menunjukkan bahwa sedimen telah mengalami proses deposisi. Proses deposisi dipengaruhi arus yang bekerja pada lingkungan tersebut dan mengakibatkan ukuran butir sedimen yang mengendap tercampur secara acak. Pada umumnya, sedimen *silt* ditemukan pada perairan yang lebih dalam dan jauh dari sumbernya. Semakin menjauhi arah pantai ataupun teluk maka ukuran butir yang diperoleh akan semakin halus (Nugroho dan Basit, 2014). Hasil penelitian Sihombing *et al.*, (2021) di Perairan Sungai Jajar Demak, juga mendapatkan bahwa sedimen lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) mengalami pengendapan jauh dari sumbernya dan tidak terendapkan di daerah muara sungai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa jenis sedimen di Perairan Pantai Kemujan, Karimunjawa didominasi oleh fraksi pasir. Hal ini sangat berkaitan dengan perairan yang lebih dangkal. Fraksi lebih halus hanya ditemukan pada perairan dengan kedalaman ≥ 7 meter. Pola sebaran jenis sedimen ini dipengaruhi oleh lemahnya arus wilayah dekat perairan, sehingga hanya sedimen kasar yang mengalami pengendapan dan sedimen halus lebih terbawah jauh dari pantai. Demikian juga oleh pengaruh dari sumber sedimen itu sendiri (dari darat) yang berjenis dominan pasir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian penelitian yang didanai oleh Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia, dengan skema hibah “Penelitian Fundamental” nomor 257-16/UN7.6.1/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim R., E.A. Akinnigbagbe, D.O. Imo, M.I. Titocan, M.P. Ibitola, B.R. Faleye, O.O. Shonde, O.R. Jimoh, and O.B. Abe. 2011. Sedimento-logical variation in beach sediments along the barrier lagoon coastal system, Lagos, South West Nigeria. *Nature and Science*, 9(9):19-26.
- Afiati, R. N. A., A. Rustam, T.L. Kepel, N. Sudirman, M. Astrid, A. Daulat, P. Mangindaan, H.L. Salim, & A.A. Hutahaean. 2014. Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten. *J. Segara*, 10(2) : 119-127.
- Dewanti, N.P., Muslim dan R.P. Wahyu. 2016. Analisis Kandungan Karbon Organik Total (KOT) dalam Sedimen di Perairan Sluke Kabupaten Rembang. *Jurnal Oseanografi*, 5(2): 202-210.
- Gamellia, L. N., Purwanto, S. Widada, P. Subardjo, Muslim, dan Rikha. 2019. Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1).
- Gemilang, W.A, G.A. Rahmawan, R. Dhiauddin, & U.J. Wisna. Karakteristik sebaran sedimen pantai Utara Jawa Studi kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*. 13(2):65-74.
- Hardani, H. Andriani, J. Ustiawaty, E. F. Utami, R.R. Istiqomah, R. A. Fardani, D. J Sukmana, & N.H. Auliya. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Ilmu.
- Hickmah, N., L. Maslukah, S. Y. Wulandari, D. N. Sugianto, and A. Wirasatriya. 2021. Kajian Stok Karbon Organik dalam Sedimen di Area Vegetasi Mangrove Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4): 88 – 95.
- Ichsari, L., F. G. Handoyo, H. Setiyono, A. Ismanto, J. Marwoto M. Yusuf, dan A. Rifai. 2020. Studi Komparasi Hasil Pengolahan Pasang Surut Dengan 3 Metode (Admiralty, Least Square dan Fast Fourier Transform) di Pelabuhan Malahayati, Banda Aceh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2).
- Junaidi dan R. Wigati. 2011. Analisis para-meter statistik butiran sedimen dasar pada sungai alamiah (studi kasus Sungai Krasak Yogyakarta). *Wahana Teknik Sipil*, 16(2):46–57
- Magori, C. 2009. *Tidal analysis and prediction in the Western Indian Ocean Regional Report Western Indian Ocean Marine Science Association (WIOMSA) and Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)*. 44p.
- Mc Intyre, A.D. and N.A. Holme. 1984. *Methods for the Study of Marine Benthos*. 2nd ed. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 387 p.
- Meng, J., P. Yao, Z. Yu, T. S. Bianchi, B. Zhao, H. Pan and D. Li. 2014. Speciation, Bioavailability and Preservation of Phosphorus of the Changjiang Estuary and Adjacent East China Sea Inner Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*., 144:27-38.
- Neopane, H.P. and S. Surendra. 2013. Particle size distribution and mineral analysis of sediments in Nepalese hydropower plant: a case study of Jhimruk hydropower plant. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 9(1):29-36.
- Nugroho, S.H. dan A. Basit. 2014. Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *J. Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1):229-240.
- Nugroho, S.H. dan P.S. Putra. 2019. Karakteristik Sebaran Besar Butir Endapan Pantai Pulau Sumba, Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Data Ukuran Butir dan Geokimia Characteristics of Grain Size Distribution on Beaches Sediment of Sumba Island, Nusa Tenggara Timur Based on Grainsize and Geochemical Data. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(3): 153 - 164

- Pereira, N.S., V.A.V. Manso, R.J.A. Macedo, J.M.A. Dias, and A.M.C. Silva. 2013. Detrital carbonate sedimentation of the Rocas Atoll, South Atlantic. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(1):57-72.
- Rifardi. 2008. Deposisi Sedimen di Perairan Laut Paya Pesisir Pulau Kundur-Karimun-Riau. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 13(3): 147-152
- Rizki, N., L Maslukah, D.N. Sugianto, A. Wirasatriya, M. Zainuri, A. Ismanto, A. R. Purnomo and A. D. Ningrum. Distribution of DO (Dissolved Oxygen) and BOD (Biological Oxygen Demand) in the Waters of Karimunjawa National Park using Two-Dimensional Model Approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 750:012014. doi:10.1088/1755-1315/750/1/012014.
- Rukajat, A. 2018. *Pendekatan Penelitian Kuantitatif Quantitative Research Approach*. Deepublish, Yogyakarta, 160 hlm.
- Saniah, S. Purnawan, dan S. Karina. 2014. Karakteristik dan kandungan mineral pasir pantai Lhok Mee, Beureunut dan Leungah, Kabupaten Aceh Besar. *Depik*, 3(3):263-270.
- Sihombing, D.Y.S., M. Zainuri, L. Maslukah, S. Widada, and W. Atmodjo. 2021. Studi Sebaran Ukuran Butir Sedimen Di Muara Sungai Jajar, Demak, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1): 111-119. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.10665>.
- Sivasamandy, R. and R. Ramesh. 2014. Granulometric Studies of the Sediments from Kolakkudi Lake, Musiri Taulk, Trichirapalli District, Tamilnadu, India. *International Research Journal of Earth Science*, 2, 1-10.
- Stewart, H.B., 1958. *Sedimentary Reflection on Depositional Environment, in San Mignellagoon, Baja California, Mexico*. AAPG Bull. 42: 2567
- Wahyuningsih, A., W. Atmodjo, S.Y. Wulandari, L. Maslukah dan Muslim. 2020. Distribusi Kandungan Karbon Total Sedimen Dasar di Perairan Muara Sungai Kaliboyo, Batang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1): 24-30
- Webster, I.T., P.W. Ford, B. Robson, N. Margvelashvili, and J.S. Parslow. 2003. *Conceptual models of the hydrodynamics, fine-sediment dynamics, biogeochemistry, and primary production in the Fitzroy Estuary*. Final report to CRC coastal zone, estuary, and waterway management for project CM-2. 43p.
- Wirasatriya, A., M. N. Nurrahman, L. Maslukah, S. Y. Wulandari, D. N. Sugianto dan N. S. Adi. 2021. Role of the Seagrass Bed at Kemujan Island, Karimunjawa Islands, Indonesia, as a Carbon Sink Area. *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 14 (1): 33-43. doi:10.18848/1835-7156/CGP/v14i01/33-43.