

PEMANTAUAN SEDIMENTASI MENGGUNAKAN DATA BATIMETRI HIGH FREQUENCY DI PERAIRAN SAYUNG, DEMAK-JAWA TENGAH

(Monitoring of Sedimentation Using High Frequency Bathymetry Data in Sayung Waters,
Demak- Central Java)

Koko Ondara, dan Guntur Adhi Rahmawan

Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir, Kementerian Kelautan dan Perikanan
Jl. Raya Padang painan KM.16, Bungus- Padang, Sumatera Barat, Indonesia)

E-Mail: koko_ondara@alumni.itb.ac.id

Diterima: 1 Maret 2019; Direvisi: 20 Maret 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan: 4 Mei 2020

ABSTRAK

Kecamatan Sayung merupakan wilayah terabrasi di Kabupaten Demak yang terkena dampak paling parah dari kenaikan muka air laut di kawasan Pantai Utara Jawa. Perencanaan untuk pembuatan struktur pelindung pantai kawasan pesisir Sayung, Demak, Jawa Tengah sebagai salah satu solusi dalam mengendalikan dampak abrasi yang terjadi memerlukan penelitian batimetri (kedalaman perairan laut) untuk memantau besarnya sedimentasi yang ada di perairan laut tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman perairan, volume sedimen, kemiringan topografi dasar perairan serta ketebalan sedimen dasar perairan. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2016 dan tahun 2018. Data batimetri diperoleh dengan pengukuran langsung di lapangan pada tahun 2016 dan 2018. Data tersebut diperoleh menggunakan *echosounder* dual frekuensi. Kemudian data tersebut dikoreksi terhadap pasut lalu dihitung tebal sedimen yang diperoleh menggunakan pemodelan numerik. Hasil analisis proses sedimentasi yang terjadi di dasar perairan menunjukkan adanya penambahan ketebalan sedimen sebesar 0.32 m dengan pertambahan volume sedimen sebesar 1.181.731,38 m³.

Kaca Kunci: Sedimentasi, transport sedimen, Demak, erosi, banjir rob

ABSTRACT

Sayung Subdistrict is an abrasion area in Demak Regency which was most severely affected by sea level rise in the North Coast region of Java. Planning for the construction of coastal protective structures in the Sayung coastal area, Demak, Central Java as one of the solutions in controlling the impact of abrasion that occurs requires bathymetry research (depth of ocean waters) to monitor the amount of sedimentation in these waters. The purpose of this study was to determine the depth of the waters, the volume of sediments, the slope of the topography of the bottom of the waters and the thickness of the bottom sediments of the waters. This research was carried out in 2016 and 2018. The results of the analysis of sedimentation processes that occur at the bottom of the waters indicate an increase in sediment thickness of 0.32 m with an increase in sediment volume of 1,181,731.38 m³.

Keywords: sedimentation, sediment transport, Demak, erosion, tidal flood

PENDAHULUAN

Kondisi suatu wilayah pesisir erat kaitannya dengan sistem sungai yang bermuara serta perubahan sifat fisik sungai yang mungkin terjadi, baik yang disebabkan oleh proses alami maupun akibat kegiatan manusia; baik yang terjadi di hulu maupun hilir, akan mempengaruhi wilayah pesisir yang bersangkutan (Supriharyono, 2000). Bencana erosi sangat berkaitan erat dengan proses akresi yaitu sedimentasi pantai yang terjadi bila jumlah sedimen yang diendapkan lebih besar daripada kemampuan laut untuk mengangkut sedimen tersebut sehingga daratan pantai akan bertambah (Diposaptono & Budiman, 2008). Mekanisme transport sedimen di wilayah pantai sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi, dinamika

perairan yang sangat fluktuatif menyebabkan tingkat turbulensi yang sangat besar, bila asupan sedimen dari sungai tidak seimbang dengan wilayah yang terjadi erosi dalam jangka panjang akan merubah keberadaan garis pantai (Gemilang et al., 2017). Fenomena *longshore current* merupakan faktor utama yang berperan dalam mekanisme transport di wilayah pantai (Wisha & Heriati, 2017).

Kondisi abrasi tersebut jika tidak segera ditangani akan berdampak bukan hanya terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat di kawasan tersebut, tetapi juga terhadap kawasan regional Jawa Tengah secara keseluruhan karena abrasi sudah mencapai jalan nasional pantai utara Jawa. proses yang ada di lingkungan perairan pantai seperti sedimentasi, abrasi, dan perpindahan sedimen dipegaruhi oleh arus yang ada di bawah

perairan dan adanya tektonik aktif (Bohoyo et al., 2018). Perencanaan untuk pembuatan struktur pelindung pantai kawasan pesisir Sayung, Demak, Jawa Tengah memerlukan penelitian batimetri (kedalaman perairan laut) untuk memantau besarnya sedimentasi yang ada di perairan laut tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman perairan, volume sedimen, kemiringan topografi dasar perairan serta ketebalan sedimen dasar perairan.

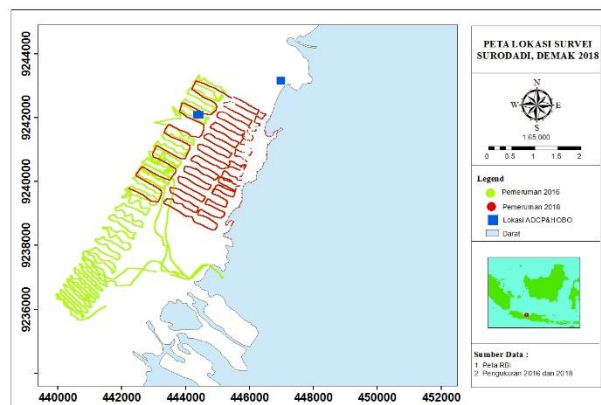


Gambar 1. Abrasi yang terjadi di Pesisir Sayung, Demak Jawa tengah.

Kecamatan Sayung merupakan wilayah terabrasi di Kabupaten Demak yang terkena dampak paling parah dari kenaikan muka air laut di kawasan Pantai Utara Jawa. Kondisinya semakin mengkhawatirkan karena kenaikan muka air laut telah mencapai jalan nasional yaitu jalur Pantura Jawa (**Gambar 1**). Kondisi abrasi tersebut jika tidak segera ditangani akan berdampak bukan hanya terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat di kawasan tersebut, tetapi juga terhadap kawasan regional Jawa Tengah secara keseluruhan karena abrasi sudah mencapai jalan nasional pantai utara Jawa. Proses yang ada di lingkungan perairan pantai seperti sedimentasi, abrasi, dan perpindahan sedimen dipengaruhi oleh arus yang ada di bawah perairan dan adanya tektonik aktif (Bohoyo et al., 2018). Perencanaan untuk pembuatan struktur pelindung pantai kawasan pesisir Sayung, Demak, Jawa Tengah memerlukan penelitian batimetri (kedalaman perairan laut) untuk memantau besarnya sedimentasi yang ada di perairan laut tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman perairan, volume sedimen, kemiringan topografi dasar perairan serta ketebalan sedimen dasar perairan.

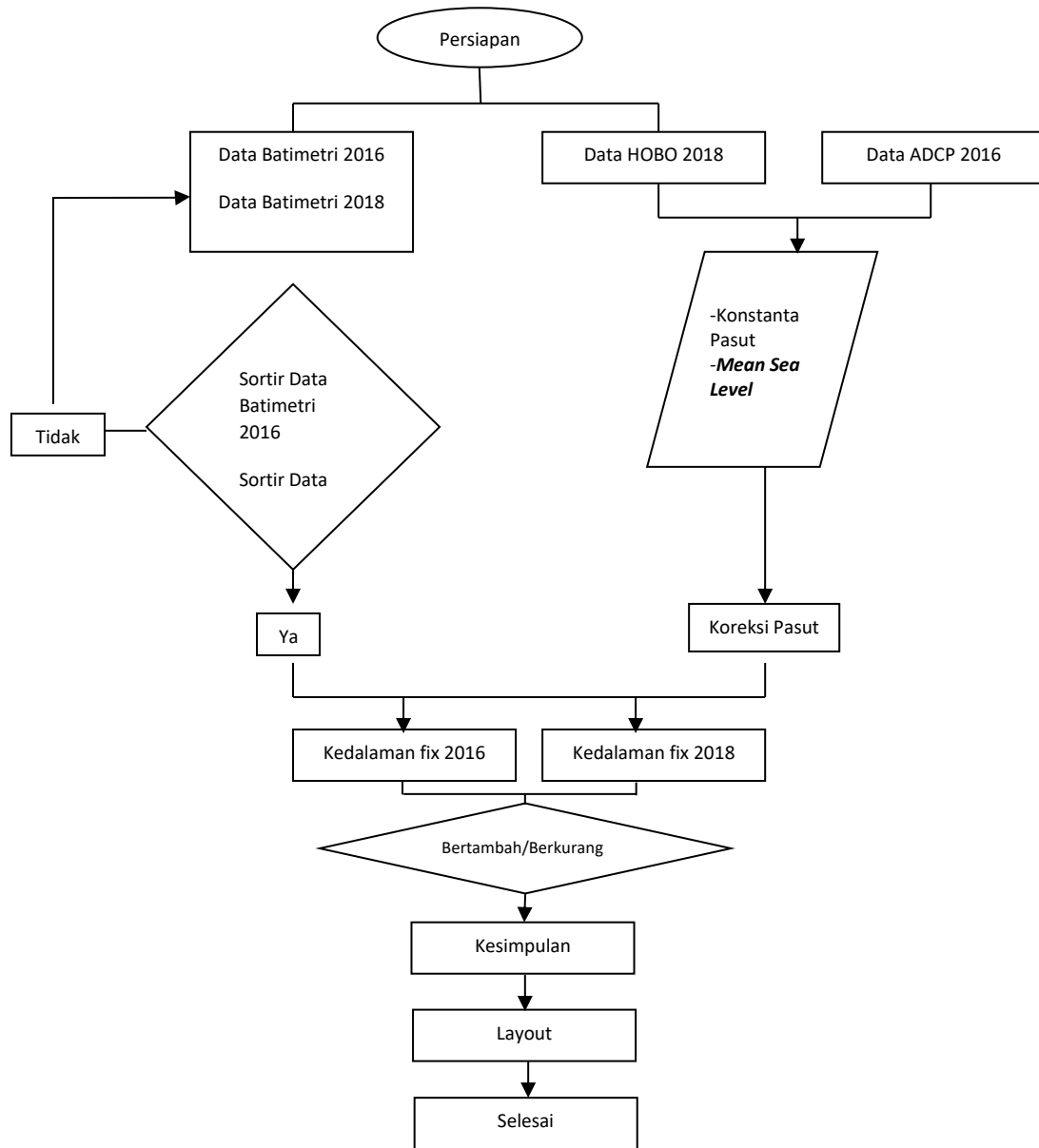
METODE

Penelitian ini menggunakan metode *purposive* kuantitatif, yaitu metode yang dilakukan dengan tujuan tertentu dan dilakukan secara detail dan berdasar pada perhitungan atau pengukuran (Wisha & Heriati, 2017). Data primer yang diukur di lapangan meliputi pengukuran batimetri dan observasi data pasut (**Gambar 3**). Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Maret 2016 dan Maret 2018 di Perairan laut Sayung (**Gambar 2**). Kondisi kedalaman perairan diukur dengan menggunakan alat *echosounder tranducer* dual frekuensi yang memancarkan gelombang frekuensi rendah (24-50 KHz) dan frekuensi tinggi (100-340 KHz). Gelombang dengan frekuensi rendah mampu menembus lapisan lunak sedangkan gelombang dengan frekuensi tinggi hanya mampu memancarkan hingga ke dasar suatu perairan. Sebagai dual frekuensi yang diskrit, dua sinyal kembali tidak saling mengganggu.



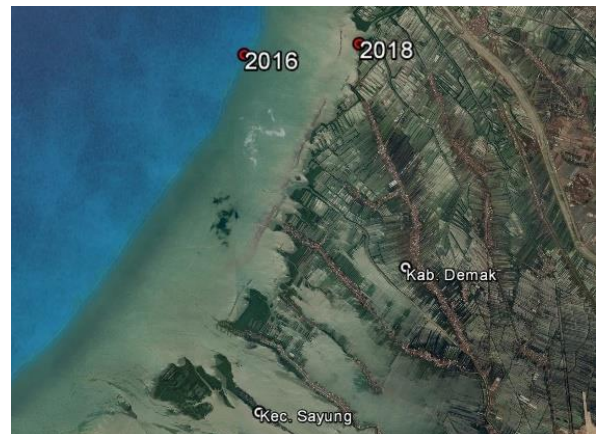
Gambar 2. Peta lokasi penelitian batimetri.

Tranducer tersebut terhubung dengan GPS untuk mengetahui posisi kedalaman serta sebagai panduan navigasi lajur pemeruman. Metode yang digunakan untuk mengukur kedalaman adalah metode akustik menggunakan alat *echosounder Echotrack CVM Teledyne Odom Hydrographic Single Beam*. Koreksi *barcheck tranducer* dilakukan sebelum dan sesudah pengukuran sebagai kalibrasi data kedalaman yang telah ditentukan terhadap kedalaman dari *tranducer*. Input data pasang surut diperoleh dari hasil perekaman alat ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) yang dipasang pada dua lokasi berbeda dan dipasang pada kedalaman 1 meter di bawah permukaan laut.



Gambar 3. Diagram alir penelitian.

Data pasang surut diperoleh melalui pengukuran menggunakan alat *Accoustic Doppler Current Profiler* yang dipasang selama 17 hari pada bulan Maret tahun 2016 dan digunakan sebagai koreksi pasang surut pada bulan dan tahun tersebut. Data pasang surut tahun 2018 di-*setting* selama 5 bulan dari bulan April sampai September. Data pasang surut tercatat dalam selang waktu 30 detik perekaman dan merekam secara terus menerus. Penentuan titik lokasi pengambilan data pasang surut berdasarkan keterwakilan cakupan daerah terhadap lokasi pengukuran, keamanan dan lokasi yang cukup tenang dari gelombang (Ondara and Husrin, 2018). Data pasang surut digunakan untuk menghitung nilai *Mean Sea Level* (MSL) dan *Chart Datum* serta diolah menggunakan metode *Admiralty* untuk mendapatkan konstanta pasut. Nilai *Chart Datum* sangat bergantung pada besarnya nilai Z_0 (Satriadi, 2012) yang diperoleh melalui perhitungan konstanta pasang surut



Gambar 3. Lokasi pengukuran pasang surut menggunakan ADCP.

Analisa harmonik pasang-surut diolah dengan menggunakan metode *Admiralty* yang dapat digunakan untuk panjang pengamatan pasang surut selama 15 hari dan 29 hari untuk menghitung

parameter pasang surut (Rahmawan et al., 2017). Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang-surut yang meliputi amplitudo (A), M2, S2, K1, O1, N2, K2, P1, M4, MS4 (Ongkosongo & Suyarso, 1989).

Sebelum dilakukan pengukuran batimetri, *tranducer* sebagai instrumen akustik perlu dilakukan *barcheck* (membandingkan nilai kedalaman menggunakan piringan logam dengan kedalaman hasil pembacaan alat) terlebih dahulu. Desain lajur perum dibuat dengan interval 200 m untuk tiap lajur perum dan dibuat tegak lurus terhadap garis pantai. Posisi kedalaman terukur secara absolut menggunakan GPS yang telah di atur posisinya di kapal perum. Kondisi perairan pada saat pengukuran batimetri relatif tenang dengan ketinggian ombak ± 50 cm. Kecepatan kapal pada saat pengukuran berkisar antara 3-5 knot untuk menghindari bising (*noise*)

Kesesuaian antara desain lajur perum dengan hasil pemeruman sangat ditentukan oleh posisi kapal, keadaan angin, gelombang serta kuat arus perairan tersebut. Kedalaman *fix* perum (kedalaman yang sudah dikoreksi terhadap pasang surut) dapat ditentukan setelah mengetahui nilai koreksi pasut sedangkan perhitungan volume dihitung dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak *Surfer* dimana data hasil pemeruman diubah dalam bentuk grid terlebih dahulu, selanjutnya besarnya volume didasarkan pada perbedaan kedalaman pada *channel* 1 pada tahun 2016 dan tahun 2018 terhadap MSL dan disajikan dalam 3 metode hasil perhitungan Trapezoidal Rule, Simpson's Rule, Simpson's 3/8 Rules. Data kedalaman hasil pengukuran yang telah dikoreksi terhadap pasang surut, selanjutnya akan menjadi data masukan dalam pembuatan peta batimetri 2D dan 3D.

Data hasil pengukuran pasang surut yang dilakukan pada bulan Maret 2016 dan tahun 2018 digunakan untuk mencari nilai *Mean Sea Level* dan nilai konstanta pasang surut. Pengukuran pasang surut tahun 2016 dilakukan pada tanggal 4 Maret 2016 hingga 22 Maret 2016 dan dilakukan pada koordinat 9239643.96 S; 439327.04 E. Pengukuran pasang surut tahun 2018 dilakukan pada tanggal 9 April 2018 hingga 4 September 2018 di koordinat 9241209.77 S; 446605.27 m. Pembuatan profil melintang dasar perairan dilakukan guna mengetahui bentuk topografi dasar perairan pada sebuah garis melintang yang dibuat tegak lurus garis pantai. Pemilihan lokasi profil melintang dilakukan pada daerah irisan batimetri pada tahun 2016 dan 2018. Pemilihan pada daerah irisan pemeruman batimetri dilakukan untuk mengetahui perbedaan bentuk topografi dasar perairan pada waktu pemeruman yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

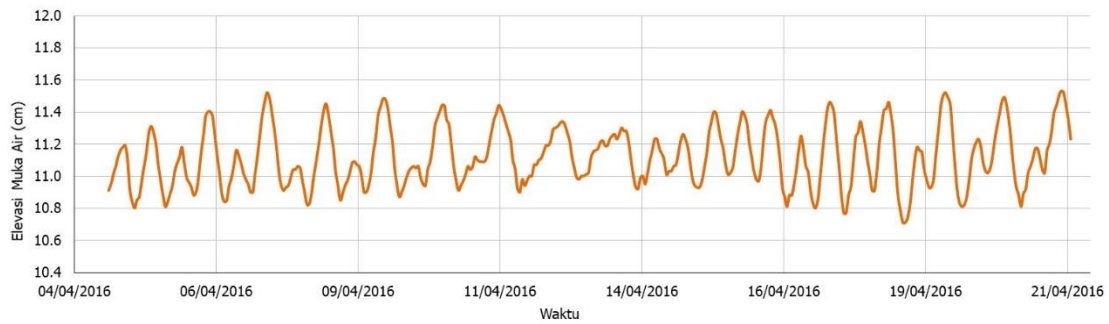
Hasil perhitungan pasang surut dan nilai 9 komponen konstituen pasang surut tertera pada Error! Reference source not found.. Perairan Demak yang berada di utara pulau Jawa memiliki tipe pasang surut campuran condong harian tunggal karena memiliki nilai Formzahl 1,88. Dari grafik yang terdapat pada **Gambar 4** terlihat bahwa dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, namun tinggi antara pasang surut yang satu berbeda dengan yang lainnya.

Tabel 1. Konstituen pasang surut perairan Demak.

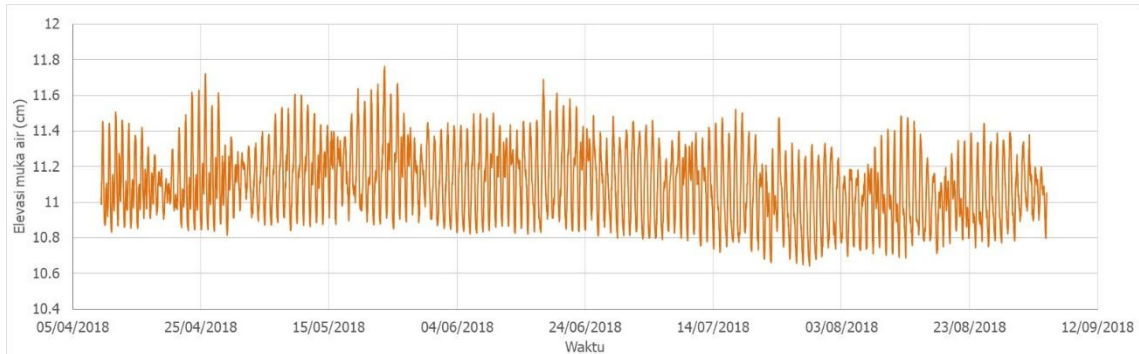
Konsti-tuen	Tahun 2016		Tahun 2018	
	Amplitudo (m)	Beda Fasa (°)	Amplitudo (m)	Beda Fasa (°)
M2	0,12	138,45	0,08	145,35
S2	0,08	198,69	0,07	179,09
N2	0,05	99,49	0,04	125,02
K2	0,02	132,54	0,02	210,56
K1	0,29	-68,61	0,20	-77,65
O1	0,08	136,80	0,07	205,83
P1	0,17	170,15	0,06	113,46
M4	0,01	-8,19	0,00	-49,56
MS4	0,00	144,30	0,00	39,75
SO	0,11		0,11	
F		1,85		1,80
Tipe Pasut	Campuran Condong Harian Tunggal			

Menurut Musrifin (2011) bahwa puncak gelombang pasang (pasang tinggi) yang satu lebih tinggi dari yang lainnya dalam siklus pasang surut campuran condong semidiurnal. Pasang tertinggi terjadi pada tanggal 22 Maret 2016 dan surut terendah pada tanggal 19 Maret 2016. Pada bulan Maret 2016 juga terjadi banjir rob yang menggenangi pemukiman warga dan jalan nasional Pantura Jawa.

Pada **Gambar 5** pasang tertinggi terjadi pada bulan Mei 2018. Pada bulan tersebut terjadi banjir rob yang menggenangi beberapa kabupaten/kota di propinsi Jawa Tengah dan menyebabkan banjir rob. Berdasarkan perhitungan tipe pasut pada daerah perairan Sayung, Demak dan sekitarnya dengan menggunakan data dari tahun 2016 dan tahun 2018 terlihat bahwa perairan tersebut memiliki tipe pasut campuran condong harian tunggal (*mixed tied prevailing diurnal*). Perubahan pasang menuju surut dan surut menuju pasang di perairan Sayung menyebabkan terjadinya transport massa air yang keluar dan masuk muara dalam satu siklus pasang surut, sehingga transport massa air dan zat-zat terlarut dari darat dan dari laut terdistribusi oleh mekanisme pasang surut.



Gambar 4. Data pasang surut hasil pengukuran tahun 2016.



Gambar 5. Data pasang surut hasil pengukuran tahun 2018.

Tabel 2. Nilai elevasi penting yang diikatkan terhadap MSL (m).

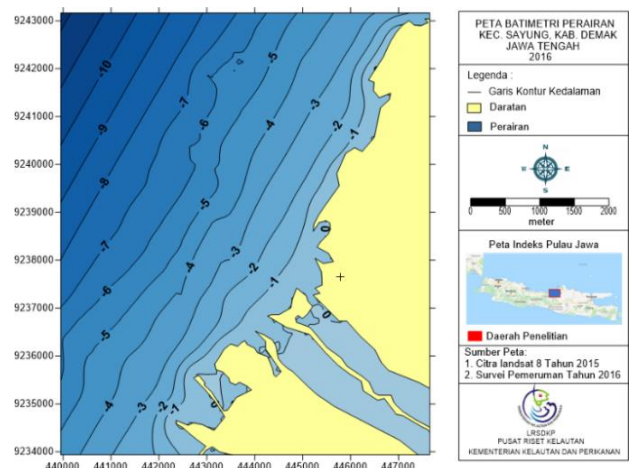
Elevasi Air	Tahun 2016	Tahun 2018
Higest Water Spring	0,74	0,53
Mean High Water Spring	0,52	0,40
Mean High Water Level	0,32	0,22
Mean Sea Level	0,00	0,00
Mean Low Water Level	-0,31	-0,21
Mean Low Water Spring	-0,47	-0,30
Lowest Water Spring	-0,69	-0,39
Tanggung Pasut	1,43	0,92

Pasang permukaan perairan relatif lebih tinggi saat pasang purnama. Tunggang pasut pada tahun 2016 terlihat lebih besar bila dibandingkan tahun 2018 (**Tabel 2**). Hal ini disebabkan pada tahun 2016 ketika dilakukan pengukuran pasang surut yang bersamaan dengan terjadinya banjir rob (Ondara & Wisna, 2016).

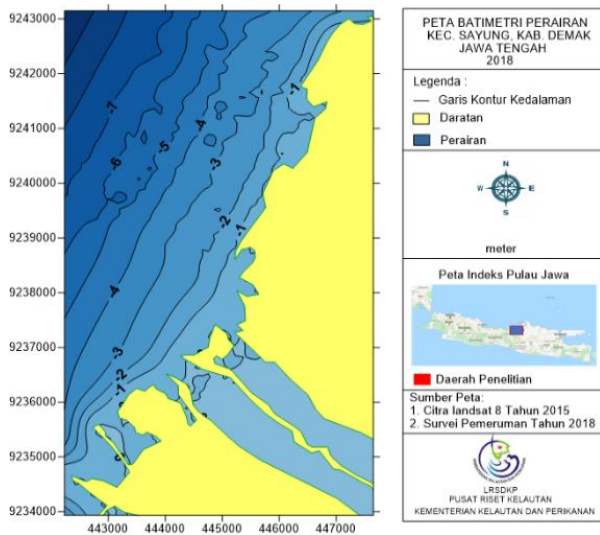
Batimetri

Data batimetri yang telah diperoleh dari hasil pengukuran langsung melalui jalur pemeruman (**Gambar 6** dan **Gambar 7**) dikoreksi untuk mendapatkan nilai kedalaman laut terhadap MSL. Nilai pengukuran batimetri yang diperoleh dari hasil suvei diinterpolasi untuk mendapatkan nilai kedalaman seluruh area penelitian dengan menggunakan metode *inverse distance to power*, *kriging* dan *minimum curvature* (Siregar et al., 2009). Pemeruman yang dilakukan pada 2 tahun yang berbeda memperlihatkan bahwa kedalaman perairan Sayung berkisar 0-10 meter dengan jarak 5,3 kilometer dari bibir pantai. Perubahan

kedalaman tidak terlalu signifikan hingga jarak 5,3 kilometer dikarenakan daerah perairan tersebut dulu nya adalah kawasan permukiman dan terkena abrasi hingga sekarang (Ondara & Wisna, 2016). Bentuk morfologi pesisir perairan Sayung yang terdapat beberapa sungai kecil dan bermuara di pantai, memiliki peranan dalam suplai sedimen yang bertransportasi di sekitar pantai (Hoefel & Elgar, 2003). Terbentuk beberapa pulau pasir di daerah pesisir yang bentuknya sejajar dengan garis pantai di Desa Surodadi (**Gambar 8**).



Gambar 6. Peta batimetri perairan Sayung hasil pemeruman tahun 2016.

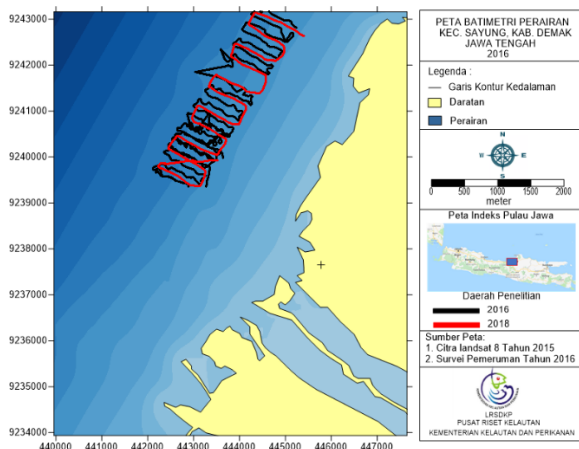


Gambar 7. Peta batimetri perairan Sayung hasil pemeruman tahun 2018.



Gambar 8. Pulau pasir yang terbentuk di perairan Sayung.

Pulau pasir ini akan berubah-ubah tiap musimnya dikarenakan faktor oseanografi dan iklim yang terus berubah akan mengangkut sedimen-sedimen dan terus terbawa di sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999). Analisa volume di perairan Sayung dilakukan pada posisi **Gambar 9** dengan menggunakan tiga metode perhitungan yang berbeda yaitu menggunakan metode *Trapezoidal*, *Simpson* dan *Simpson 3/8*.



Gambar 9. Lokasi analisis volume sedimentasi.

Luas area yang dilakukan untuk melakukan perhitungan volume adalah sebesar 3,68 km². Rata-rata ketebalan sedimen pada tahun 2016

adalah sebesar 0,07 m sedangkan pada tahun 2018 sebesar 0,39 m. Dari jumlah volume yang didapatkan selama kurun waktu tahun 2016 sampai 2018 (**Tabel 3**) diperoleh bahwa sedimen pada daerah tersebut bertambah 1.181.731,38 m³ dengan pertambahan ketebalan sedimen rata-rata sebesar 0,32 m selama kurun waktu 2016-2018.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Volume sedimen.

Metode Perhitungan	Volume sedimen (m ³)	
	Tahun 2016	Tahun 2018
<i>Trapezoidal Rule</i>	247.172,31	1.428.903,69
<i>Simpson's Rule</i>	246.885,56	1.428.910,76
<i>Simpson's 3/8 Rules</i>	247.268,51	1.427.729,51

Pertambahan volume sedimen disebabkan oleh beberapa hal yaitu dinamika arus, gelombang dan pasang surut yang bergerak di sepanjang pesisir pantai (Johnson, 1956), selain itu sedimen berkumpul pada sisi sebelah utara pesisir sehingga memunculkan terjadinya pulau baru pada kawasan tersebut. Perbedaan ini dikarenakan potensi penumpukan sedimen di daerah pantai lebih besar bila dibandingkan di daerah yang lebih jauh ke arah laut (Schoonees & Theron, 1995).

KESIMPULAN

Dalam kurun waktu tahun 2016 sampai 2018 terdapat peningkatan ketebalan sedimen dasar di perairan Sayung rata-rata sebesar 0,32 m dengan pertambahan volume sedimen 1.181.731,38 m³. Perubahan pasang menuju surut dan surut menuju pasang di perairan Sayung menyebabkan terjadinya transport massa air yang keluar dan masuk muara dalam satu siklus pasang surut, sehingga transport massa air dan zat-zat terlarut dari darat dan dari laut terdistribusi oleh mekanisme pasang surut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir - Kementerian Kelautan dan Perikanan atas DIP A anggaran riset nya sehingga terlaksana kegiatan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohoyo, F., Larter, R. D., Galindo-Zaldívar, J., Leat, P. T., Maldonado, A., Tate, A. J., ... & Kim, Y. D. (2019). Morphological and geological features of Drake Passage, Antarctica, from a new digital bathymetric model. *Journal of Maps*, 15(2), 49-59. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1543618>
- Diposaptono, S., & Budiman (Ir.). (2008). *Hidup akrab dengan gempa dan tsunami*. Penerbit Buku Ilmiah Populer..
- Gemilang, W. A., Wisha, U. J., & Rahmawan, G. A. (2017). Distribusi sedimen dasar sebagai

- identifikasi erosi pantai di Kecamatan Brebes menggunakan analisis granulometri. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 10(1), 54-66. <https://doi.org/10.21107/jk.v10i1.2156>
- Hoefel, F., & Elgar, S. (2003). Wave-induced sediment transport and sandbar migration. *Science*, 299(5614), 1885-1887. <https://doi.org/10.1126/science.1081448>
- Johnson, J. W. (1956). Dynamics of nearshore sediment movement. *AAPG Bulletin*, 40(9), 2211-2232. .
- Musrifin, M. (2011). Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Masjid Dumai. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(01), 296047.
- Ondara, K., & Husrin, S. (2018). Characteristics of Breaking Waves and Analysis of Sediment Transport in Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), 585-596.. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i2.19293>
- Ondara, K., & Wisha, U. J. (2016). Simulasi Numerik Gelombang (Spectral Waves) dan Bencana Rob Menggunakan Flexible Mesh dan Data Elevation Model Di Perairan Kecamatan Sayung, Demak. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 9(2), 164-174. . <https://doi.org/10.21107/jk.v9i2.1694>
- Ongkosongo, O. S. (1989). Pasang Surut. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Rahmawan, G. A., Wisha, U. J., & Husrin, S. (2017). Analisis batimetri dan pasang surut di muara sungai kampar: pembangkit penjalaran gelombang pasang surut undular bore (bono). *GEOMATIKA*, 22(2), 57-64.. <https://doi.org/10.24895/jig.2016.22-2.573>
- Satriadi, A. (2012). Studi Batimetri dan Jenis Sedimen Dasar Laut di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(5), 53-62.
- Schoonees, J. S., & Theron, A. K. (1995). Evaluation of 10 cross-shore sediment transport/morphological models. *Coastal Engineering*, 25(1-2), 1-41. . [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-3839\(94\)00040-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0378-3839(94)00040-5)
- Siregar, V. P., & Selamat, M. B. (2009). Intepolator Dalam Pembuatan Kontur Peta Batimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1). <https://doi.org/10.28930/jitkt.v1i1.7937>
- Supriharyono. (2000). Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis. Gramedia Pustaka Utama.
- Triatmodjo, B. (1999). Teknik pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 397.
- Wisha, U. J., & Heriati, A. (2016). Bathymetry and Hydrodynamics in Pare Bay Waters During Transitional Seasons (SeptemberOctober). *Omni-Akuatika*, 12(2).<https://doi.org/10.20884/1.oa.2016.12.2.98>

Halaman ini sengaja kami kosongkan