

Analisis Sebaran Sedimen Tersuspensi Terkait Perubahan Lingkungan Perairan Muara Sungai Banyuasin Sumatera Selatan Indonesia

Yulifa Handayani^{1,2*}, Eddy Ibrahim¹ Muhammad Hendri¹, Ngudiantoro¹, Robiyanto Hendro Soesanto¹, Fauziyah¹

¹. Doctoral Program of Environmental Sciences, Universitas Sriwijaya Jalan Padang Selasa No. 524, Bukit Besar 30139 Palembang, South Sumatra, Indonesia

². Study Program of Survey and Mapping, Faculty of Engineering, Universitas Indo Global Mandiri Jalan Jendral Sudirman Km 4 No 062 20 Ilir D.IV Kecamatan Ilir Timur I 30129 Palembang, South Sumatra, Indonesia

* Corresponding author: yulifa.handayani@uigm.ac.id

Abstract: Banyuasin river estuary (MSB) is considered to have a variety of sedimentation classes originating from alluvial and marine processes, besides that this location is a special economic area (KEK) and there is also the Sembilang National Park (TNS) which is a conservation and utilization area. The utilization of natural resources creates pressure on the MSB ecosystem. The research objective was to determine the distribution of suspended solids load (MPT) that occurred in MSB and the most dominant oceanographic parameters that occurred in MSB waters. This study uses image interpretation methods as well as data collection and measurement of water parameters as ground-thruthing data resulting from spatial analysis. The results showed that the highest MPT distribution was at Tanjung Sere and Ekor Tikus island (1.051g/L), while the lowest was at Tanjung Api-Api (0.571g/L), with the most dominant oceanographic parameters occurring at current velocity, the ebb and flow of MSB waters. Therefore the MPT distribution that occurs in MSB is the highest at the Tg Sere and Ekor Tikus Island locations, while the lowest is at the Tg Api-Api location, with the most dominant oceanographic parameters being the velocity of currents and tides. Consequently, it is necessary to conduct a more detailed study and time series related to water physics parameters to determine the MPT distribution pattern.

Keyword : Sembilang National Park, Tanjung Api-api Port, Sedimentation, spatial, MPT

Abstrak (Indonesia): Muara sungai Banyuasin (MSB) dianggap memiliki keragaman kelas pengendapan yang berasal dari proses aluvial dan marin, selain itu pada lokasi ini merupakan kawasan ekonomi khusus (KEK) dan juga terdapatnya Taman Nasional Sembilang (TNS) yang merupakan kawasan konservasi dan kawasan pemanfaatan. Pemanfaatan sumberdaya alam menimbulkan terjadinya tekanan terhadap ekosistem MSB. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sebaran muatan padatan tersuspensi (MPT) yang terjadi di MSB dan parameter oseanografi yang paling dominan terjadi di perairan MSB. Penelitian ini menggunakan metode interpretasi citra serta pengambilan data dan pengukuran parameter perairan sebagai *groundthruthing* data hasil analisa spasial. Hasil penelitian menunjukkan sebaran MPT yang tertinggi berada pada lokasi Tanjung Sere dan Pulau Ekor Tikus (1,051g/L), sedangkan yang terendah berada pada lokasi Tanjung Api-api (0,571g/L), dengan parameter oseanografi yang paling dominan terjadi di kecepatan arus dan pasang surut perairan MSB. Jadi sebaran MPT yang terjadi di MSB yang tertinggi berada pada lokasi Tg Sere dan Pulau Ekor Tikus sedangkan yang terendah berada pada lokasi Tg Api-api, dengan parameter oseanografi yang paling dominan adalah kecepatan arus dan pasang surut perairan. Sehingga perlu dilakukan pengkajian lebih rinci dan *time series* terkait parameter fisika perairan untuk mengetahui polas sebaran MPT.

Keyword : Taman Nasional Sembilang, Pelabuhan Tanjung Api-api, Sedimentasi, spasial, MPT

1. Pendahuluan

Muara Sungai Banyuasin (MSB) merupakan wilayah estuarine yang memiliki sumberdaya alam yang masih alami, dan potensial untuk dikembangkan bagi peningkatan ekonomi masyarakat pesisir. MSB terdapatnya Taman Nasional Sembilang (TNS) yang merupakan kawasan konservasi dan tempat bermigrasinya burung dari Siberia, selain itu TNS juga diakui

dunia sebagai megabiodiversitas [1] dengan 50% jenis mangrove dunia terdapat di TNS. Ekosistem mangrove memiliki potensi sebagai daerah pemijahan ('Komposisi spesies dan struktur vegetasi mangrove yang terdegradasi di Hutan Lindung Air Telang, Sumatera Selatan, Indonesia_Jurnal Biodiversitas Keanekaragaman Hayati', 2019), daerah mencari makan dan sebagai sumber bahan bakar [2] [3].

Pemanfaatan kawasan ekosistem mangrove untuk peningkatan ekonomi masyarakat secara tidak langsung dapat menimbulkan terjadinya tekanan terhadap ekosistem yang ada (sumber), baik itu perubahan karena proses alam maupun karena campur tangan manusia. Pemanfaatan lahan ekosistem mangrove digunakan masyarakat untuk kegiatan budidaya pertanian, perkebunan, dan juga pemanfaatan untuk kegiatan budidaya perikanan (sumber). Secara tidak langsung akan mempengaruhi kualitas lingkungan perairan MSB, seperti meningkatkan jumlah partikel sedimen (MPT) yang kemudian terakumulasi ke MSB. MPT merupakan bagian alami yang kerap terjadi di perairan yang mempengaruhi dalam penataan lanskap MSB, dapat menimbulkan terjadinya perubahan habitat ekologis (lahan), kelestarian dasar sungai dan habitat akuatik [11] serta berakibat negatif pada komunitas ekologi, peningkatan bahaya banjir yang kemudian akan memperpendek umur infrastruktur di MSB [4] [5] [6] [7] [8]. Sehingga perlu dilakukan pengkajian terkait sebaran MPT yang terjadi di MSB.

Penelitian sebelumnya terkait MPT yang telah dilakukan [9] dengan menggunakan data selama 8 tahun untuk meramalkan konsentrasi MPT harian [10], penelitian ini dilakukan di daerah hulu dengan faktor frekuensi curah hujan, iklim dan aktivitas tata guna lahan. Prediksi MPT telah dilakukan [11] menggunakan data aliran sungai dan debit sungai untuk mendapatkan prediksi kecepatan dan sebaran MPT [12][13], dengan membandingkan bangunan dan perubahan iklim terkait peningkatan MPT [12] [13]. Metode ini tidak dapat dilakukan di WPB dikarenakan lokasi ini

merupakan daerah hilir/muara sungai yang dipengaruhi oleh aliran sungai besar dengan topografi yang landai sehingga untuk memecahkan persoalan terkait analisis sebaran analisis sebaran sedimen tersuspensi terkait perubahan lingkungan perairan yang terjadi dilakukanlah penelitian ini.

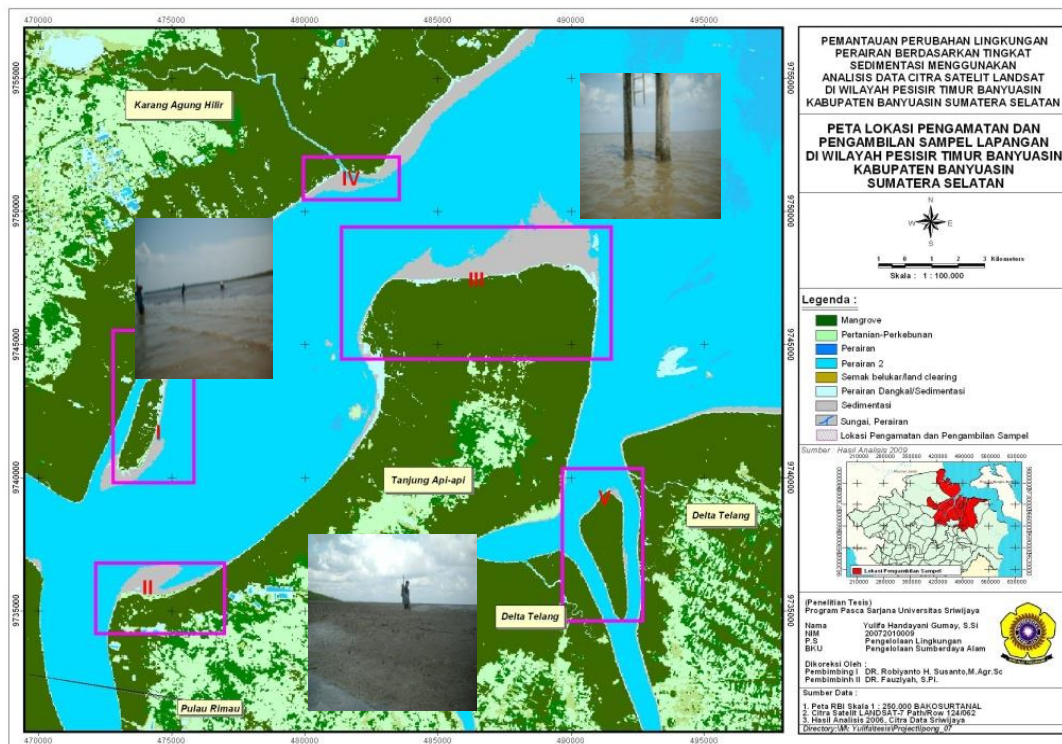
Penelitian terkait dengan sebaran sedimen tersuspensi terkait perubahan lingkungan perairan diatas tidak dapat diterapkan di WPB sehingga diperlukannya penelitian tersendiri terkait sedimentasi. Keterbaruan dari penelitian ini adalah lokasi penelitian memiliki karakteristik yang unik dengan adanya TNS, penelitian ini menggunakan data spasial selama 29 tahun dengan parameter oseanografi sebagai pendukung terkait penyebaran MPT di MSB. Sehingga diharapkan dari penelitian ini adalah diketahuinya sebaran MPT yang terjadi di MSB dan parameter oseanografi yang paling dominan terjadi di perairan MSB. Penelitian ini dapat memberikan solusi terhadap perencanaan dan pembangunan di wilayah MSB untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat dapat tercapai tanpa menurunkan kualitas lingkungan perairan MSB.

2. Material and Metode

2.1. Area studi

Penelitian telah dilaksanakan di WPB dengan melakukan pengamatan, pengukuran serta pengambilan sampel sedimen, untuk analisis laboratorium dilakukan untuk mendapatkan nilai laju sedimentasi dan jenis sedimen dasar. Lokasi pengambilan dan pengukuran parameter lapangan (Gambar 1).





Gambar 1. Lokasi Pengukuran dan pengambilan sampel.

2.2. Alat dan Bahan

Analisis kerja lapangan dengan menggunakan peralatan *current metter* yang digunakan untuk pengukuran arah dan kecepatan arus, *hand GPS* yang digunakan untuk pengukuran kedalaman perairan dan posisi koordinat (GCP) di lapangan terkait dengan *ground check* hasil analisis citra satelit Landsat [15]. Pengukuran pasut digunakan papan skala dengan pengamatan selama 24 jam, pengukuran pasut digunakan untuk mengetahui risiko yang disebabkan oleh kenaikan permukaan laut, dimana wilayah penurunan pasut berhubungan erat dengan variasi permukaan laut dan berpotensi untuk memperkuat atau mengurangi risiko banjir yang disebabkan oleh kenaikan permukaan laut [16]. *Secchidisk* digunakan untuk

mengukur kekeruhan atau turbiditas dipergunakan untuk mengetahui besarnya konsentrasi sedimen yang melayang dipermukaan laut [30].

2.3. Cara Kerja

Penelitian ini menggunakan metode interpretasi citra. Kekeruhan air dapat terlihat langsung dari citra indera terutama pada gelombang-gelombang pendek. Data kekeruhan didapatkan melalui pengukuran sample dilapangan. Alat yang digunakan adalah water checker U10, tingkat kekeruhan dinyatakan dengan unit NTU (*Nephelometric Turbidity Units*) dengan pengukuran ini kemudian dapat diadopsi sebagai pengganti untuk konsentrasi sedimen tersuspensi (MPT) atau sebagai ukuran

relatif dan objektif dari nilai kejernihan air [17] [18]. Pengambilan sampel air digunakan untuk mengetahui kandungan MPT yang ada di perairan (lokasi penelitian) [19], pengambilan sampel ini dilakukan dengan menggunakan botol sampel. Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 3 kali ulangan untuk masing-masing daerah atau titik sampling. Tingkat kecerahan sangat dipengaruhi oleh kekeruhan atau kandungan sedimen perairan. Semakin tinggi kekeruhan, maka akan semakin rendah penetrasi cahaya matahari yang menembus kolom air, sehingga tingkat kecerahan semakin rendah [17] [19].

2.4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pengolahan data citra diproses menggunakan software ArcGIS 10.8 untuk mendapatkan luasan wilayah sedimentasi. Menurut [20], perubahan lahan, analisis data citra Landsat dilakukan selama 29 tahun, dimana setiap citra dilakukan klasifikasi terbimbing (*suverfised*), dengan menggunakan software Arcmap berlisensi 10.8 [37], dengan menggunakan teknologi indraja lebih memudahkan dalam melakukan analisis, praktis dan efisien dalam waktu [21] [22] [23]. Penggunaan kanal sebelum melakukan analisis juga mempengaruhi hasil klasifikasi, menurut [24] penggunaan kanal 321 RGB dengan

menggunakan sistem klasifikasi terbimbing dinilai efektif dalam pengkelas sesuai dengan kenapakan asli di lingkungan. Kemudian dari hasil pengkelas dilakukan juga dengan menggunakan *unsuverfised* berbeda dengan klasifikasi terbimbing, klasifikasi ini menggunakan algorithm sebagai formulasi dalam menentukan jumlah dan luasan kelas yang dihasilkan dari pengkelas [25]. analisis citra landsat dapat digunakan untuk mengidentifikasi MPT di MSB [26] [27].

Analisis sampel air dilakukan untuk mengetahui kandungan MPT dengan menggunakan metode APHA [26] :

$$MPT = \frac{(A - B) 1000}{V}$$

Keterangan, MPT : konsentrasi sedimen tersuspensi (gr/l), A : berat kertas filter dan residu setelah pemanasan (gr), B : berat kertas filter setelah pemanasan (gr), V : volume air sampel yang tersaring (ml).

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Parameter Oseanografi Perairan di Lokasi Pengamatan

Parameter oseanografi perairan yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, salinitas, kecerahan, kedalaman, kecepatan dan arah arus, serta salinitas, hasil pengukuran parameter perairan yang dilakukan (Tabel 1).

Tabel. 1. Hasil Pengukuran Rata-rata Parameter Perairan MSB

No	Lokasi	Suhu (°C)	Kecerahan (%)	Kedalaman (m)	Kec Arus (m/s)	Arah arus (deg)
1	P.Ekor Tikus	30,58	34,75	1,09	0,06	202
2	P.Ekor Tikus	31,8	7,54	0,27	0,09	230
3	Tg Api-Api	30,72	52,77	0,39	0,33	87
4	Sungai Bungin	29,7	30,52	0,81	0,14	221
5	Tg Sere	30,6	44,67	0,72	0,17	116
6	Tg Api-Api	30,72	45,52	0,38	0,24	187
7	P.Payung	31,00	7,23	0,23	0,05	65
	Jumlah	215,12	223,00	3,89	1,08	1.108,00
	Rata-Rata	30,73	31,86	0,56	0,15	158,29

Suhu tertinggi berada pada stasiun 2 sedangkan suhu terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu sebesar 29,7 °C. Rendahnya suhu yang terjadi pada lokasi ini diduga karena pada lokasi sampling terdapat aliran sungai dan juga pada lokasi ini memiliki nilai kedalaman yang relatif

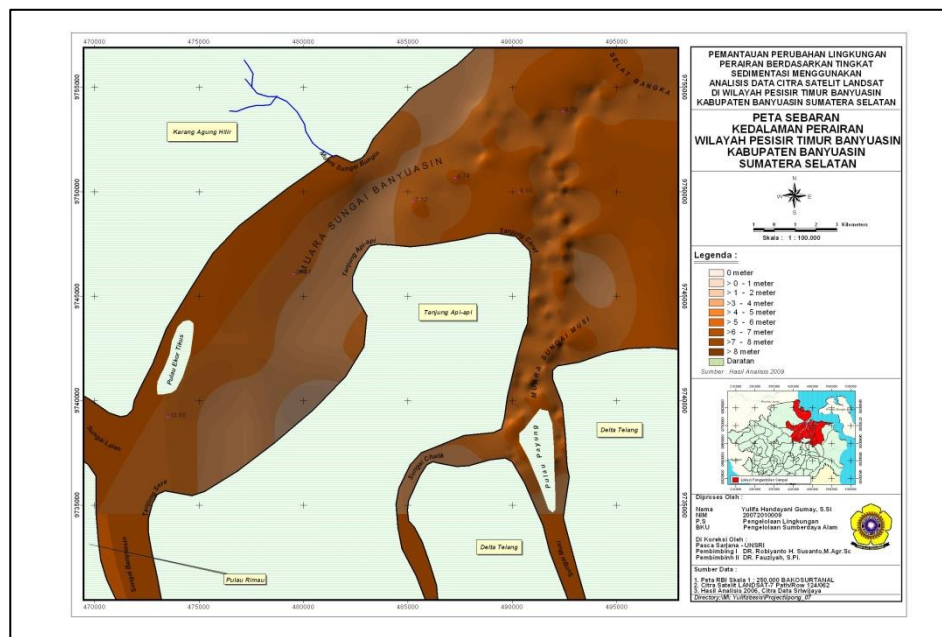
besar yaitu 0,81 meter sehingga penetrasi cahaya matahari yang masuk ke badan perairan lebih banyak dipantulkan dibandingkan diserap stasiun 2 dimana suhu cukup tinggi yaitu sebesar 31,80 °C, tingginya suhu perairan di lokasi ini dikarenakan tingginya penetrasi cahaya matahari

yang masuk ke badan perairan, hal ini dapat diketahui berdasarkan nilai kedalaman dimana pada lokasi ini memiliki nilai kedalaman yang relatif rendah yaitu sebesar 0,27 meter sehingga intensitas cahaya matahari dapat menembus dasar perairan. Hal ini menyebabkan energi panas yang dipantulkan kembali lebih rendah dibandingkan dengan energi panas yang diserap atau energi panas yang diterima oleh perairan lebih besar dibandingkan yang dipantulkan kembali maka suhu perairan yang terjadi lebih tinggi [28] [29].

Kecerahan perairan yang terjadi di MSB persentase nilai kecerahan di lokasi Tg Api-api (stasiun 3) disebabkan pada titik ini memiliki kecepatan arus yang relatif lebih besar dibandingkan beberapa lokasi lainnya. Sehingga partikel sedimen yang ada di sekitar lokasi sebagian telah mengalami pengendapan untuk partikel yang berukuran besar, dan sebagian lagi akan terbawa menuju ke daerah hilir atau lautan

untuk partikel sedimen yang berukuran halus atau kecil [31]. Hal ini dapat dibuktikan berdasarkan hasil analisis laboratorium untuk sedimen dasar perairan (*bed load*) yang ada di lokasi ini berlumpur berpasir dan berkerikil. Kecerahan terendah terdapat pada stasiun 7 dan stasiun 2 dengan persentase nilai kecerahan di stasiun tersebut yaitu 7,23 dan 7,54% yang terletak pada daerah sekitar PET dan Pulau Payung. Hal ini diduga karena pada kedua lokasi tersebut berada pada alur Sungai Musi dan Banyuasin yang banyak membawa partikel sedimen tersuspensi yang terbawa oleh aliran sungai dari lahan atas dan adanya proses sedimentasi pantai [32].

Rata-rata nilai kedalaman yang diukur di setiap lokasi penelitian berkisar antara 0,23m-1,09m. lokasi pulau payung (stasiun 7), PET(stasiun 2) dan kawasan Tanjung api-api (stasiun 3 dan 6) memiliki nilai kedalaman perairan yang relatif rendah atau dangkal.



Gambar 2. Peta Sebaran Kedalaman Perairan di MSB

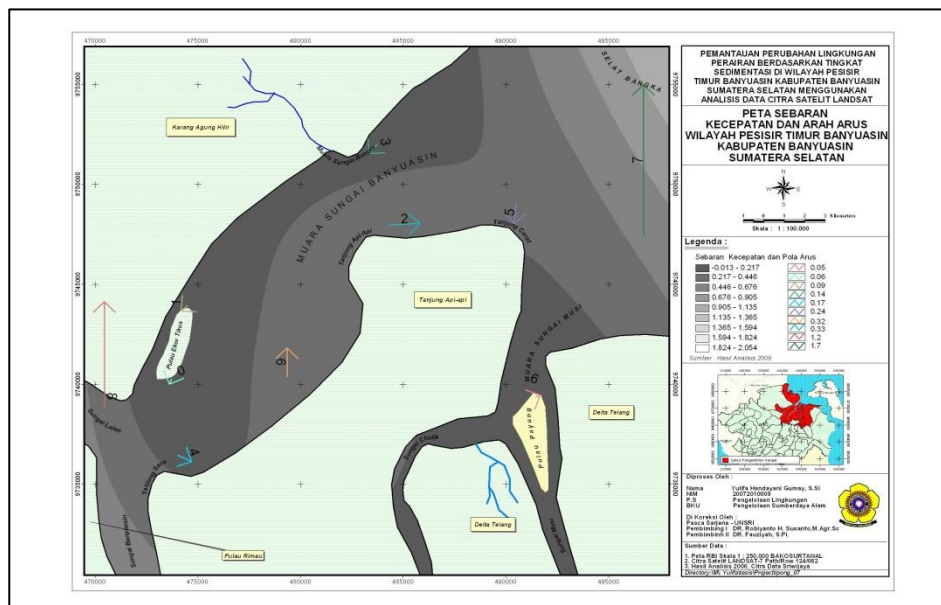
Kondisi ini disebabkan karena pada beberapa lokasi tersebut memiliki tingkat atau laju sedimentasi yang cukup besar dibandingkan dengan stasiun yang lainnya kecuali pada stasiun 1 lokasi PET, sehingga pendangkalan yang terjadi cukup besar yang kemudian akan menimbulkan terjadinya pendangkalan yang

cukup besar di lokasi ini. Hal ini sesuai dengan pendapat Reid dan Wood (1976) ; [38], bahwa salah satu proses hidrologi yang menyebabkan pendangkalan suatu perairan adalah erosi dan sedimentasi. Semakin tinggi tingkat sedimentasi yang terjadi di suatu perairan maka nilai kedalaman yang terbentuk di perairan tersebut

akan semakin rendah, yang kemudian akan memicu terjadinya akresi atau naiknya dasar perairan ke permukaan seperti halnya yang terjadi pada pulau payung dan PET yang terbentuk dari hasil pengangkatan dasar perairan karena tingginya proses sedimentasi [33] [34] [35].

Kecepatan arus tertinggi berada di lokasi kawasan Tanjung Api-Api sedangkan kecepatan arus yang rendah terdapat di lokasi Pulau Payung dan PET. Rendahnya kecepatan arus yang terjadi di PET yaitu sebesar 0,06-0,09 m/s (Tabel 1). Kecepatan arus yang terjadi di perairan Pulau Payung, sangat rendah dibandingkan lokasi lainnya yaitu sebesar 0,05 m/detik (Tabel 1), hal ini dapat menimbulkan semakin besarnya

kecepatan atau laju sedimentasi yang terjadi di lokasi ini yaitu sebesar 3,116 kg/m²/hari. Rendahnya kecepatan arus dan tingginya laju sedimentasi yang terjadi, diduga karena lokasi ini berada dekat dengan dua muara sungai yaitu Sungai Chalik dan Sungai Musi. Kedua aliran sungai tersebut membawa partikel sedimen yang berasal dari hulu sungai yang kemudian karena adanya arus yang berasal dari lautan yang juga membawa partikel sedimen. Kemudian menimbulkan terjadinya pengurangan energi dan kecepatan arus yang berasal dari sungai tersebut dan partikel-partikel sedimen yang terangkut mengalami tekanan yang kemudian akan mengendap di lokasi ini[36].



Gambar 3. Peta Sebaran Kecepatan dan Arah Arus di MSB

Kecepatan arus yang tinggi berada di lokasi Tanjung Api-Api, karena pada lokasi ini berada dekat dengan pantai sehingga pengaruh lautan sangat terasa di lokasi ini. Selain itu lokasi ini juga terdapat aliran sungai Api-Api dan Sungai Salah Nama yang mempengaruhi kecepatan aliran air. Sehingga pada lokasi ini terjadinya pertemuan dua massa air yang berasal dari Sungai dan laut, dimana kedua aliran tersebut berlawanan arah yang kemudian massa air dari laut dan sungai akan terakumulasi di muara sungai dalam jumlah yang sangat besar.

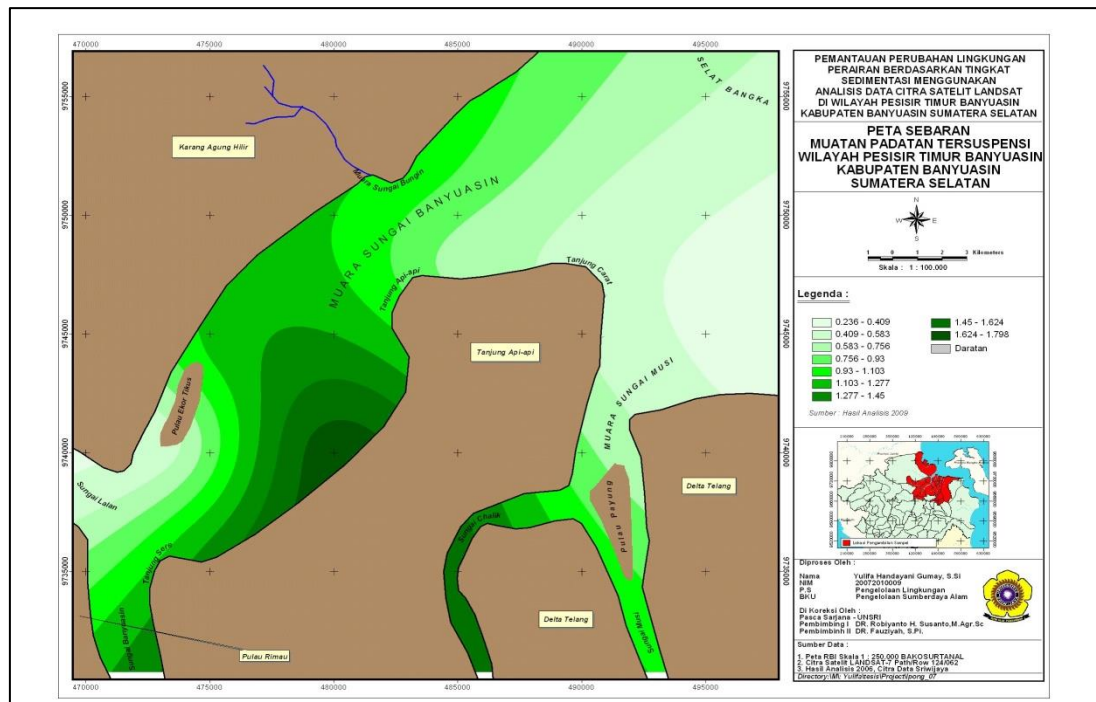
Pada waktu air surut dimana pergerakan aliran air menuju ke laut dengan volume air yang sangat besar maka kecepatan dan kedalaman aliran air pun cukup besar sehingga periode surut akan lebih lama daripada periode pasang hal ini yang akan mempengaruhi nilai kecepatan arus yang terjadi (Triadmodjo, 1999) ; [35] [39].

3.2. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Sebaran mpt di setiap lokasi penelitian (Tabel 2), analisis spasial dan sebaran MPT yang terjadi di MSB (Gambar 4 dan 5).

Tabel 2. Rata-rata sebaran muatan padatan tersuspensi di setiap lokasi pengamatan

Lokasi		MPT (gr/L)	Kondisi Perairan
1,2	Pulau Ekor Tikus	1,051	pasang
3	Tanjung Api-Api	0,735	pasang
4	Sungai Bungin	1,021	surut
5	Tanjung Sere	1,138	surut
6	Tanjung Api-Api	0,517	surut
7	Pulau Payung	0,723	surut
Jumlah		5,759	

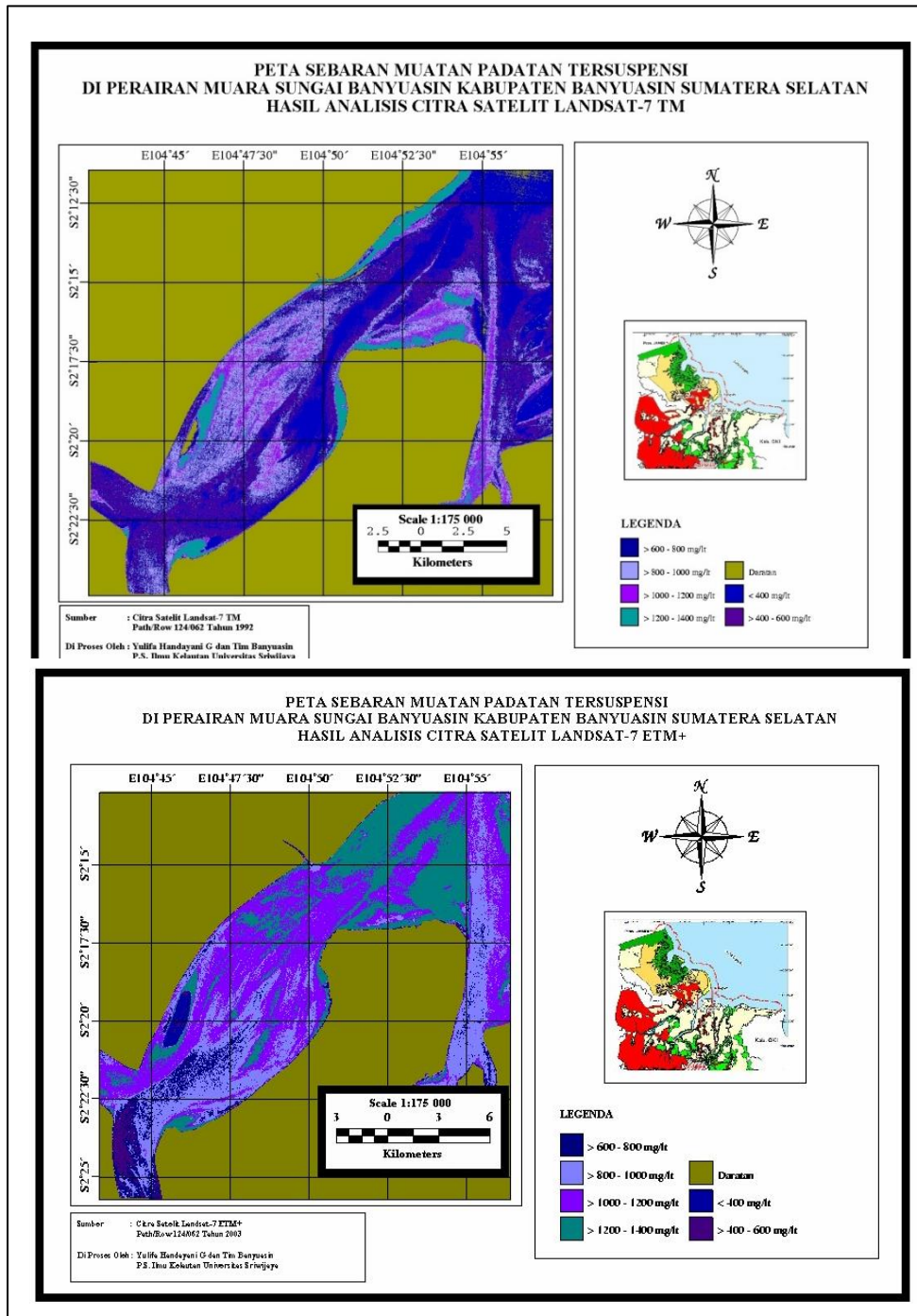


Gambar 4 Peta sebaran muatan padatan tersuspensi di MSB

Berdasarkan gambar 4 di atas dapat diketahui bahwa sebaran MPT di setiap lokasi pengamatan berkisar antara 0,5173 mg/L - 1,1381 mg/L. Dimana sedimentasi tertinggi berada pada lokasi Tg Sere, hal ini diduga karena pada saat pengambilan sampel kondisi perairan dalam keadaan surut sehingga proses pengadukan yang ditimbulkan oleh arus dapat meningkatkan konsentrasi sedimen tersuspensi yang ada di permukaan [29]. Selain itu tingginya MPT yang ada di lokasi ini diduga karena lokasi ini berada dekat dengan daerah muara sehingga, partikel-partikel sedimen yang berasal dari daratan atau dari hulu terbawa ke daerah muara sungai.

Rendahnya konsentrasi MPT yang ada di perairan sekitar Tanjung Api-Api (titik stasiun 6) diduga karena pada saat pengambilan sampel lokasi ini dalam kondisi perairan surut terendah

sehingga kecepatan arus (0,24 m/detik) yang terjadi pada perairan ini mulai besar dibandingkan dengan beberapa lokasi sebelumnya. Hal ini menimbulkan partikel-partikel sedimen tersuspensi bergerak menuju ke daerah muara sampai perairan laut, sedangkan partikel-partikel sedimen yang berukuran lebih besar akan mengalami pengendapan di lokasi ini sedimentasi [33] [34] [35]. Partikel-partikel yang tidak mengalami pengendapan tersebut akan terbawa menuju ke daerah hilir, ini dapat terlihat dari tingginya kecerahan yang terjadi di lokasi ini dibandingkan dengan beberapa lokasi lainnya yaitu sebesar 52,77%. Kecerahan yang relatif tinggi pada lokasi ini, dapat menimbulkan energi panas yang masuk ke perairan lebih banyak di serap dibandingkan di pantulkan kembali sehingga suhu yang terjadi lebih besar di perairan ini yaitu $31,70^{\circ}$ [28] [29].



Gambar 5. Peta Sebaran MPT di Muara Sungai Banyuasin

Berbeda halnya dengan lokasi II (Pulau Ekor Tikus, stasiun 2) ini memiliki konsentrasi sedimen tersuspensi yang cukup tinggi yaitu sebesar 1,0513 gr/liter hal ini diduga karena pada lokasi ini berdekatan dengan dua aliran sungai yaitu aliran sungai Lalan dan aliran Sungai Banyuasin, dimana kedua aliran sungai ini juga membawa partikel-partikel sedimen yang berasal dari hulu menuju ke daerah muara. Karena lokasi ini memiliki kecepatan arus yang relatif kecil (0,09 m/detik) sehingga partikel-partikel

sedimen yang ada mengalami penumpukan di lokasi ini. Hal ini dapat terlihat dari kecilnya persentase kecerahan yang ada di titik ini yaitu hanya sebesar 7,54 % (Tabel 2). Rendahnya nilai kecerahan dan tingginya konsentrasi MPT yang terjadi di lokasi ini menimbulkan tingginya penetrasi cahaya yang masuk ke badan perairan sehingga cahaya matahari yang masuk ke perairan tersebut di serap oleh dasar perairan yang berakibat tingginya suhu perairan di lokasi ini yaitu 31,80°C [28].

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini diketahuinya sebaran MPT yang terjadi di MSB yang tertinggi berada pada lokasi Tg Sere dan Pulau Ekor Tikus sedangkan yang terendah berada pada lokasi Tg Api-api, dengan parameter oseanografi yang paling dominan terjadi di kecepatan arus dan pasang surut perairan MSB.

5. Ucapan Terima kasih

Terima kasih pada Bapak IR. Rahmadi Dadi, M.SI.,M.SC. Geospasial Consultant World Bank For Urban EAP- MIS/GIS expert matt MACDONALD

Referensi

- [1] S. Syahrial, N. Karsim, and M.K. Lubis., "Keanekaragaman Hayati Mangrove Sejati True Mangrove Biodiversity in Miangas Island," *Maspuri Journal*, Vol. 10. No. 2, pp. 207–216. 2018.
- [2] S. Eddy, *et al.* "Anthropogenic drivers of mangrove loss and associated carbon emissions in South Sumatra, Indonesia." *Forests*, Vol. 12. No. 2, pp. 1–14. 2021. doi: 10.3390/f12020187.
- [3] S. Sukristijiono. "View of biodegradability of bioplastic in natural environment." *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, Vol. 6. No. 2, 2016. Available at: [online] available at <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl/article/view/19198/17191>.
- [4] K. Verduyck, R. C. Grabowski and R. J. Rickson. "Suspended sediment transport dynamics in rivers: Multi-scale drivers of temporal variation," *Earth-Science Reviews*, pp. 38–52. 2017 doi: 10.1016/j.earscirev.2016.12.016.
- [5] B. Choubin, *et al.* 'River suspended sediment modelling using the CART model: A comparative study of machine learning techniques', *Science of the Total Environment*, pp. 272–281. 2018. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.293.
- [6] D. S. Van Maren, *et al.* 'The effect of land reclamations and sediment extraction on the suspended sediment concentration in the Ems Estuary', *Marine Geology*, 376, pp. 147–157. 2016 doi: 10.1016/j.margeo.2016.03.007.
- [7] C. Juez, M. A. Hassan, and M. J. Franca, "The Origin of Fine Sediment Determines the Observations of Suspended Sediment Fluxes Under Unsteady Flow Conditions." *Water Resources Research*, 54(8), pp. 5654–5669. 2018 doi: 10.1029/2018WR022982.
- [8] E. Olyae, *et al.* "A comparison of various artificial intelligence approaches performance for estimating suspended sediment load of river systems: a case study in United State." *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015 doi: 10.1007/s10661-015-4381-1.
- [9] M. Z. Kermani, *et al.* 'Evaluation of data driven models for river suspended sediment concentration modeling', *Journal of Hydrology*, pp. 457–472. 2016 doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.02.012.
- [10] N. A. Wahab, *et al.* "Assessment of total suspended sediment and bed sediment grains in upstream areas of Lata Berangin, Terengganu". *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol. 6. No. 5, pp. 757–763. 2016. doi: 10.18517/ijaseit.6.5.994.
- [11] H. Rügner, *et al.* "Particle bound pollutants in rivers: Results from suspended sediment sampling in Globaqua River Basins." *Science of the Total Environment*, Vol. 647, pp. 645–652. 2019 doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.027.
- [12] S. Q. Salih, *et al.* "River suspended sediment load prediction based on river discharge information: application of newly developed data mining models." *Hydrological Sciences Journal*, pp. 624–637. 2020. doi: 10.1080/02626667.2019.1703186.
- [13] R. M. Adnan, *et al.* "Prediction of suspended sediment load using data-driven models" *Water (Switzerland)*, Vol. 11 No. 10. 2019. doi: 10.3390/w11102060.
- [14] G. Bussi, *et al.* "Impact of dams and climate change on suspended sediment flux to the Mekong delta." *Science of the Total Environment*. 2021. doi: 10.1016

- /j.scitotenv.2020.142468.
- [15] M. Uysal, A. S. Toprak, and N. Polat. "DEM generation with UAV Photogrammetry and accuracy analysis in Sahitler hill." *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, pp. 539–543. 2015. doi: 10.1016/j.measurement.2015.06.010.
- [16] A. T. Devlin, *et al.* "Coupling of sea level and tidal range changes, with implications for future water levels." *Scientific Reports*, 7(1), pp. 1–12. 2017. doi: 10.1038/s41598-017-17056-z.
- [17] A. Rymszewicz, *et al.* "Measurement differences between turbidity instruments, and their implications for suspended sediment concentration and load calculations: A sensor inter-comparison study", *Journal of Environmental Management*, pp. 99–108. 2017. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.05.017.
- [18] N. Bernardo, *et al.* "Atmospheric correction issues for retrieving total suspended matter concentrations in inland waters using OLI/Landsat-8 image", *Advances in Space Research*, pp. 2335–2348. 2017. doi: 10.1016/j.asr.2017.02.017.
- [19] K. Zeinalzadeh, and E. Rezaei. "Determining spatial and temporal changes of surface water quality using principal component analysis." *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 13 (June), pp. 1–10. 2017. doi: 10.1016/j.ejrh.2017.07.002
- [20] S. Tiwari, S. Verma, and S. Ghosh. "Estimation of sedimentation rate of a reservoir using remote sensing data: a case study of tehri reservoir", *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, Vol 7. No 3, pp. 245–253. 2016. doi: 10.21172/1.73.534.
- [21] R. Foteh, *et al.* "Reservoir Sedimentation Assessment Through Remote Sensing and Hydrological Modelling." *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(11), pp. 1893–1905. 2018. doi: 10.1007/s12524-018-0843-6.
- [22] D. V. Duy, *et al.* "Sand Spit Elongation and Sediment Balance at Cua Lo Inlet in Central Vietnam." *Journal of Coastal Research*, pp. 32–39. 2018. doi: 10.2112/SI81-005.1.
- [23] N. Q. Chien, and T. T. Tung. "Recent Sedimentation of a Mesotidal Wave-Dominated River Mouth: Lach Van, Vietnam", *Journal of Coastal Research*, pp. 50–56. 2018. doi: 10.2112/SI81-007.1.
- [24] Y Windusari, L. Hanum, and M. Slestarti. "Analysis and identification of landuse on the east coast of South Sumatera using GIS", *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2(3), pp. 227–230. 2015. doi: 10.11591/eecsi.v2i1.477.
- [25] P. A. Punde and D. B. A. M. MGM Dr. G. Y. P., Dr. Ramesh R. Manza, "Review of algorithm for detection of fixations from eye tracker database," *Int. J. Latest Trends Eng. Technol. (IJL TET)*, vol. 7, no. 3, pp. 247–253, 2016.
- [26] Q. V. Pham, *et al.* "Using landsat-8 images for quantifying suspended sediment concentration in red river (Northern Vietnam)." *Remote Sensing*, Vol. 10 No. 11. 2018. doi: 10.3390/rs10111841.
- [27] N. G. Rostom, *et al.* "Evaluation of Mariut Lake water quality using Hyperspectral Remote Sensing and laboratory works." *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Vol. 20, pp. S39–S48. 2017. doi: 10.1016/j.ejrs.2016.11.002.
- [28] B. Wang, *et al.* "Cumulative effects of cascade dams on river water cycle: Evidence from hydrogen and oxygen isotopes." *Journal of Hydrology*, pp. 604–610. 2019. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.11.016.
- [29] P. A. Butcher, *et al.* "Beach safety: Can drones provide a platform for sighting sharks?." *Wildlife Research*, Vol. 46. No. 8, pp. 701–712. 2019. doi: 10.1071/WR18119.
- [30] M. Azpiroz-Zabala, *et al.* "Newly recognized turbidity current structure can explain prolonged flushing of submarine canyons." *Science Advances*, Vol. 3 No. 10. 2017. doi: 10.1126/sciadv.1700200.
- [31] D. Bellafiore, *et al.* "Coastal mixing in multiple-mouth deltas: A case study in the Po delta, Italy", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2019. doi: 10.1016/j.ecss.2019.106254.
- [32] L. Cai, *et al.* "HY-1C observations

- of the impacts of Islands on suspended sediment distribution in Zhoushan coastal waters, China.” *Remote Sensing*, Vol. 12, No 11. 2020. doi: 10.3390/rs12111766.
- [33] M. Dahl, *et al.* ‘Sediment properties as important predictors of carbon storage in *Zostera marina* meadows: A comparison of four European areas’, *PLoS ONE*. 2016. doi: 10.1371/journal.pone.0167493.
- [34] P. Dorji, and P. Fearn “Impact of the spatial resolution of satellite remote sensing sensors in the quantification of total suspended sediment concentration: A case study in turbid waters of Northern Western Australia.” *PLoS ONE*. 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0175042.
- [35] N. G. Valiente, *et al.* ‘Role of waves and tides on depth of closure and potential for headland bypassing’, *Marine Geology*, 407 (June 2018), pp. 60–75. 2019. doi: 10.1016/j.margeo.2018.10.009.
- [36] A. Osadchiv, K. Silvestrova, and S. Myslenkov, “Wind-driven coastal upwelling near large river deltas in the laptev and east-Siberian seas.” *Remote Sensing*, Vol. 12 No. 5, pp. 1–25. 2020. doi: 10.3390/rs12050844.
- [37] M. Sahana, and H. Sajjad, “Assessing Influence of Erosion and Accretion on Landscape Diversity in Sundarban Biosphere Reserve, Lower Ganga Basin: A Geospatial Approach’, pp. 191–203. 2019. doi: 10.1007/978-3-319-90427-6_10.
- [38] A. Sanchez, W. Wu, and T. M. Beck, ‘A depth-averaged 2-D model of flow and sediment transport in coastal waters’, *Ocean Dynamics*, pp. 1475–1495. 2016. doi: 10.1007/s10236-016-0994-3.
- [39] S. L. Ward, *et al.* ‘Tidal stream resource characterisation in progressive versus standing wave systems’, *Applied Energy*, 220(October 2017), pp. 274–285. 2018. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.03.059.
- [40] Komposisi spesies dan struktur vegetasi mangrove yang terdegradasi di Hutan Lindung Air Telang, Sumatera Selatan, Indonesia – *Jurnal Biodiversitas Keanekaragaman Hayati*. *Jurnal Biodiversitas Keanekaragaman Hayati*, Vol. 20 No 8. 2019.