

Perubahan Garis Pantai di Perairan Muara Sungai Musi Hubungannya dengan Sedimentasi

Beta Susanto Barus*, Ellis Nurjuliasti Ningsih dan Melki

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih KM. 32, Inderalaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan 30662 Indonesia
Email: betasusanto@unsri.ac.id

Abstract

Coastline Changes in Musi Estuary Waters in Relations to Sedimentation

Musi Estuary is strongly influenced by various land activities such as plantations, industry, agriculture and others. These activities have a negative effect on the condition of these waters, one of which is sedimentation. Sedimentation is an important factor that must be considered during development such as port construction and reclamation. This study aims to analyzed the dynamics of shoreline changes in the Musi Estuary, South Sumatra associated with sediment characteristics and sedimentation rates in the area. This research was carried out by installing a sediment trap for 14 days. Trapped sediments were taken once a week and calculated the volume and rate of sediment accumulation. The results showed that the dominant sedimentary characteristics in Musi Estuary were dominated by clay and mud with sediment accumulation rates ranging from 86,63-97,97 mg/cm²/day. The results of the dynamics of shoreline changes in the form of abrasion at stations 2, 3, 4, 5 and 6 and sedimentation at Station 1. The highest land change by abrasion was found at station 6 with land changes $\pm 129,83$ meters in 5 years and land changes by sedimentation at station 1 with a reduction in land ± 13.31 meters in 5 years.

Keywords: Musi Estuary; Sedimentation; Coastline Change

Abstrak

Muara Sungai Musi merupakan perairan muara yang sangat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas daratan seperti perkebunan, industri, pertanian dan lain-lain. Aktivitas tersebut memberikan efek negatif terhadap kondisi perairan tersebut, salah satunya adalah sedimentasi. Sedimentasi menjadi faktor penting yang harus diperhatikan pada saat melakukan pembangunan seperti pembangunan pelabuhan dan reklamasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan garis pantai di Perairan Muara Musi, Sumatera Selatan dikaitkan dengan karakteristik sedimen dan laju sedimentasi di daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2019 dan pengambilan sampel dilakukan dengan memasang sedimen trap selama 14 hari. Sedimen yang terperangkap diambil seminggu sekali dan dihitung volume dan laju akumulasi sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik sedimen yang dominan di Muara Musi didominasi oleh tanah liat dan lumpur dengan tingkat akumulasi sedimen berkisar antara 86,63-97,97 mg/cm²/hari. Hasil dinamika perubahan garis pantai dalam bentuk abrasi di stasiun 2, 3, 4, 5 dan 6 dan sedimentasi di stasiun 1. Perubahan lahan oleh abrasi tertinggi ditemukan di stasiun 6 dengan perubahan lahan $\pm 129,83$ meter dalam 5 tahun dan perubahan lahan oleh sedimentasi di stasiun 1 dengan pengurangan lahan $\pm 13,31$ meter dalam 5 tahun.

Kata Kunci: Muara Sungai Musi; Sedimentasi; Perubahan Garis Pantai

PENDAHULUAN

Muara Sungai Musi merupakan perairan muara yang sangat dipengaruhi oleh

berbagai aktivitas daratan seperti perkebunan, industri, pertanian dan lain-lain. Masyarakat sepanjang aliran Sungai Musi memanfaatkan air sungai ini untuk memenuhi

kebutuhan hidup, mengairi lahan, usaha perikanan, dan transportasi. Kegiatan tersebut juga memberikan dampak negatif terhadap kondisi perairan itu sendiri. Salah satu dampak yang ditimbulkan adalah masuknya partikel-partikel dari daratan menuju muara sungai. Sedimentasi di perairan Muara Sungai Musi disebabkan salah satunya adalah karena banyak daerah sekitar DAS yang dikonversi menjadi lahan pertanian. Lark *et al.* (2015) mengatakan bahwa lahan pertanian memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap erosi. Sedimen dihasilkan oleh limpasan permukaan, dan konversi historis Daerah Aliran Sungai menjadi lahan pertanian telah mempercepat pengiriman sedimen ke muara dan laut (Fagherazzi, 2014; Gedan *et al.*, 2011; McKee dan Cherry, 2009; Möller *et al.*, 2014).

Angkutan sedimen di sungai yang bergerak karena adanya aliran air sungai, sangat erat hubungannya dengan erosi tanah permukaan karena hujan. Air yang meresap ke tanah dapat mengakibatkan longsoran yang kemudian masuk ke sungai dan berpengaruh yang sangat besar pada jumlah angkutan sedimen di sungai. Seluruh proses merupakan siklus yang saling terkait antara erosi tanah yaitu angkutan sedimen yang kemudian pengendapan. Sedimentasi ini akan mengakibatkan pendangkalan yang dapat mengganggu alur transportasi dan menyebabkan perairan menjadi sulit untuk dilalui dikarenakan perubahan kedalaman perairan dan perubahan konfigurasi garis pantai serta keadaan dasar perairan baik secara vertikal maupun horizontal (Munandar, 2014).

Beberapa pantai yang ada di wilayah Indonesia telah banyak mengalami perubahan garis pantai akibat terjadinya abrasi dan akresi seperti perubahan garis pantai di Pesisir Kecamatan Soropia akibat terjadinya abrasi (Halim *et al.*, 2016), perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kendal akibat terjadinya abrasi dan akresi (Arief *et al.*, 2011), perubahan garis pantai di Teluk Awur Kabupaten Jepara akibat terjadinya abrasi dan perubahan garis pantai di wilayah pesisir perairan Cisadane, Provinsi Banten akibat terjadinya abrasi dan akresi (Tarigan, 2007).

Sedimentasi yang terjadi di Muara Musi akan berpengaruh terhadap kondisi sedimen dan juga berpengaruh terhadap perubahan garis pantai di sekitar perairan muara yang direncanakan akan dibangun sebuah pelabuhan internasional. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis dinamika perubahan garis pantai di Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan dikaitkan dengan karakteristik sedimen dan laju sedimentasi di daerah tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perubahan daratan di Muara Sungai Musi, sehingga dapat dilakukan pencegahan serta membantu rencana pembangunan yang akan dilakukan di daerah tersebut seperti rencana pembangunan pelabuhan, usaha perikanan.

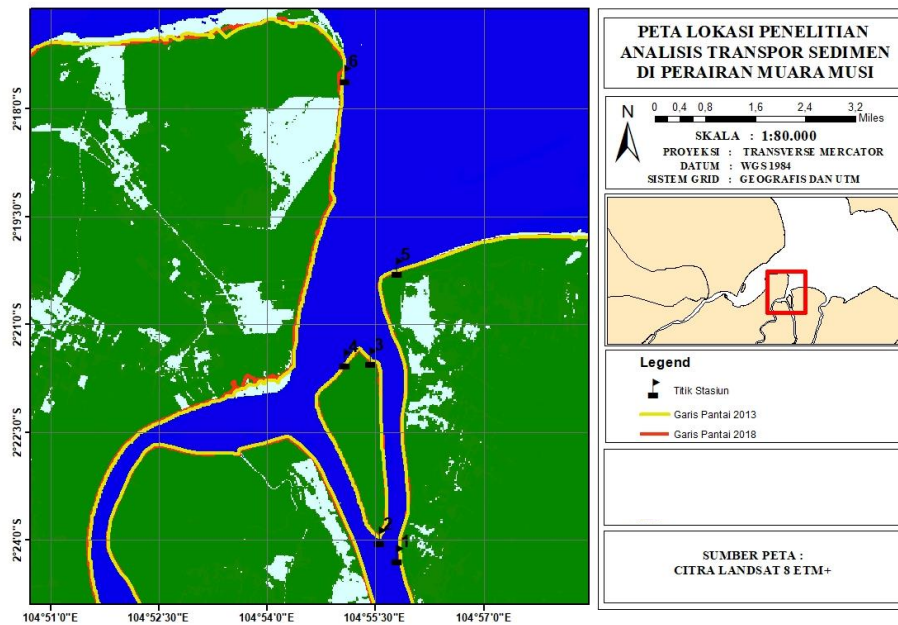
MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2019 di Perairan Muara Musi Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan pada 6 stasiun. Pengukuran laju sedimentasi dilakukan selama 14 hari menggunakan *sediment trap*. Selanjutnya dihitung berat kering sedimen dengan menggunakan timbangan analitik. Penentuan tekstur sedimen dilakukan dengan menggunakan saringan bertingkat (*sieving*) untuk fraksi pasir kemudian ditimbang berdasarkan ukuran diameter butiran sedimen. Fraksi lumpur menggunakan metode pipet. Data komposisi sedimen berdasarkan ukuran butir diolah menggunakan segitiga *Shepard* untuk menentukan jenis sedimen (Rifardi, 2008).

Analisis perubahan daratan dilakukan menggunakan pengolahan data citra dengan rentang waktu 5 tahun yaitu tahun 2013 dan 2018. Pengolahan data citra dilakukan dengan perangkat lunak ErMapper 7.0. Hasil pengolahan data citra akan dikaitkan secara deskriptif dengan laju sedimentasi dan karakteristik sedimen pada daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sedimen trap dipasang selama 14 hari pada 6 stasiun penelitian. Dari total 6 trap yang dipasang, hanya 3 trap yang ditemukan



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

kembali pada saat pengambilan. Hasil pengukuran laju sedimentasi disajikan pada Tabel 1.

Proses pengendapan sedimen disebabkan oleh sifat mekanis materi tersuspensi di air atau proses pembentukan dan akumulasi sedimen pada lapisan permukaan dasar perairan (Barus *et al.*, 2018). Laju sedimentasi rata-rata di lokasi penelitian berkisar antara 86,63 mg/cm²/hari - 97,97 mg/cm²/hari. Laju sedimentasi yang paling tinggi terjadi pada Stasiun 6, yaitu sebesar 97,97 mg/cm²/hari. Di Stasiun 3 laju sedimentasi paling rendah dibanding stasiun lainnya yang ditemukan, yaitu sebesar 87,45 mg/cm²/hari. Perairan muara Sungai Musi merupakan daerah yang mengalami proses sedimentasi yang tinggi akibat dari

bermuaranya beberapa sungai yang membawa partikel sedimen ke muara Sungai Musi. Sehingga pergerakan sedimen tersebut cenderung berjalan sesuai dengan pola arus yang ada di wilayah Perairan Musi. Laju sedimentasi terendah terdapat di Stasiun 5 yang terletak di Sungai Lalan dan posisinya terlindung dari aliran arus.

Hasil analisis ukuran butir diperoleh sebaran fraksi sedimen di perairan Muara Sungai Musi adalah sebagai berikut pasir dengan kisaran 0-3,43%; lumpur dengan kisaran 18,83- 31,81 %; lempung 63,88-81,16 %. Sebaran persentase fraksi sedimen serta jenis sedimen pada stasiun dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil perhitungan persentase berat fraksi sedimen secara keseluruhan menunjukkan bahwa sedimen didominasi oleh fraksi lempung kemudian fraksi lumpur dan fraksi pasir. Persentase berat fraksi lempung yang terbesar terdapat pada stasiun 1 sebesar 81,16% sedangkan yang terendah sebesar 63,88 % terdapat pada stasiun 6. Hasil pengamatan menunjukkan secara umum di semua stasiun memiliki fraksi sedimen yang bervariasi mulai dari pasir hingga lempung, akan tetapi komposisinya tidak merata. Komposisi fraksi lempung pada setiap stasiunnya dapat di jadikan sebagai indikasi terjadinya masukan sedimen dari darat ke laut. Fraksi lempung pada Stasiun 1

Tabel 1. Laju Sedimentasi pada Setiap Stasiun

Stasiun	Laju Sedimentasi (mg/cm ² /hari)
1	Tidak ditemukan
2	Tidak ditemukan
3	86,63
4	Tidak ditemukan
5	87,45
6	97,97

(81,16%), Stasiun 2 (63,88%), Stasiun 3 (75,22%), Stasiun 4 (75,16%), Stasiun 5 (77,37%), Stasiun 6 (64,75%), dan Pada Stasiun 1 dan 5 komposisi lempung paling tinggi, hal ini disebabkan karena kedua stasiun ini terletak di muara sungai yang merupakan pemasok sedimen-sedimen dari daratan, sedangkan komposisi lumpur paling rendah di Stasiun 2, hal ini dikarenakan karena kecilnya pengaruh arus di stasiun tersebut sehingga tidak ada sedimen yang masuk ataupun keluar yang terbawa (tidak terjadi *mixing*).

Jenis tekstur sedimen di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu lempung dan lempung berlumpur. Pada Stasiun 1, 3, 4, dan 5, memiliki jenis tekstur yang sama yaitu lempung, sedangkan pada Stasiun 2 dan 6 memiliki jenis tekstur lempung berlumpur. Hansen dan Christiansen (1995) menyatakan bahwa komposisi partikel tersuspensi yang tertangkap di *sediment trap* jika didominasi lanau dan lempung menunjukkan area tersebut lebih dipengaruhi oleh pergerakan arus. Hal ini sesuai dengan asumsi yang dijelaskan oleh McLaren (1981) bahwa kecenderungan butiran sedimen yang terdeposit pada suatu tempat dapat digunakan untuk mengidentifikasi asal sumber sedimen dan pengendapan yang mungkin terjadi. Sedimen dalam bentuk butir halus merupakan bentuk terbanyak yang ditransportasikan dibandingkan dengan butiran sedimen kasar.

Erosi dan akresi berpengaruh terhadap luasan wilayah dan lahan yang dimiliki serta mengganggu beberapa aktivitas potensial di kawasan pantai (Rais *et al.*, 2004). Data citra yang digunakan yaitu pada tahun 2013 dan tahun 2018. Hasil pengolahan data sedimen yang diperoleh dari alat sedimen *trap* dibandingkan dengan hasil dari digitasi data citra selama rentang 5 tahun untuk melihat

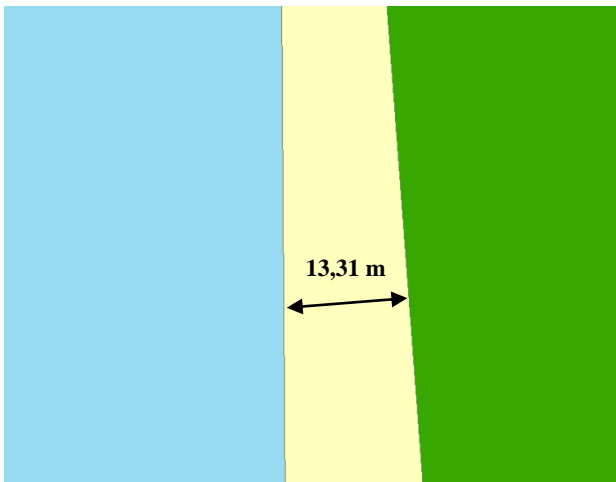
penambahan ataupun pengurangan daratan setiap tahunnya dan dihitung penambahan daratan setiap minggu. Sedimentasi dan erosi dapat menyebabkan perubahan topografi suatu wilayah estuari (Lastras *et al.*, 2011). Menurut Wibisono (2010) mengatakan bahwa transpor ke arah vertikal ke bawah yang akan diasumsikan bahwa kecepatan pengendapan pada suatu daratan sangat tergantung dari besar kecilnya ukuran butir partikel sedimen yang diendapkan.

Pengolahan data citra menunjukkan bahwa di beberapa wilayah di daerah penelitian terjadi sedimentasi dan juga erosi daratan (Gambar 2). Abrasi terjadi pada stasiun 2, 3, 4, 5, dan 6, sedangkan sedimentasi terjadi hanya pada stasiun 1, Stasiun 1 terjadi penambahan daratan ± 13,31 meter per 5 tahun atau dengan kata lain terjadi penambahan daratan ± 2,66 meter per tahun. Jenis substrat yang ditemukan pada Stasiun 1 adalah lempung.

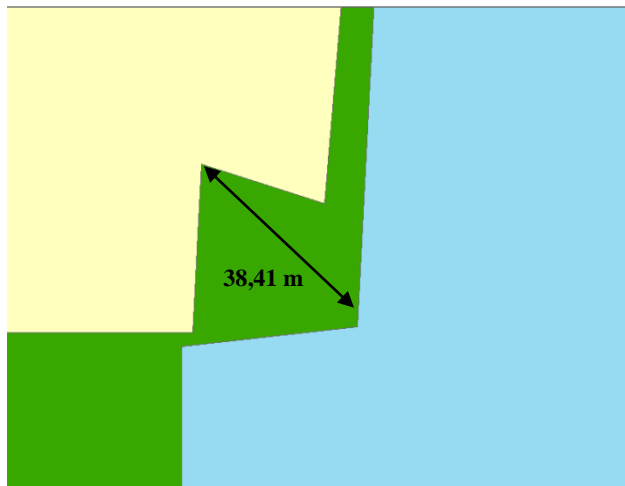
Stasiun 2 terjadi pengurangan daratan akibat abrasi yaitu ± 34,41 meter per 5 tahun atau dengan kata lain ± 7,92 meter per tahun dengan jenis substrat sedimen dominan adalah lempung berlumpur. Stasiun 3 berada di muara Sungai Musi. Hasil analisis citra menunjukkan bahwa pada Stasiun 3 terjadi pengurangan daratan ± 35,5 meter per 5 tahun atau dengan kata lain ± 7,1 meter per tahun. Laju sedimentasi pada Stasiun 3 adalah sebesar 86,63 mg/cm²/hari dengan jenis substrat sedimen adalah lempung. Stasiun 3 terdapat banyak aktivitas manusia seperti aktivitas nelayan dan transportasi di perairan dan juga berada di perairan muara Sungai Musi sehingga bisa diasumsikan endapan yang berada di daerah tersebut cenderung dominan berasal dari

Tabel 2. Sebaran persentase fraksi sedimen serta jenis sedimen

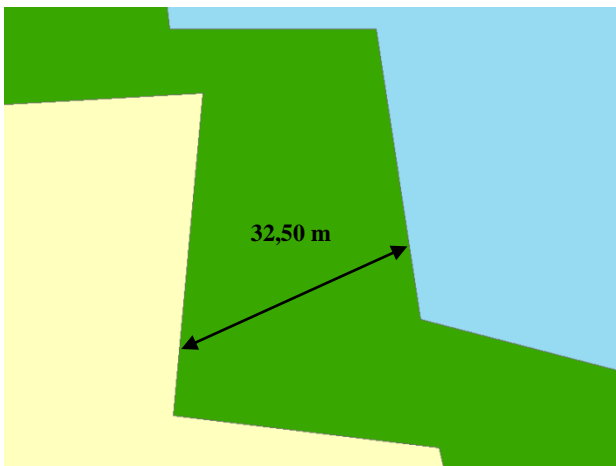
Stasiun	Fraksi (%)			Jenis Substrat
	Pasir	Lumpur	Lempung	
1	0,00	18,83	81,16	Lempung
2	0,89	25,23	63,88	Lempung berlumpur
3	0,27	24,50	75,22	Lempung
4	0,00	24,83	75,16	Lempung
5	0,00	22,63	77,37	Lempung
6	3,43	31,81	64,75	Lempung berlumpur



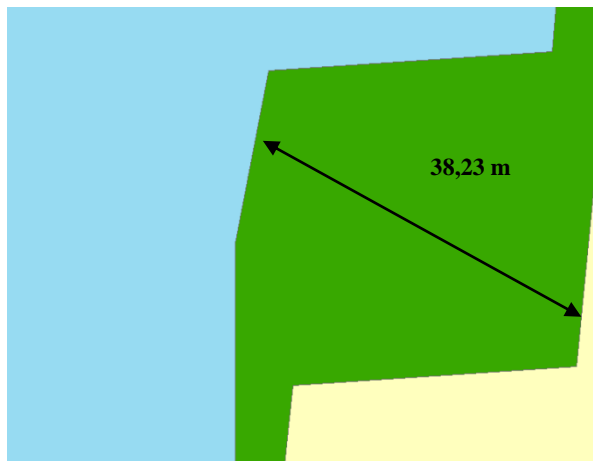
Stasiun 1 (Sedimentasi)



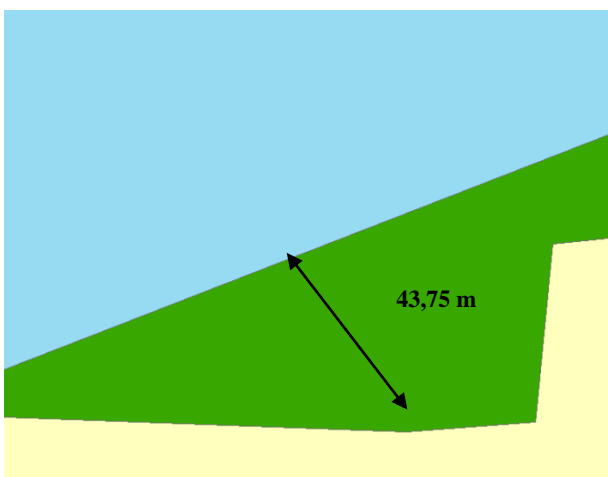
Stasiun 2 (Abrasi)



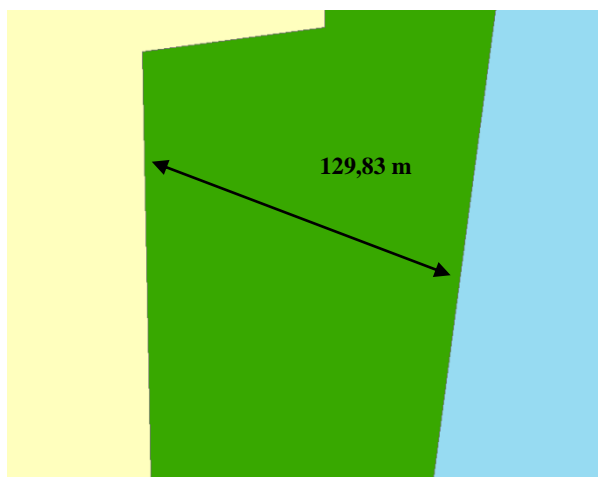
Stasiun 3 (Abrasi)



Stasiun 4 (Abrasi)



Stasiun 5 (Abrasi)



Stasiun 6 (Abrasi)

Gambar 2. Perubahan Daratan di Setiap Titik Lokasi Penelitian
Keterangan. ■ = Perairan; ■ = Daratan tahun 2013; ■ = Daratan tahun 2018

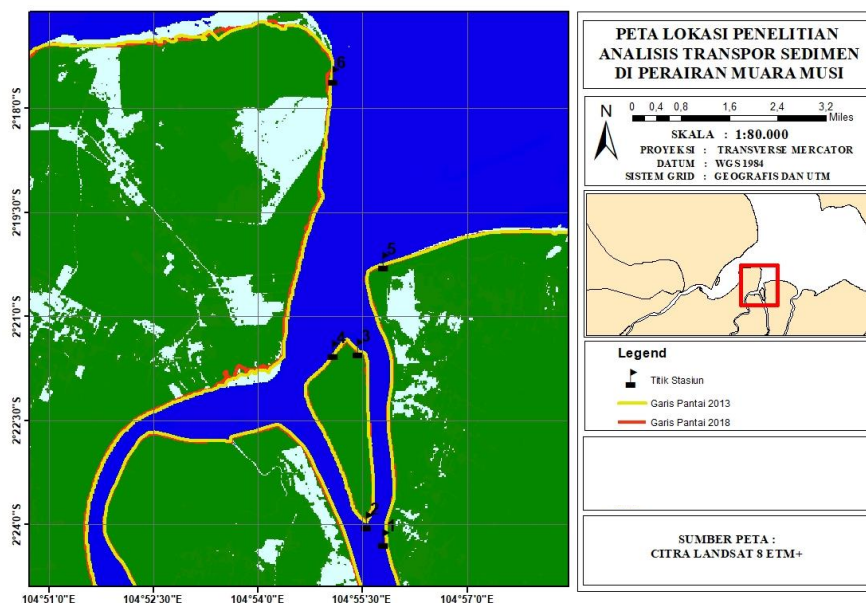
endapan sedimen di sungai Musi bagian dalam yang dibawa oleh arus dan pasang surut keluar menuju muara dan kemudian mengendap di daerah tersebut. Satriadi dan Widada (2004) menyatakan bahwa arus dan pasang surut menyebabkan pengadukan sedimen di dasar perairan sehingga partikel sedimen tersebut tersuspensi di dalam air.

Stasiun 4 berada hampir berdekatan dengan stasiun 3 yaitu di muara Sungai Musi. Hasil analisis citra ditemukan pengurangan daratan akibat erosi sebesar $\pm 38,23$ meter per 5 tahun atau dengan kata lain $\pm 7,646$ meter per tahun dengan jenis substrat sedimen adalah lempung. Stasiun 5 berada pada daratan yang ujung daratan kecil yang berada di muara Sungai Musi dimana cenderung diasumsikan bahwa aliran arus dari dalam mengarah keluar muara dengan membawa sejumlah endapan sedimen yang berada di daerah Stasiun 4 tersebut.

Stasiun 5 berada mulut muara Sungai Musi bagian kanan. Hasil analisis citra menunjukkan bahwa pada stasiun ini terjadi pengurangan daratan sebesar $\pm 43,75$ meter per 5 tahun atau dengan kata lain $\pm 8,75$ meter per tahun. Laju sedimentasi pada stasiun 5 adalah tertinggi dari seluruh stasiun penelitian yaitu sebesar $87,45 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$ dengan jenis substrat sedimen dominan yaitu

lempung berlumpur. Perairan yang terletak di depan muara sungai memiliki tingkat sedimentasi yang lebih tinggi (Nicolodi *et al.*, 2013)

Stasiun 6 berada tidak jauh dari daerah Tanjung Carat. Stasiun ini juga terletak di depan mulut Muara Sungai Musi sebelah kiri. Hasil analisis citra menunjukkan bahwa pada stasiun 6 terjadi pengurangan daratan akibat abrasi sebesar $\pm 129,83$ meter per 5 tahun atau dengan kata lain $\pm 25,966$ meter per tahun. Laju sedimentasi sebesar $97,97 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$ dengan jenis substrat sedimen yaitu dominan lempung berlumpur. Stasiun 6 diduga memiliki sedimentasi paling tinggi dikarenakan banyaknya masukan dari beberapa mulut sungai yang diasumsikan banyak mentranspor sedimen ke lokasi tersebut. Keseimbangan antara sedimen yang dibawa sungai dengan kecepatan pengangkutan sedimen di muara sungai akan menentukan berkembangnya dataran pantai. Apabila jumlah sedimen yang dibawa ke laut dapat segera diangkut oleh ombak dan arus laut, maka pantai akan dalam keadaan stabil. Sebaliknya apabila jumlah sedimen melebihi kemampuan ombak dan arus laut dalam pengangkutannya, maka dataran pantai akan bertambah (Maynard *et al.*, 2011).



Gambar 3. Perubahan daratan di lokasi Penelitian

Laju akumulasi sedimen tertinggi terdapat pada stasiun 6 yaitu sebesar 97,97 mg/cm²/hari. Perubahan daratan tertinggi juga terdapat pada stasiun 6 yaitu sebesar ±129,83 meter dalam jangka waktu 5 tahun. Stasiun 6 berada di mulut muara dan mengarah ke laut sehingga pergerakan arus dan gelombang cukup tenang sehingga banyak partikel-partikel sedimen seperti lempung dan lumpur yang terakumulasi pada alat sedimen trap dan juga banyak masukan dari beberapa mulut sungai yang banyak mentranspor partikel sedimen ke lokasi tersebut. Pergerakan sedimen tersebut cenderung berjalan sesuai dengan pola arus yang ada di wilayah Perairan Musi. Aliran dari sungai akan terus bergerak menuju laut dengan gelombang relatif kecil, yang kemudian akan membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Saat air surut sedimen terdorong ke muara kemudian menyebar ke laut dan sedimen tersebut dalam bentuk suspensi akan mengendap. Kecepatan arus di mulut muara Sungai Musi lebih rendah dibandingkan arus di badan sungai (Surbakti, 2012). Sedimentasi di suatu perairan juga sangat dipengaruhi oleh jenis substrat yang terdapat di daerah tersebut (Ziervogel & Bohling, 2003) dan ada atau tidaknya konsolidasi sedimen oleh zat polimeri ekstraseluler (Tolhurst *et al.*, 2002). Satriadi (2012) yang menyatakan pada daerah pantai yang didominasi oleh sedimen pasir memiliki kecepatan arus yang cenderung tinggi.

KESIMPULAN

Jenis fraksi sedimen yang mendominasi di Muara Sungai Musi adalah lempung dengan dua tipe substrat yaitu lempung dan lempung berlumpur. Laju akumulasi sedimen adalah 86,63-97,97 mg/cm²/hari. Laju sedimentasi yang paling tinggi terjadi pada Stasiun 6, yaitu sebesar 97,97 mg/cm²/hari. Laju sedimentasi paling rendah ditemukan pada Stasiun 3 yaitu sebesar 86,63 mg/cm²/hari. Hasil analisis citra menunjukkan bahwa terjadi dinamika perubahan garis pantai berupa sedimentasi dan abrasi di Muara Sungai Musi. Abrasi terjadi pada stasiun 2, 3, 4, 5 dan 6, sedangkan sedimentasi terjadi hanya pada Stasiun 1. Abrasi pada stasiun 6 mengakibatkan perubahan garis

pantai tertinggi yaitu perubahan daratan ±129,83 meter dalam jangka waktu 5 tahun. Hal ini sejalan dengan laju sedimentasi yang tertinggi terletak pada Stasiun 6 yaitu 97,97 mg/cm²/hari. Perubahan garis pantai oleh sedimentasi terdapat pada stasiun 1 dengan perubahan daratan ±13,31 meter dalam waktu 5 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T., 2011, Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kendal, *J. Pengindera. Jauh Pengolah. Data Citra Digital*, 8:71-80.
- Barus, B., S., Prartono, T., & Soedarma, D., 2018, Keterkaitan Sedimentasi dengan Persen Tutupan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung, *J. Ilmu Teknolog. Kel. Trop.*, 10(1):49-57, doi: 10.29244/jitkt.v10i1.18719.
- Fagherazzi, S., 2014, Coastal Processes: Storm-Proofing with Marshes, *Nat. Geosci.*, 7:701-702. DOI: 10.1038/ngeo2262
- Gedan, K.B., Kirwan, M.L., Wolanski, E., Barbier, E.B., & Silliman, B.R., 2011, The Present and Future Role of Coastal Wetland Vegetation in Protecting Shorelines: Answering Recent Challenges to The Paradigm, *Clim. Chang.*, 106:7-29. doi: 10.1007/s10584-010-0003-7
- Halim., Halili. & La Ode., A.A., 2016, Studi Perubahan Garis Pantai Dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia, *J. Sapa Laut*, (1):24-31
- Hansen & Christensen, T.H., 1995, Impact of Sediment-Bound Iron on Redox Buffering in a Landfill Leachate Polluted Aquifer (Vejen, Denmark). *Environ. Sci. Technol.*, 29:187-192. doi: 10.1021/es00001a024
- Hofmann, H., Lorke, A., & Peeters, F., 2011, Wind and Ship Wave-Induced Resuspension in the Littoral Zone of A Large Lake. *Water Res. Res.*, 47(9):1-12 doi: 10.1029/2010WR010012.
- Kristensen, P., Søndergaard, M., & Jeppesen, E., 1992, Resuspension in a Shallow Eutrophic Lake, *Hydrobiologia*, 228:101-109. doi: 10.1007/BF00006481
- Lark, T.J., Salmon, J.M., & Gibbs, H.K., 2015, Cropland Expansion Outpaces Agricultural and Biofuel Policies in The

- United States, *Environ. Res. Lett.* 10: 044003. doi: 10.1088/1748-9326/10/4/044003
- Lastras, G., Canals, M., Amblas, D., Lavoie, C., Church, I., De Mol, B., Duran, R., Calafat, A.M., Hughes-Clarke, J.E., Smith, C.J., & Heussner, S. 2011, Understanding Sediment Dynamics of Two Large Submarine Valleys From Seafloor Data: Blanes and La Fonera Canyons, Northwestern Mediterranean Sea *Mar. Geol.* 280:20-39. doi: 10.1016/j.margeo.2010.11.005.
- Maynard, C., McManus, J., Crawford, R.M., & Paterson, D., 2011, A Comparison of Shortterm Sediment Deposition Between Natural and Transplanted Saltmarsh After Saltmarsh Restoration In The Eden Estuary (Scotland), *Plant Ecol. Divers.*, 4(1):103-113. doi: 10.1080/17550874.2011.560198
- McKee, K.L., & Cherry, J.A., 2009, Hurricane Katrina Sediment Slowed Elevation Loss in Subsiding Brackish Marshes of The Mississippi River Delta, *Wetlands*, 29:2-15. doi: 10.1672/08-32.1.
- McLaren P. 1981. An interpretation of trend in grain size measures. *J. Sed. Petrology*, 51(2):611-624. doi: 10.1306/212F7CF2-2B24-11D7-8648000102C1865D
- Möller, I., Kudella, M., Rupprecht, F., Spencer, T., Paul, M., van Wesenbeeck, B., Wolters, K., Jensen, G., Bouma, K., Miranda-Lange, T.J., & Schimmels, M.S., 2014, Wave Attenuation Over Coastal Salt Marshes Under Storm Surge Conditions. *Nat. Geosci.* 7:727-731. doi: 10.1038/ngeo2251
- Munandar, F., & Baeda, A., 2014, Kajian Laju Transport Sedimen di Pantai Akkarena, *J. Lingkar Widayaiswara*. 1(1):10-18. ISSN: 2355-4188.
- Nicolodi, J.L., Todo Jr, E.E., & Farina, L., 2013, Dynamics and Resuspension by Waves and 6 Sedimentation Pattern Definition in Low Energy Environments. Guaíba Lake (Brazil), *Brazilian J. Oceanogr.*, 61: 55-64. doi: 10.1590/S1679-8759201300010006
- Rais, J., Sulisty, B., Diamar, S., Gunawan, T., Sumampouw, M., Soeprapto, T.A., Suhardi, I., Karsidi, A., & Widodo, M.S., 2004, Menata Ruang Laut Terpadu, PT. Pradnya Paramita, Jakarta. 252hlm.
- Rifardi, 2008, Tekstur Sedimen Sampling Dan Analisis. UNRI Press. Pekanbaru. 101hlm.
- Satriadi, A., & Widada, S., 2004, Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal, *Ilmu Kel.*, 9(2):101-107. doi: 10.14710/ik.ijms.9.2.101-107
- Satriadi, A., 2012, Studi Batimetri dan Jenis Sedimen Dasar Laut di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah, *Bul. Oseano. Mar.*, 1:53-62. doi: 10.1470/buloma.v1i5.6917
- Schoelynck, J., Oosterlee, L., De Groote, T., Maris, T., Struyf, E., Meire, P. & Temmerman, S., 2015, Design and Evaluation of A Multifunctional Plate Sediment Trap Suitable for Subaqueous and Floodplain Environments, *Ecohydrology*, 8:286-293. doi: 10.1002/eco.1507.
- Surbakti, H. 2012. Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan, *J. Peneliti. Sains*, 15(1): 35-39.
- Tarigan, M.S., 2007. Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane Provinsi Banten, *J. Makara Sains*, 11(1):49-56. doi: 10.7454/mss.v11i1.242
- Tolhurst, T.J., Gust, G., & Paterson, D.M., 2002, The Influence of An Extracellular Polymeric Substance (Eps) on Cohesive Sediment Stability, *Proceedings in Marine Science*, 5: 3 409-425. doi: 10.1016/S1568-2692(02)80030-4
- Triatmodjo, B., 1999, Teknik Pantai. ISBN 979-8541-05-7. Yogyakarta : Beta Offset. 397hlm.
- Ziervogel, K., & Bohling, B., 2003, Sedimentological Parameters and Erosion Behaviour of Submarine Coastal Sediments in The South-Western Baltic Sea, *Geo. Mar. Lett.* 23:43-52, doi: 10.1007/s00367-003-0123-4