



Received 10th December 2019

Accepted 12nd May 2020

Published 15th June 2020

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v4i1.249

Analisis sedimen dan pengaruhnya terhadap kondisi garis pantai di kawasan pantai timur Kabupaten Lampung Selatan

Trika Agnestasia Tarigan ^{*a}, Nirmawana Simarmata ^b, Nanda Nurisman ^a, Yudha Rahman ^c

^a Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia, 35365

^b Program Studi Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia, 35365

^c Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia 35365

* Corresponding E-mail: trika.tarigan@kl.itera.ac.id

Abstract: The erosion and sedimentation process that occurred in the east coast of South Lampung is a natural process affecting the balance of coastal sediment transport and resulting in the instability of coastal lines to the loss of the coastal communities along the coast, such as silting the river and can disturb the traffic of fishing boats. This is seen as a natural process influenced by the magnitude of wave energy coming, the type and size of sediment deposited, and coastal morphology. This research aims to analyze sediment and its effect on the changing coastline. The calculation approach with the empirical formula against coastal sediment data and wave data is used to predict the natural processes occurring along the coast. Analysis of SPOT 6/7 satellite imagery years 2008, 2013, 2016, and 2018 is the next step to estimate the similarity with empirical calculation results. The results showed that the East Coast had a characteristic mud sediment size ranging from 0.0258 – 0.033 mm with the highest wave from the east with a wave height above 2.57 m and a period above 8,015 S. Research locations tend to undergo sedimentation processes that are influenced by waves, grain size, and there are rivers carrying sediments and deposits in the river estuary.

Keywords: *coastal sediments, east coast, sedimentation, South Lampung*

Abstrak: Proses erosi dan sedimentasi yang terjadi di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan merupakan proses alami yang memengaruhi keseimbangan angkutan sedimen pantai dan mengakibatkan ketidakstabilan garis pantai. Kerugian bagi masyarakat pesisir di sepanjang kawasan pantai diantaranya pendangkalan muara sungai dan gangguan lalu lintas kapal nelayan. Proses ini dipandang sebagai proses alami yang dipengaruhi oleh besarnya energi gelombang datang menuju pantai, jenis dan ukuran sedimen yang terdeposit, dan morfologi pantai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sedimen dan pengaruhnya terhadap perubahan garis pantai di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan. Pendekatan perhitungan dengan rumus empiris terhadap data sedimen dan data gelombang digunakan untuk memprediksi proses alami yang terjadi di sepanjang kawasan Pantai Timur tersebut. Analisis data citra satelit SPOT 6/7 tahun 2008, 2013, 2016, dan 2018 juga dilakukan sebagai langkah selanjutnya untuk memperkirakan kesamaan dengan hasil prediksi perhitungan empiris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pantai Timur memiliki karakteristik sedimen lumpur ukuran berkisar antara 0.0258 – 0.033 mm dengan pengaruh gelombang tertinggi datang dari arah timur dengan tinggi gelombang 2.57 m dan periode sebesar 8.015 s. Lokasi penelitian cenderung mengalami proses sedimentasi yang dipengaruhi oleh gelombang, ukuran butir sedimen, serta terdapat sungai-sungai yang membawa sedimen dan terendapkan di muara sungai, sehingga mengakibatkan pertumbuhan garis pantai.

Kata Kunci: Lampung Selatan, pantai timur, sedimen pantai, sedimentasi

Pendahuluan

Wilayah pesisir Provinsi Lampung merupakan pertemuan antara Laut Jawa dan Sumudera Hindia (laut) dengan pegunungan Bukit Barisan (darat). Keadaan alam daerah Provinsi Lampung yaitu sebelah Barat dan Selatan merupakan daerah yang berbukit-bukit sebagai

lanjutan dari jalur pegunungan Bukit Barisan, bagian tengah merupakan dataran rendah sedangkan ke dekat pantai sebelah timur, di sepanjang tepi Laut Jawa hingga ke Utara merupakan daerah rawa-rawa perairan yang luas. Pesisir barat dan pesisir timur merupakan wilayah pesisir yang memiliki perbedaan karakteristik sesuai



dengan lokasi geografisnya. Pantai Barat merupakan jalur wilayah pesisir yang sempit, berlereng hingga terjal (*cliffs; rocky shores*), sedangkan Pantai Timur merupakan hamparan *penneplain* atau dataran pantai yang landai [1].

Karakteristik pantai sangat dipengaruhi oleh faktor interaksi dinamis antara air, angin, dan material dari dasar wilayah tersebut. Air dan angin bergerak dari satu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya sehingga terjadi perubahan garis pantai [2]. Proses perubahan pantai merupakan proses yang dinamis, jika proses ini berlangsung secara terus menerus akan mengganggu aktivitas yang ada di sekitar wilayah pantai karena akan menyebabkan terjadinya proses erosi dan atau sedimentasi pada wilayah tersebut. Proses erosi pantai merupakan proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula karena ketidakseimbangan kapasitas angkutan sedimen [3]. Sedangkan sedimentasi merupakan proses pendangkalan atau penambahan daratan pantai akibat adanya pengendapan sedimen yang dibawa oleh air laut, pengendapan yang berlangsung secara alami dari proses sedimentasi [4].

Pesisir Timur Provinsi Lampung ternyata mengalami perubahan yang besar akibat kegiatan masyarakat pesisir ataupun akibat proses alami yang terjadi dalam mekanisme perubahan pantai. Kegiatan masyarakat yang terjadi di sepanjang Pantai Timur Lampung Selatan adalah berkaitan dengan pembukaan tambak udang. Masyarakat memanfaatkan lahan hutan bakau atau mangrove untuk dijadikan sebagai tambak, sehingga mangrove yang berada di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan mengalami pemerosotan atau penggundulan. Diketahui secara fisik hutan mangrove berfungsi untuk menjaga garis pantai agar tetap stabil, melindungi pantai dan tebing sungai, mempercepat luasan area pantai melalui pengendapan dan mencegah adanya abrasi laut, melindungi daerah yang ada dibelakang hutan mangrove dari hempasan gelombang dan mencegah intrusi garam ke darat [5]. Penurunan dan perubahan kawasan hutan mangrove menjadi lahan tambak menimbulkan pengaruh terhadap proses alam yang terjadi di sepanjang Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan sehingga akan menimbulkan ketidakstabilan pantai. Proses alam seperti besarnya energi gelombang datang menuju pantai, sudut yang dibentuk antara muka gelombang saat pecah dengan garis pantai, lereng dasar perairan, jenis dan ukuran sedimen yang terdeposit, keterbukaan pantai terhadap

hantaman gelombang dan bentuk morfologi pantai merupakan faktor yang berperan dalam mekanisme perubahan pantai tersebut.

Proses erosi dan sedimentasi yang terjadi di sepanjang Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan dapat menyebabkan kerugian bagi masyarakat pesisir, karena selain memengaruhi ketidakstabilan garis pantai, proses sedimentasi dapat menyebabkan pendangkalan muara sungai dan dapat mengganggu lalu lintas kapal nelayan yang ada. Menurut Undang-Undang No. 64 Tahun 2010 tentang Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, kerusakan pantai akibat erosi dan sedimentasi dapat ditangani secara fisik (struktur) seperti pembuatan perlindungan pantai berupa bangunan pantai dan non-fisik (non-struktural) seperti memperbaiki sistem kebijakan dan peraturan daerah, karena penanganan wilayah pantai merupakan keterlibatan banyak instansi. Mitigasi terhadap kerusakan yang terjadi di sepanjang Pantai Timur Lampung khususnya Kabupaten Lampung Selatan, dilakukan dengan mengidentifikasi kerusakan pantai yang terjadi. Salah satu upaya awal yang dapat dilakukan yaitu menangani perubahan dan kerusakan yang terjadi serta upaya penanganan yaitu melakukan identifikasi terhadap kondisi pantai secara bertahap dengan mengumpulkan informasi untuk mendapatkan kondisi aktual terhadap kondisi Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses erosi dan sedimentasi yang terjadi dengan pendekatan perhitungan empiris berdasarkan karakteristik sedimen serta pengaruhnya terhadap kondisi garis pantai di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan. Manfaat dari penelitian yang dilakukan di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan yaitu sebagai dasar untuk upaya tindak lanjut permasalahan sedimentasi yang terjadi di sepanjang wilayah Pantai Timur khususnya Kabupaten Lampung Selatan.

Metode

Area studi penelitian ini yaitu di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan, lokasi tepatnya yaitu di Kecamatan Ketapan Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Koordinat lokasi penelitian yaitu sepanjang garis pantai Kecamatan Ketapang yaitu 5°54'23.01"S - 5°34'39.95"S dan 105°48'56.72"E - 105°43'6.63"E. ditampilkan pada **Gambar 1**.

Kondisi pantai yang diamati mencakup lereng muka pantai, material utama sedimen pantai, orientasi garis

pantai terhadap arah utara - selatan dan kondisi umum pantai. Karakter gelombang yang diukur meliputi tinggi gelombang saat sebelum pecah (H_b), periode gelombang yang mendekati pantai (T), besar dan arah orientasi sudut yang dibentuk muka gelombang saat sebelum pecah dengan garis pantai (α_b). Kondisi dan karakter gelombang dianalisis untuk menelaah arah pergerakan arus menyusur pantai (*long-shore currents*), yang bertanggung jawab atas transpor sedimen sepanjang pantai [6, 7]. Gelombang yang menghempas di garis pantai akan menggerus pantai, lalu hasil gerusan akan diangkut oleh arus menyusur pantai dalam proses yang disebut sedimen transpor (*littoral drift*).

Data dasar yang diperlukan untuk peramalan gelombang laut adalah kecepatan dan durasi angin, pengambilan, dan jarak peluruhan. Dalam peramalan data parameter gelombang, variabel yang diperlukan dapat ditentukan sebagai kecepatan angin, panjang pengambilan, dan durasi angin [8].

$$F_{eff} = \frac{\sum_{i=1}^k F_i \cos^2 \alpha_i}{\sum_{i=1}^k \cos^2 \alpha_i} \quad (1)$$

$$\frac{gxt}{U_A} = 68.8 \left(\frac{gF_{eff}}{U_A^2} \right)^{2/3} \leq 7.15 \times 10^4 \quad (2)$$

$$H_{mo} = \frac{0.0016U_A^2}{g} \left(\frac{gF_{eff}}{U_A^2} \right)^{1/2} \quad (3)$$

$$T_p = \frac{0.2857U_A}{g} \left(\frac{gF_{eff}}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (4)$$

Jika bilangan persamaan (1) memberikan hasil efektif, maka tinggi dan periode gelombang harus dihitung menggunakan persamaan lain:

$$H_{mo} = \frac{0.2433U_A^2}{g} \quad (5)$$

$$T_p = \frac{8.134U_A}{g} \quad (6)$$

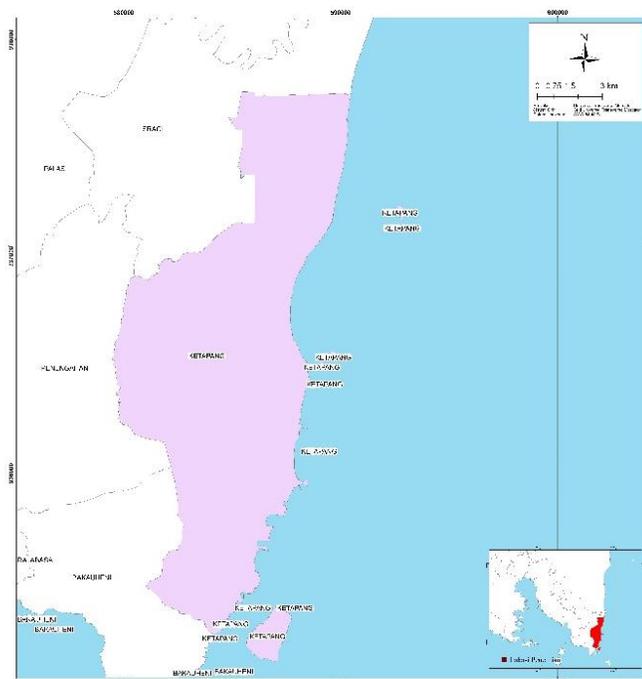
Karakteristik sedimen merupakan faktor utama yang memengaruhi proses sedimentasi dan erosi serta kondisi pantai yang stabil. Beberapa karakteristik sedimen yang memengaruhi 3 (tiga) faktor tersebut adalah komposisi sedimen, ukuran dan distribusi butiran sedimen, bentuk, porositas, kecepatan jatuh [3]. Diantara sifat-sifat ini, distribusi ukuran butiran adalah karakteristik yang paling penting. Analisis ukuran butir sedimen di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan mengacu pada klasifikasi ukuran butir dan sedimen yang terdapat pada *Shore Protection Manual* [9]. Hasil pengujian sampel sedimen dengan uji analisis saringan ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut ini.

Berdasarkan karakteristik gelombang serta jenis butir sedimen yang ada di sepanjang Pantai Timur, maka prediksi erosi dan sedimentasi dengan dilakukan dengan menggunakan metode persamaan Krau's [10]:

Pantai akan mengalami erosi jika:

$$\frac{H_s}{W_s T} \geq 3.2 \quad (7)$$

PETA LOKASI PENELITIAN DI PANTAI TIMUR
KAB. LAMPUNG SELATAN PROVINSI LAMPUNG



Gambar 1. Lokasi penelitian

Prediksi gelombang dihitung menggunakan metode *hindcasting*. Data angin (U_A) dan efektif *fect* (F_{eff}) adalah variabel penting untuk high gelombang dihitung (H_s) dan periode gelombang (T_s) menggunakan metode *hindcasting*. Data angin harian yang digunakan dalam penelitian ini adalah perkiraan dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Data kecepatan angin harian dikonversi menjadi tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan menggunakan metode *Shore Protection Manual* (SPM).

Pantai akan mengalami sedimentasi jika:

$$\frac{H_s}{W_s T} < 3.2 \quad (8)$$

Tabel 1. Tabel distribusi ukuran butir sedimen

Stasiun	Ukuran butir (mm)	Klasifikasi Jenis Sedimen
1	0.0258	Lumpur (<i>Mud</i>)
2	0.0258	Lumpur (<i>Mud</i>)
3	0.0268	Lumpur (<i>Mud</i>)
4	0.0291	Lumpur (<i>Mud</i>)
5	0.038	Lumpur (<i>Mud</i>)
6	0.025	Lumpur (<i>Mud</i>)
7	0.0269	Lumpur (<i>Mud</i>)
8	0.0287	Lumpur (<i>Mud</i>)
9	0.0299	Lumpur (<i>Mud</i>)
10	0.033	Lumpur (<i>Mud</i>)

Untuk melihat kondisi kestabilan garis pantai di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan maka dilakukan pengolahan data tambahan menggunakan analisis citra satelit. Adapun Citra satelit yang digunakan adalah Citra SPOT tahun 2008, 2013, 2016, dan 2018. Citra dianalisis secara digital, visual dan sistem informasi geografi untuk melihat tampilannya. Metode analisis data citra digital berdasarkan [11] terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

- Proses awal mencakup koreksi radiometrik untuk memperbaiki kualitas visual dan nilai-nilai *pixel*, dan (ii) koreksi geometrik untuk mendapatkan posisi citra dengan metode *nearest neighbor interpolation*, citra SPOT yang telah terkoreksi digunakan sebagai referensi. Penajaman citra (*image enhancement*) dilakukan untuk mendapatkan tampilan yang kontras sehingga memudahkan dalam proses interpretasi.
- Klasifikasi citra (*image classification*) dilakukan dengan metode *maximum likelihood*, sehingga didapatkan peta penutupan lahan yang dikelompokkan menjadi tambak, mangrove, laut dan lainnya. Untuk mendapatkan ketelitian atau validasi citra kelompok penutupan, dilakukan pencocokan dengan kondisi lapangan (*ground truth*).
- Pemrosesan citra adalah melakukan analisis sistem informasi geografi yang mencakup digitasi garis pantai, digitasi citra hasil klasifikasi, *editing* (memperbaiki kesalahan pada proses *coverage*), *labeling* (pemberian identitas/label setiap poligon, garis, atau titik), *attributing* (pemberian atribut atau informasi) dan topologi. Untuk mengetahui historis perubahan garis pantai dan perubahan penutupan lahan, dilakukan

analisis teknik tumpang-tindih (*overlay*) hasil digitasi garis pantai maupun klasifikasi citra tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data angin dengan *hindcasting* untuk mendapatkan data prediksi tinggi dan gelombang signifikan menunjukkan bahwa Perairan Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan memiliki karakteristik dominan arah angin dari 3 arah yaitu Timur, Timur Laut dan Tenggara. Kondisi gelombang ini dinyatakan terjadi pada musim peralihan yaitu tepatnya pada bulan Mei. Gelombang datang dari arah timur memiliki ketinggian berkisar 2.57 m dengan periode gelombang sebesar 8.015 s. Sedangkan gelombang datang dari timur laut memiliki tinggi berkisar 0.58 m dengan periode gelombang yaitu 2.52 s dan gelombang datang dari arah tenggara memiliki ketinggian berkisar 0.36 m dengan periode gelombang sebesar 2.10 s. Gelombang yang mendekati pantai tergolong kecil. Hal ini berkaitan dengan lemahnya angin yang bertiup pada saat survei lapangan.

Kondisi pantai yang diobservasi sepanjang pantai dan hasil wawancara dengan masyarakat setempat mengindikasikan terjadinya proses erosi. Muka pantai (*berm*) yang tersusun material pasir putih dengan ukuran halus sampai sedang terletak di pinggir bahkan ditengah tambak, sebagai akibat mundurnya garis pantai ke arah darat. Lereng muka pantai pada jarak 6 - 9 meter dari garis pantai umumnya sekitar 6°. Endapan dengan lereng yang relatif tidak landai ini memberi indikasi bahwa pada masa lampau telah terjadi hantaman gelombang dengan energi yang cukup besar, sehingga sedimen yang digerus di pantai terbawa ke arah darat oleh pecahan gelombang yang naik ke muka pantai sebagai proses *run-up* dan melampaui puncak muka pantai (*over-top*), kemudian sedimen tersebut diendapkan. Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan memiliki tipe pasang surut campuran dengan dominasi tunggal. Secara keseluruhan, pada saat air pasang (*flood tide*) arus pasang surut bergerak sepanjang pantai ke arah utara dan saat air surut (*ebb tide*) akan kembali ke selatan.

Garis pantai secara alami dapat berubah dari waktu ke waktu sejalan dengan perubahan alam. Garis pantai berubah karena adanya erosi dan sedimentasi. Hasil prediksi nilai erosi dan sedimentasi di sepanjang Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan lebih tepatnya yaitu Kecamatan Ketapang menunjukkan bahwa dari 10

(sepuluh) lokasi yang dijadikan lokasi sampling menunjukkan bahwa area tersebut cenderung mengalami proses sedimentasi. Hal tersebut didukung dengan perhitungan empiris yang dilakukan dengan pendekatan persamaan Kraus's yang dinyatakan pada **Tabel 2**.

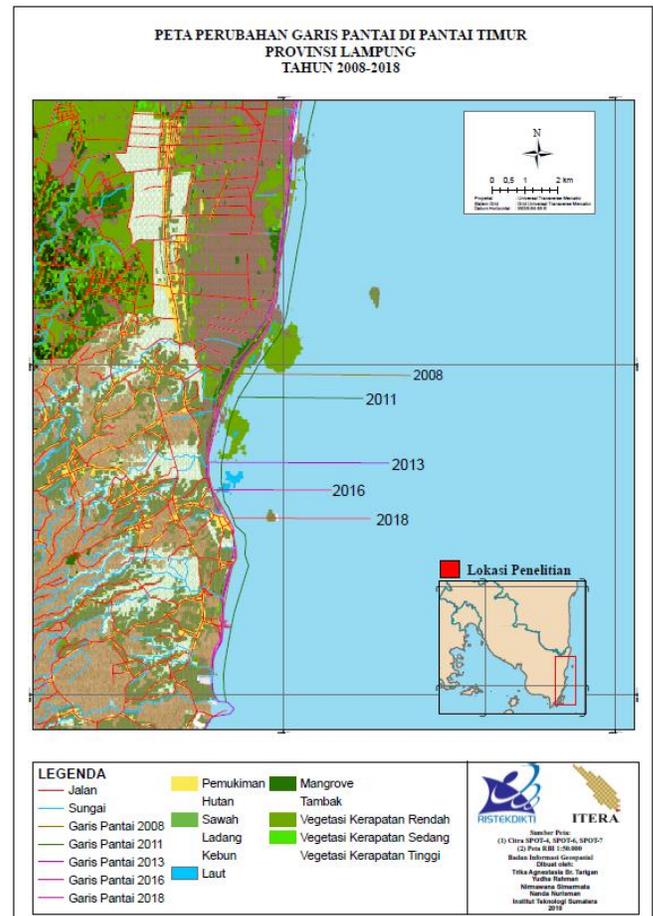
Tabel 2. Tabel prediksi proses erosi dan sedimentasi

Stasiun	Koordinat		Prediksi
1	5°46'3.42"S	105°47'52.77"E	Sedimentasi
2	5°46'4.23"S	105°48'2.99"E	Sedimentasi
3	5°43'53.86"S	105°48'10.50"E	Sedimentasi
4	5°42'49.07"S	105°48'22.50"E	Sedimentasi
5	5°41'48.48"S	105°48'56.22"E	Sedimentasi
6	5°40'42.91"S	105°49'14.82"E	Sedimentasi
7	5°39'32.22"S	105°49'34.15"E	Sedimentasi
8	5°38'20.63"S	105°49'49.21"E	Sedimentasi
9	5°36'44.42"S	105°50'12.45"E	Sedimentasi
10	5°34'30.18"S	105°50'17.27"E	Sedimentasi

Proses sedimentasi ditemui di sepanjang Pantai Timur Provinsi Lampung, terdapat banyak muara-muara sungai besar seperti Sungai Mesuji, Sungai Tulang Bawang, dan Sungai Way Seputih serta anak-anak sungai kecil lainnya [12]. Proses sedimentasi juga dipengaruhi oleh sedimen yang berasal dari lumpur yang terbawa sungai dari daerah hulu dan terendapkan di muara sungai, sehingga mengakibatkan pertumbuhan garis pantai.

Hasil perhitungan yang diperoleh berdasarkan pendekatan empiris dengan Persamaan Kraus's kemudian dianalisis bersamaan dengan data hasil rekaman perubahan garis pantai yang diperoleh dari analisis citra SPOT tahun 2008, 2013, 2016, dan 2018 secara digital dan yang sudah ditumpang-tindihkan (*overlayed*) dan disajikan pada **Gambar 2**.

Dinamika perubahan garis pantai yang semakin maju dari tahun ke tahun terlihat pada lokasi penelitian stasiun 2 sampai dengan stasiun 5. Hal ini kemudian dikolerasikan dengan hasil pengolahan citra SPOT yang telah dilakukan. Data menunjukkan bahwa untuk lokasi penelitian stasiun 3 sampai dengan stasiun 5 mengalami proses pantai mundur dan pantai maju, yang dominasi garis pantai yang maju lebih dominan dibandingkan dengan pengamatan pada posisi garis pantai yang mundur. Hal ini diasumsikan dapat dipengaruhi oleh data perekaman citra dalam mengambil posisi garis pantai dan ditampilkan pada **Tabel 3**.



Gambar 2. Hasil rekaman perubahan garis pantai

Tabel 3. Tabel prediksi proses erosi dan sedimentasi

Stasiun	Koordinat		Luas Perubahan (m)
1	5°46'3.42"S	105°47'52.77"E	95
2	5°46'4.23"S	105°48'2.99"E	114
3	5°43'53.86"S	105°48'10.50"E	101
4	5°42'49.07"S	105°48'22.50"E	181
5	5°41'48.48"S	105°48'56.22"E	74
6	5°40'42.91"S	105°49'14.82"E	42
7	5°39'32.22"S	105°49'34.15"E	40
8	5°38'20.63"S	105°49'49.21"E	13
9	5°36'44.42"S	105°50'12.45"E	43
10	5°34'30.18"S	105°50'17.27"E	46

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis proses erosi dan sedimentasi dengan pendekatan perhitungan empiris berdasarkan karakteristik sedimen serta pengaruhnya terhadap kondisi garis pantai di Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan bahwa sepanjang kawasan pantai tersebut prediksi perhitungan menampilkan bahwa lokasi mengalami proses sedimentasi. Dengan adanya data analisis menggunakan citra satelit SPOT tahun 2008, 2013, 2016 dan 2018 menampilkan hasil pengamatan ditemukan juga bahwa garis pantai mengalami proses sedimentasi dan erosi di beberapa lokasi sepanjang pantai. Terjadinya proses erosi dengan proses yang lebih kecil dibandingkan dengan proses sedimentasi. Hal ini dipengaruhi kondisi perairan yang tergolong pantai berlumpur sehingga lebih didominasi oleh pergerakan pasang surut dan adanya aliran sedimen yang berasal dari sungai-sungai yang bermuara ke Pantai Timur.

Tingginya variabilitas perubahan garis pantai yang terjadi di sepanjang pantai secara teoritis diduga terkait dengan bentuk morfologi garis pantai dan karakteristik gelombang yang menghantam pantai yang tergantung dari arah dan kekuatan angin yang bertiup. Pada bagian pantai yang mempunyai tonjolan, di sisi hilir dari arah arus menyusur pantai umumnya dapat terjadi fenomena difraksi gelombang dan gerak eddy sehingga proses erosi akan menjadi lebih intensif. Hasil penggerusan oleh hantaman gelombang akan diangkut sejajar pantai dalam proses *littoral drift* lalu pada bagian tertentu akan diendapkan, sehingga terjadi proses sedimentasi.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini

Penghargaan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2018-2019 dengan kontrak penelitian No: 009/SP2H/LT/DRPM/2018.

Pustaka

- [1] Pemda Propinsi Lampung. Rencana Strategis Pengelolaan Wilayah Pesisir Lampung. Kerjasama Pemerintah Daerah Propinsi Lampung dengan Proyek Pesisir Lampung dan PKSPL - IPB. Bandar Lampung. Indonesia, 2000.
- [2] Sulaiman, D., Bangunan Pengendali Erosi Pantai Berlumpur. CV Budi Utama. Yogyakarta, 2018.
- [3] Triatmodjo, B., Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta, 1999.
- [4] Halim., Halili., dan La Ode A., "Studi Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropi," Sapa Laut, vol. 1, p.24-31, 2016.
- [5] Bengen., DG., Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-IPB. Bogor, 2000.
- [6] Sorensen, R. M., Basic Coastal Engineering. John Wiley & Sons. New York, 1991.
- [7] Shiyoma, S., "Calculation of Longshore Currentsand Associated Littoral Drift." In Dronkers and Scheffers (eds.) Physics of Estuaries and Coastal Seas. A. A. Balkema, Rotterdam, 1998, p.163-167
- [8] Goda, Y., "Revisiting Wilson's Formula for Simplified Wind-Wave Prediction," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering ASCE, vol. 129, p. 93-95, 2003.
- [9] Coastal Engineerig Research Center (CERC). Shore Protection Manual, vols I to III. US Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Centre, US Govt Printing Office, 1984.
- [10] Kraus, N.C., Larson, M., dan Kreibel, D.L. Evaluation of beach erosion and accretion predictors. Proc. Coastal Sediments '91, ASCE, 572-587, 1991.
- [11] Danoedoro, P., Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh. Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada, 1996.
- [12] Pariwono, J. I., Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Lampung. Laporan Teknis Penyusunan Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung, 1999.