

Analisis Spasio-Temporal Perubahan Garis Pantai di Wilayah Timur Kepulauan Bengkalis Tahun 2004-2024

Annisa Ulfa Khaira^{1*}, Rifardi², Dessy Yoswaty², Zulkifli², Ilham Ilahi²

¹Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

²Dosen Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

Korespondensi: annisaulfakhaira1902@gmail.com

Diterima: 21 Juni 2025; Direvisi: 20 Oktober 2025; Disetujui: 30 November 2025

Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang didorong oleh interaksi proses alami dan antropogenik, termasuk transportasi sedimen, arus laut, aktivitas gelombang, dan intervensi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir, Kabupaten Bengkalis, selama periode 20 tahun (2004–2024) menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 2 tahun 2004, 2014, dan 2024. Metodologi yang digunakan meliputi analisis perubahan garis pantai melalui teknik penginderaan jauh dan pengukuran parameter fisika air laut seperti kecepatan arus dan tinggi gelombang. Hasil penelitian menunjukkan adanya tren penambahan garis pantai (akresi) di tiga stasiun pengamatan. Stasiun I, yang terletak di kawasan hutan mangrove, mengalami kemajuan garis pantai dengan laju 7,81 meter per tahun. Stasiun II, yang terletak di zona galangan kapal mengalami akresi sebesar 6,1 meter per tahun, sedangkan Stasiun III sebagai kawasan pariwisata, menunjukkan penambahan garis pantai sebesar 6,90 meter per tahun. Analisis pasang surut menunjukkan pola pasang surut campuran dengan dominasi semi-diurnal. Kecepatan arus bervariasi di berbagai stasiun, yaitu 0,29 m/s di Stasiun I, 0,33 m/s di Stasiun II, dan 0,36 m/s di Stasiun III, sedangkan tinggi gelombang masing-masing diukur sebesar 0,3 meter, 0,08 meter, dan 0,7 meter. Studi ini menyimpulkan bahwa perubahan garis pantai terutama dipengaruhi oleh kecepatan arus, energi gelombang, dan aktivitas antropogenik, terutama pembangunan struktur perlindungan pantai seperti tanggul. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengelolaan dan perencanaan pembangunan pesisir yang berkelanjutan, dengan menekankan pentingnya mengintegrasikan dinamika alam dan dampak manusia ke dalam tata kelola wilayah pesisir.

Kata kunci: Perubahan garis pantai, erosi pantai, kemajuan garis pantai, Desa Pambang Pesisir, Pulau Bengkalis

Abstract

Coastline change is a dynamic phenomenon driven by the interaction of natural and anthropogenic processes, including sediment transport, ocean currents, wave activity, and human intervention. This study aims to analyze shoreline changes in Pambang Pesisir Village, Bengkalis Regency, over a 20-year period (2004–2024) using Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 2 satellite imagery from 2004, 2014, and 2024. The methodology used includes analysis of shoreline changes through remote sensing techniques and examination of water physical parameters such as current speed and wave height. The results show an accretion trend at the three observation stations. Station I, located in the mangrove forest area, experienced shoreline advances at a rate of 7.81 meters per year. Station II, located in the shipyard zone, recorded accretion of 6.1 meters per year, while Station III, which was designated as a tourism area, showed shoreline advance of 6.90 meters per year. Tidal analysis shows a mixed tidal pattern with semi-diurnal dominance. Current speed varied across stations, recorded at 0.29 m/s at Station I, 0.33 m/s at Station II, and 0.36 m/s at

Station III, while wave heights were measured at 0.3 meters, 0.08 meters, and 0.7 meters, respectively. The study concluded that shoreline changes were mainly influenced by current speed, wave energy, and anthropogenic activities, especially the construction of coastal protection structures such as seawall. These findings provide important insights for sustainable coastal management and development planning, emphasizing the importance of integrating natural dynamics and human impacts into coastal area governance.

Key words: *shoreline changes, coastal erosion, shoreline advance, Pambang Pesisir Village, Bengkalis Island*

PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan batas antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut dan kondisinya dapat berubah seiring waktu (Supriyadi dkk., 2017). Bentuk garis pantai bervariasi dan bersifat dinamis sehingga dapat mengakibatkan perubahan posisi secara terus-menerus (Kasim, 2012). Perubahan tersebut dapat berupa hilangnya daratan akibat abrasi atau penambahan daratan akibat akresi (Setiani, 2017). Wilayah pesisir sangat rentan terhadap perubahan lingkungan, baik akibat kegiatan antropogenik ataupun akibat dari kondisi alam seperti arus, pasang surut, dan gelombang (Azuga dkk., 2025). Kawasan pesisir dengan berbagai dinamikanya, kerap kali dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia, seperti pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, budidaya perairan, pertanian, dan pariwisata. Meningkatnya intensitas kegiatan tersebut mendorong semakin besarnya permintaan lahan dan prasarana pendukungnya, yang dapat menimbulkan berbagai permasalahan di kawasan pesisir, antara lain abrasi, sedimentasi yang menyebabkan pergeseran garis pantai, pendangkalan muara sungai, penurunan tanah, intrusi air laut, dan pencemaran lingkungan (Hidayati dan Purnawali, 2015).

Abrasi merupakan ancaman yang cukup besar karena mengakibatkan hilangnya daratan di pesisir, sehingga diperlukan upaya mitigasi seperti pembangunan benteng pantai. Menurut Rangel-Buitrago dkk., (2018), penggunaan struktur rekayasa (struktur keras) menjadi strategi utama untuk mengatasi erosi pantai, dengan upaya seperti pembangunan tanggul dan pemecah gelombang terutama ditekankan pada kawasan pariwisata. Untuk memantau dan menganalisis perubahan garis pantai, metode penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat yang efektif. SIG berfungsi sebagai sistem berbasis komputer yang mampu mengelola data georeferensi, meliputi proses pengumpulan, pengelolaan, manipulasi, analisis data, dan pembuatan peta tematik (Setiani, 2017; Purwandari, 2020). Pesatnya perkembangan teknologi informasi juga menuntut penyajian data spasial untuk mendukung perencanaan pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan.

United States Geological Survey (USGS) telah mengembangkan plug-in sistem informasi geografis yang dikenal sebagai *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), menggunakan pendekatan berbasis observasi. DSAS berperan dalam memajukan pemahaman tentang morfodinamika pesisir dan pola perpindahan garis pantai relatif terhadap geomorfologi pesisir. Pemantauan perubahan garis pantai, yang didukung oleh sistem seperti DSAS, berfungsi sebagai pendekatan yang efektif untuk menyelidiki variasi lingkungan dan ekologi di zona pesisir. Akibatnya, ini merupakan komponen penting dalam mempromosikan pembangunan pesisir yang berkelanjutan dan menerapkan strategi perlindungan lingkungan yang efektif.

Bengkalis merupakan sebuah kepulauan yang terletak di pesisir timur Pulau Sumatera, Indonesia, dengan koordinat $00^{\circ}17' - 20^{\circ}30'$ Lintang Utara dan $100^{\circ}52' - 102^{\circ}00'$ Bujur Timur. Luas wilayahnya mencapai $11.481,77 \text{ km}^2$ (Lingkungan Daerah, 2012). Perairan di sekitar Bengkalis berada di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, dengan posisi yang sangat strategis karena terletak di Selat Malaka yang merupakan salah satu jalur pelayaran internasional tersibuk di dunia. Desa Pambang yang terletak di pesisir timur Pulau Bengkalis, sangat rentan terhadap abrasi yang dipicu oleh arus pasang surut dari Selat Malaka. Dampak abrasi ini mengancam pemukiman dan lahan produktif masyarakat setempat. Selain itu, ekosistem Mangrove di kawasan ini berperan penting dalam menjaga stabilitas pantai dan menyediakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna. Secara umum, perairan Pulau Bengkalis memiliki warna coklat dengan jarak pandang yang sangat rendah (*zero visibility*). Substrat dasar lautnya terdiri dari pasir lumpur halus berwarna kecokelatan. Topografi wilayah ini merupakan dataran rendah dengan ketinggian rerata sekitar 1-6,1 meter di atas permukaan laut. Pantainya cenderung landai, dengan garis pantai yang surut cukup jauh ke laut (Zulkifli dkk., 2024).

Penelitian ini berfokus pada perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir, Kabupaten Bengkalis, dalam kurun waktu selama 20 tahun yaitu tahun 2004-2024. Arus, tinggi gelombang, dan pasang surut juga dianalisis untuk memberikan gambaran kondisi oseanografi yang terkait dengan perubahan garis pantai. Pemetaan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan teknologi geospasial yang membantu dalam mengolah data citra untuk mendapatkan nilai perubahan garis pantai.

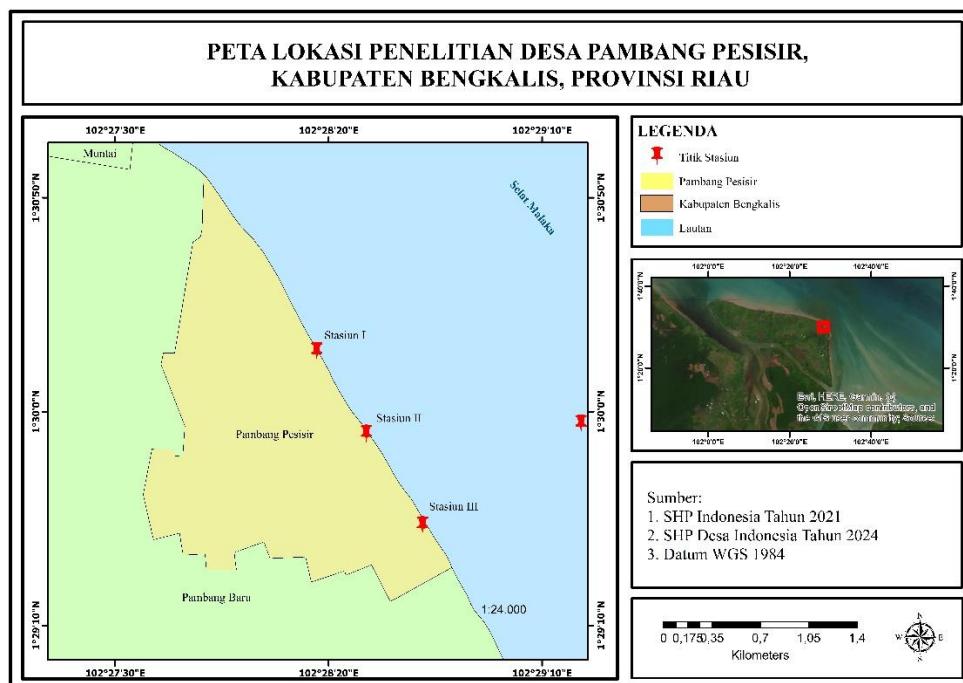
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode survei untuk pengumpulan data primer secara langsung di lapangan dan metode statistik deskriptif untuk menganalisis dan menjelaskan hasil pengolahan data sekunder. Adapun data

primer yang dikumpulkan mencakup kecepatan arus, gelombang, pasang surut. Selanjutnya, untuk data sekunder yang digunakan adalah data citra Landsat tahun 2004, 2014, dan 2024, diunduh melalui situs web USGS (*United States Geological Survey*). Analisis citra Landsat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak DSAS, dengan menerapkan pendekatan *End Point Rate* (EPR) untuk menghitung laju perubahan garis pantai.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Pambang Pesisir, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling* yang dilakukan dengan mempertimbangkan hasil analisis perubahan garis pantai pada lokasi penelitian dengan wilayah abrasi dan akresi tinggi. Penentuan titik sampel dilakukan dengan beberapa pertimbangan sesuai dengan kriteria kondisi perairan yang akan diteliti (Sugiyono, 2018). Melalui pertimbangan tersebut, lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun, yaitu Stasiun 1 terletak di daerah kawasan hutan mangrove, Stasiun 2 terletak di galangan kapal, dan Stasiun 3 terletak di sekitar pantai tempat wisata banyak aktivitas antropogenik di Desa Pambang Pesisir. Adapun Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Desa Pambang Pesisir, Kabupaten Bengkalis

Kecepatan Arus

Pengukuran dilakukan dengan mencatat jarak tempuh *current drogue* yang dinyatakan oleh satuan meter per detik dari titik awal penempatannya. Data kecepatan arus yang diperoleh di lapangan kemudian diolah dengan menggunakan persamaan yang dijelaskan oleh (Manik dkk., 2017), yaitu:

dengan v = kecepatan arus (m/s)
 s = jarak tempuh
 t = waktu (s)

Energi Gelombang

Energi gelombang laut berhubungan langsung dengan tinggi dan periodenya (Suwarsono, 2002).

$$E = \frac{1}{8} \rho g h^2 \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

dengan E	=	Total energi (Nm/m^2)
ρ	=	Densitas air laut (1.024 kg/m^3)
g	=	Gravitas bumi ($9,8 \text{ m/dt}^2$)
h	=	Tinggi gelombang (m)

Perubahan Garis Pantai

- Pengolahan Data Citra

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diunduh dari website <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data citra yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah data citra Landsat 8 OLI /TIRS C1 Level 2 tahun 2004, 2014 dan 2024. Perubahan garis pantai dianalisis dengan cara melakukan digitasi garis pantai pada setiap citra menggunakan metode digitasi langsung atau *on-screen digitation*. Analisis numerik dilakukan dengan menggunakan DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*). Data utama yang dibutuhkan adalah garis pantai dan baseline yang telah didigitasi secara manual. Setelah semua data tersedia dan prosedur yang diperlukan dilaksanakan, garis transek sepanjang baseline dihasilkan. Jarak antara garis pantai yang berbeda digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan metode statistik *End Point Rate* (EPR).

$$\text{EPR} = \frac{\text{Jarak antara dua garis pantai (m)}}{\text{Rentang tahun kedua garis pantai (tahun)}} \quad (3)$$

Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan untuk menentukan tingkat abrasi dan akresi. Jika garis pantai bergerak menjauh dari daratan menuju lautan, ini

menunjukkan terjadinya abrasi. Sebaliknya, jika garis pantai bergerak menuju daratan, hal ini mengindikasikan terjadinya akresi.

Tabel 4. Skala Perubahan Garis Pantai

No	Skala	Perubahan Garis Pantai
1	Sangat Rendah	Akresi (> 2,1 m/tahun)
2	Rendah	Stabil (1,0 – 2,0 m/tahun)
3	Sedang	Abrasi Rendah (-1 – +1 m/tahun)
	Tinggi	Abrasi Sedang (+1 – -2 m/tahun)
5	Sangat Tinggi	Abrasi Tinggi (<-2 m/tahun)

(Sumber: Aboudha & Woodroffe, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kecepatan Arus

Hasil pengukuran kecepatan arus di Desa Pambang Pesisir dengan tiga titik stasiun pengamatan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan Arus

Stasiun	Bujur timur	Lintang Utara	Kecepatan arus (m/s)
1	102°47'21"	1°50'35"	0,23
2	102°47'48"	1°49'84"	0,33
3	102°24'82"	1°56'31"	0,36

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan adapun Kecepatan arus yang terdapat di wilayah pantai Pambang Pesisir terdiri dalam kategori lambat. Rata-rata kecepatan arus kategori lambat berkisar dari 0 – 0,25 m/s terdapat pada stasiun I dan kecepatan arus kategori sedang 0,25 – 0,5 pada stasiun II, III.

Energi Gelombang

Adapun hasil pengukuran gelombang yang telah dilakukan pada tiga titik stasiun pengamatan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Energi Gelombang Laut

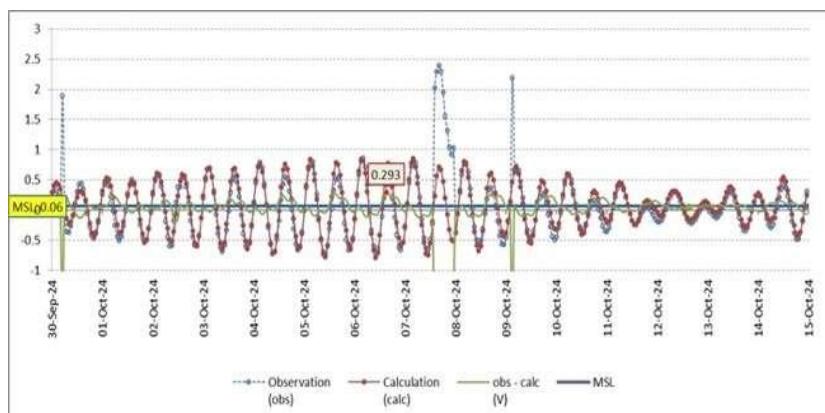
Stasiun	Bujur timur	Lintang Utara	Tinggi gelombang (m)	Energi gelombang (J)
1	102°47'21"	1°50'35"	0,3	0,112896
2	102°47'48"	1°49'84"	0,08	0,008028
3	102°24'82"	1°56'31"	0,7	0,614656

Berdasarkan hasil pengukuran energi gelombang yang ditunjukkan pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa tinggi gelombang pada wilayah pantai Desa Pambang Pesisir berkisar antara 0,08 – 0,70 m yang tergolong sebagai kategori rendah dan sangat rendah. Tinggi gelombang yang rendah mengakibatkan energi gelombang juga rendah

yang disebabkan oleh kecepatan angin yang rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Triatmodjo (1999) yang menjelaskan bahwa gelombang terjadi di laut secara dominan dibangkitkan oleh angin yang disebut dengan gelombang angin. Angin yang berhembus di atas permukaan air laut akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan di permukaan laut, sehingga permukaan air akan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan laut. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, maka semakin besar gelombang yang terbentuk.

Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh melalui *Nao Tide* dengan pengambilan data selama 30 hari. Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Bulan berputar mengelilingi bumi sekali dalam 24 jam 51 menit, dengan demikian tiap siklus pasang surut mengalami kemunduran 51 menit setiap harinya. Pasang Surut Pulau Bengkalis berdasarkan analisis pasang surut dari Bulan September hingga Bulan Oktober dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pasang Surut Pulau Bengkalis

Berdasarkan Gambar 2. diperoleh hasil analisis pasang surut dengan tipe campuran dan didominasi oleh tipe pasang surut semi diurnal. Jenis pasang surut ini memiliki perbedaan ketinggian gelombang dalam siklus hariannya, yakni antara pasang pertama dan pasang kedua, serta antara surut pertama dan surut kedua (Zulkifli dkk., 2024).

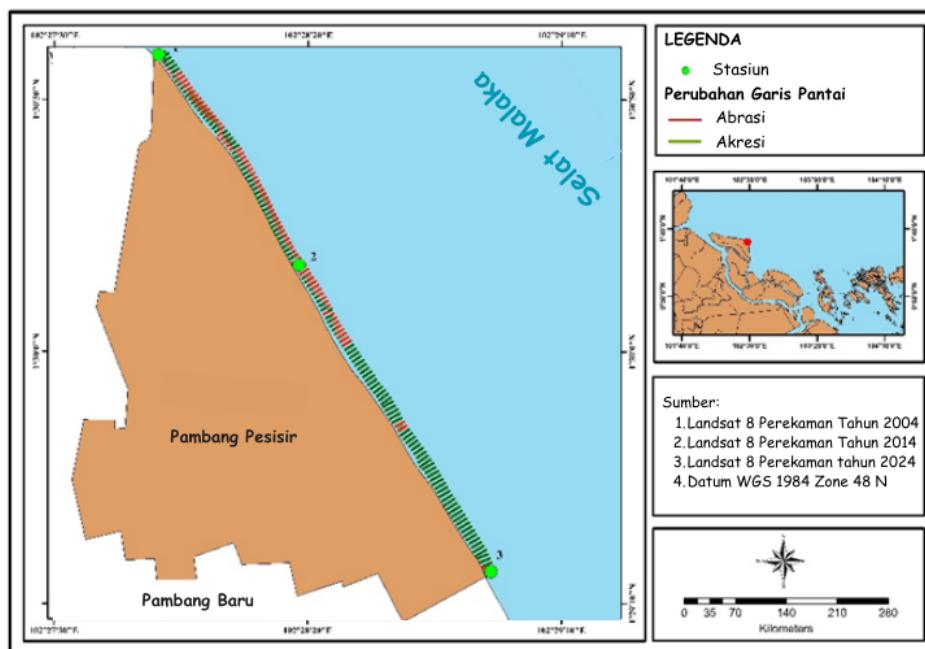
Tabel 5. Perubahan Garis Pantai di Setiap Stasiun Penelitian Tahun 2004-2014

Stasiun	Nilai (m/thn)	Kategori
1	-1,12	Abrasi sedang
2	1,64	Stabil
3	6,90	Akresi

A. Perubahan Garis Pantai

• Perubahan Garis Pantai Tahun 2004 – 2014

Perubahan garis pantai di setiap stasiun penelitian dari tahun 2004-2014 dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa perubahan garis pantai pada tahun 2004 – 2014 di Desa Pambang Pesisir Kabupaten Bengkalis, terjadi perubahan garis pantai kategori abrasi sedang, stabil dan akresi. Abrasi sedang pada stasiun I (1,12 m/th), stabil pada stasiun II (1,64 m/th) dan akresi pada stasiun III (6,90 m/th). Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta perubahan garis Pantai 2004 – 2014

Selama periode 2004–2014, perubahan garis pantai di tiga stasiun yang dipantau menunjukkan variasi yang signifikan, dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kecepatan arus dan karakteristik gelombang. Pada Stasiun I, terjadi abrasi sedang dengan laju perubahan garis pantai sebesar 0,017 meter per tahun. Faktor-faktor ini berkontribusi terhadap pengikisan material pantai secara perlahan, meskipun dampaknya tidak terlalu besar. Di Stasiun II, garis pantai tetap stabil dengan perubahan 1,64 meter per tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut tidak cukup kuat untuk menyebabkan abrasi atau akresi yang signifikan. Sebaliknya, di Stasiun III, terjadi akresi dengan penambahan garis pantai sebesar 6,90 meter per tahun. Faktor-faktor seperti kecepatan arus dan karakteristik gelombang memainkan peran penting dalam perubahan garis pantai (Hardianto dkk., 2021). Kecepatan arus yang tinggi dapat menyebabkan pengikisan material pantai, sementara gelombang dengan energi besar

dapat membawa material ke pantai, menyebabkan akresi. Sebaliknya, energi gelombang yang rendah dan kecepatan arus yang moderat cenderung menjaga stabilitas garis pantai.

- **Perubahan Garis Pantai Tahun 2014–2024**

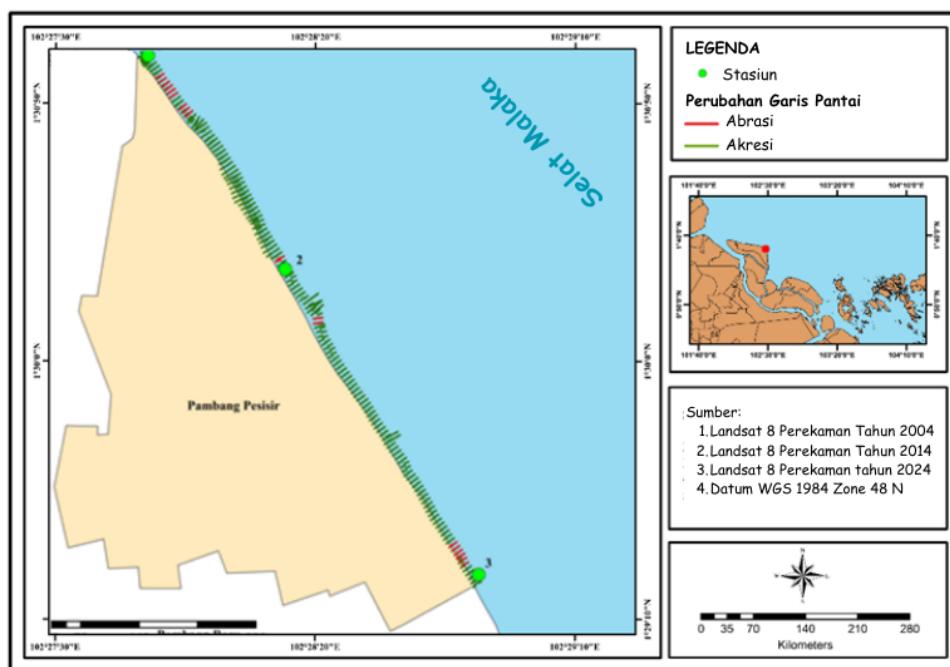
Perubahan garis pantai di setiap stasiun penelitian dari tahun 2014-2024 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perubahan Garis Pantai di Setiap Stasiun Penelitian Tahun 2014-2024

Stasiun	Nilai (m/th)	Kategori
1	4,34	Akresi
2	8.23	Akresi
3	1.58	Stabil

Berdasarkan Tabel 6. dapat diketahui bahwa perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir Kabupaten Bengkalis pada kurun waktu 2014–2024 didominasi oleh proses akresi. Stasiun I dan II mengalami pertumbuhan daratan dengan laju sedimentasi masing-masing sebesar 4,34 meter per tahun dan 8,23 meter per tahun yang menyebabkan terjadinya akresi yang cukup signifikan terutama pada Stasiun II. Sebaliknya pada Stasiun III menunjukkan laju perubahan sebesar 1,58 meter per tahun yang mengindikasikan bahwa kondisi garis pantai didominasi oleh akresi. Perbedaan pola perubahan tersebut dapat dikaitkan dengan variasi faktor hidrodinamik pada setiap lokasi seperti intensitas arus, karakteristik gelombang, dan ketersediaan suplai sedimen. Perubahan garis pantai pada kurun waktu tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada kurun waktu 2014–2024, pola perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir menunjukkan pergeseran yang lebih dominan ke arah proses akresi. Pada Stasiun I terjadi peningkatan akresi yang signifikan dengan laju perubahan garis pantai sebesar 4,34 meter per tahun, yang mengindikasikan pertumbuhan lahan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kurun waktu 2004–2014. Stasiun II juga mencatat akresi yang cukup intensif dengan laju sebesar 8,23 meter per tahun, sehingga wilayah ini memiliki laju pertumbuhan lahan tertinggi di antara ketiga stasiun. Sementara itu, pada Stasiun III, meskipun tercatat terjadi akresi dengan peningkatan garis pantai sebesar 1,58 meter per tahun, namun perubahan yang terjadi relatif kecil sehingga kondisi garis pantai pada stasiun ini masih tergolong stabil. Temuan ini mengindikasikan adanya variasi dinamis pada proses sedimentasi, yang dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik hidrodinamik, pola arus, dan suplai sedimen pada masing-masing lokasi.



Gambar 4. Peta perubahan garis Pantai 2014–2024

- Perubahan Garis Pantai Tahun 2004–2024**

Perubahan garis pantai di setiap stasiun penelitian dari tahun 2004–2024 dapat dilihat pada Tabel 7.

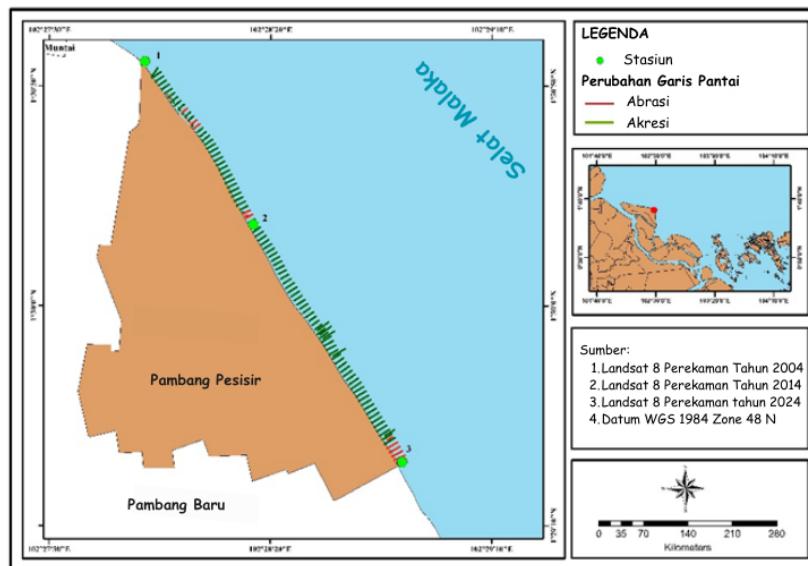
Tabel 7. Perubahan Garis Pantai di Setiap Stasiun Penelitian Tahun 2004–2024

Stasiun	Nilai (m/th)	Kategori
1	7,81	Akresi
2	6,1	Akresi
3	6,90	Akresi

(Sumber: Khaira & Rifardi, 2025)

Berdasarkan Tabel 7, perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir, Kabupaten Bengkalis, selama kurun waktu 2004–2024 menunjukkan adanya dominasi proses akresi. Akresi tercatat di semua stasiun pengamatan, dengan laju pertumbuhan garis pantai sebesar 7,81 meter per tahun di Stasiun I, 6,10 meter per tahun di Stasiun II, dan 6,90 meter per tahun di Stasiun III. Pertumbuhan daratan paling signifikan teridentifikasi di Stasiun I. Fenomena ini menunjukkan adanya akumulasi sedimen dalam jumlah besar di wilayah tersebut. Akumulasi ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor hidrodinamik seperti arus laut dan karakteristik gelombang, serta potensi

kontribusi aktivitas antropogenik yang mengubah pola pengangkutan dan pengendapan sedimen di pantai. Perubahan garis pantai tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



(Sumber: Khaira & Rifardi, 2025)

Gambar 5. Peta perubahan garis Pantai 2004 – 2024

Hasil analisis data citra pada peta perubahan garis pantai menunjukkan bahwa di sepanjang wilayah Desa Pambang Pesisir Kabupaten Bengkalis telah terjadi perubahan garis pantai yang meliputi proses abrasi dan akresi, dengan kecenderungan ke arah dominasi akresi. Selama kurun waktu 2004–2024, dinamika perubahan garis pantai di wilayah ini menunjukkan pola pertumbuhan daratan yang lebih menonjol. Secara keseluruhan, perubahan yang terjadi di ketiga stasiun pengamatan menunjukkan arah perubahan ke arah akresi, dengan laju pertumbuhan garis pantai sebesar 7,81 meter per tahun di Stasiun I, 6,10 meter per tahun di Stasiun II, dan 6,90 meter per tahun di Stasiun III.

Meskipun demikian, wilayah pesisir Desa Pambang Pesisir tetap rentan terhadap abrasi karena letaknya yang berhadapan langsung dengan Selat Malaka, yang memicu arus dan gelombang laut dengan energi yang relatif tinggi (Zainal, 2020). Kondisi pantai yang terbuka meningkatkan risiko serangan gelombang dari berbagai arah, sebagaimana yang dikemukakan oleh Hariyoni dkk. (2013). Selain itu, struktur tanah di sepanjang garis pantai relatif labil sehingga rentan terhadap kerusakan mekanis akibat hantaman gelombang. Fenomena retakan tanah yang kerap terjadi di sepanjang garis pantai meningkatkan kerentanan terhadap abrasi, apalagi jika tidak didukung oleh pembangunan bangunan pelindung pantai. Oleh karena itu, upaya mitigasi berupa

pelaksanaan konstruksi buatan sangat penting untuk menjaga keberlanjutan kawasan pesisir ini. Mitigasi struktural merupakan upaya fisik yang dilakukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta melindungi ekosistem pesisir yang rentan terhadap kerusakan Azuga dkk. (2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perubahan garis pantai di Desa Pambang Pesisir Kabupaten Bengkalis, ditemukan bahwa proses akresi lebih dominan dari pada abrasi selama periode pengamatan, diketahui bahwa pergeseran garis pantai dari tahun 2004–2024 menunjukkan kecenderungan akresi di seluruh stasiun pengamatan. Pada periode 2004–2014, masih terdapat indikasi abrasi sedang di Stasiun 1, sedangkan periode 2014–2024 memperlihatkan seluruh stasiun mengalami akresi dengan laju pertambahan garis pantai yang meningkat signifikan, dengan hasil pengukuran arus yang menunjukkan kecepatan arus relatif sedang (0,23–0,36 m/s). Kecepatan arus yang tidak terlalu tinggi memungkinkan proses pengendapan sedimen (sedimentasi) lebih dominan dibandingkan erosi. Dengan demikian, arus yang lemah hingga sedang berperan penting dalam mendukung proses akresi garis pantai di wilayah penelitian. Proses akresi yang terjadi di Desa Pambang Pesisir juga di sebabkan oleh pembangunan turap, upaya perlindungan pantai telah dilakukan melalui pembangunan tembok penahan dan pemecah gelombang sejak tahun 2010 hingga 2015 oleh pemerintah daerah dan provinsi. Oleh karena itu, strategi perlindungan pantai yang ideal perlu memadukan pembangunan infrastruktur fisik dengan pendekatan berbasis ekosistem, seperti rehabilitasi hutan mangrove dan pembangunan pemecah gelombang alami. Dengan demikian, perencanaan pengelolaan pesisir di Desa Pambang Pesisir harus mempertimbangkan pendekatan terpadu yang memadukan aspek teknis dan ekologi untuk mencapai tujuan perlindungan pantai yang berkelanjutan.

REFERENSI

- Aboudha PAO, Woodroffe CD. (2010). Assessing Vulnerability to Sea-Level Rise Using a Coastal Sensitivity Index: a Case Study from Southeast Australia. *Journal of Coastal Conservation*.
- Azuga, N.A., Zahra, Z.A., Andini, A.S., Fauzan, I., Khaira, A.U., Ilahi, I., Suhanda, D., Nur, M.I. (2025). Review Dampak Penambangan Pasir Laut terhadap Dinamika Abrasi Garis Pantai di Kawasan Pesisir Indonesia. Jurnal Riset Kelautan Tropis (J-Tropimar), 7(1), 53-67.
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Sari, N. F. S., & Rifiana, N. S. (2021). Utilization of Landsat 8 Imagery in Identifying Vegetation Density Index (NDVI) Values in 2013 and

- 2019 (Study Area: Bandar Lampung City). *Journal of Geoscience and Remote Sensing*, 2(1), 8-15.
- Hidayati, N., & Purnawali, H. S. (2015). Detection of Shoreline Changes on Gili Ketapang Island, Probolinggo Regency. 5th National Seminar on Fisheries and Marine Affairs. Brawijaya University, Malang.
- Kasim F. (2012). A multi-method approach in monitoring shoreline changes using Landsat remote sensing datasets and GIS. *J. Ilmiah Agropolitan*, 5(1): 620–635.
- Khaira, A. U., & Rifardi. (2025). The Impact of Seawall on Sediment Characteristics and Morphodynamics Along the Northeastern Coastal of Bengkalis Island, Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(5), 2343-2356.
- Manik Y. (2017). Analysis of Sediment Fractions and Organic Matter in the Waters of the Dumai River Estuary, Riau Province (Doctoral dissertation, Riau University).
- Miswadi, M., Jhonnerie, R., & Prianto, E. (2017). Accretion Land Management of Pambang Pesisir Village, Bengkalis Island, Riau Province. *Indonesian Environmental Dynamics*, 7(1), 1-7.
- Moussaïd, A., El Harradi, M., & Benhammou, A. (2015). Utilization of DSAS in Understanding Shoreline Morphodynamic Behavior and Shoreline Shifting. *Journal of Geography and Oceanography*, 22(3), 123-137.
- Purwandari, E. P. (2020). Utilization of Remote Sensing Imagery for Land Cover Classification Mapping Using the Unsupervised K-Means Method Based on Web Gis (Case Study of the Bengkulu Hilir Sub-Das). *Rekursif: Informatics Journal*, 8(1).
- Rangel-Buitrago, N., A. Williams., & G. Anfuso. (2018). Hard Protection Structures as a Principal Coastal Erosion Management Strategy Along The Caribbean Coast of Colombia: A Chronicle of Pitfalls. *Journal of Ocean and Coastal Management*, 156: 58-75.
- Setiani, M.F.D.A., Fuad, A.Z., Saputra, D.K. (2017). Detection of Shoreline Changes Using Digital Shoreline Analysis System (DSAS) on the East Coast of Probolinggo Regency, East Java. Thesis Article. Brawijaya University.
- Supriyadi., Hidayati, N., & Andik Isdianto. (2017). Analysis of Surface Ocean Current Circulation and Distribution of Sediment on Jabon Coast, Sidoarjo Regency, East Java. Proceedings of the 3rd National Seminar on Marine Affairs and Fisheries, Trunojoyo University, Madura.
- Suwarsono, F. J. (2002). Makalah Seminar BKS MIPA, Universitas Lampung, Indonesia, p.73.
- Triatmodjo, B. (1999). Ocean Wave Dynamics and the Effect of Wind Speed on Wave Formation. *Journal of Marine Science*, 7(2), 45-57.
- Zainal, Z. (2020). The Role of the Public Works and Spatial Planning Service of Bengkalis Regency in Coastal Security (Study at Pambang Pesisir Village Beach). *Journal of Government Studies: Journal of Government, Social and Politics*, 6(2), 38-53.