



Analisis Perubahan Garis Pantai Pulau Enggano Menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*: Studi Kasus Desa Kahyapu, Kaana, dan Malakoni

Arsyi Dafa Maulidan*, Besperi, Agustin Gunawan, Khairul Amri, Gusta Gunawan
Universitas Bengkulu, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Indonesia

*arsyidafam@gmail.com

Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan proses dinamis yang memberikan dampak signifikan terhadap ekosistem pesisir dan aktivitas manusia. Penelitian ini menganalisis secara kuantitatif perubahan garis pantai di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu, selama periode 1993–2025 dengan fokus pada Desa Kahyapu, Kaana, dan Malakoni. Ekstraksi garis pantai dilakukan menggunakan citra Landsat tahun 1993, 2009, dan 2025 yang telah melalui koreksi radiometrik dan geometrik, dengan pendekatan *Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)* serta koreksi pasang surut berbasis pemodelan MIKE 21 dan data batimetri. Laju perubahan garis pantai dihitung menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* melalui 2.052 transek berinterval 10 m dan parameter *Net Shoreline Movement (NSM)*, *End Point Rate (EPR)*, serta *Linear Regression Rate (LRR)*. Hasil analisis menunjukkan bahwa abrasi mendominasi seluruh lokasi kajian. Pada periode 1993–2009, laju abrasi rata-rata berada pada kisaran $-0,42$ hingga $-0,63$ m/tahun dan mengalami peningkatan signifikan pada periode 2009–2025, dengan nilai maksimum mencapai $-1,26$ m/tahun di Desa Malakoni. Analisis tren jangka panjang (1993–2025) mengonfirmasi bahwa Desa Malakoni mengalami laju abrasi tertinggi sebesar $-0,87$ m/tahun, diikuti oleh Desa Kaana sebesar $-0,56$ m/tahun dan Desa Kahyapu sebesar $-0,44$ m/tahun. Proses akresi hanya terjadi secara lokal dengan nilai relatif kecil sehingga tidak mampu mengimbangi kehilangan daratan yang berlangsung. Temuan ini menegaskan bahwa wilayah pesisir Pulau Enggano berada dalam kondisi rentan terhadap abrasi berkelanjutan dan memerlukan perhatian serius dalam perencanaan serta pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan.

Kata Kunci: DSAS, Perubahan Garis Pantai, Citra Landsat, Pulau Enggano, Abrasi, Akresi

Abstract

Coastal shoreline change is a dynamic process that significantly affects coastal ecosystems and human activities. This study quantitatively analyzed shoreline changes along the coast of Enggano Island, Bengkulu Province, during the period 1993–2025, focusing on Kahyapu, Kaana, and Malakoni Villages. Shoreline extraction was performed using Landsat imagery from 1993, 2009, and 2025 after radiometric and geometric corrections, employing the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) and tidal correction based on MIKE 21 modeling and bathymetric data. Shoreline change rates were calculated using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) with 2,052 transects at 10 m spacing and the parameters Net Shoreline Movement (NSM), End Point Rate (EPR), and Linear Regression Rate (LRR). The results indicate that shoreline retreat due to erosion dominates all study areas. During 1993–2009, average erosion rates ranged from -0.42 to -0.63 m/year and increased markedly during 2009–2025, reaching up to -1.26 m/year in Malakoni Village. Long-term trend analysis for 1993–2025 shows the highest erosion rate in Malakoni (-0.87 m/year), followed by Kaana (-0.56 m/year) and Kahyapu (-0.44 m/year). Accretion occurred only locally and at relatively low rates, insufficient to offset land loss. These findings confirm that the coastal areas of Enggano Island are highly vulnerable to continuous erosion and emphasize the need for integrated and sustainable coastal management strategies.

Keywords: DSAS, Shoreline Change, Landsat Imagery, Enggano Island, Erosion, Accretion



1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sedikitnya 92 pulau kecil yang tersebar di berbagai wilayah, dua di antaranya berada di Provinsi Bengkulu, yaitu Pulau Enggano dan Pulau Mega. Kedua pulau tersebut memiliki nilai strategis karena berperan dalam menjaga kedaulatan negara pada wilayah perbatasan laut [1]. Pulau Enggano merupakan satu-satunya pulau kecil terluar di Bengkulu yang berpenghuni dan terletak sekitar 156 km dari Pelabuhan Pulau Baai. Penduduk Pulau Enggano tersebar di enam desa, yaitu Kahyapu, Kaana, Malakoni, Apoho, Meok, dan Banjarsari [2].

Wilayah pesisir merupakan zona transisi antara daratan dan lautan yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem serta mendukung aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat [3]. Garis pantai didefinisikan sebagai batas antara darat dan laut yang bersifat dinamis, karena posisinya dapat berubah akibat pengaruh pasang surut, erosi, dan sedimentasi [4]. Perubahan garis pantai dipengaruhi oleh berbagai faktor alam, termasuk pergerakan sedimen, energi gelombang, arus sejajar pantai, serta dinamika pasang surut [5], [6]. Ketidakseimbangan antara sedimen yang masuk dan keluar dari sistem pantai dapat menyebabkan abrasi, sedangkan akumulasi sedimen yang dominan mengakibatkan terjadinya akresi [7].

Abrasi yang terjadi secara berkelanjutan dapat menyebabkan kemunduran garis pantai dan menimbulkan dampak terhadap permukiman, infrastruktur, serta keberlanjutan sosial-ekonomi masyarakat pesisir. Selain faktor alam, aktivitas antropogenik seperti perubahan penggunaan lahan dan degradasi ekosistem mangrove turut mempercepat laju abrasi [8]. Di sisi lain, meskipun akresi dapat meningkatkan luas daratan, sedimentasi yang berlebihan berpotensi mengganggu jalur pelayaran dan aktivitas kelautan [9].

Pulau Enggano memiliki karakteristik pesisir yang kompleks karena lokasinya yang langsung berhadapan dengan Samudra Hindia. Kondisi ini menyebabkan wilayah pesisir terpapar gelombang tinggi, arus laut yang kuat, serta variasi pasang surut musiman, sehingga meningkatkan potensi terjadinya perubahan garis pantai [10]. Oleh karena itu, data pasang surut yang meliputi *Mean Sea Level (MSL)*, *Highest High-Water Level (HHWL)*, dan *Lowest Low Water Level (LLWL)* menjadi komponen penting dalam analisis dinamika garis pantai [11]. Koreksi pasang surut diperlukan agar posisi garis pantai yang diekstraksi dari citra satelit merepresentasikan kondisi aktual di lapangan [12].

Pemanfaatan penginderaan jauh berbasis citra satelit *Landsat* merupakan pendekatan yang efektif untuk memantau perubahan garis pantai dalam jangka panjang, mengingat ketersediaan arsip data yang konsisten sejak tahun 1972 [13]. Analisis kuantitatif perubahan garis pantai dapat dilakukan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, yang menyediakan parameter statistik seperti *Net Shoreline Movement (NSM)*, *End Point Rate (EPR)*, dan *Linear Regression Rate (LRR)* untuk menghitung laju pergeseran garis pantai [14].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju perubahan garis pantai di Desa Kahyapu, Kaana, dan Malakoni selama periode 1993–2025 menggunakan metode *DSAS*, mengidentifikasi tingkat abrasi dan akresi yang terjadi di wilayah penelitian, serta memvisualisasikan hasil analisis secara spasial sebagai dasar perencanaan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

2. METODE

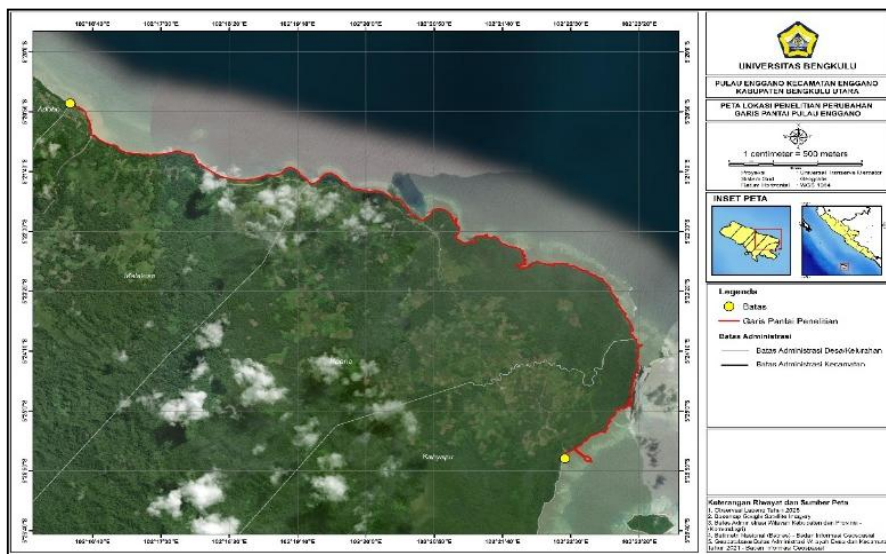
Penelitian ini berfokus pada perubahan garis pantai di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu, yang terletak pada koordinat 5°25'37" LS, 102°22'26" BT hingga 5°20'40" LS, 102°16'30" BT, dengan panjang garis pantai sekitar ±21 km (Gambar 1). Objek penelitian berupa garis pantai pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Desa Kahyapu (Titik 1), Desa Kaana (Titik 2), dan Desa Malakoni (Titik 3), yang merepresentasikan wilayah dengan karakteristik aktivitas manusia dan fasilitas transportasi laut yang berbeda.

Data utama yang digunakan adalah citra satelit *Landsat 5 Thematic Mapper (TM)* tahun 1993 dan 2009 serta *Landsat 8 Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS)* tahun 2025 yang diperoleh dari *United States Geological Survey (USGS)* [13]. Data pendukung meliputi peta *Rupa Bumi Indonesia (RBI)* dan peta batimetri dari *Badan Informasi Geospasial (BIG)*, serta data prediksi pasang surut yang dihasilkan menggunakan perangkat lunak *MIKE 21*.

Perlakuan terhadap objek penelitian dilakukan dengan menetapkan beberapa variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap meliputi metode analisis perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, interval transek sebesar 10 m, serta jenis data citra satelit *Landsat*. Variabel berubah dalam penelitian ini adalah waktu pengamatan (1993, 2009, dan 2025) serta lokasi pengamatan pada ketiga desa yang menjadi area studi. Variasi temporal dan spasial tersebut digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan pola abrasi dan akresi di Pulau Enggano.



Tahapan pengolahan data diawali dengan pra-pengolahan citra yang meliputi koreksi radiometrik, pemotongan citra sesuai wilayah penelitian, dan koreksi geometrik untuk menjamin ketelitian posisi spasial. Selanjutnya dilakukan pemisahan daratan dan perairan untuk mengekstraksi garis pantai. Garis pantai hasil ekstraksi kemudian dikoreksi terhadap kondisi pasang surut dengan mempertimbangkan kemiringan pantai yang diperoleh dari data batimetri.



Gambar 1. Peta Penelitian

Analisis perubahan garis pantai dilakukan menggunakan *DSAS* versi 6.0, yang merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam penelitian dinamika garis pantai. Metode ini memiliki keunggulan dalam menyediakan analisis kuantitatif berbasis statistik serta mampu mengevaluasi perubahan garis pantai secara temporal. Namun, keterbatasannya terletak pada ketergantungan terhadap kualitas dan resolusi spasial citra satelit yang digunakan. Dalam penelitian ini, baseline ditetapkan berdasarkan garis pantai awal, kemudian transek dibuat secara tegak lurus terhadap garis pantai dengan interval 10 m. Laju perubahan garis pantai dihitung menggunakan parameter *Net Shoreline Movement (NSM)*, *End Point Rate (EPR)*, dan *Linear Regression Rate (LRR)*.

Perangkat lunak utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *ArcGIS* versi 10.8 untuk pengolahan dan visualisasi data spasial, *DSAS* versi 6.0 untuk analisis perubahan garis pantai, serta *MIKE 21* untuk pemodelan dan prediksi pasang surut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi perubahan garis pantai dilakukan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* versi 6.0 dengan menerapkan tiga parameter utama, yaitu *Net Shoreline Movement (NSM)*, *End Point Rate (EPR)*, dan *Linear Regression Rate (LRR)*. Baseline ditetapkan pada sisi daratan, sehingga nilai positif (+) merepresentasikan proses akresi, sedangkan nilai negatif (-) menunjukkan terjadinya abrasi. Untuk meningkatkan ketelitian analisis, sebanyak 2.052 transek dibuat secara tegak lurus terhadap garis pantai dengan jarak antar transek sebesar 10 m.

3.1. Periode 1993–2009

Hasil analisis perubahan garis pantai pada periode 1993–2009 menunjukkan bahwa seluruh desa pengamatan telah mengalami dominasi abrasi sejak awal periode kajian.

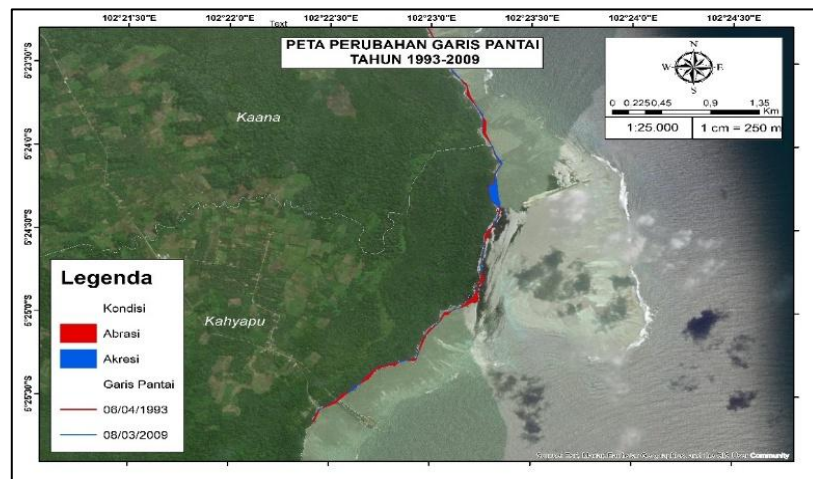
a. Desa Kahyapu (Transek 1–380)

Pada wilayah ini teridentifikasi kemunduran garis pantai dengan rata-rata sebesar $-8,34$ m atau setara dengan $-0,52$ m/tahun. Nilai akresi yang tercatat relatif lebih kecil, yaitu $6,02$ m ($0,37$ m/tahun), sehingga tidak mampu mengimbangi kehilangan daratan yang terjadi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa meskipun terdapat proses pengendapan sedimen, pengaruh gelombang dan arus laut masih lebih dominan, yang menyebabkan garis pantai bergeser secara gradual ke arah daratan (Gambar 1). Mengingat Desa



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Kahyapu berfungsi sebagai akses utama transportasi penyeberangan, perubahan garis pantai di lokasi ini berpotensi berdampak pada aktivitas transportasi laut dan mobilitas masyarakat.



Gambar 1. Peta Perubahan Garis Pantai Kahyapu Tahun 1993-2009

b. Desa Kaana (Transek 381–1399)

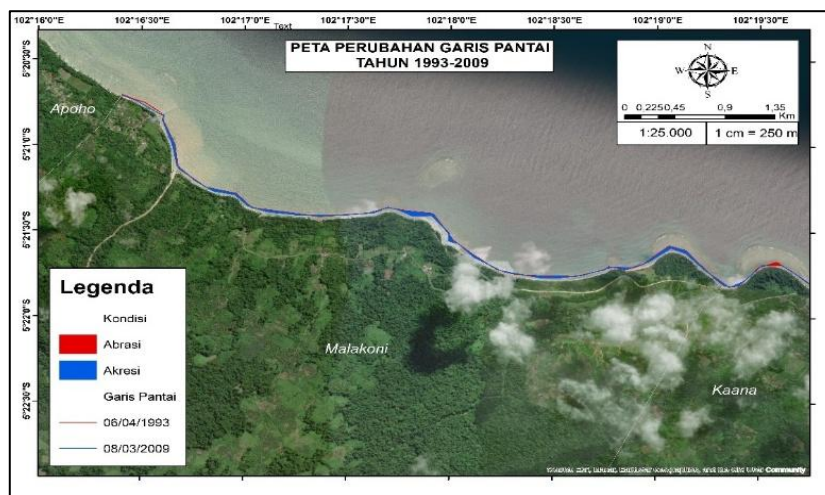
Desa Kaana juga menunjukkan kecenderungan abrasi yang lebih dominan dibandingkan akresi. Rata-rata abrasi tercatat sebesar $-6,77$ m atau $-0,42$ m/tahun, sedangkan akresi hanya mencapai $3,46$ m ($0,21$ m/tahun). Perbedaan ini mencerminkan ketidakseimbangan antara proses pengikisan dan pengendapan sedimen di wilayah pesisir Desa Kaana (Gambar 2). Mengingat intensitas aktivitas masyarakat yang relatif tinggi, kondisi tersebut berpotensi memengaruhi keberlanjutan lahan permukiman dan aktivitas sosial-ekonomi di kawasan pantai.



Gambar 2. Peta Perubahan Garis Pantai Kaana Tahun 1993-2009

c. Desa Malakoni (Transek 1400–2052)

Di antara ketiga lokasi pengamatan, Desa Malakoni mengalami tingkat kehilangan daratan paling besar. Rata-rata abrasi mencapai $-10,15$ m atau $-0,63$ m/tahun, sementara akresi yang terjadi hanya sebesar $1,58$ m ($0,10$ m/tahun) (Gambar 3). Hasil ini menunjukkan bahwa tekanan abrasi di Desa Malakoni lebih intens dibandingkan wilayah lainnya. Mengingat perannya sebagai pusat permukiman dan lokasi pelabuhan lokal, kemunduran garis pantai yang berkelanjutan berpotensi mengancam infrastruktur penting serta mengurangi ketersediaan lahan bagi masyarakat.



Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Malakoni Tahun 1993-2009

Tabel 1. NSM dan EPR Periode 1993–2009

Desa	NSM Abrasi (m)	NSM Akresi (m)	EPR Abrasi (m/tahun)	EPR Akresi (m/tahun)
Kahyapu	-8,34	6,02	-0,52	0,37
Kaana	-6,77	3,46	-0,42	0,21
Malakoni	-10,15	1,58	-0,63	0,10

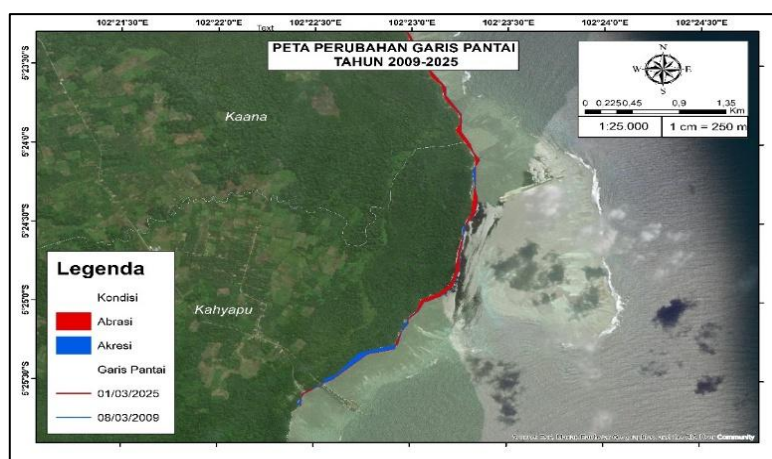
Secara keseluruhan, hasil analisis pada periode ini menunjukkan bahwa abrasi telah menjadi proses yang dominan sejak tahun 1993, ditandai oleh laju pengikisan yang relatif konsisten pada ketiga desa pengamatan. Temuan ini mengindikasikan bahwa faktor oseanografi, khususnya pengaruh gelombang dan arus laut, berperan signifikan dalam mengendalikan perubahan morfologi pantai.

3.2. Periode 2009–2025

Memasuki periode 2009–2025, hasil analisis menunjukkan peningkatan abrasi yang signifikan pada seluruh lokasi pengamatan.

a. Desa Kahyapu

Di Desa Kahyapu, abrasi mencapai $-11,01$ m atau setara dengan $-0,71$ m/tahun, yang menunjukkan peningkatan laju pengikisan dibandingkan periode sebelumnya. Meskipun nilai akresi meningkat menjadi $9,33$ m ($0,60$ m/tahun), proses pengendapan tersebut belum mampu mengimbangi kemunduran garis pantai yang terus berlangsung (Gambar 4). Kondisi ini mengindikasikan bahwa suplai sedimen yang relatif besar masih kalah dominan dibandingkan pengaruh energi gelombang dan arus laut dalam mengendalikan dinamika pesisir di wilayah ini.



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Kahyapu Tahun 2009-2025

b. Desa Kaana

copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Desa Kaana mengalami tingkat abrasi tertinggi dibandingkan lokasi lainnya, dengan kehilangan daratan sebesar $-13,90$ m atau $-0,90$ m/tahun. Akresi yang teramati sangat kecil, yaitu hanya $0,28$ m ($0,02$ m/tahun), sehingga kontribusinya terhadap penambahan daratan dapat dikatakan tidak signifikan (Gambar 5). Ketidakeimbangan yang ekstrem antara abrasi dan akresi tersebut berpotensi memberikan dampak langsung terhadap kawasan permukiman dan aktivitas ekonomi masyarakat pesisir.



Gambar 5. Peta Perubahan Garis Pantai Kaana Tahun 2009-2025

c. Desa Malakoni

Di Desa Malakoni, kemunduran garis pantai terjadi paling intens, dengan abrasi mencapai $-19,48$ m atau $-1,26$ m/tahun. Sementara itu, nilai akresi tetap rendah, yaitu $0,44$ m ($0,03$ m/tahun), yang menyebabkan garis pantai secara keseluruhan terus bergeser ke arah daratan (Gambar 6). Tingginya laju abrasi di wilayah ini mengindikasikan perlunya upaya pengelolaan pesisir yang lebih serius guna meminimalkan potensi dampak terhadap infrastruktur pelabuhan dan kawasan permukiman pada masa mendatang.



Gambar 6. Peta Perubahan Garis Pantai Malakoni Tahun 2009-2025

Tabel 2. NSM dan EPR Periode 2009–2025

Desa	NSM Abrasi (m)	NSM Akresi (m)	EPR Abrasi (m/tahun)	EPR Akresi (m/tahun)
Kahyapu	$-11,01$	$9,33$	$-0,71$	$0,60$
Kaana	$-13,90$	$0,28$	$-0,90$	$0,02$
Malakoni	$-19,48$	$0,44$	$-1,26$	$0,03$

Peningkatan abrasi yang teridentifikasi pada periode ini menunjukkan pengaruh faktor oseanografi yang semakin dominan, termasuk meningkatnya energi gelombang serta kenaikan muka laut yang mempercepat proses erosi pantai. Selain itu, degradasi vegetasi pelindung di wilayah pesisir turut berkontribusi dalam memperparah laju kemunduran garis pantai.



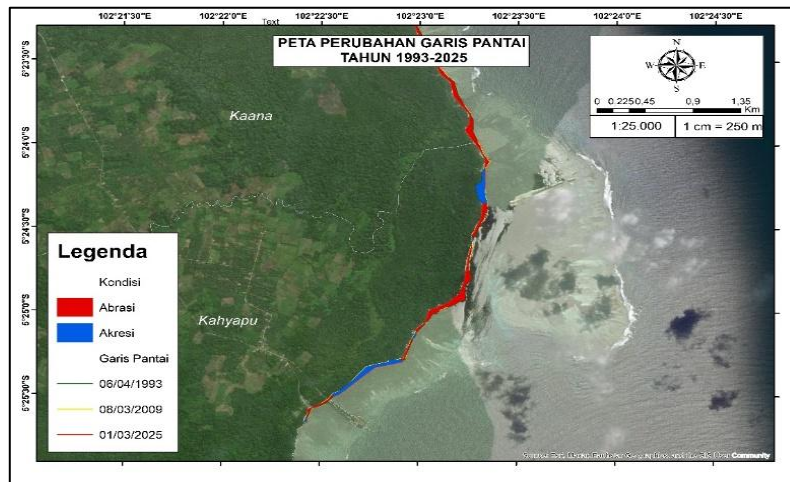
copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3.3. Analisis Tren Jangka Panjang (1993–2025)

Hasil analisis *Linear Regression Rate (LRR)* untuk periode 1993–2025 menunjukkan bahwa kemunduran garis pantai berlangsung secara konsisten dan berkelanjutan di seluruh lokasi pengamatan.

a. Desa Kahyapu

Di Desa Kahyapu, laju abrasi tercatat sebesar $-0,44$ m/tahun, sedangkan akresi mencapai $0,32$ m/tahun. Meskipun nilai akresi relatif signifikan, besarnya masih lebih rendah dibandingkan laju abrasi, sehingga secara keseluruhan garis pantai tetap mengalami kemunduran (Gambar 7). Kondisi ini mengindikasikan bahwa suplai sedimen belum mampu mengimbangi pengaruh energi hidrodinamika yang bekerja di wilayah tersebut.



Gambar 7. Peta Perubahan Garis Pantai Kahyapu Tahun 1993-2025

b. Desa Kaana

Desa Kaana menunjukkan laju abrasi sebesar $-0,56$ m/tahun dengan nilai akresi yang sangat kecil, yaitu $0,02$ m/tahun. Selisih yang besar antara abrasi dan akresi tersebut mengindikasikan bahwa hampir seluruh segmen pantai di wilayah ini mengalami kehilangan daratan, sehingga potensi dampak terhadap ruang hidup masyarakat pesisir menjadi semakin besar (Gambar 8).



Gambar 8. Peta Perubahan Garis Pantai Kaana Tahun 1993-2025

c. Desa Malakoni

Desa Malakoni mencatat laju abrasi tertinggi di antara ketiga lokasi penelitian, yaitu sebesar $-0,87$ m/tahun, sementara akresi hanya mencapai $0,02$ m/tahun. Hasil ini menunjukkan terjadinya kehilangan daratan



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

secara terus-menerus dan menempatkan Desa Malakoni sebagai wilayah dengan tingkat kerentanan tertinggi terhadap kemunduran garis pantai (Gambar 9).



Gambar 9. Peta Perubahan Garis Pantai Malakoni Tahun 1993-2025

Tabel 3. NSM dan LRR Periode 1993–2025

Desa	NSM Abrasi (m)	NSM Akresi (m)	LRR Abrasi (m/tahun)	LRR Akresi (m/tahun)
Kahyapu	-14,07	10,08	-0,44	0,32
Kaana	-17,82	0,75	-0,56	0,02
Malakoni	-27,66	0,51	-0,87	0,02

Secara jangka panjang, hasil analisis menunjukkan bahwa garis pantai Pulau Enggano mengalami kemunduran yang berkelanjutan sepanjang periode 1993–2025. Desa Kaana dan Desa Malakoni teridentifikasi sebagai lokasi paling kritis, karena tingginya laju abrasi berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap kawasan permukiman, fasilitas pelabuhan, serta keberlanjutan sosial-ekonomi masyarakat pesisir.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di Desa Kahyapu, Kaana, dan Malakoni di Pulau Enggano selama periode 1993–2025 didominasi oleh proses abrasi yang berlangsung secara berkelanjutan. Analisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* mengonfirmasi bahwa Desa Malakoni merupakan wilayah dengan tingkat abrasi tertinggi, diikuti oleh Desa Kaana, sedangkan Desa Kahyapu mengalami abrasi dengan intensitas yang relatif lebih rendah. Secara temporal, tren jangka panjang memperlihatkan peningkatan laju abrasi pada periode 2009–2025 dibandingkan periode sebelumnya, yang mengindikasikan semakin kuatnya tekanan dinamika pesisir di wilayah kajian.

Proses akresi teridentifikasi secara terbatas dan bersifat lokal, sehingga tidak mampu mengimbangi kehilangan daratan yang terjadi di sepanjang garis pantai. Temuan ini menunjukkan bahwa keseimbangan sedimen di wilayah pesisir Pulau Enggano cenderung didominasi oleh proses pengikisan.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memberikan implikasi penting bagi perencanaan pengelolaan wilayah pesisir Pulau Enggano, khususnya dalam penentuan zona rawan abrasi dan penetapan prioritas penanganan pantai. Secara praktis, Desa Kaana dan Desa Malakoni direkomendasikan sebagai wilayah prioritas mitigasi abrasi melalui penguatan vegetasi pelindung pantai, pengendalian pemanfaatan lahan pada zona sempadan pantai, serta pembangunan struktur pelindung pantai pada segmen dengan laju abrasi tinggi.

Selain itu, pemantauan perubahan garis pantai secara berkala berbasis citra satelit dan analisis *DSAS* perlu dilakukan untuk mendukung evaluasi dan peningkatan efektivitas pengelolaan pesisir secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyajikan informasi kuantitatif mengenai laju perubahan garis pantai, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar ilmiah dalam pengambilan keputusan dan perumusan strategi mitigasi abrasi yang adaptif terhadap dinamika pesisir Pulau Enggano.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Pulau-Pulau Kecil Terluar*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2005.
- [2] P. Sari, “Harmoni dalam kebhinekaan (kearifan lokal masyarakat Pulau Enggano Provinsi Bengkulu dalam mengatasi konflik),” *Jurnal Antropologi: Isu-Isu Sosial Budaya*, vol. 19, no. 2, pp. 139–147, 2017.
- [3] M. I. Arisaputra, “Penguasaan tanah pantai dan wilayah pesisir di Indonesia,” *Perspektif Hukum*, vol. 15, no. 1, pp. 27–44, 2015.
- [4] A. C. Wakkary, M. I. Jasin, and A. K. T. Dundu, “Studi karakteristik gelombang pada daerah pantai Desa Kalinaung Kabupaten Minahasa Utara,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 5, no. 3, pp. 167–174, 2017.
- [5] D. P. Lubis, M. Pinem, and M. A. N. Simanjuntak, “Analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan citra penginderaan jauh (studi kasus di Kecamatan Talawi Kabupaten Batubara),” *Jurnal Geografi*, vol. 9, no. 1, pp. 21–31, 2017.
- [6] N. Hidayati and H. S. Purnawali, “Deteksi perubahan garis pantai Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo,” in *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V*, May 2015, pp. 570–574.
- [7] A. A. Aniendra, B. Sasmito, and A. Sukmono, “Analisis perubahan garis pantai dan hubungannya dengan land subsidence menggunakan aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (studi kasus: wilayah pesisir Kota Semarang),” *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 9, no. 1, pp. 12–19, 2020.
- [8] F. A. Maulana, K. Amri, and Besperi, “Prediksi perubahan garis pantai Bengkulu (studi kasus Pantai Zakat Kota Bengkulu),” *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 15–22, 2021.
- [9] T. Rachman, H. Umar, and I. H. Bahtiar, “Dampak perubahan garis pantai terhadap pemanfaatan lahan pesisir Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar,” *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, vol. 3, no. 1, pp. 7–14, 2022.
- [10] N. A. Gunawan, R. Ekawita, Supiyati, and Anjasman, “Analisis perubahan garis pantai Pulau Enggano Bengkulu Utara menggunakan aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS),” *Jurnal Fisika Unand*, vol. 13, no. 6, pp. 756–761, 2024.
- [11] N. K. Sydney, “Implementasi metode Admiralty dalam menganalisis karakteristik harmonik pasang surut air laut di perairan Semarang,” *CASTLE Proceeding*, vol. 4, pp. 48–56, 2024.
- [12] S. Maharani, M. P. Suhana, and E. Kurniawati, “Pemetaan perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Siambang, Pulau Dompok dengan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS),” *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, vol. 16, no. 2, pp. 177–190, 2023.
- [13] U.S. Geological Survey, *Landsat Missions Overview*, 2018. [Online]. Available: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat>
- [14] F. Istiqomah, B. Sasmito, and F. J. Amarrohman, “Pemantauan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS),” *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 5, no. 1, pp. 78–89, 2016.

