RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik
2026, Vol. 4, No. 3, pp. 872-892
E-ISSN: 3025-9444

Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit di Sekitar Muara Sungai Meninting Lombok Nusa Tenggara Barat

Najmi Nurgitasari [1]✉, Eko Pradjoko [2], Atas Pracoyo [3]
(1,2,3) Magister Teknik Sipil, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

Abstrak: Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang dipengaruhi oleh proses oseanografi, hidrodinamika, dan distribusi sedimen di wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting tahun 2016 sampai dengan 2025 menggunakan citra Google Earth dan plugin QSCAT pada QGIS. Wilayah penelitian dibagi menjadi dua segmen, yaitu segmen utara dan selatan muara untuk mengetahui karakteristik perubahan garis pantai pada masing-masing area. Tahapan penelitian meliputi pengambilan citra multi-temporal, proses rektifikasi citra, pengujian nilai rektifikasi error, digitasi garis pantai berdasarkan batas basah dan kering Pantai, koreksi pasang surut, serta analisis perubahan garis pantai menggunakan metode transek. Parameter yang digunakan dalam analisis ini adalah Linear Regression Rate (LRR), yang memperkirakan tren perubahan garis pantai dengan menerapkan regresi linier pada posisi garis pantai dari waktu ke waktu di sepanjang setiap transek. Hasil analisis Linear Regression Rate (LRR) menunjukkan bahwa sisi utara muara didominasi oleh proses akresi yang ditandai oleh perubahan garis pantai ke arah laut dan volume sedimen sebesar 13.166,39 m3/tahun. Sementara itu, sisi selatan muara didominasi oleh proses erosi dengan volume sedimen -10.574,75 m3/tahun.

Article history:
Received: 03 July 2026
Revised: 27 July 2026
Accepted: 29 July 2026
Published: 30 July 2026

Kata kunci:
perubahan garis pantai, citra satelit , digitasi citra, erosi, akresi

Abstract: *Shoreline change is a dynamic process influenced by oceanographic condition, hydrodynamics, and sediment distribution in coastal areas. This study aims to analyze shoreline changes around the Meninting River Estuary from 2016 to 2025 using Google Earth imagery and the QSCAT plugin in QGIS. The study area was divided into two segments, namely the northern and southern sides of the estuary, to identify the characteristics of shoreline changes in each segment. The research methodology included multi-temporal image acquisition, image georeferencing and rectification processes, rectification error assessment, shoreline digitization based on the wet and dry boundaries of the coast, tidal correction, and analysis of shoreline changes using the transect method. The analysis employed the Linear Regression Rate (LRR) parameter, which estimates shoreline change trends by applying linear regression to shoreline positions over time along each transect. The results of the Linear Regression Rate (LRR) analysis indicate that the northern side of the estuary is dominated by accretion, characterized by a shift in the shoreline toward the sea and a sediment volume of 13,166.39 m3/year. Meanwhile, the southern side of the estuary is dominated by erosion, with a sediment volume of -10,574.75 m3/year.*

Keyword:
shoreline changes,satellite imagery, image digitization, erosion, accretion

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

How to cite: Nurgitasari, N., Pradjoko, E., & Pracoyo, A. (2026). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit di Sekitar Muara Sungai Meninting Lombok Nusa Tenggara Barat. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *4*(3), 872–892. https://doi.org/10.70716/reswara.v4i3.704

PENDAHULUAN

Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, yang ditentukan oleh faktor alam dan manusia (Hutahusut, 2019; Maharani et al., 2023; Tarigan et al., 2020). Faktor alami berasal dari proses hidrooseanografi seperti hempasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, sedangkan faktor manusia adalah konversi dan alih fungsi lahan untuk sarana pembangunan di kawasan pesisir (Jamal et al., 2025; Yusriandi et al., 2023). Dinamika pantai yaitu maju mundurnya garis pantai

✉ *Corresponding author:* ***najmiee.nurgitasari@gmail.com***
Copyright © 2026, the author(s)

pada dasarnya adalah proses angkutan sedimen akibat aktifitas gelombang laut di area pantai, sehingga keseimbangan dinamika pantai juga dipengaruhi oleh karakteristik dan pasokan sedimen di area pantai (Rositasari et al., 2011; Susbandro & Phuong, 2025). Muara Sungai Meninting terletak di wilayah pesisir barat Pulau Lombok, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan bermuara di Selat Lombok. Kawasan pesisir di sekitar Muara Sungai Meninting memiliki karakteristik pantai yang dipengaruhi oleh dinamika sedimen dan proses oseanografi di wilayah muara. Perubahan distribusi sedimen pada kawasan tersebut berpotensi menyebabkan perubahan garis pantai yang berbeda antara sisi utara dan selatan muara (Assifa et al., 2023; Hidayah & Apriyanti, 2020). Oleh karena itu, diperlukan analisis perubahan garis pantai secara multi-temporal untuk mengetahui pola perubahan yang terjadi selama periode pengamatan (Bian et al., 2021; Hakim & Rahman, 2025; Tao et al., 2023).

Analisis perubahan garis pantai dapat dilakukan menggunakan berbagai perangkat lunak berbasis sistem informasi geografis (Mappatoba et al., 2024). Salah satu perangkat lunak berbasis sistem informasi geografis yang dapat digunakan adalah Quantum GIS (QGIS), yaitu aplikasi open source yang memiliki kemampuan pengolahan, visualisasi, dan analisis data spasial secara digital. QGIS mendukung berbagai plugin analisis, termasuk untuk kajian perubahan garis pantai. Salah satu plugin yang dapat digunakan pada QGIS adalah QSCAT (Facun et al., 2025; Ji et al., 2025). Plugin tersebut memungkinkan analisis perubahan garis pantai berbasis transek melalui parameter LRR (Linear Regression Rate)(Husaini et al., 2023; Mutaqin et al., 2022; Regita Angelina et al., 2025). Metode ini mampu memberikan informasi mengenai besar dan laju perubahan garis pantai pada tiap transek pengamatan sehingga pola erosi dan akresi dapat diidentifikasi secara lebih sistematis.

Penelitian perubahan garis pantai telah banyak dilakukan menggunakan citra satelit dan system informasi geografis dengan parameter NSM dan EPR. Namun, sebagian besar penelitian belum mengintegrasikan evaluasi ketelitian geometrik citra melalui rektifikasi error (RMSE), koreksi pasang surut, serta pemanfaatan Linear Regression Rate (LRR) untuk merepresentasikan laju perubahan garis pantai rata-rata tahunan dan mengestimasi volume sedimen. Selain itu, kajian perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting periode 2016–2025 masih belum dilaporkan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi tahapan georeferensi, evaluasi rektifikasi menggunakan RMSE, koreksi pasang surut berdasarkan hasil peramalan LP-Tides, serta analisis perubahan garis pantai menggunakan LRR. Nilai LRR digunakan untuk merepresentasikan laju perubahan garis pantai rata-rata tahunan dan sebagai dasar estimasi volume sedimen pada masing-masing pias pantai, sehingga menghasilkan analisis perubahan garis pantai yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting tahun 2016–2025 menggunakan citra Google Earth dan plugin QSCAT. Analisis dilakukan melalui tahapan rektifikasi citra, digitasi garis pantai, koreksi citra terhadap pasang surut, dan analisis perubahan garis pantai berbasis transek menggunakan parameter LRR (Linear Regression Rate). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik perubahan garis pantai di sisi utara dan selatan muara sebagai dasar pemantauan dinamika kawasan pesisir.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif spasial yang bertujuan menganalisis perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting tahun 2016–2025. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis perubahan garis pantai berbasis

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

penginderaan jauh dan sistem informasi geografis menggunakan citra multi-temporal Google Earth (Rosas-Chavoya et al., 2022). Pengolahan data dilakukan menggunakan plugin QSCAT pada aplikasi QGIS melalui tahapan rektifikasi citra, digitasi garis pantai, koreksi pasang surut, serta analisis perubahan garis pantai menggunakan metode transek. Untuk mengetahui tingkat ketelitian spasial citra yang digunakan pada analisis perubahan garis pantai, dilakukan pengujian ketelitian posisi menggunakan metode Root Mean Square Error (RMSE). Nilai RMSE dihitung untuk memperoleh besarnya rata-rata penyimpangan posisi titik uji selama periode pengamatan menggunakan Persamaan (1).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}((Ei-Eref)^2+(Ni-Nref)^2)}{n}} \quad (1)$$

dengan :

E_i = koordinat *Easting* pada citra tahun ke-i
N_i = koordinat *Northing* pada citra tahun ke-i
E_{ref} = koordinat *Easting* pada titik acuan
N_{ref} = koordinat *Northing* pada titik acuan
N = jumlah citra

Parameter yang digunakan dalam analisis perubahan garis pantai adalah Linear Regression Rate (LRR). LRR merupakan salah satu parameter statistik yang digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai berdasarkan seluruh posisi garis pantai yang tersedia pada setiap transek. LRR mempertimbangkan seluruh data garis pantai dalam periode pengamatan sehingga mampu menggambarkan kecenderungan perubahan garis pantai secara lebih representatif. Perhitungan LRR dilakukan dengan menerapkan metode regresi linear kuadrat terkecil (least-squares linear regression) terhadap seluruh titik perpotongan antara garis pantai dan transek. Dalam metode ini, posisi garis pantai digunakan sebagai variabel terikat (y), sedangkan waktu pengamatan digunakan sebagai variabel bebas (x). Kemiringan (slope) garis regresi yang dihasilkan merupakan nilai LRR dan dinyatakan dalam satuan meter per tahun (m/tahun), yang menunjukkan rata-rata laju perubahan garis pantai selama periode pengamatan. Nilai LRR positif mengindikasikan terjadinya akresi atau kemajuan garis pantai ke arah laut, sedangkan nilai LRR negatif menunjukkan erosi atau kemunduran garis pantai ke arah darat.

Perubahan volume sedimen dihitung menggunakan metode trapesium (Average End Area Method). Metode ini mengasumsikan bahwa volume sedimen di antara dua transek yang berurutan membentuk sebuah prisma dengan luas penampang berbentuk trapesium. Luas penampang diperoleh dari rata-rata luas profil pada dua transek yang bersebelahan, kemudian dikalikan dengan jarak antar transek. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\Delta V_i = LRR_i \; x \; d_x \; x \left[\frac{(dc_i+dd_i)+(dc_{i+1}+db_{i+1})}{2}\right] \quad (2)$$

dengan:

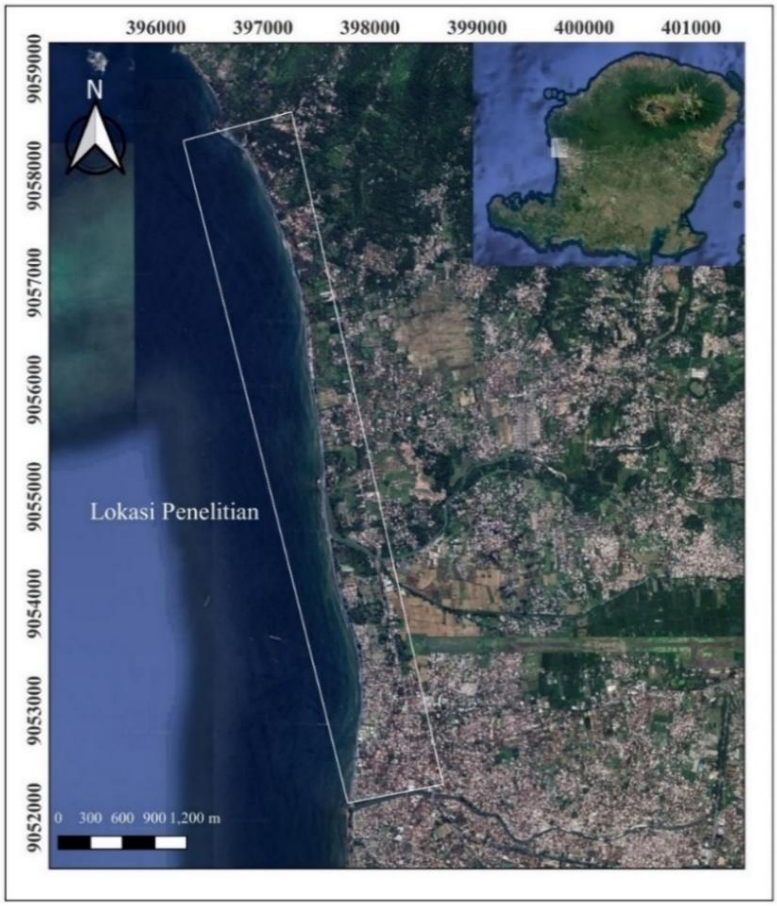
ΔV_i = perubahan volume sedimen padatransek ke-i (m^3/tahun)
LRR_i = *Linear Regression Rate* pada transek ke-i (m/tahun)
Δx = jarak antar transek (m)
$d_{c,i}$ = *depth of clousure* pada transek ke-i (m)
$d_{b,i}$ = *berm height* pada transek ke-i (m)
$d_{c,i+1}$ = *depth of clousure* pada transek berikutnya (m)

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

$d_{b,i+1}$ = *berm height* pada transek berikutnya (m)

Lokasi Studi

Lokasi penelitian ini berada di wilayah pesisir sekitar Muara Sungai Meninting, yang terletak di Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Koordinat geodetik area penelitian terbentang dari -8.51655°, 116.060214° di sisi utara hingga -8.574203°, 116.071467° di sisi Selatan, dalam sistem koordinat proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) Zona 50 Selatan dengan datum WGS 84 (EPSG:32750). Secara geografis batas wilayah penelitian pada sisi utara membentang dari Muara Sungai Meninting sampai Pantai Batu Layar dengan panjang garis pantai 3,6 km. Sisi selatan dimulai dari Muara Sungai Meninting dan berakhir di sisi utara Muara Sungai Jangkok dengan panjang garis pantai 2,5 km. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data Penelitian

Data utama dalam penelitian ini berupa citra multi temporal Google Earth tahun 2016 sampai tahun 2025 yang digunakan untuk identifikasi garis pantai. Data pasang surut digunakan untuk melakukan koreksi posisi garis pantai akibat perbedaan muka air laut saat perekaman citra (Littaqwa et al., 2026). Penelitian ini juga menggunakan data kemiringan rata-rata pantai yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lokasi penelitian. Data kemiringan pantai digunakan dalam proses koreksi

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

pasang surut untuk menentukan pergeseran horizontal garis pantai akibat perubahan elevasi muka air laut. Tabel data penelitian dapat disusun sebagai berikut.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Data	Sumber	Kegunaan
1	Citra *Google Earth* tahun 2016–2025	*Google Earth Pro*	Digitasi garis pantai
2	Data pasang surut	Data pengukuran tahun 2017	Koreksi pasang surut
3	Kemiringan rata-rata pantai	Pengukuran lapangan	Koreksi pasang surut
4	Garis pantai hasil digitasi	Hasil analisis	Analisis perubahan garis pantai
5	*Baseline* dan transek	Hasil pengolahan aplikasi *QGIS*	Analisis LRR

Pengolahan Data

Rektifikasi Citra

Tahapan rektifikasi citra terdiri dari proses georeferensi dan analisis kesalahan rektifikasi (rectification error). Citra Google Earth tahun 2016 sampai tahun 2025 diunduh menggunakan Google Earth Pro dengan mempertimbangkan kualitas citra, tingkat tutupan awan, dan kejelasan garis pantai. Pemilihan citra dilakukan pada kondisi yang memungkinkan untuk digitasi garis pantai secara visual. Proses georeferensi dilakukan menggunakan fitur Georeferencer pada QGIS. Tahapan dimulai dengan memasukkan citra mentah ke dalam QGIS, kemudian menentukan titik Ground Control Points (GCP) pada lokasi yang bersifat tetap. Setiap GCP kemudian dipadankan dengan posisi sebenarnya pada peta dasar atau referensi koordinat yang tersedia. Transformasi geospasial yang digunakan adalah metode Polynomial Order 1 (Affine) memastikan hasil citra teregistrasi memiliki ketelitian yang memadai. Hasil georeferensi selanjutnya disimpan dalam format GeoTIFF dengan sistem koordinat UTM Zona 50S.

Untuk mengevaluasi tingkat ketelitian hasil georeferensi, dilakukan analisis kesalahan rektifikasi (rectification error) menggunakan titik kontrol yang tersebar pada objek permanen dan mudah dikenali pada setiap segmen citra pengamatan. Titik kontrol dipilih pada fitur yang relatif tidak mengalami perubahan selama periode penelitian, sehingga perbedaan posisi yang terukur dapat diasumsikan sebagai kesalahan georeferensi. Nilai kesalahan setiap titik dihitung berdasarkan selisih posisi koordinat hasil transformasi terhadap posisi referensinya, yang dinyatakan dalam bentuk residual error. GCP serta pembagian segmen citra dapat dilihat pada Gambar 2.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Gambar 2. Distribusi Titik Kontrol (Ground Control Points/GCP) dan Pembagian Segmen Citra

Digitasi Citra

Setelah proses rektifikasi selesai, digitasi garis pantai dilakukan secara bertahap pada setiap segmen citra tersebut, namun seluruh hasil digitasi disimpan dalam satu layer vektor yang sama di QGIS. Proses digitasi garis pantai dilakukan menggunakan citra satelit yang telah diberi koordinat melalui metode digitasi visual pada QGIS. Digitasi dilakukan dengan memanfaatkan fitur Add Line Feature dan Vertex Tool untuk menyesuaikan posisi serta bentuk geometri garis pantai berdasarkan kenampakan pada citra masing-masing tahun. Penentuan garis pantai dibatasi pada batas kering dan basah, yaitu peralihan antara permukaan pantai yang tampak kering dan area yang tergenang air laut pada saat perekaman citra, karena batas tersebut merupakan indikator visual yang paling konsisten dan mudah diidentifikasi.

Setelah didapatkan garis pantai hasil digitasi untuk semua tahun pengamatan, tahapan berikutnya adalah pembuatan baseline dan transek pada plugin QSCAT. Baseline digunakan sebagai garis acuan, sedangkan transek dibangkitkan secara tegak lurus terhadap baseline untuk mengukur posisi setiap garis pantai dan menganalisis laju perubahan garis pantai pada masing-masing transek. Untuk mempermudah analisis, garis pantai pada lokasi penelitian dibagi menjadi beberapa transek dengan jarak antar transek sebesar 100 meter. Pembuatan transek pada plugin QSCAT diawali dengan penentuan baseline sebagai acuan pengukuran perubahan garis pantai. Dalam penelitian ini, baseline dibuat dengan menyalin garis pantai tahun 2016, kemudian menggesernya sejauh 100 m ke arah daratan agar seluruh garis pantai selama periode pengamatan berada pada satu sisi baseline, sehingga setiap transek dapat memotong semua garis pantai secara konsisten. Selanjutnya QSCAT digunakan untuk membangkitkan transek secara otomatis dari baseline. Transek dibuat dengan jarak antartransek

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

sebesar 100 m sepanjang baseline dan dibentuk tegak lurus terhadap baseline. Setiap transek memotong seluruh garis pantai hasil digitasi pada periode 2016–2025 sehingga posisi masing-masing garis pantai dapat diukur terhadap baseline. Penomoran transek dilakukan berdasarkan posisi terhadap muara, di mana pada sisi utara muara penomoran dimulai dari mulut muara dengan nomor transek N01 menuju arah utara hingga nomor transek N36, sedangkan pada sisi selatan dimulai dari mulut muara dengan nomor transek S01 menuju arah selatan hingga S25. Sehingga terdapat 36 titik transek pada sisi utara muara dan 25 titik transek pada sisi selatan muara. Metode ini memudahkan identifikasi pengaruh jarak terhadap perubahan garis pantai serta interpretasi pola perubahan yang terjadi di sekitar Muara Sungai Meninting.

Koreksi citra terhadap pasang surut

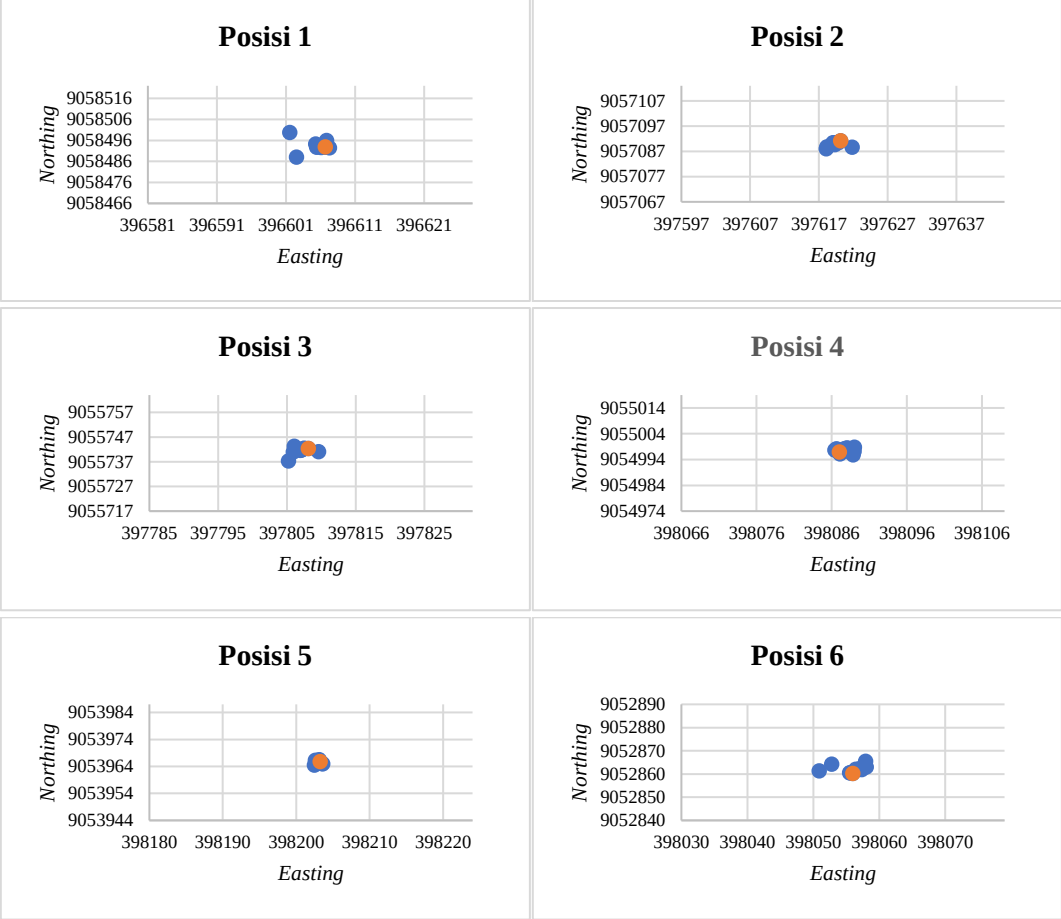
Koreksi pasang surut dilakukan dengan menggunakan data pasang surut hasil pengukuran perairan Lingkungan Kampung Melayu, Kelurahan Ampenan Tengah, Kecamatan Ampenan, Kota Mataram, pada koordinat -8.40917° LS dan 116.06639° BT. Data tersebut diperoleh dari penelitian Junaidi (Junaidi et al., 2017) yang melakukan pengukuran pasang surut selama 25 hari, yaitu mulai 7 Mei 2017 hingga 1 Juni 2017 dengan interval pencatatan setiap 5 menit. Data elevasi muka air laut hasil pengamatan lapangan selanjutnya diproses menggunakan perangkat lunak LP-TIDES untuk dilakukan analisis harmonik pasang surut. LP-TIDES merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Teguh Sulistian (Sulistian, 2020) dari Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk melakukan prapengolahan, analisis, dan prediksi data pasang surut dari berbagai format data masukan. Proses ini bertujuan untuk memperoleh konstanta harmonik pasang surut serta menghasilkan parameter pasang surut, seperti Mean Sea Level (MSL), Highest High Water Level (HHWL), Lowest Low Water Level (LLWL), dan Formzahl (F) yang digunakan dalam analisis karakteristik pasang surut yang merepresentasikan kondisi pasang surut setempat, sehingga hasil prediksi yang dihasilkan dapat dibandingkan dan dicocokkan dengan data pengamatan langsung (Kim et al., 2025; Raj et al., 2022; Raj & Brown, 2023).

Data kemiringan rata-rata pantai digunakan dalam analisis koreksi pasang surut untuk menghitung besar pergeseran horizontal garis pantai akibat perbedaan elevasi muka air laut saat perekaman citra. Pada citra Google Earth, posisi garis pantai yang terlihat sebenarnya dipengaruhi oleh kondisi pasang surut pada saat citra direkam. Ketika muka air laut lebih tinggi, garis pantai akan tampak bergeser ke arah darat, sedangkan saat muka air laut lebih rendah garis pantai akan tampak bergeser ke arah laut. Dalam penelitian ini, data kemiringan rata-rata pantai diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan pada lokasi penelitian. Nilai kemiringan tersebut kemudian digunakan dalam persamaan koreksi pasang surut untuk menghitung jarak pergeseran horizontal garis pantai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra Google Earth dari seluruh tahun pengamatan yang telah dibagi menjadi enam segmen, selanjutnya dilakukan tahapan rektifikasi sehingga setiap segmen memiliki sistem koordinat yang sama dan dapat digabungkan menjadi satu citra utuh. Hasil rektifikasi tersebut kemudian dievaluasi melalui analisis kesalahan rektifikasi (rectification error) dengan menghitung nilai Root Mean Square Error (RMSE). Nilai RMSE digunakan untuk menilai tingkat ketelitian geometrik hasil rektifikasi, grafik dan nilai RMSE dapat dilihat pada Gambar 3.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

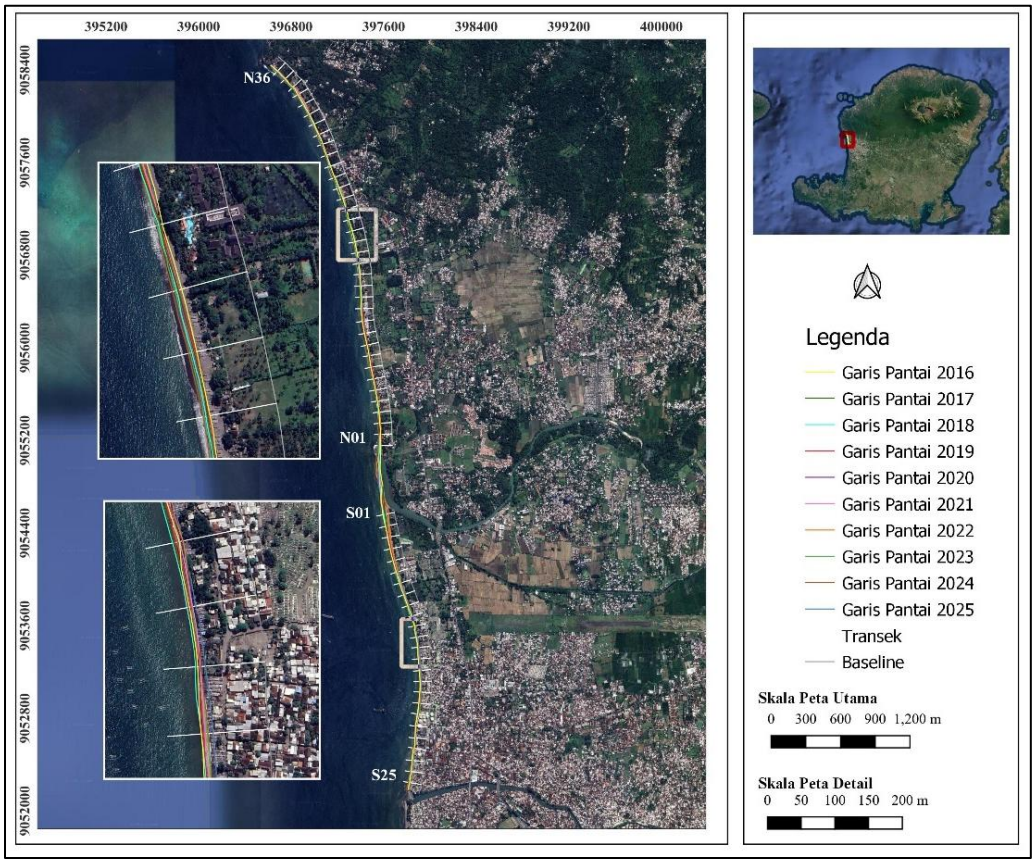


Gambar 3. Grafik Kesalahan Rektifikasi

Grafik menunjukkan kesalahan berbeda pada masing-masing posisi titik kontrol. Nilai RMSE pada posisi 1 sampai posisi 6 berturut-turut adalah 3,64 m, 2,08 m, 2,32 m, 2,58 m, 0,73 m, dan 3,31 m. Nilai RMSE tersebut menunjukkan bahwa hasil georeferensi memiliki tingkat ketelitian geometrik dengan penyimpangan rata-rata posisi titik kontrol yaitu 2,27 m. Nilai RMSE tersebut digunakan sebagai nilai ketidakpastian yang menunjukkan besarnya potensi kesalahan posisi citra terhadap posisi sebenarnya.

Setelah proses rektifikasi selesai tahap selanjutnya adalah digitasi garis pantai. Digitasi dilakukan secara manual pada setiap citra hasil rektifikasi dengan mengacu pada batas antara daratan dan perairan. Citra satelit yang telah melalui tahapan rektifikasi dan digitasi garis pantai pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

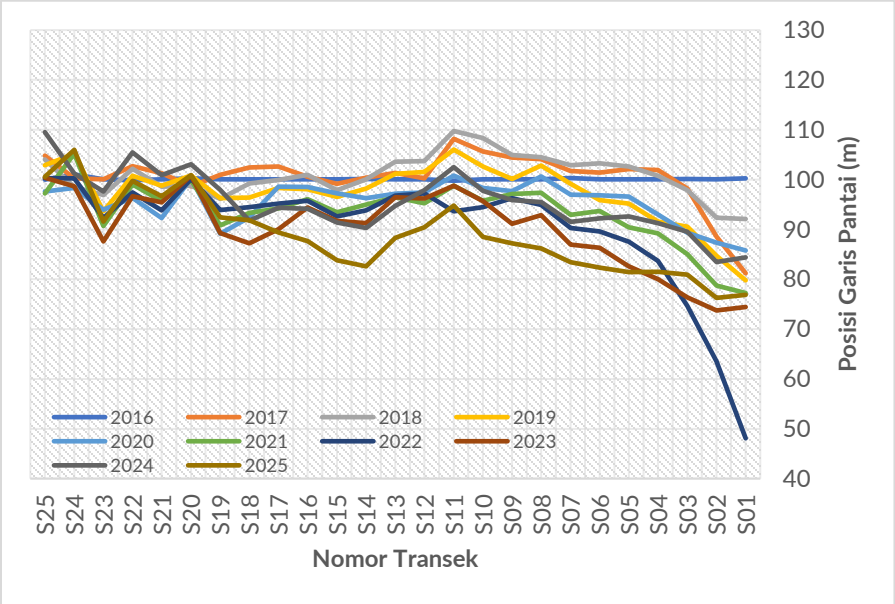


Gambar 4. Peta Garis Pantai Hasil Digitasi

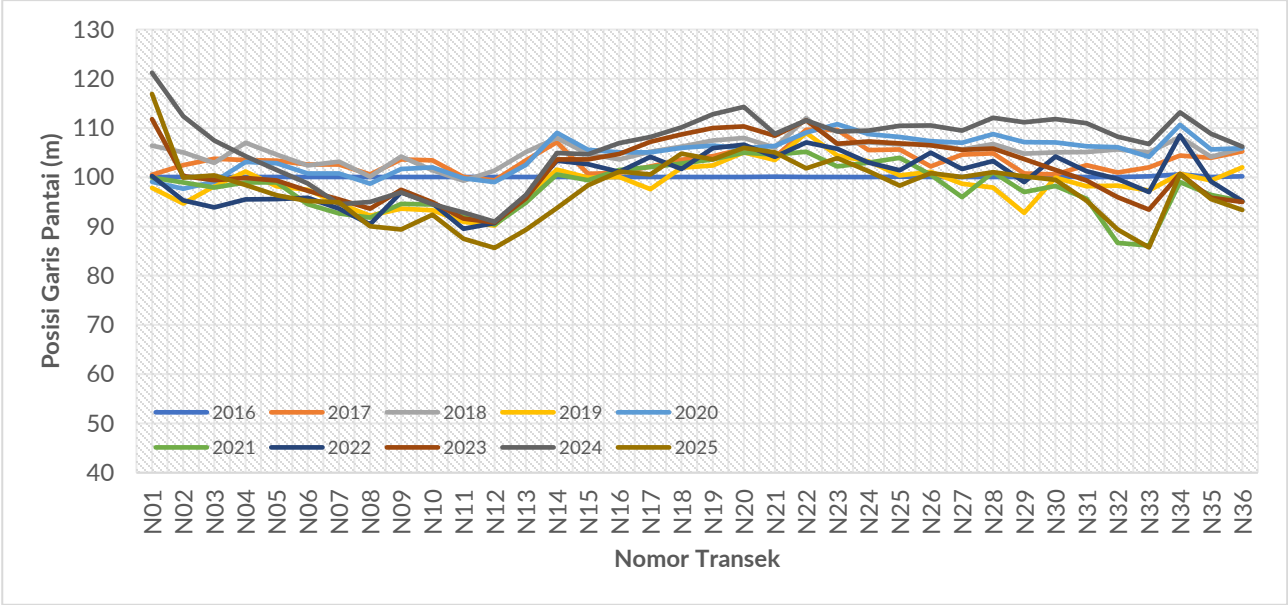
Grafik posisi garis pantai hasil digitasi pada sisi utara dan selatan muara digunakan untuk menunjukkan perubahan posisi garis pantai pada setiap tahun pengamatan. Grafik ini memperlihatkan besar perubahan garis pantai pada masing-masing transek terhadap baseline sehingga dapat diketahui kecenderungan erosi maupun akresi di sekitar muara sungai. Perubahan posisi garis pantai hasil digitasi pada sisi utara dan selatan muara disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Baseline dibuat dengan cara menyalin dan menggeser garis pantai tahun 2016 sejauh 100 m ke arah daratan, kemudian digunakan sebagai garis referensi dalam pengukuran posisi seluruh garis pantai pada setiap transek. Sehingga jarak antara baseline dan garis pantai tahun 2016 relatif konstan, sehingga nilai posisi garis pantai tahun 2016 cenderung seragam di sepanjang transek dan membentuk pola yang lurus.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.



Gambar 5. Gafik Posisi Garis Pantai Hasil Digitasi Sisi Selatan Muara



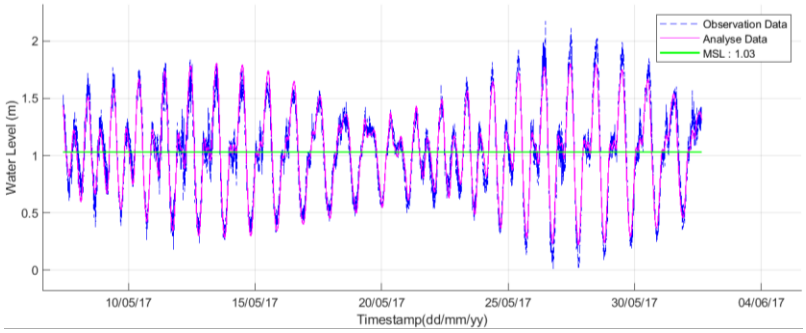
Gambar 6. Gafik Posisi Garis Pantai Hasil Digitasi Sisi Utara Muara

Grafik posisi garis pantai hasil digitasi pada sisi utara dan selatan muara menunjukkan variasi jarak garis pantai terhadap baseline pada setiap transek selama periode 2016–2025. Namun, data pada grafik ini masih merupakan hasil digitasi awal dari citra satelit dan belum dikoreksi terhadap pengaruh pasang surut. Oleh karena itu, posisi garis pantai yang terlihat pada masing-masing tahun belum sepenuhnya merepresentasikan perubahan garis pantai sebenarnya di lapangan, karena perbedaan elevasi muka air laut saat perekaman citra dapat menyebabkan garis pantai tampak lebih maju atau lebih mundur. Fluktuasi jarak pada beberapa transek kemungkinan tidak hanya dipengaruhi oleh proses erosi dan akresi, tetapi juga oleh kondisi pasang surut saat pengambilan citra.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Koreksi Pasang Surut

Data Pasang surut diolah menggunakan software LP-Tides menghasilkan grafik analisis seperti pada Gambar 7. Grafik hasil analisis menunjukkan perbandingan antara data observasi pasang surut dengan hasil analisis harmonik pada perairan Pantai Ampenan Kota Mataram tahun 2017. Garis biru menunjukkan data observasi lapangan, sedangkan garis merah muda menunjukkan hasil analisis dan peramalan pasang surut menggunakan konstanta harmonik yang diperoleh dari proses analisis pada perangkat lunak. Garis hijau menunjukkan nilai Mean Sea Level (MSL) sebesar 1,03 m yang digunakan sebagai elevasi referensi dalam proses koreksi pasang surut. Grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil analisis memiliki pola yang relatif mengikuti data observasi sehingga konstanta harmonik yang diperoleh dapat digunakan untuk melakukan peramalan elevasi muka air laut pada waktu perekaman citra *Google Earth*.



Gambar 7. Grafik Analisis Pasang Surut Perairan Ampenan

Grafik hasil running LP-TIDES menunjukkan bahwa pola fluktuasi muka air laut hasil prediksi memiliki kesesuaian yang baik dengan data pengamatan langsung di lokasi pengamatan. Kesesuaian ini mengindikasikan bahwa konstanta harmonik yang dihasilkan dari analisis LP-TIDES mampu merepresentasikan karakteristik pasang surut setempat dengan baik, sehingga hasil prediksi pasang surut yang dihasilkan layak digunakan sebagai dasar dalam penentuan elevasi muka air laut pada waktu pengambilan citra serta untuk keperluan koreksi pasang surut dalam analisis perubahan garis pantai. Konstanta harmonik pasang surut perairan Ampenan dapat dilihat pada Gambar 8.

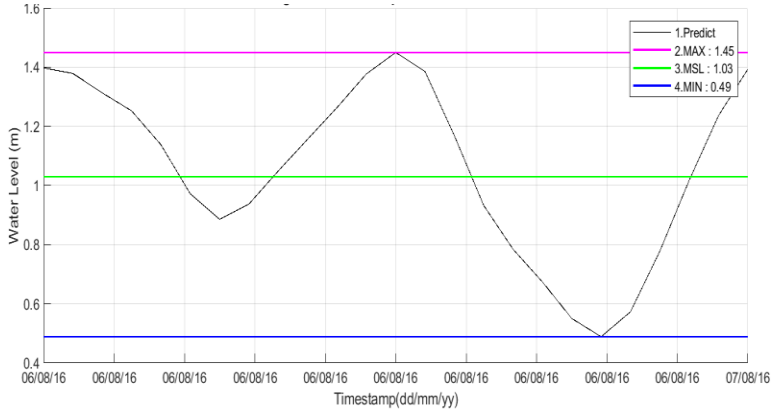
```
----------Harmonic Constituent----------

Const |    Freq     |  Ampl  | Phase
------|-------------|--------|-------
MSF   |  0.0028219  | 0.0167 | 46.20
O1    |  0.0387307  | 0.2286 | 270.44
K1    |  0.0417807  | 0.3799 | 287.26
M2    |  0.0805114  | 0.2668 | 316.13
S2    |  0.0833333  | 0.1383 | 328.36
M3    |  0.1207671  | 0.0037 | 69.53
SK3   |  0.1251141  | 0.0003 | 93.30
M4    |  0.1610228  | 0.0160 | 162.86
MS4   |  0.1638447  | 0.0100 | 239.29
S4    |  0.1666667  | 0.0037 | 170.28
2MK5  |  0.2028035  | 0.0315 | 320.33
2SK5  |  0.2084474  | 0.0064 | 41.68
M6    |  0.2415342  | 0.0081 | 125.13
2MS6  |  0.2443561  | 0.0112 | 278.73
2SM6  |  0.2471781  | 0.0050 | 324.63
3MK7  |  0.2833149  | 0.0066 | 12.93
M8    |  0.3220456  | 0.0024 | 175.78


---------------Tidal Type---------------

1. Mean Sea Level (MSL)    : 1.030000
2. Formzal Number          : 1.502020
3. Tidal Type              : Mix Tide Diurnal
```

Gambar 8. Konstanta Harmonik Pasang Surut Ampenan

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Konstanta harmonik pasang surut yang diperoleh dari hasil analisis LP-TIDES selanjutnya digunakan sebagai parameter utama untuk melakukan prediksi elevasi muka air laut pada waktu dan tanggal yang tidak tercakup dalam periode pengamatan lapangan. Konstanta ini memungkinkan penentuan tinggi muka air laut pada saat pengambilan citra satelit secara konsisten, sehingga dapat digunakan sebagai dasar koreksi pasang surut pada analisis perubahan garis pantai.

Prediksi pasang surut pada tanggal pengambilan citra menggunakan nilai elevasi muka air laut hasil LP-TIDES pada jam perekaman citra, yang dihitung dari konstanta harmonik relatif terhadap MSL. Prediksi ini digunakan untuk mengetahui elevasi muka air laut pada saat pengambilan citra, sehingga kondisi pasang surut pada waktu perekaman citra dapat diperhitungkan dalam koreksi posisi garis pantai. Grafik dan elevasi muka air hasil prediksi pasang surut pada tanggal citra 6 Agustus 2016 yang diperoleh melalui running LP-TIDES berdasarkan konstanta harmonik yang telah ditentukan sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Prediksi Elevasi Muka Air 6 Agustus 2016

Besar koreksi garis pantai akibat pasang surut untuk citra pada tahun-tahun lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

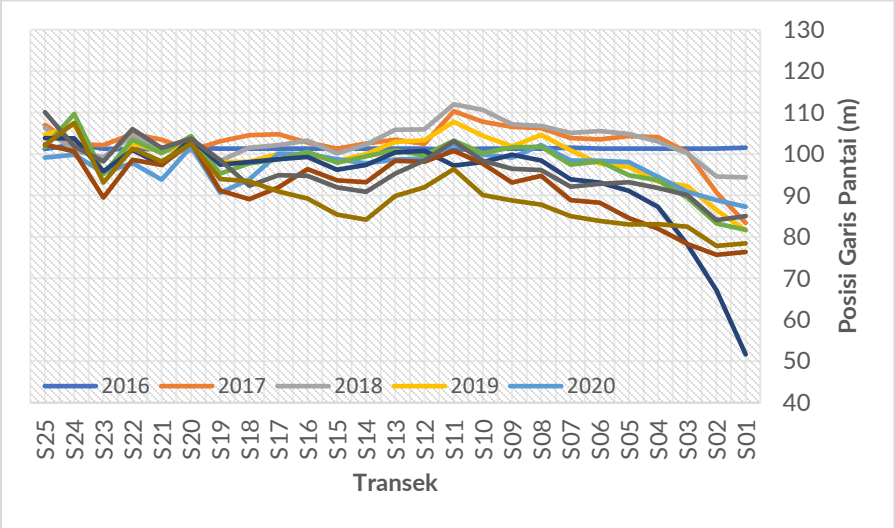
Tabel 2. Besar Perubahan Akibat Koreksi Pasang Surut

Tahun	Sel Pantai	Muka Air	Δz	Slope(°)	Jarak Koreksi Horizontal (m) Δy
2016	Utara	1,26	0,23	14	0,92
	Selatan	1,26	0,23	10,5	1,24
2017	Utara	0,63	-0,4	14	-1,60
	Selatan	0,63	-0,4	10,5	-2,16
2018	Utara	0,61	-0,42	14	-1,68
	Selatan	0,61	-0,42	10,5	-2,27
2019	Utara	1,36	0,33	14	1,32
	Selatan	1,36	0,33	10,5	1,78
2020	Utara	0,75	-0,28	14	-1,12
	Selatan	0,75	-0,28	10,5	-1,51
2021	Utara	1,86	0,83	14	3,33
	Selatan	1,86	0,83	10,5	4,48
2022	Utara	1,69	0,66	14	2,65
	Selatan	1,69	0,66	10,5	3,56
2023	Utara	1,39	0,36	14	1,44
	Selatan	1,39	0,36	10,5	1,94

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

2024	Utara	1,14	0,11	14	0,44
	Selatan	1,14	0,11	10,5	0,59
2025	Utara	1,32	0,29	14	1,16
	Selatan	1,32	0,29	10,5	1,56

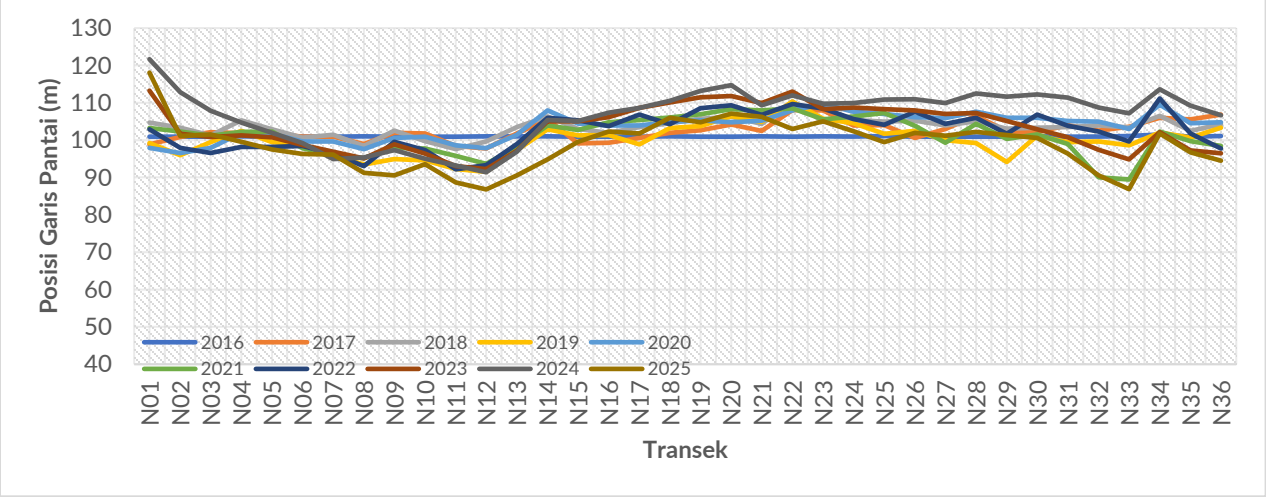
Nilai pada tabel menunjukkan bahwa besar koreksi garis pantai akibat pengaruh pasang surut bervariasi antar tahun dan nomor transek pengamatan. Secara umum sisi utara muara memiliki nilai koreksi yang relatif lebih kecil dibanding sisi selatan muara. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sisi selatan pantai lebih sensitif terhadap perubahan muka air laut, yang diduga dipengaruhi oleh kemiringan pantai yang lebih landai sehingga menghasilkan perubahan horizontal garis pantai yang lebih besar. Variasi tersebut menunjukkan bahwa perbedaan elevasi muka air laut saat pengambilan citra memberikan pengaruh signifikan terhadap posisi garis pantai hasil digitasi, sehingga koreksi terhadap Mean Sea Level (MSL) diperlukan untuk memperoleh representasi perubahan garis pantai yang lebih akurat. Pada Gambar 10 dan Gambar 11 menampilkan posisi garis pantai terhadap baseline setelah dilakukan koreksi pasang surut.



Gambar 10. Grafik Posisi Garis Pantai Hasil Koreksi Pasang Surut Sisi Selatan Muara

Grafik Posisi garis pantai selatan muara menunjukkan terajadi perubahan garis pantai ke arah darat pada sebagian besar transek. Perubahan dengan nilai besar terjadi pada bebepa nomor transek yang dekat dengan muara dengan perubahan maksimum pada transek S01. Secara umum grafik menunjukkan bahwa sisi selatan muara mengalami kecenderungan perubahan garis pantai ke arah darat pada sebagian besar transek selama periode pengamatan yang mengindikasikan bahwa sisi selatan muara didominasi oleh erosi atau kehilangan sedimen.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

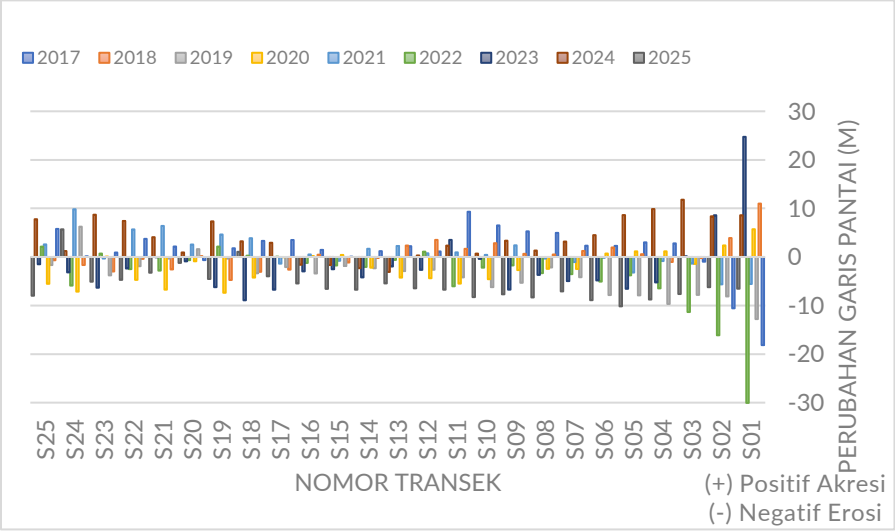


Gambar 11. Grafik Posisi Garis Pantai Hasil Koreksi Pasang Surut Sisi Utara Muara

Grafik posisi garis pantai sisi utara muara menunjukkan transek paling dekat muara N01 sampai N05 cenderung mengalami perubahan ke arah laut dengan perubahan terbesar pada N01. Selain itu transek N14 sampai N36 juga didominasi oleh proses akresi. Selain proses akresi sisi utara muara juga terjadi erosi pada beberapa transek yaitu transek N06 sampai N13. Secara umum grafik menunjukkan bahwa sisi utara muara mengalami kecenderungan perubahan garis pantai ke arah laut pada sebagian besar transek selama periode 2016 sampai 2025. Pola tersebut mengindikasikan dominasi proses akresi akibat akumulasi sedimen di sepanjang pantai utara muara.

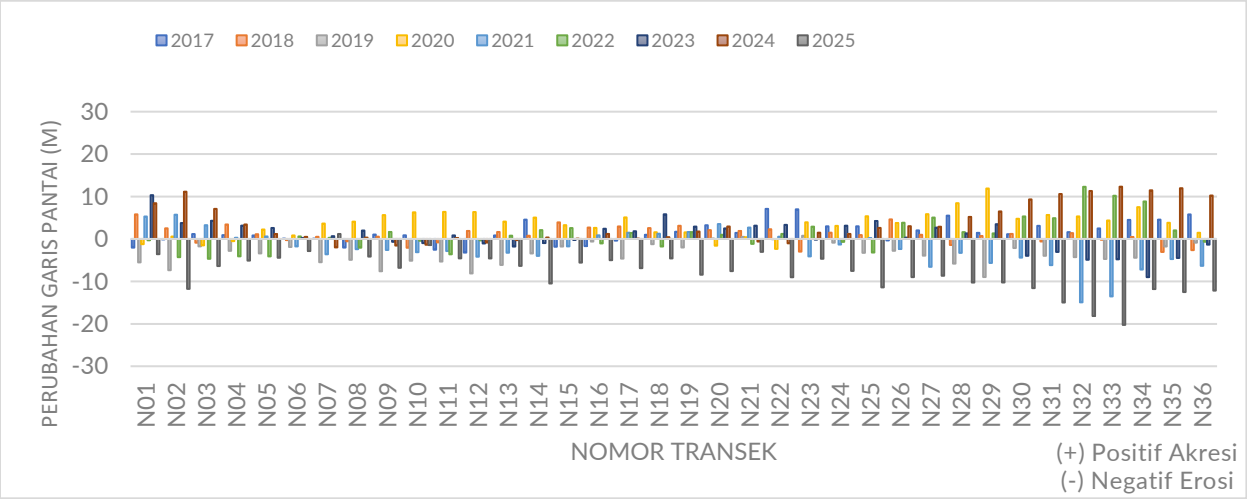
Analisis Perubahan Garis Pantai

Analisis perubahan garis pantai dilakukan dengan membandingkan posisi garis pantai hasil digitasi pada setiap tahun pengamatan selama periode 2016–2025. Perbandingan dilakukan secara multi-temporal untuk mengetahui pola perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun ke tahun pada kawasan pesisir sekitar Muara Sungai Meninting. Besar perubahan garis pantai pertahun pada tiap transek dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Grafik Perubahan Garis Pantai Selatan Muara

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.



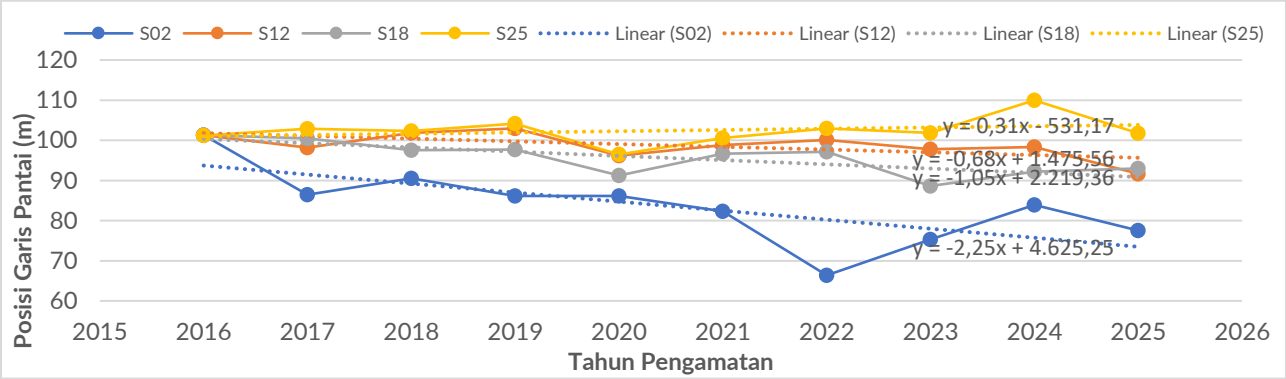
Gambar 13. Grafik Perubahan Garis Pantai Utara Muara

Berdasarkan grafik perubahan garis pantai di sisi selatan muara, pantai mengalami dinamika berupa erosi dan akresi selama periode pengamatan. Nilai akresi berkisar antara 0,002 m hingga 11,794 m, dengan rata-rata sebesar 3,330 m, sedangkan nilai erosi berkisar antara -0,006 m hingga -11,340 m, dengan rata-rata sebesar -4,150 m. Nilai rata-rata erosi yang lebih besar dibandingkan rata-rata akresi menunjukkan bahwa proses kemunduran garis pantai lebih dominan daripada penambahan daratan di wilayah ini. Pada sisi utara muara didapat nilai akresi berkisar antara 0,002 m hingga 12,319 m, dengan rata-rata sebesar 3,259 m, sedangkan nilai erosi berkisar antara -0,010 m hingga -20,258 m, dengan rata-rata sebesar -4,198 m.

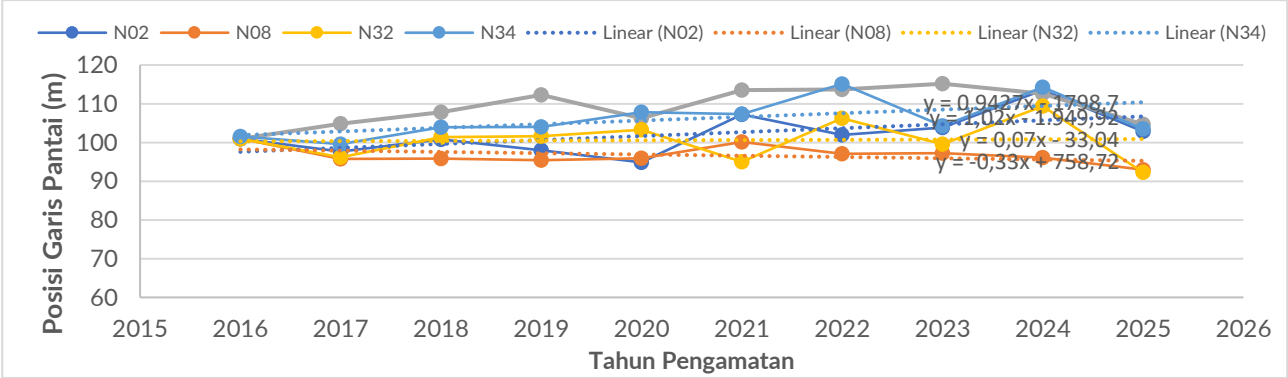
Besarnya perubahan garis pantai kemudian dihitung berdasarkan rata-rata nilai absolut (mutlak) perubahan garis pantai pada seluruh transek, sehingga yang dibandingkan adalah besarnya perubahan tanpa dipengaruhi oleh arah erosi maupun akresi. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata nilai absolut perubahan garis pantai sebesar 3,83 m/tahun pada sisi selatan dan 3,70 m/tahun pada sisi utara. Kedua nilai tersebut lebih besar daripada nilai rata-rata RMSE yaitu sebesar 2,27 m, sehingga perubahan garis pantai yang teridentifikasi telah melampaui batas ketidakpastian posisi citra dan dapat dianggap merepresentasikan perubahan kondisi garis pantai yang sebenarnya.

Berdasarkan grafik posisi garis pantai pada Gambar 11 dan Gambar 12, dipilih beberapa lokasi pengamatan yang mewakili variasi perubahan garis pantai untuk disajikan lebih rinci. Penyajian grafik berdasarkan waktu bertujuan untuk menunjukkan dinamika perubahan posisi garis pantai dari tahun ke tahun, sehingga kecenderungan erosi maupun akresi serta waktu terjadinya perubahan selama periode penelitian dapat diamati. Dari posisi tiap transek tiap tahun kemudian dilakukan analisis regresi untuk mendapatkan besar laju perubahan rata-rata tiap transek selama 10 tahun waktu pengamatan. Hasil regresi menghasilkan persamaan linear, nilai slope, dan koefisien determinasi (R^2) untuk setiap transek. Nilai slope menunjukkan rata-rata perubahan posisi garis pantai selama waktu pengamatan (m/tahun), sedangkan nilai R^2 menunjukkan kesesuaian model regresi linear dalam menggambarkan perubahan posisi garis pantai selama periode pengamatan. Nilai slope positif menunjukkan kecenderungan perubahan garis pantai menjauhi baseline (akresi), sedangkan nilai slope negatif menunjukkan kecenderungan perubahan garis pantai mendekati baseline (erosi). Grafik regresi linear dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.



Gambar 14. Grafik Regresi Linear Perubahan Posisi Garis Pantai Selatan Muara



Gambar 15. Grafik Regresi Linear Perubahan Posisi Garis Pantai Utara Muara

Dari grafik regresi linear perubahan posisi garis pantai utara muara diperoleh nilai slope untuk transek terpilih N02, N08, N32, N34 adalah 1,02, -0,33, 0,07, dan 0,94. Pantai selatan muara pada transek S02, S12, S18, dan S25 didapat nilai slope sebesar -2,25, -0,68, -1,05, dan 0,31. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menghitung besarnya perubahan posisi garis pantai pada periode penelitian. Nilai slope, R2 dan persamaan regresi untuk transek lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Regresi

Transek	Persamaan Regresi	Slope	R^2	Transek	Persamaan Regresi	Slope	R^2
S01	Y = -2,04X + 4195,58	-2,04	0,23	N01	Y = 2,73X - 5417,61	2,73	0,76
S02	Y = -2,25X + 4625,25	-2,25	0,53	N02	Y = 1,02X - 1949,92	1,02	0,34
S03	Y = -2,11X + 4360,75	-2,11	0,65	N03	Y = 0,71X - 1324,84	0,71	0,34
S04	Y = -1,99X + 4115,65	-1,99	0,78	N04	Y = 0,32X - 550,36	0,32	0,15
S05	Y = -1,93X + 4001,66	-1,93	0,81	N05	Y = 0,21X - 325,68	0,21	0,07
S06	Y = -1,74X + 3603,69	-1,74	0,82	N06	Y = 0,07X - 45,86	0,07	0,01
S07	Y = -1,76X + 3644,71	-1,76	0,86	N07	Y = -0,20X + 495,99	-0,20	0,13
S08	Y = -1,37X + 2865,98	-1,37	0,69	N08	Y = -0,33X + 758,72	-0,33	0,18
S09	Y = -1,29X + 2696,41	-1,29	0,68	N09	Y = -0,33X + 761,18	-0,33	0,09
S10	Y = -1,24X + 2609,27	-1,24	0,63	N10	Y = -0,29X + 682,92	-0,29	0,12
S11	Y = -0,82X + 1750,43	-0,82	0,35	N11	Y = -0,57X + 1247,58	-0,57	0,30
S12	Y = -0,68X + 1475,56	-0,68	0,41	N12	Y = -0,78X + 1673,43	-0,78	0,45
S13	Y = -0,96X + 2031,73	-0,96	0,55	N13	Y = -0,48X + 1077,78	-0,48	0,22
S14	Y = -1,47X + 3067,74	-1,47	0,73	N14	Y = 0,13X - 161,10	0,13	0,01
S15	Y = -1,23X + 2577,88	-1,23	0,73	N15	Y = 0,78X - 1472,17	0,78	0,34

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

S16	Y = -0,94X + 1990,96	-0,94	0,65	N16	Y = 1,07X - 2061,88	1,07	0,53
S17	Y = -1,05X + 2217,83	-1,05	0,78	N17	Y = 1,17X - 2263,97	1,17	0,49
S18	Y = -1,05X + 2219,36	-1,05	0,59	N18	Y = 1,31X - 2540,15	1,31	0,70
S19	Y = -0,54X + 1193,03	-0,54	0,17	N19	Y = 1,40X - 2730,15	1,40	0,61
S20	Y = 0,51X - 931,12	0,51	0,39	N20	Y = 1,50X - 2925,29	1,50	0,65
S21	Y = -0,13X + 353,06	-0,13	0,02	N21	Y = 1,27X - 2460,77	1,27	0,61
S22	Y = 0,14X - 185,12	0,14	0,02	N22	Y = 0,83X - 1561,01	0,83	0,26
S23	Y = -0,65X + 1403,75	-0,65	0,33	N23	Y = 0,90X - 1709,97	0,90	0,53
S24	Y = 0,51X - 927,06	0,51	0,14	N24	Y = 0,92X - 1754,26	0,92	0,46
S25	Y = 0,31X - 531,17	0,31	0,08	N25	Y = 0,83X - 1567,34	0,83	0,30
				N26	Y = 1,14X - 2188,23	1,14	0,51
				N27	Y = 0,91X - 1743,49	0,91	0,55
				N28	Y = 1,11X - 2133,37	1,11	0,54
				N29	Y = 1,19X - 2305,01	1,19	0,52
				N30	Y = 1,08X - 2077,39	1,08	0,43
				N31	Y = 0,64X - 1185,47	0,64	0,20
				N32	Y = 0,07X - 33,04	0,07	0,00
				N33	Y = -0,33X + 768,94	-0,33	0,04
				N34	Y = 0,94X - 1798,68	0,94	0,31
				N35	Y = 0,37X - 652,81	0,37	0,10
				N36	Y = -0,13X + 358,40	-0,13	0,01

Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting memiliki kecenderungan yang berbeda antara sisi utara dan selatan. Pada sisi utara, nilai slope berkisar antara -0,78 hingga 2,73 m/tahun, dengan 26 dari 36 transek memiliki slope positif yang menunjukkan dominasi akresi. Sebaliknya, pada sisi selatan nilai slope berkisar antara -2,25 hingga 0,51 m/tahun, dengan 20 dari 25 transek memiliki slope negatif yang menunjukkan dominasi erosi. Laju akresi tertinggi terjadi pada Transek N01 sebesar 2,73 m/tahun, sedangkan laju erosi tertinggi terdapat pada Transek S02 sebesar -2,25 m/tahun. Nilai koefisien determinasi (R^2) pada sisi utara berkisar antara 0,00–0,76, sedangkan pada sisi selatan berkisar antara 0,02–0,86. Nilai R^2 yang tinggi pada beberapa transek menunjukkan bahwa model regresi linier mampu menggambarkan tren perubahan garis pantai dengan baik, nilai R^2 yang rendah mengindikasikan bahwa perubahan garis pantai pada transek tersebut lebih dipengaruhi oleh variasi yang tidak mengikuti pola linier.

Perubahan posisi garis pantai kemudian diintegrasikan sepanjang segmen pantai untuk memperoleh luas perubahan, yang selanjutnya dikombinasikan dengan data elevasi profil aktif (depth of berm dan depth of closure), menjadi volume sedimen. Parameter db menggambarkan kedalaman zona aktif yang mengalami perubahan akibat proses transport sedimen, sedangkan dc menunjukkan batas kedalaman maksimum di mana perubahan morfologi dasar laut akibat gelombang masih terjadi. Perhitungan estimasi perubahan volume sedimen dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Estimasi Perubahan Volume Sedimen

Transek	LRR (m/thn)	Slope (°)	dc (m)	dx (m)	db (m)	ΔV (m^3/tahun)	∑ΔV (m^3/tahun)
N01	2,74	14	3	100	3,24	1171,14	
N02	1,02	14	3	100	3,24	538,28	
N03	0,71	14	3	100	3,24	322,65	**13.166,39**
N04	0,33	14	3	100	3,24	168,25	
N05	0,21	14	3	100	3,24	89,46	

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

N06	0,07	14	3	100	3,24	-37,91	
N07	-0,20	14	3	100	3,24	-162,19	
N08	-0,32	14	3	100	3,24	-198,99	
N09	-0,33	14	3	100	2,99	-176,61	
N10	-0,29	14	3	100	2,49	-206,72	
N11	-0,57	14	3	100	1,50	-351,33	
N12	-0,78	14	3	100	2,74	-355,63	
N13	-0,48	14	3	100	2,49	-84,93	
N14	0,13	14	3	100	3,99	310,47	
N15	0,78	14	3	100	3,74	665,19	
N16	1,07	14	3	100	4,49	841,36	
N17	1,17	14	3	100	4,49	898,02	
N18	1,31	14	3	100	3,99	879,78	
N19	1,41	14	3	100	2,99	965,18	
N20	1,50	14	3	100	4,24	989,91	
N21	1,28	14	3	100	3,99	725,02	
N22	0,83	14	3	100	3,74	560,72	
N23	0,90	14	3	100	3,24	557,98	
N24	0,92	14	3	100	2,99	526,61	
N25	0,84	14	3	100	2,99	605,02	
N26	1,14	14	3	100	3,24	629,29	
N27	0,92	14	3	100	2,99	607,04	
N28	1,11	14	3	100	2,99	690,05	
N29	1,19	14	3	100	2,99	750,75	
N30	1,09	14	3	100	4,24	584,73	
N31	0,64	14	3	100	2,99	210,12	
N32	0,07	14	3	100	2,49	-68,38	
N33	-0,32	14	3	100	2,39	156,42	
N34	0,97	14	3	100	1,99	332,59	
N35	0,38	14	3	100	1,75	61,14	
N36	-0,12	14	3	100	1,75	-28,08	
Muara Sungai Meninting							
S01	-2,02	10,5	3	100	1,11	-896,08	
S02	-2,23	10,5	3	100	1,30	-931,52	
S03	-2,10	10,5	3	100	1,30	-876,43	
S04	-1,98	10,5	3	100	1,30	-837,73	
S05	-1,92	10,5	3	100	1,30	-782,98	
S06	-1,72	10,5	3	100	1,30	-744,86	
S07	-1,74	10,5	3	100	1,30	-666,01	
S08	-1,36	10,5	3	100	1,30	-564,86	
S09	-1,27	10,5	3	100	1,30	-537,47	**-10.574,75**
S10	-1,23	10,5	3	100	1,30	-436,47	
S11	-0,80	10,5	3	100	1,30	-315,98	
S12	-0,67	10,5	3	100	1,30	-346,29	
S13	-0,94	10,5	3	100	1,30	-515,95	
S14	-1,46	10,5	3	100	1,30	-574,37	
S15	-1,22	10,5	3	100	1,30	-459,67	
S16	-0,92	10,5	3	100	1,30	-421,18	
S17	-1,04	10,5	3	100	1,30	-444,79	

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

S18	-1,03	10,5	3	100	1,30	-222,12
S19	-0,53	10,5	0	100	0,00	0,00
S20	0,53	10,5	0	100	0,00	0,00
S21	-0,11	10,5	0	100	0,00	0,00
S22	0,16	10,5	0	100	0,00	0,00
S23	-0,63	10,5	0	100	0,00	0,00
S24	0,53	10,5	0	100	0,00	65,03
S25	0,33	10,5	3	100	0,93	65,03

Berdasarkan hasil perhitungan perubahan volume sedimen, pantai di sisi utara mengalami akresi dengan perubahan sebesar 13.166,39 m^3/tahun. Sisi selatan mengalami erosi sebesar -10.574,75 m^3/tahun. Berdasarkan pola perubahan volume sedimen tersebut, diduga terjadi perpindahan sedimen dari sisi selatan menuju sisi utara muara, sehingga sisi selatan mengalami defisit sedimen, sedangkan sisi utara menerima suplai sedimen dan mengalami akumulasi. Dugaan ini sejalan dengan hasil analisis perubahan garis pantai yang menunjukkan kecenderungan erosi di sisi selatan dan akresi di sisi utara.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di sekitar Muara Sungai Meninting selama periode 2016–2025 memiliki karakteristik yang berbeda pada kedua sisi muara. Segmen utara didominasi oleh akresi, sedangkan segmen selatan didominasi oleh abrasi. Pola perubahan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kawasan muara umumnya mengalami distribusi sedimen yang tidak merata akibat pengaruh transport sedimen sepanjang pantai (longshore sediment transport), sehingga salah satu sisi muara cenderung mengalami akumulasi sedimen, sedangkan sisi lainnya mengalami erosi (Triatmodjo, 1999). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan (Facun et al., 2025) yang menunjukkan bahwa analisis perubahan garis pantai menggunakan QSCAT mampu mengidentifikasi pola akresi dan abrasi secara.

Dominasi abrasi pada segmen selatan diduga disebabkan oleh sedimen yang terus ditransportasikan menuju sisi utara oleh arus sejajar pantai yang dibangkitkan oleh gelombang datang miring terhadap garis pantai. Akibatnya, terjadi kehilangan sedimen pada sisi selatan, sedangkan sedimen yang terbawa kemudian terakumulasi di sisi utara sehingga menyebabkan dominasi akresi. Mekanisme tersebut sesuai dengan teori transport sedimen pantai yang menyatakan bahwa arah gelombang dan arus sejajar pantai merupakan faktor utama yang mengendalikan distribusi sedimen dan perubahan garis pantai (Tao et al., 2024). Selain itu, penggunaan Linear Regression Rate (LRR) dalam penelitian ini memberikan gambaran laju perubahan garis pantai rata-rata tahunan yang lebih representatif karena mempertimbangkan seluruh data garis pantai selama periode pengamatan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam estimasi volume sedimen pada masing-masing pias pantai.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perubahan garis pantai pada pantai sekitar Muara Sungai Meninting menggunakan citra Google Earth tahun 2016 sampai 2025 diperoleh kesimpulan bahwa kawasan penelitian mengalami dinamika perubahan garis pantai yang berbeda pada sisi utara dan selatan muara selama periode pengamatan. pada sisi selatan perubahan garis pantai didominasi oleh proses erosi dengan rata-rata perubahan sebesar 3,83 m/tahun. Pada sisi utara didominasi oleh proses akresi dengan rata-rata perubahan sebesar 3,70 m/tahun. Proses rektifikasi citra menghasilkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) rata-rata 2,27 m. Nilai rata-rata perubahan garis pantai yang teramati

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

memiliki besaran lebih besar daripada nilai rektifikasi error, sehingga perubahan tersebut dapat diinterpretasikan sebagai perubahan garis pantai yang nyata dan bukan akibat kesalahan proses rektifikasi.

Hasil analisis Linear Regression Rate (LRR) selama rentang waktu penelitian yaitu tahun 2016 sampai 2025 menunjukkan bahwa sisi utara muara didominasi oleh proses akresi yang ditandai oleh perubahan garis pantai ke arah laut dan volume sedimen sebesar 13.166,39 m3/tahun. Sementara itu, sisi selatan muara didominasi oleh proses erosi dengan volume sedimen -10.574,75 m3/tahun. Hasil tersebut mengindikasikan perpindahan sedimen dari sisi selatan menuju sisi utara muara.

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam kegiatan pemantauan perubahan garis pantai dan penyusunan strategi pengelolaan kawasan pesisir di sekitar Muara Sungai Meninting. Informasi mengenai lokasi yang mengalami dominasi abrasi maupun akresi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan perlindungan pantai, pengelolaan sedimentasi muara, serta pengembangan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan citra resolusi lebih tinggi dan periode pengamatan yang lebih panjang serta mengintegrasikan data gelombang, arus, dan transport sedimen sehingga mekanisme perubahan garis pantai dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Assifa, S. R., Cahyadi, F. D., & Sasongko, A. S. (2023). Analisis perubahan garis pantai di Pantai Santolo dan Sayang Heulang Kabupaten Garut tahun 2015-2022. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, *6*(3). https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i3.67260

Bian, G. F., Nie, G. Z., & Qiu, X. (2021). How well is outer tropical cyclone size represented in the ERA5 reanalysis dataset? *Atmospheric Research*, *249*. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105339

Facun, L. P., Sta Maria, M. Y., Ducao, R., Clemente, J. J., Carmelo, E. M., Maon, A., Malaya, A. R., Cuison, F., & Siringan, F. (2025). QGIS shoreline change analysis tool (*QSCAT*): A fast, open-source shoreline change analysis plugin for QGIS. *Environmental Modelling and Software*, *184*. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106263

Hakim, M. I., & Rahman, S. N. A. (2025). Performance evaluation of constructed wetlands for domestic wastewater treatment. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *3*(1), 1–9. https://doi.org/10.70716/reswara.v3i1.425

Hidayah, Z., & Apriyanti, A. (2020). Deteksi perubahan garis pantai Teluk Jakarta bagian timur tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *13*(2). https://doi.org/10.21107/jk.v13i2.7980

Husaini, R. R., Yazid, M., Mubarak, H., Ramadani, T., Ahda, M. H., & Anugrah, M. F. (2023). Analisis perubahan garis pantai di wilayah pesisir Provinsi Riau menggunakan data satelit. *Racic : Rab Construction Research*, *8*(2). https://doi.org/10.36341/racic.v8i2.4045

Hutahusut, A. (2019). Analisis perubahan garis pantai: studi kasus di Pantai Ampenan, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. *Jurusan Teknik Kimia USU*, *3*(1).

Jamal, M., 1∗, A., & Sakellariadou, F. (2025). *Environmental Impact Assessment of Industrial Activities on Coastal Ecosystems*. *3*(1). https://doi.org/10.70716/reswara.v3i1.422

Ji, J., Tong, B., Cui, H. Z., Tang, X. T., Hürlimann, M., & Du, S. (2025). A QGIS framework for physically-based probabilistic modelling of landslide susceptibility: QGIS-FORM. *Environmental Modelling and Software*, *183*. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106258

Junaidi, Moh., Pradjoko, E., & Pracoyo, A. (2017). *Pemanfaatan data citra satelit untuk analisis perubahan garis pantai Kota Mataram, Fakultas Teknik , Universitas Mataram*. 1–13.

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Kim, T. Y., Yun, H. S., Yoon, H. M., & Lee, S. J. (2025). Comparative analysis and validation of LSTM and GRU models for predicting annual mean sea level in the east sea: A case study of Ulleungdo Island. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(20). https://doi.org/10.3390/app152011067

Littaqwa, L. A. A., Muhsinun, M., Ramdani, Muh. S., Jannah, W., & Saputri, L. O. (2026). Mangrove cover dynamics and carbon storage estimation at Cemara Beach, West Lombok Regency. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *4*(2), 74–85. https://doi.org/10.70716/reswara.v4i2.514

Maharani, S., Suhana, M. P., & Kurniawati, E. (2023). Pemetaan perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Siambang, Pulau Dompak dengan metode digital shoreline analysis system (DSAS). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *16*(2). https://doi.org/10.21107/jk.v16i2.18298

Mutaqin, B. W., Kurniawan, I. A., Airawati, M. N., & Marfai, M. A. (2022). Kajian perubahan garis pantai di sebagian wilayah pesisir Pandeglang, Banten, periode tahun 1990-2020. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *14*(3). https://doi.org/10.21107/jk.v14i3.9832

Raj, N., & Brown, J. (2023). Prediction of mean sea level with GNSS-VLM correction using a hybrid deep learning model in Australia. *Remote Sensing*, *15*(11). https://doi.org/10.3390/rs15112881

Raj, N., Gharineiat, Z., Ahmed, A. A. M., & Stepanyants, Y. (2022). Assessment and prediction of sea level trend in the South Pacific region. *Remote Sensing*, *14*(4). https://doi.org/10.3390/rs14040986

Rosas-Chavoya, M., Gallardo-Salazar, J. L., López-Serrano, P. M., Alcántara-Concepción, P. C., & León-Miranda, A. K. (2022). QGIS a constantly growing free and open-source geospatial software contributing to scientific development. *Geographical Research Letters*, *48*(1). https://doi.org/10.18172/cig.5143

Rositasari, R., Setiawan, W. B., Supriadi, I. H., Hasanuddin, H., & Prayuda, B. (2011). Coastal vulnerability prediction to climate change: Study case in Cirebon coastal land. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, *3*(1). https://doi.org/10.29244/jitkt.v3i1.7834

Susbandro, Z., & Phuong, N. T. M. (2025). Hydraulic performance analysis of open channel flow using HEC-RAS modeling. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *3*(2), 51–59. https://doi.org/10.70716/reswara.v3i2.423

Facun, L. P., Sta Maria, M. Y., Ducao, R., Clemente, J. J., Carmelo, E. M., Maon, A., Malaya, A. R., Cuison, F., & Siringan, F. (2025). QGIS Shoreline Change Analysis Tool (QSCAT): A fast, open-source shoreline change analysis plugin for QGIS. *Environmental Modelling and Software*, *184*. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106263

Sulistian, T. (2020). Dokumentasi LP-TIDES Untuk menjalankan program LP-TIDES. In *Badan Informasi Geospasial*. https://github.com/teguhsulistian/LP-TIDES.V.1.0

Tao, H. C., Hsu, T. W., & Fan, C. M. (2024). An Improved One-Line Evolution Formulation for the Dynamic Shoreline Planforms of Embayed Beaches. *Water (Switzerland)*, *16*(5). https://doi.org/10.3390/w16050774

Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. *Yogyaarta: Beta Offset*.

Tao, S., Ao, Z., Wigneron, J. P., Saatchi, S., Ciais, P., Chave, J., Le Toan, T., Frison, P. L., Hu, X., Chen, C., Fan, L., Wang, M., Zhu, J., Zhao, X., Li, X., Liu, X., Su, Y., Hu, T., Guo, Q., … Fang, J. (2023). A global long-term, high-resolution satellite radar backscatter data record (1992-2022+): merging C-band ERS/ASCAT and Ku-band *QSCAT*. *Earth System Science Data*, *15*(4). https://doi.org/10.5194/essd-15-1577-2023

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.