

Perubahan Garis Pantai Pesisir Pulau Merah Banyuwangi dengan Citra Satelit Landsat 8 (2016 – 2025)

Bima Hanggara Nasrullah, Hendrata Wibisana*, Bagas Aryaseta

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Perubahan Garis pantai, Pesisir Pantai Banyuwangi, Citra satelit Landsat, NDWI

***Correspondence email:**

hendrata.ts@upnjatim.ac.id

Submitted: 19 Agustus 2025

Revised: 29 Agustus 2025

Accepted: 06 Januari 2026

Published: 01 Februari 2026

ABSTRAK

Penelitian perubahan garis pantai di Pesisir Pantai Pulau Merah, Kabupaten Banyuwangi, wilayah pesisir Pulau Merah di Banyuwangi merupakan kawasan wisata yang terus berubah karena pengaruh gelombang laut, arus, dan endapan pasir serta lumpur. Perubahan garis pantai penting untuk dipantau agar kawasan wisata tetap aman, tertata, dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pola pergeseran garis pantai dari tahun 2016 hingga 2025 serta membedakan bagian pantai yang sering terabrasi dengan yang hanya sesekali mengalami abrasi. Data penelitian diperoleh dari citra satelit Landsat 8 yang diolah menggunakan indeks air (NDWI). Dari hasil pengolahan dibuat sepuluh garis pengamatan (transek) dengan jarak sekitar 100 meter. Pergeseran garis pantai setiap tahun kemudian dihitung dengan metode jarak lurus (Euclidean Distance). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian garis pantai mengalami abrasi terus-menerus, terutama pada transek 1–4 yang mundur hampir setiap tahun dengan jarak cukup besar. Sementara itu, transek 6–9 hanya mengalami abrasi pada waktu tertentu lalu kembali stabil, dan transek 5 serta 10 memperlihatkan pola campuran. Penelitian ini membuktikan bahwa analisis transek dan Euclidean Distance efektif untuk memantau perubahan pantai dari tahun ke tahun. Perubahan garis pantai di Pulau Merah cukup besar dan tidak merata, sehingga penanganan harus difokuskan pada bagian yang abrasi terus-menerus, sementara bagian lain cukup dipantau secara rutin dan bisa diperkuat dengan vegetasi pantai.

ABSTRACT

Keywords:

Shoreline Change, Banyuwangi Coastal Area, Landsat 8 Satellite Imagery, NDWI

The study of shoreline changes at Pulau Merah Beach, Banyuwangi, highlights that this coastal tourism area is highly dynamic due to the influence of ocean waves, currents, and the deposition of sand and silt. Monitoring shoreline changes is essential to ensure that the tourism area remains safe, well-managed, and sustainable. This research aims to analyze the patterns of shoreline shifts from 2016 to 2025 and to distinguish between areas experiencing continuous erosion and those affected only occasionally. The data were obtained from Landsat 8 satellite imagery, which was processed using the Normalized Difference Water Index (NDWI). Ten observation lines (transects) with a spacing of approximately 100 meters were established, and annual shoreline shifts were measured using the Euclidean Distance method. The results show that some sections of the shoreline experience continuous erosion, particularly transects 1–4, which retreated almost every year by a considerable distance. Meanwhile, transects 6–9 were eroded only at certain times and later stabilized, while transects 5 and 10 displayed mixed patterns. This study demonstrates that transect analysis combined with the Euclidean Distance method is effective in monitoring shoreline changes over time. Overall, shoreline changes at Pulau Merah are significant and uneven, requiring focused management on areas with continuous erosion, while other areas should be monitored regularly and strengthened through coastal vegetation.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan luas perairan yang lebih besar dibandingkan dengan luas daratannya. Lebih dari 3.700 pulau dan wilayah pantai dengan panjang 80.000 km dimiliki oleh negara Indonesia (Okta Setyawan et al., 2021). Selain itu, wilayah teritorial Indonesia juga meliputi laut seluas 3,1 juta km². Wilayah perairan Indonesia yang sangat luas hingga mencapai sekitar 62% dari luas teritorialnya sehingga daerah pantai dan pesisir menjadi tempat berbagai kegiatan manusia. Terletak di ujung timur Propinsi Jawa Timur sekaligus ujung timur dari Pulau Jawa, Kabupaten Banyuwangi memiliki luas wilayah 5.782 Km² dan menempatkan Kabupaten Banyuwangi sebagai Kabupaten/Kota terluas di Jawa Timur. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Banyuwangi memiliki 10 buah Pulau dan memiliki garis pantai sepanjang 175 km (Krisdhianto Andhi, 2021)

Pulau Merah merupakan obyek wisata alam berupa pantai yang bertempat pada wilayah Kabupaten Banyuwangi, tepatnya ada di Kecamatan Pesanggaran. Pantai ini merupakan salah satu dari beberapa destinasi wisata di Banyuwangi. Yang mana wisata ini yang cukup diminati, karena menawarkan pesona alam yang menarik banyak wisatawan (Risdarani et al., 2021). Kondisi fisik daratan dan lautan sangat mempengaruhi kawasan pesisir. Wilayah pesisir sendiri adalah pertemuan antara wilayah laut dan wilayah darat, yang mana pada wilayah tersebut terjadi interaksi antara ekosistem

darat dan ekosistem laut yang sangat dinamis dan saling mempengaruhi satu sama lain (Teknologi Perikanan dan Kelautan et al., 2023)

Pesisir adalah antarmuka darat–laut yang sangat dinamis; perubahan posisi garis pantai mencerminkan interaksi gelombang, arus, sedimen, dan tekanan antropogenik sehingga pemantauan kuantitatif diperlukan untuk perencanaan ruang dan mitigasi risiko. Metode terstandar untuk menghitung laju perubahan garis pantai kini banyak mengacu pada *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS v5.1) yang dirilis USGS (2021) karena menyediakan prosedur teruji untuk EPR, LRR, dan NSM (Himmelstoss et al., 2021). Ekstraksi batas air–darat kini sering menggunakan indeks spektral (NDWI, MNDWI, WRI, AWEL) yang diolah pada platform skala besar seperti *Google Earth Engine* (GEE) untuk membentuk deret waktu multitemporal. Studi kasus di Bali (analisis Sentinel-2 + GEE) menemukan bahwa MNDWI memberikan deliniasi pantai yang lebih robust untuk kondisi pasir pantai (Hastuti et al., 2024).

Pemantauan terhadap perubahan garis pantai bisa dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) maupun menggunakan teknologi penginderaan jauh. Perubahan garis pantai dapat diamati dalam suatu kurun waktu tertentu (Islam et al., 2022). Permasalahan yang seringkali terjadi pada Pantai adalah abrasi pantai atau pengikisan pantai akibat gelombang, terutama pada saat badai dan pasang naik (Hariatama & Mera, 2025). Karakter gelombang lepas dan perairan dekat pantai turut mengontrol garis pantai; pendekatan prediktif gelombang berbasis data lokal bermanfaat untuk mengkaitkan dinamika gelombang dengan pola erosi, seperti yang ditunjukkan pada studi propinsi pesisir. Integrasi prediksi gelombang dengan deret waktu garis pantai (DSAS) memperkuat diagnosis penyebab perubahan (Hendrata Wibisana, 2020)

Agar cakupan waktu panjang dan resolusi spasial terpenuhi, penelitian mengombinasikan Landsat Level-2 (serie panjang), Sentinel-2 (resolusi tinggi), dan citra SAR saat awan atau pasang mengganggu pengamatan optik. Kombinasi sensor ini direkomendasikan oleh studi yang membandingkan performa optik dan SAR serta evaluasi multisensor (Mu et al., 2024) Garis pantai multitemporal, peta laju perubahan (EPR/LRR) dengan klasifikasi zona prioritas, serta tabel ringkasan statistik laju abrasi/akresi per transek. Pendekatan serupa telah menjadi keluaran pada studi kasus industri dan regional yang relevan sehingga hasilnya mudah dibandingkan (Wahidin et al., 2025).

Pengukuran perubahan garis pantai kini semakin rapi karena ada studi perbandingan yang mengecek akurasi berbagai metode otomatis dari citra satelit (Landsat, Sentinel). Hasil penelitian seperti ini berguna agar kita tahu metode mana yang memberikan hasil paling dapat dipercaya sebelum dipakai untuk kebijakan atau perencanaan. Dengan memilih metode yang sudah “dibenchmark”, hasil pengamatan jadi lebih konsisten dan mudah dijelaskan ke pemangku kepentingan (Vos et al., 2023).

Untuk menghitung laju erosi atau akresi secara sistematis, selain DSAS yang sudah dikenal ada juga versi open-source dan metode baru yang menyesuaikan bentuk pantai yang sangat berliku. Pendekatan-pendekatan baru ini mempermudah pembuatan transek (garis ukur) yang konsisten sehingga angka laju perubahan jadi lebih dapat dipercaya, terutama di pantai yang tidak lurus. Dengan keluaran angka yang standar, rencana mitigasi dan prioritas penanaman vegetasi atau pembangunan struktur bisa lebih tepat sasaran (Gómez-Pazo et al., 2022)

Akhirnya, ketika data perubahan garis pantai sudah tersedia, solusi yang disarankan tidak melulu membangun beton; pendekatan berbasis alam (nature-based solutions) seperti restorasi mangrove atau penanaman vegetasi pantai sering terbukti efektif menahan gelombang dan mengurangi erosi. Menggabungkan hasil penginderaan jauh dengan opsi alamiah ini membantu pembuat kebijakan memilih tindakan yang lebih murah, ramah lingkungan, dan memberikan manfaat ganda (mis. habitat dan proteksi) (Marino et al., 2025).

Pemodelan groin dan breakwaters mampu memberikan gambaran kinerja bangunan pelindung pantai terhadap abrasi. Hasil simulasi di Pantai Ketaping, Sumatera Barat, misalnya, membuktikan bahwa breakwater lebih efektif menahan energi gelombang dibanding groin, ditandai dengan terbentuknya sedimentasi lebih besar di belakang struktur tersebut. Temuan ini memperlihatkan bahwa kombinasi antara data penginderaan jauh dan simulasi numerik dapat memperkuat rekomendasi teknis dalam mitigasi abrasi di wilayah pesisir (Marino et al., 2025).

Merancang struktur perlindungan pesisir. Salah satu studi menggunakan model numerik integral yang telah divalidasi dengan data eksperimen laboratorium menunjukkan bagaimana breakwater dan groin mempengaruhi pergerakan pantai, termasuk pembentukan tombolo dan akresi di belakang struktur, serta adanya potensi pergeseran abrasi ke area lain jika desain tidak optimal (Karambas & Samaras, 2017). Penggunaan solusi berbasis alam seperti mangrove juga menunjukkan hasil menjanjikan. Simulasi berbasis model untuk Delta Volta membuktikan bahwa penanaman mangrove berdensitas tinggi, terutama di zona intertidal, mampu mengurangi erosi hingga hampir 99 %, sekaligus mendukung pembentukan bar pasir di lepas pantai sebagai pelindung alami tambahan (Jayson-Quashigah et al., 2025).

Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis pola, laju, dan arah perubahan garis pantai di Pesisir Pantai Pulau Merah, Kabupaten Banyuwangi, selama periode 2016–2025 serta mengidentifikasi transek yang paling rentan terhadap abrasi maupun akresi guna mendukung pengelolaan pesisir yang lebih terarah. Secara praktis, luaran penelitian diharapkan bermanfaat sebagai dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan mitigasi abrasi dan penataan ruang pesisir yang berkelanjutan; sebagai rujukan teknis bagi pengelola kawasan wisata dan masyarakat

setempat dalam memilih opsi intervensi yang adaptif termasuk solusi berbasis alam; serta sebagai referensi akademik bagi peneliti selanjutnya untuk pengembangan metode pemantauan multitemporal berbasis penginderaan jauh dan SIG pada kasus serupa di wilayah pesisir lainnya.

METODE

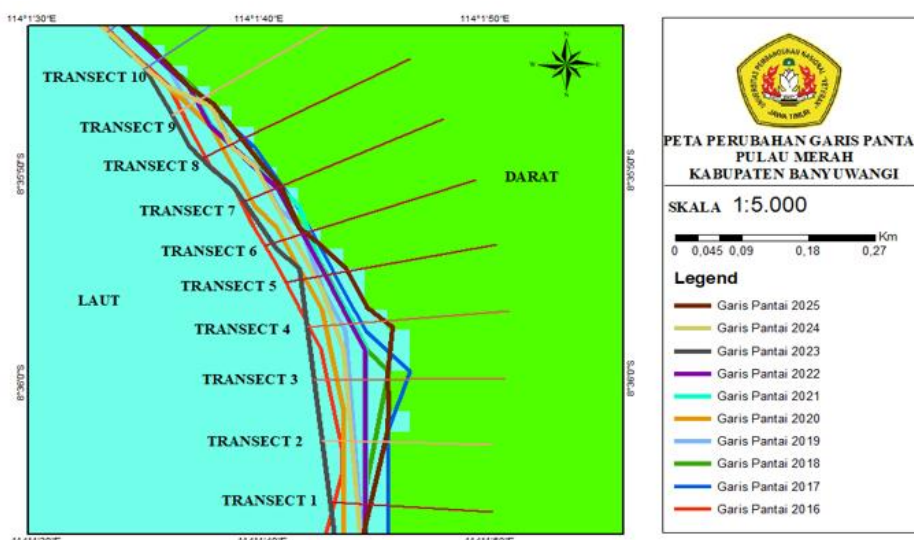
Penelitian berada di Pantai Pulau Merah, Kabupaten Banyuwangi. Data sekunder berupa citra Landsat 8 (OLI/TIRS) periode 2016–2025 didukung indeks air (NDWI) berbasis band 3 (hijau) dan band 5 (NIR) serta interpretasi visual pada citra komposit, dengan 10 transek yang berjarak antartransek 100 m. Pra-olah citra dilakukan di ArcGIS dan ekstraksi batas darat-laut menggunakan interpretasi visual berdasarkan perbedaan spektral. Garis pantai tiap tahun didigitasi menjadi polyline. Pergeseran posisi dihitung antar-tahun menggunakan *Euclidean Distance* pada masing-masing transek, menghasilkan nilai positif (akresi) dan negatif (abrasi). Hasil divisualisasikan dalam peta transek tahunan dan grafik per transek (2016–2025). Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk melihat seberapa besar garis pantai Pulau Merah berubah dari tahun ke tahun. Data utama yang digunakan berasal dari citra satelit Landsat 8, yang dipilih karena memiliki cakupan wilayah luas, resolusi spasial menengah, serta tersedia secara gratis untuk periode panjang. Dari citra ini, batas antara daratan dan lautan dipisahkan menggunakan indeks air (NDWI), yaitu perbandingan pantulan cahaya pada band hijau dan inframerah dekat. Teknik ini membantu membedakan area yang tertutup air dengan area daratan secara lebih jelas. Batas garis pantai hasil pengolahan citra didigitasi menjadi polyline setiap tahun.

Garis-garis pantai yang berbeda tahun kemudian dibandingkan untuk mengetahui pergeseran posisinya. Proses perbandingan dilakukan dengan metode *Euclidean Distance*, yaitu menghitung jarak lurus antara garis pantai tahun sebelumnya dengan tahun sesudahnya pada titik-titik transek yang telah ditentukan. Nilai hasil perhitungan menunjukkan apakah terjadi abrasi (nilai negatif, daratan berkurang) atau akresi (nilai positif, daratan bertambah). Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk peta transek tahunan dan grafik perubahan garis pantai. Peta membantu memperlihatkan pergeseran garis pantai secara spasial, sedangkan grafik menunjukkan tren perubahan pada setiap transek dari tahun 2016 hingga 2025. Dengan cara ini, pembaca dapat memahami pola abrasi dan akresi di lokasi penelitian secara lebih sederhana dan jelas.

HASIL

Secara umum, pantai menunjukkan respons campuran sepanjang transek studi. Beberapa transek memperlihatkan kecenderungan abrasi berulang, sementara lainnya bersifat akretif pada tahun tertentu. Fluktuasi tahunan berada pada kisaran beberapa hingga puluhan meter. Contoh, transek hilir yang terpapar dominasi arus sejajar pantai mencatat pergiliran tanda pergeseran dalam rentang 2016–2025, selaras dengan variabilitas musiman energi gelombang dan pasang surut. Peta perubahan tahunan memperlihatkan mosaik zona kritis yang berpindah dari tahun ke tahun seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Contoh perhitungan perubahan garis pantai menggunakan rumus *Eclidean Distantance* (Himmelstoss et al., 2021) rujukan resmi USGS yang mendukung penggunaan *Euclidean Distance* dalam analisis perubahan garis pantai, dapat dilihat pada perhitungan jarak *transect 1* pada tahun 2016-2017 sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(\text{Lat1} - \text{lat2})^2 + (\text{Long1} - \text{Long2})^2}$$
$$d = \sqrt{(172994,68 - 172923,071)^2 + (9047916,26 - 9047920,99)^2}$$
$$d = 71,769 \text{ m}$$



Gambar 1 Perubahan Garis Pantai dari *Transect 1* – *Transect 10*

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Tabel 1 Data Perhitungan Transect 1
PERHITUNGAN JARAK PADA TRANSECT 1

TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172923,07	9047921,00	
2017	172994,68	9047916,27	71,768
2018	172964,74	9047918,29	30,011
2019	172956,37	9047918,85	8,385
2020	172935,23	9047920,27	21,188
2021	172965,73	9047918,22	30,566
2022	172965,05	9047918,26	0,679
2023	172917,37	9047921,48	47,792
2024	172954,15	9047919,00	36,866
2025	172971,63	9047917,98	17,504

Sumber Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 1 (Transek 1), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 100 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 2 Data Perhitungan Transect 2
PERHITUNGAN JARAK PADA TRANSECT 2

TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172930,39	9048011,96	
2017	172996,31	9048010,25	65,95
2018	172977,77	9048010,73	18,55
2019	172949,65	9048011,72	28,14
2020	172935,58	9048011,83	14,07
2021	172965,87	9048011,04	30,30
2022	172964,86	9048010,97	1,01
2023	172906,16	9048012,59	58,72
2024	172946,38	9048011,66	40,23
2025	172991,60	9048010,08	45,25

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 2 (Transek 2), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 3 Perhitungan Transect 3
PERHITUNGAN JARAK PADA TRANSECT 3

TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172913,25	9048101,18	
2017	173020,56	9048101,68	107,305
2018	172994,57	9048102,18	25,995
2019	172942,93	9048101,49	51,639
2020	172926,69	9048101,28	16,241
2021	172965,96	9048101,82	39,268
2022	172964,76	9048101,46	1,248
2023	172895,61	9048100,87	69,154
2024	172938,86	9048101,62	43,255
2025	172995,29	9048102,17	56,436

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 3 (Transek 3), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai lebih dari 100 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika

dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 4 Perhitungan Transect 4

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 4</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172889,10	9048179,19	
2017	172961,34	9048185,58	72,517
2018	172948,64	9048184,46	12,743
2019	172933,24	9048183,10	15,459
2020	172910,73	9048181,04	22,610
2021	172948,79	9048184,47	38,212
2022	172945,59	9048184,36	3,193
2023	172886,32	9048178,95	59,518
2024	172923,00	9048182,19	36,818
2025	172990,94	9048188,02	68,196

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 4 (Transek 4), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai lebih dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 5 Perhitungan Transect 5

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 5</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172857,60	9048245,21	
2017	172922,99	9048258,51	66,733
2018	172912,90	9048256,17	10,357
2019	172900,75	9048253,69	12,407
2020	172883,32	9048250,22	17,771
2021	172911,45	9048255,89	28,696
2022	172910,08	9048255,62	1,392
2023	172877,71	9048249,20	33,001
2024	172896,88	9048253,14	19,568
2025	172940,79	9048261,92	44,783

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 5 (Transek 5), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 6 Perhitungan Transect 6

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 6</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172828,85	9048299,80	
2017	172893,09	9048321,71	67,866
2018	172881,88	9048317,83	11,852
2019	172880,50	9048317,47	1,427
2020	172854,12	9048308,42	27,895
2021	172888,03	9048319,98	35,825
2022	172879,51	9048316,82	9,084
2023	172839,17	9048303,32	42,540
2024	172866,74	9048312,72	29,132
2025	172884,69	9048318,79	18,941

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 6 (Transek 6), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika

dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 7 Perhitungan Transect 7

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 7</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172797,09	9048364,19	
2017	172852,65	9048388,80	60,770
2018	172846,84	9048386,56	6,229
2019	172834,64	9048381,07	13,383
2020	172809,36	9048369,70	27,719
2021	172847,60	9048386,90	41,933
2022	172844,92	9048385,69	2,943
2023	172799,65	9048365,59	49,531
2024	172833,29	9048380,69	36,872
2025	172850,25	9048388,04	18,486

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 7 (Transek 7), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 8 Perhitungan Transect 8

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 8</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172749,38	9048431,28	
2017	172801,93	9048459,15	59,483
2018	172782,78	9048448,84	21,751
2019	172782,73	9048448,81	0,054
2020	172772,03	9048443,22	12,070
2021	172782,07	9048448,49	11,337
2022	172782,92	9048448,91	0,954
2023	172743,63	9048428,26	44,392
2024	172783,03	9048448,95	44,506
2025	172850,25	9048449,12	67,217

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 8 (Transek 8), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 9 Perhitungan Transect 9

PERHITUNGAN JARAK PADA <i>TRANSECT 9</i>			
TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172715,82	9048499,12	
2017	172745,28	9048517,60	34,778
2018	172745,81	9048518,15	0,762
2019	172726,65	9048506,18	22,589
2020	172726,48	9048506,04	0,221
2021	172738,93	9048513,84	14,690
2022	172736,93	9048512,61	2,351
2023	172704,02	9048491,99	38,839
2024	172739,49	9048514,18	41,845
2025	172746,94	9048518,77	8,753

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 9 (Transek 9), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu.

Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

Tabel 10 Perhitungan Transect 10
PERHITUNGAN JARAK PADA TRANSECT 10

TAHUN	KOORDINAT		JARAK (METER)
	X	Y	
2016	172670,07	9048563,48	
2017	172686,65	9048575,45	20,452
2018	172688,19	9048576,57	1,902
2019	172686,60	9048575,42	1,967
2020	172668,41	9048562,31	22,413
2021	172686,24	9048575,15	21,965
2022	172685,90	9048574,92	0,408
2023	172667,11	9048561,37	23,159
2024	172668,32	9048562,24	1,487
2025	172689,32	9048577,39	25,889

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 10 (Transek 10), rata-rata pergeseran garis pantai selama periode 2016–2025 menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan puncak pergeseran mencapai kurang dari 70 m pada tahun tertentu. Nilai-nilai tahunan yang bervariasi ini menandakan adanya pola abrasi dan akresi yang tidak seragam antar tahun. Jika dilihat secara umum, beberapa tahun menunjukkan akumulasi sedimen (akresi) sementara tahun lainnya didominasi penurunan muka pantai (abrasi).

SIMPULAN

Berdasarkan interpretasi visual serta data pergeseran tiap transek periode 2016–2025, pola perubahan garis pantai di Pesisir Pulau Merah dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu abrasi yang terjadi terus-menerus dan abrasi yang tidak tetap. Abrasi yang terjadi terus-menerus terlihat pada transek 1, 2, 3, dan 4, di mana garis pantai mundur hampir setiap tahun dengan jarak cukup besar, bahkan mencapai lebih dari 30–50m pada periode tertentu. Kondisi ini menunjukkan adanya tekanan gelombang dan arus laut yang kuat dan konsisten, sehingga area tersebut dapat dianggap sebagai zona rawan. Sementara itu, abrasi yang tidak tetap terlihat pada transek 6, 7, 8, dan 9, di mana abrasi hanya muncul pada tahun-tahun tertentu, kemudian garis pantai kembali maju atau stabil pada tahun berikutnya. Hal ini biasanya dipengaruhi faktor musiman, seperti pasang surut ekstrem atau badai singkat, sehingga sifatnya sementara.

Pada transek 5 dan 10 terlihat pola campuran, yaitu abrasi memang terjadi, tetapi segera tertutupi oleh endapan baru sehingga tidak membentuk tren jangka panjang. Dengan demikian, abrasi yang terus-menerus perlu menjadi perhatian utama untuk ditangani, sementara abrasi yang tidak tetap cukup diawasi secara rutin dan dapat diatasi dengan langkah sederhana seperti penanaman vegetasi pantai. Penelitian ini menyimpulkan bahwa garis pantai Pulau Merah mengalami perubahan yang cukup besar dan tidak merata selama 2016–2025. Beberapa transek mengalami abrasi berulang, sementara transek lain menunjukkan akresi atau pemulihan. Metode transek dan perhitungan Euclidean Distance terbukti efektif untuk mengukur pergeseran garis pantai dari tahun ke tahun, apalagi jika dilengkapi dengan pengecekan lapangan. Hasil penelitian ini mendukung perlunya sistem pemantauan rutin berbasis citra satelit dan teknologi SIG agar pengelolaan pesisir Pulau Merah dapat dilakukan secara lebih adaptif

DAFTAR PUSTAKA

- Gómez-Pazo, A., Payo, A., Paz-Delgado, M. V., & Delgadillo-Calzadilla, M. A. (2022). Open Digital Shoreline Analysis System: ODSAS v1.0. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/jmse10010026>
- Hariatama, A., & Mera, M. (2025). Numerical Simulation to See the Performance of Groynes and Breakwaters as Shore-Protection Structures at Ketaping Beach, Padang Pariaman. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 214. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i1.779>
- Hastuti, A. W., Ismail, N. P., & Nagai, M. (2024). Analysis of coastline extraction indices using Sentinel-2 and Google Earth Engine, case study in Bali, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 106. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410604004>
- Hendrata Wibisana, Z. R. K. S. Z. (2020). *Analysis of Sea Surface Temperature and Its Correlation with Changes in Coastlines Using Landsat 8 Satellite Image Data (Case Study: Ujung Pangkah Gresik)*. 57–63. <https://doi.org/10.11594/nstp.2020.0508>

- Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., & Farris, A. S. (2021). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.1 User Guide Open-File Report 2021-1091*.
- Islam, H. S., Anugroho, A., Suryoputro, D., & Handoyo, G. (2022). Studi Perubahan Garis Pantai 2017 –2021 di Pesisir Kabupaten Batang, Jawa Tengah. In *Indonesian Journal of Oceanography*. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijocediterima/>
- Jayson-Quashigah, P. N., Staneva, J., Chen, W., Djath, B., Mahu, E., & Appeaning Addo, K. (2025). Evaluating mangroves as nature-based solutions for coastal protection under current and future sea level rise scenarios. *Frontiers in Marine Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1526082>
- Karambas, T. V., & Samaras, A. G. (2017). *An integrated numerical model for the design of coastal protection structures*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4). <https://doi.org/10.3390/jmse5040050>
- Krisdhianto Andhi, M. S. (2021). Banyuwangi Analisis Timbulan, Komposisi dan Potensi Pengolahan Sampah Kawasan Wisata Pantai Pulau Merah Banyuwangi.
- Marino, M., Baptist, M. J., Alkharoubi, A. I. K., Nasca, S., Cavallaro, L., Foti, E., & Musumeci, R. E. (2025). Nature-based Solutions as Building Blocks for coastal flood risk reduction: a model-based ecosystem service assessment. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95230-4>
- Mu, K., Tang, C., Tosi, L., Li, Y., Zheng, X., Donnici, S., Sun, J., Liu, J., & Gao, X. (2024). Coastline Monitoring and Prediction Based on Long-Term Remote Sensing Data—A Case Study of the Eastern Coast of Laizhou Bay, China. *Remote Sensing*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/rs16010185>
- Okta Setyawan, F., Kartika Sari, W., Aliviyanti Program Studi Ilmu Kelautan, D., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Brawijaya, U., Veteran Malang, J., & Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, I. (2021). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System Di Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya, Aceh. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Risdarani, Y., Ginolla Ardiyanto, G., Artono Nurdin, E., Iswara Pangastuti Universitas Jember, E., Kalimantan No, J., Tegalboto Jember, K., & Timur, J. (2021). Analisis daya tarik wisata Pulau Merah sebagai objek wisata berbasis alam. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(11), 1159–1166. <https://doi.org/10.17977/um063v1i112021p1159-1166>
- Teknologi Perikanan dan Kelautan, J., Patar Pasaribu, R., Putri Hapsari, L., Anthonny Djari, A., Rahman, A., Tanjung, A., Arsanti Kapitan Program Studi Teknik Kelautan, F., Kelautan dan Perikanan Karawang, P., Baru Tanjungpura, J., & Barat, K. (2023). Perubahan Garis Pantai Akibat Adanya Breakwater Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Indonesia Coastline Changes Due To Breakwater At Pramuka Island, Seribu Islands, Indonesia. In *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* (Vol. 14, Issue 2).
- Vos, K., Splinter, K. D., Palomar-Vázquez, J., Pardo-Pascual, J. E., Almonacid-Caballer, J., Cabezas-Rabadán, C., Kras, E. C., Luijendijk, A. P., Calkoen, F., Almeida, L. P., Pais, D., Klein, A. H. F., Mao, Y., Harris, D., Castelle, B., Buscombe, D., & Vitousek, S. (2023). Benchmarking satellite-derived shoreline mapping algorithms. *Communications Earth and Environment*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01001-2>
- Wahidin, N., Susanto, A. N., Irham, Harahap, Z. A., Salnuddin, & Aris, M. (2025). Shoreline PT IWIP Mining Industrial Area, North Maluku Province, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 17(2), 470–484. <https://doi.org/10.20473/jipk.v17i2.64271>