# ANALISIS LAJU ABRASI DAN AKRESI TERHADAP PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* (DSAS) DI PANTAI KENJERAN, KECAMATAN BULAK, KOTA SURABAYA TAHUN 2020 – 2025

**Dewi Ratih Hapsari**
Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Negeri Surabaya
dewi.22041@mhs.unesa.ac.id

**Aldea Noor Alina, S.T., M.T.**
Dosen Pembimbing Mahasiswa

Wilayah pesisir Indonesia memiliki peran penting, namun rentan terhadap dinamika perubahan garis pantai. Salah satunya adalah Pantai Kenjeran, Surabaya, yang mengalami proses abrasi dan akresi akibat faktor alami maupun aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola spasial–temporal laju abrasi dan akresi di Pantai Kenjeran periode 2020–2025 menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), serta mengevaluasi tingkat akurasi dari hasilnya. Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan analisis spasial. Data utama berupa Citra Sentinel-2 (2020 – 2025), didukung data prediksi pasang surut dan peta batas wilayah dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Ekstraksi garis pantai dilakukan dengan metode *Modified Normalize Difference Water Index* (MNDWI), kemudian diolah di ArcGIS dan DSAS menggunakan parameter SCE, NSM, EPR, dan LRR. Pengujian akurasi posisi relatif memanfaatkan data digitasi *Google Earth Pro*. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya variasi spasial bahwa pada bagian Utara Pantai Kenjeran didominasi oleh abrasi, bagian Tengah relatif stabil, dan bagian Selatan di dominasi oleh akresi. Nilai rata–rata EPR sebesar 14,99 m/th, dan LRR sebesar 16,5 m/tahun yang menunjukkan tren pergeseran ke arah laut (akresi). Uji akurasi posisi relatif menghasilkan nilai RMSe 15,4m. Nilai ini masih berada dalam batas ketelitian spasial yang memadai untuk penyajian peta skala 1:25.000, serta sejalan dengan batas resolusi spasial 10 meter dari citra Sentinel-2. Sementara, *confusion matrix* menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 80% dan nilai Kappa sebesar 0,60. Hal ini membuktikan bahwa pemetaan dinamika garis pantai ini reliabel untuk analisis lanjutan. Sebagai saran penelitian, diperlukan pemantauan berkala serta evaluasi tata ruang pesisir komprehensif sebagai upaya mitigasi dinamika pantai.

**Kata Kunci** : Abrasi dan Akresi, Pantai Kenjeran, Garis Pantai, *Digital Shoreline Analysis System*, Citra Sentinel – 2

***Abstract***

*Indonesia's coastal areas play a significant role yet are vulnerable to the dynamics of shoreline changes. One such area is Kenjeran Beach, Surabaya, which experiences abrasion and accretion processes driven by both natural factors and human activities. This study aims to analyze the spatio-temporal patterns of abrasion and accretion rates at Kenjeran Beach for the 2020–2025 period using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS), as well as to evaluate the accuracy level of its results. This research applies a descriptive quantitative approach with spatial analysis. The primary data consists of Sentinel-2 Imagery (2020–2025), supported by tidal prediction data and regional boundary maps from the Geospatial Information Agency (BIG). Shoreline extraction was conducted using the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) method, which was then processed in ArcGIS and DSAS using SCE, NSM, EPR, and LRR parameters. Relative positional accuracy testing utilized digitized data from Google Earth Pro. The results of this study indicate spatial variations where the northern part of Kenjeran Beach is dominated by abrasion, the central part is relatively stable, and the southern part is dominated by accretion. The average EPR value is 14.99 m/year, and the LRR is 16.5 m/year, indicating a seaward shoreline shift trend (accretion). The relative positional accuracy test yielded an RMSE value of 15.4 m. This value remains within an adequate spatial accuracy limit for the presentation of 1:25,000 scale maps and aligns with the 10-meter spatial resolution limit of Sentinel-2 imagery. Meanwhile, the confusion matrix generated an Overall Accuracy of 80% and a Kappa value of 0.60. This proves that the shoreline dynamics mapping is reliable for further analysis. As a research recommendation, periodic monitoring and a comprehensive coastal spatial planning evaluation are necessary as mitigation efforts against coastal dynamics.*

***Keywords** : Erosion And Accretion, Kenjeran Beach, Shorelines, DSAS, Sentinel – 2 Imagery*

## PENDAHULUAN

Dalam kajian wilayah pesisir, proses dalam penetapan batas wilayah laut, dapat memperhatikan pada keberadaan garis Pantai dikarenakan garis ini memiliki peran teknis yang penting dan signifikan. Garis Pantai merupakan zona peralihan antara daratan dan perairan laut dengan posisi garis tidak bersifat statis dan dapat mengalami perubahan atau pergeseran ke arah darat maupun laut sebagai respons pada dinamika pasang surut dan proses erosi (Triatmodjo, 1999). perubahan garis Pantai menjadi indikator penting karena mencerminkan interaksi antara faktor alami dan aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan. Pernyataan ini sejalan dengan (Bird & Ongkosongo, 1980). yang menyatakan bahwa Kawasan pesisir Indonesia mengalami adanya perubahan garis Pantai yang signifikan dampak dari aktivitas antropogenik, yaitu Pembangunan Pelabuhan, permukiman, serta perubahan tata guna lahan yang dapat menyebabkan terjadinya abrasi dan akresi.

Salah satu wilayah pesisir di Kota Surabaya yang mengalami dinamika tersebut adalah Pantai Kenjeran, yang memiliki luas sekitar 100 hektar. Kawasan Pantai Kenjeran memiliki potensi ekonomi, sosial dan ekologis yang tinggi dengan didominasi oleh Masyarakat sekitar yang berprofesi sebagai nelayan dan pelaku usaha yang ada di tempat wisata Pantai Kenjeran. Maka dengan ini Pantai Kenjeran dikenal dengan sentra perikanan dan kawasan wisata pesisir yang terintegrasi dengan berbagai fasilitas seperti Taman Hiburan Pantai dan Sentra Ikan Bulak yang dijadikan tempat wisata di sekitar Pesisir Kota Surabaya.

Seiring dengan meningkatnya aktivitas dan kebutuhan ekonomi masyarakat, terjadi perkembangan jumlah permukiman di kawasan pesisir Pantai Kenjeran yang semakin mendekati garis Pantai. Dari aktivitas ini memiliki potensi tinggi terhadap terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem pesisir, termasuk dengan terjadi perubahan garis Pantai secara cepat. Dalam penelitian lain mengemukakan bahwa terjadinya aktivitas manusia di sekitar pesisir Pantai Kenjeran seperti permukiman dan pengelolaan lingkungan yang kurang optimal, berdampak pada kondisi ekologi dan kualitas lingkungan pesisir (Putri & dkk, 2024).

Dalam mengidentifikasi adanya perubahan garis Pantai menggunakan pendekatan penginderaan jauh (*remote sensing*) yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografi (SIG). Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan ilmu untuk memperoleh informasi tentang suatu objek atau wilayah tanpa adanya kontak langsung, melainkan melalui analisis data yang diperoleh dari hasil sensor (Lillesand et al., 2015). Dalam penelitian ini menggunakan salah satu Teknik untuk menganalisis perubahan garis Pantai yaitu menggunakan perangkat lunak SIG (Prahasta, 2002) seperti ArcGIS yang dilengkapi dengan *tools Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang bertujuan untuk menghitung laju perubahan garis Pantai secara multitemporal dengan metode kuantitatif (Ambarwati, 2021; Endarsih, 2025).

Beberapa penelitian telah memanfaatkan metode yang digunakan dalam penelitian ini, salah satu penelitiannya oleh (Apriyani et al., 2023) dengan judul "*Comparison of Coastline Extraction on Sentinel-2A Imagery and Aerial Photos : Case Study in Panggang Island, Kepulauan Seribu, Indonesia*" yang menggunakan data citra sentinel-2a sebagai data pengolahan utama, serta menggunakan MNDWI dan pengolahan menggunakan DSAS untuk mengkaji adanya perubahan garis Pantai di wilayah Pulau Panggang, Kepulauan Seribu.

Berdasarkan dengan uraian di atas, perubahan garis Pantai di Kawasan Pantai Kenjeran menunjukkan dengan adanya dinamika pesisir yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik alami maupun akibat aktivitas manusia. Namun, untuk penelitian yang secara khusus membahas terkait dengan penganalisisan pada laju abrasi dan akresi terhadap perubahan garis Pantai di suatu Kawasan secara spasial dan temporal, terutama dengan pemanfaatan citra multitemporal untuk pengolahan, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial – temporal perubahan garis pantai akibat laju abrasi dan akresi terhadap perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya Tahun 2020 – 2025 yang diintegrasikan menggunakan DSAS, mengevaluasi Tingkat akurasi hasil analisis, serta menyediakan informasi yang akurat untuk menjadi referensi terhadap pengelolaan wilayah pesisir dan perencanaan tata ruang di Pantai Kenjeran..

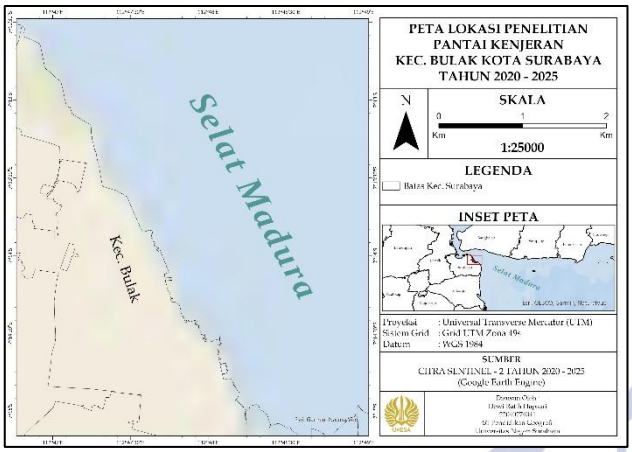
## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian terkait dengan garis pantai ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan menggunakan analisis spasial berbasis dengan penginderaan jauh dan sistem informasi geografi. Sebab dari menggunakan pendekatan ini dikarenakan pendekatan ini mampu untuk menggambarkan perubahan fenomena ini secara numerik dan spasial berdasarkan dengan data citra satelit. Dengan pendekatan kuantitatif ini memiliki tujuan untuk memperkirakan perubahan posisi garis pantai secara terukur melalui analisis statistik spasial dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Kemudian untuk aspek deskriptif diterapkan untuk menjelaskan terkait pola perubahan garis pantai yang terjadi dalam kurun waktu 2020-2025..

UNESA Universitas Negeri Surabaya

**Lokasi Penelitian**




**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pantai Kenjeran, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Kota Surabaya terletak di Pantai Utara, Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan proyeksi koordinat *Universal Transverse Mecator* (UTM), Kota Surabaya berada di zona 49s dengan koordinat geografi 07º 48' LS dan 112º 23'BT. Penentuan Pantai Kenjeran sebagai lokasi penelitian berdasarkan pada lokasi yang berbatasan dengan permukiman, aktivitas sosio-ekonomi (perikanan dan pariwisata), keberadaan struktur rekayasa pantai serta mangrove, dan tingginya dinamika sedimen muara di Selat Madura sehingga berpotensi memicu abrasi maupun akresi pada garis Pantai Kenjeran.

**Teknik Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini terkait untuk pengumpulan data dilakukan dengan cara pendekatan penginderaan jauh dan studi literatur. Pengumpulan data ini akan dilakukan secara bertahap, antara lain :

- Pemilihan citra terbaik dengan kriteria awan rendah (<10%) dan resolusi spasial optimal (10), citra ini merupakan citra satelit Sentinel-2 yang dapat di akses dari portal *Google Earth Engine* sesuai dengan rentang waktu antara 2020-2025,
- Pengumpulan data pendukung seperti peta administrasi wilayah, data pasang surut yang dapat diunduh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), serta dokumentasi survei area penelitian dan Literatur ilmiah terkait dengan metode ekstraksi garis pantai dan analisis DSAS.
- Pengumpulan data referensi yaitu digitasi garis pantai dengan menggunakan citra resolusi tinggi pada Google Earth Pro.

Teknik pengumpulan ini dirancang agar data yang diperoleh memiliki validitas tinggi serta dapat menggambarkan perubahan garis pantai secara temporal dan spasial.

**Teknik Analisis Data**

Dalam penganalisisan data pada penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari tahap pre-processing hingga interpretasi dan pemanfaatan hasil analisis perubahan garis pantai di Pantai Kenjeran. Berikut merupakan tahapan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Pra-Pengolahan Citra Sentinel-2, Pengolahan ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki distorsi posisi dan nilai reflektan pada citra.
2. Pembuatan Indeks Air (MNDWI), proses ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam pengolahan dengan menentukan bagian objek air dan daratan secara efektif.
3. Ekstraksi dan Digitasi Garis Pantai, proses ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil garis pantai yang diekstraksi dari Citra Sentinel-2 yang kemudian digunakan sebagai data pada pengolahan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).
4. Uji Akurasi Klasifikasi Hasil MNDWI, proses ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi hasil pemisahan area air dan darat dengan membandingkan dari hasil klasifikasi citra dengan klasifikasi lapangan (*Ground Truth*). Dalam pengujian ini menggunakan *Confusion Matrix* dengan 4 paramater yang diuji adalah *Producer's Accuracy, User Accuracy, Overall Accuracy, Kappa Coefficient.*
5. Uji Akurasi Geometrik Hasil Klasifikasi, Proses ini bertujuan untuk menilai ketelitian posisi garis pantai hasil digitasi terhadap acuan data pendukung yaitu citra resolusi tinggi *Google Earth*. Uji akurasi ini menggunakan *Root Mean Square Error.*
6. Analisis Perubahan Garis Pantai menggunakan Plugin DSAS, proses ini bertujuan untuk menghitung parameter perubahan posisi garis pantai secara kuantitatif. Parameter yang digunakan dalam proses ini adalah
    - *Shoreline Change Movement* (SCE), untuk menghitung jarak perubahan maksimum yang terjadi pada seluruh garis pantai yang memiliki transek tanpa memperhatikan arah.
    - *Net Shoreline Movement* (NSM), untuk pengukuran jarak perubahan garis pantai yang lama dengan garis pantai terbaru.
    - *End Point Rate* (EPR), untuk perhitungan laju perubahan garis pantai dengan membaga jarak pantai lama dengan terbaru.
    - *Linear Regression Rate* (LRR), untuk penganalisisan tingkat perubahan dengan menggunakan garis regresi *least-square* dengan memperhatikan titik perpotongan garis pantai dan transek.

Berdasarkan hasil dari pengukuran untuk analisis data di atas, dapat menentukan terkait perubahan posisi garis pantai Kenjeran dalam rentang waktu 2020-2025 apakah terjadi abrasi ataupun akresi. Kemudian hasil analisis tersebut dapat digunakan untuk pengimplikasian dan penginterpretasian perubahan morfologi pantai sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan terkait pengelolaan wilayah pesisir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

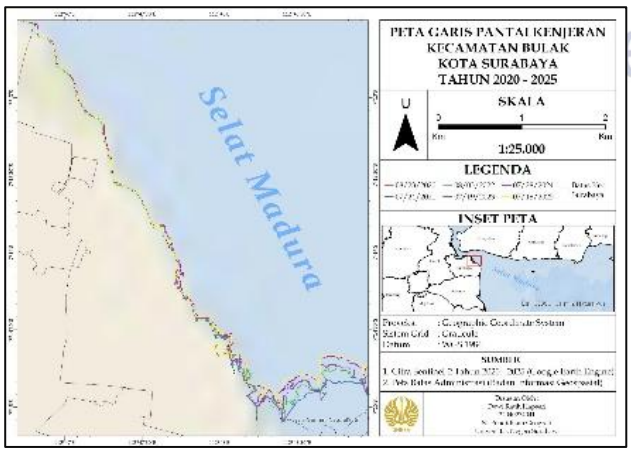
### Hasil Penelitian

1. Gambaran umum lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya (07°48' LS dan 112°23' BT, UTM Zona 49S) dengan luas wilayah 6,72 km² yang mencakup Kelurahan Bulak, Kedung Cowek, Kenjeran, dan Sukolilo Baru. Wilayah ini berbatasan langsung dengan Pantai Kenjeran di pesisir timur laut Surabaya yang menghadap Selat Madura, dengan elevasi berkisar 1–9 meter di atas permukaan laut (DEMNAS). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingginya dinamika oseanografi Selat Madura yang berpotensi memicu abrasi dan akresi, guna menganalisis perubahan garis pantai periode 2020–2025 menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).

2. Ekstraksi Garis Pantai dan Validasi Geometrik

Berdasarkan pengolahan citra Sentinel – 2 Periode 2020 – 2025 menggunakan indeks *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI), ekstraksi garis pantai Kenjeran menghasilkan enam *layer* garis pantai historis. Dari keenam garis tersebut secara visual memperlihatkan kestabilan yang tinggi bagian sisi utara hingga barat laut ditandai dengan posisi garis pantai cenderung berimpit. Sebaliknya, pada sisi bagian selatan hingga tenggara menunjukkan jarak garis yang lebih renggang. Perbedaan ini karena adanya dinamika perubahan garis pantai di setiap wilayah. Namun demikian, interpretasi visual ini masih memerlukan analisis kuantitatif untuk menentukan arah dan besaran pergeseran yang pasti.




**Gambar 2.** Peta Overlay Garis Pantai Kenjeran Tahun 2020 - 2025

Yang kemudian dilakukan uji akurasi yang menggunakan metode *Confusion Matrix*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil ekstraksi dari citra sentinel-2 dengan kondisi sebenarnya pada lapangan yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam analisis laju abrasi dan akresi. Pengujian ini dilakukan pada 20 titik sampel (10 daratan dan 10 perairan). Uji ini menghasilkan nilai *User Accuracy* (UA) 80%, *Producer's Accuracy* (PA) 80%, *Overall Accuracy* (OA) sebesar 80% dan *Kappa Coefficient* 0,60. Merujuk pada kriteria evaluasi *Congalton* (1991), perolehan nilai ini mengonfirmasi bahwa hasil ekstraksi garis pantai berada pada kategori baik dengan tingkat kesesuaian sedang, sehingga layak digunakan sebagai data dasar analisis.

**Tabel 1.** Hasil *Confusion Matrix*

| *Class Value* | Daratan | Perairan | Total | U_Accuracy | Kappa |
|---|---|---|---|---|---|
| **Daratan** | 8 | 2 | 10 | 80% | 0 |
| **Perairan** | 2 | 8 | 10 | 80% | 0 |
| **Total** | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 |
| **P_Accuracy** | 80% | 80% | 0 | 80% | 0 |
| **Kappa** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.60 |

3. Dinamika Jarak Perubahan Garis Pantai

Analisis jarak perubahan garis pantai di Pantai Kenjeran tahun 2020 – 2025 dengan 78 transek pengamatan menggunakan dua parameter pada *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), yaitu *Shoreline Change Movement* (SCE) dan *Net Shoreline Movement* (NSM) untuk mengukur selisih pergeseran bersih (Himmelstoss et al., 2021).

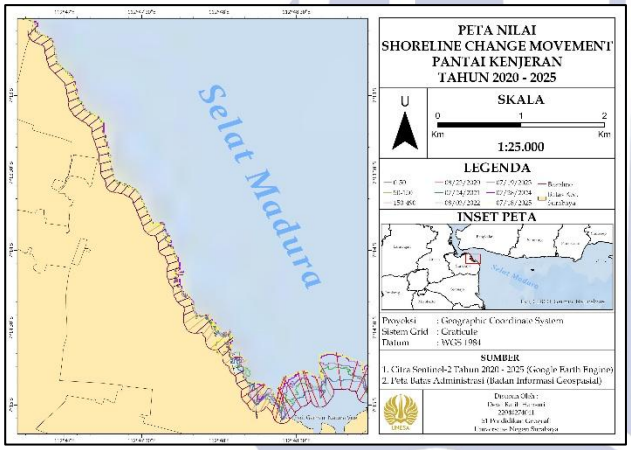
Pengukuran *Shoreline Change Movement* (SCE) pada 78 transek pengamatan menunjukkan variasi jarak perubahan antara 0 hingga 490 meter, dengan rata – rata sebesar 85 meter dan untuk standar deviasi 112 meter. Hasil pengukuran ini terbagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah (0-50m) sebanyak 48 transek, sedang (>50-150m) sebanyak 12 transek, dan tinggi (>150-490m) sebanyak 18 transek. Dari pengukuran ini didominasi pada kategori rendah yang mengindikasikan bahwa sebagian besar garis pantai mengalami perubahan relatif kecil dan cenderung stabil. Dan sebaliknya, 18 transek pada kategori tinggi menandakan bahwa adanya wilayah yang mengalami pergeseran secara masif. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kombinasi fenomena fisik alamiah maupun aktivitas antropogenik.

Pengukuran *Net Shoreline Movement* pada 78 transek pengamatan menunjukkan variasi jarak perubahan antara 0 hingga 390 meter, dengan rata – rata sebesar 74 meter dan standar deviasi sebesar 102 meter. Dengan nilai standar deviasi yang lebih tinggdi dibandingkan dengan rata – rata, mengindikasikan bahwa persebaran data pergeseran garis pantai bersifat tidak merata. Hasil pengukuran ini terbagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah (0-50m) sebanyak 50 transek, sedang (>50-150m)

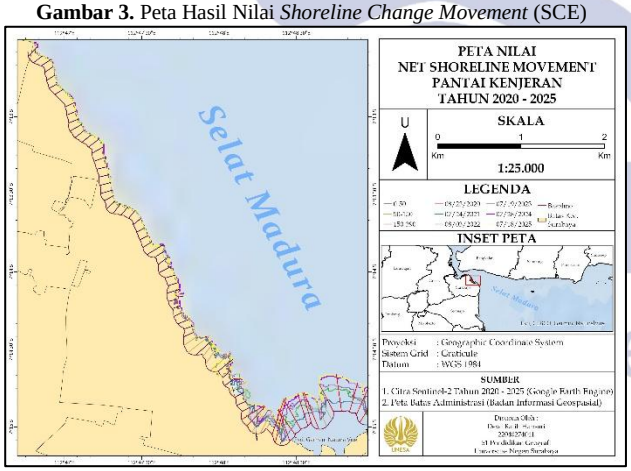
sebanyak 11 transek, dan tinggi (>150-390m) sebanyak 17 meter. Dengan demikian, dari perhitungan *Net Shoreline Movement* (NSM) dapat diinterpretasikan bahwa garis pantai mengalami akumulasi pergeseran ke arah laut (akresi) dengan rata – rata pergeseran sejauh 74 meter.

| Parameter | Jumlah Transek | Rentang Nilai | Rata-Rata | Standar Dev. | Kategori dominan |
|---|---|---|---|---|---|
| **SCE (m)** | 78 | 0-490 | 85 | 112 | Rendah (0-50m) : 61,5% |
| **NSM (m)** | 78 | 0-390 | 74 | 102 | Rendah (0-50m) : 64,1% |
| **EPR (m/th)** | 78 | 0-78,75 | 14,99 | 20,76 | Rendah (0-20 m/th) : 73,1% |
| **LRR (m/th)** | 77* | -1,5-89,9 | 16,5 | 23,36 | Stabil (0-20 m/th) : 50,6% |

**Tabel 2.** Ringkasan Statistik Parameter DSAS
*Ket : Terdapat 1 transek LRR yang bernilai 999 / *null* (tidak valid) akibat keterbatasan resolusi spasial.




**Gambar 3.** Peta Hasil Nilai *Shoreline Change Movement* (SCE)



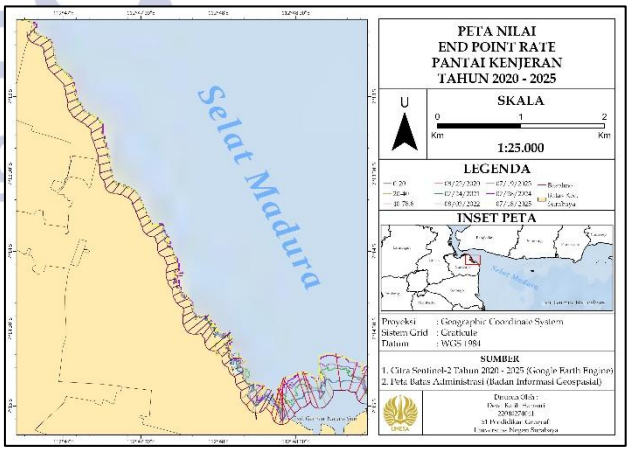

**Gambar 4.** Peta Nilai *Net Shoreline Movement* (NSM)

4. Laju Abrasi dan Akresi berbasis *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS)

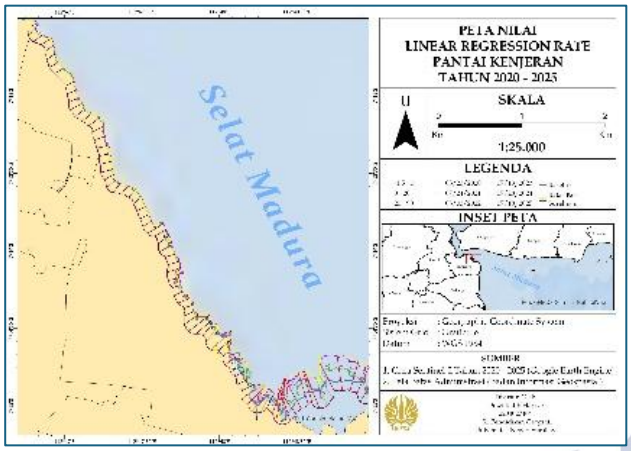
Laju abrasi dan akresi dapat dievaluasi dengan menggunakan dua paramater yang ada di *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yaitu *End Point Rate* (EPR) dan *Linear Regression Rate* (LRR). *End Point Rate* digunakan untuk memperhitung laju atau pergerakan garis pantai dengan membagi jarak antara pantai terlama dengan pantai terbaru (Himmelstoss et al., 2021). Sedangkan *Linear Regression Rate* (LRR) digunakan untuk mengetahui tren laju perubahan garis pantai dengan mengolah seluruh data garis pantai selama periode yang kemudian dilakukan analisis.

Pengukuran *End Point Rate* dilakukan pada 78 transek dengan variasi laju perubahan antara 0-78,75 m/th, dengan rata – rata sebesar 14,99 m/th, dan standar deviasi sebesar 20,76 m/th. Hasil pengukuran ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Rendah (0-20m/th) sebanyak 57 transek, Sedang (>20-40m/th) sebanyak 7 transek, dan Tinggi (>40-78m/th) sebanyak 14 transek. Rata – rata nilai positif ini mengindikasikan bahwa Pantai Kenjeran mengalami perubahan pada garis pantainya karena mengalami laju penambahan daratan (akresi) dengan kecepatan pergeseran sebesar 14,99 meter pertahunnya.

Pengukuran *Linear Regression Rate* dilakukan pada 77 transek. Berbeda dengan parameter sebelumnya, pada LRR terdapat satu transek yang tidak valid karena nilainya 999 (no data / *Null*) sehingga tereleminasi dari penggunaan perhitungan. Nilai *no data* ini disebabkan pada proses pengolahan garis pantai yang tidak memenuhi syarat minimum komputasi pada regresi linear, akibatnya keterbatasan digitasi spasial maupun tertutup oleh fitur pengganggu pada citra satelit di tahun tersebut. Nilai pada LRR ini bervariasi laju perubahan antara -1,5 – 89,9 m/th, dengan rata – rata sebesar 16,5 m/th dan standar deviasi sebesar 23,36 m/th. Hasil pengukuran ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Abrasi (-1,5 – 0 m/th) sebanyak 17 transek, Stabil (>0 – 20 m/th) sebanyak 39 transek, dan Akresi (>20 – 90 m/th) sebanyak 21 transek. Hasil pemodelan LRR menegaskan bahwa masih terdapat titik abrasi lokal, namun secara umum pesisir Pantai Kenjeran menunjukkan kecenderungan penambahan daratan (akresi) yang aktif dan dominan.




**Gambar 5.** Peta Nilai *End Point Rate* (EPR)




**Gambar 6.** Peta Laju Perubahan LRR (Hasil DSAS)

**Pembahasan**

1. Akurasi Ekstraksi Garis Pantai

Uji akurasi dilakukan dua tahap yaitu *confusion matrix* dan geometrik. Pada *confusion matrix* bertujuan untuk mengetahui tingkat kesesuaian interpretasi lapangan dengan citra sentinel-2. Sedangkan untuk geometrik bertujuan dalam membandingkan hasil antara garis pantai citra sentinel-2 dan digitasi *google earth* pada tahun 2025. Didapatkan hasil nilai *confusion matrix* yaitu *Producer's Accuracy* sebesar 80%, *User Accuracy* sebesar 80%, *Overall Error* sebesar 80%, *Kappa Coefficient* sebesar 0,60. Hasil ini mengindikasikan bahwa tingkat mengindentifikasi hasil klasifikasi, tingkat keakuratan hasil klasifikasi, tingkat ketelitian tergolong baik. Dan mengacu pada kriteria Congalton (1991), hal ini masuk kedalam kategori baik dengan tingkat kesesuaian sedang.

Hasil uji akurasi geometrik yang menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSe) mendapatkan hasil 15,4 meter. Nilai yang cukup besar ini karena dipengaruhi oleh lima transek yang memiliki nilai error yang tinggi. Persebaran lima lokasi tersebut berada di vegetasi pesisir bagian selatan, kawasan Jembatan Suroboyo, dan kawasan Watu – Watu Pantai Kenjeran. Untuk nilai penyimpangan paling besar berada di 4355,8 meter. Nilai eror ini dihitung antara *distance* sentinel dan *distance google earth*.

**Tabel 3.** Nilai Penyimpangan Lokasi (RMSe)

| Transorder | Nilai Distance Sentinel | Nilai Distance Google Earth | Error (Penyimpangan Posisi) |
|---|---|---|---|
| 2 | 466.529868 | 496.941219 | 924.8 |
| 3 | 376.074899 | 423.899504 | 2287.2 |
| 10 | 374.414224 | 402.976865 | 815.8 |
| 42 | 146.945827 | 117.945529 | 841 |
| 48 | 169.090593 | 235.088713 | 4355.8 |

**Tabel 4.** Perhitungan RMSe

| Frequency | MEAN_error2 | RMSE |
|---|---|---|
| 78 | 238.0156787 | 15.42776 |

2. Perubahan Posisi dan Pola Spasial Garis Pantai

Berdasarkan pada overlay garis pantai tahun 2020 – 2025 terlihat adanya perubahan garis pantai yang tidak merata di Pesisir Pantai Kenjeran. Ketidakmerataan perubahan garis pantai tergantung oleh faktor yang terjadi seperti pantai yang mengalami akresi menurut Triatmodjo (1999) dapat dipengaruhi oleh gelombang, arus maupun material yang terbawa oleh sungai dan mengalami sedimentasi. Begitupun pada pantai yang mengalami abrasi terjadi karena dipengaruhi oleh gelombang dan arus laut. Berdasarkan pada hasil pengolahan, perubahan yang terjadi di Pantai Kenjeran dominan berada di bagian Selatan yang mengindikasikan bahwa pada bagian ini terjadi pergeseran garis pantai ke arah laut kemudian mengalami penambahan daratan (akresi), pada lokasi ini didominasi oleh tempat wisata dan wilayah mangrove sehingga perubahan ini dipengaruhi oleh antropogenik dan aktivitas alam. Sedangkan pada bagian Utara dan Tengah, cenderung mengalami pergeseran garis pantai ke arah daratan sehingga mengalami abrasi. Lokasi ini didominasi oleh permukiman warga, serta tempat wisata. Meskipun terdapat permukiman warga, tidak secara langsung menyebabkan abrasi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingginya aktivitas manusia serta faktor alam yang menjadi pengendali utama dalam dinamika perubahan garis pantai.

3. Laju dan Faktor Penyebab Perubahan Garis Pantai

Hasil permodelan laju pergeseran menggunakan parameter *End Point Rate* (EPR) dan *Linear Regression Rate* (LRR) menegaskan bahwa pesisir Pantai Kenjeran secara umum berada dalam penambahan daratan (akresi). Secara kuantitatif, rata – rata hasil laju EPR sebesar 14,99 meter/tahun, sedangkan parameter LRR menghasilkan rata – rata sebesar 16,5 meter/tahun.

Mayoritas kawasan berada pada kondisi relatif stabil (>0–20 m/tahun) sebesar 50,6% dan akresi (>20–90 m/tahun) sebesar 27,3%. Namun demikian, sebanyak 22,1% transek tetap mengalami kemunduran garis pantai (abrasi) dengan laju hingga -1,5 meter/tahun, yang umumnya terkonsentrasi di segmen utara akibat terpaparnya kawasan pemukiman terhadap gelombang dan dinamika arus tanpa pelindung alami yang memadai.

Lonjakan akresi yang massif hingga 89,9 m/tahun di wilayah bagian Selatan dipicu oleh kombinasi faktor alami dan antropogenik. Karakteristik perairan Selat Madura yang memiliki energi rendah dapat memudahkan pengendapan sedimen tersuspensi yang berasal dari muara Sungai, yang selanjutnya ditangkap secara alami oleh kerapatan vegetasi

UNESA Universitas Negeri Surabaya

mangrove. Dalam proses ini terakselerasi dengan aktivitas manusia yang mempercepat pengendapan seperti Pembangunan Jembatan Suroboyo dan aktivitas reklamasi pada Kawasan Kenjeran Park yang mengubah sirkulasi arus lokal serta mempercepat penumpukan material di wilayah pesisir. (Tias et al., 2025; Putri & dkk, 2024)

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dinamika garis pantai di Pantai Kenjeran periode 2020 – 2025 menunjukkan pola spasial-temporal yang heterogen, dengan memiliki kecenderungan utama mengarah pada penambahan daratan (akresi). Secara spasial pergeseran ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian utara mengalami abrasi dengan ditandai oleh kemunduran garis pantai ke arah daratan, bagian tengah relatif stabil dengan intensitas perubahan yang tergolong rendah, bagian selatan mengalami akresi secara maif sebagai wilayah dengan tingkat dinamika tertinggi. Hasil dari pemodelan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) mengonfirmasi adanya tren penambahan daratan, dengan rata – rata laju pergeseran tahunan sebesar 14,99 m/th (*End Point Rate*) dan 16,5 m/th (*Linear Regression Rate*). Fenomena ini dipengaruhi oleh interaksi antara pengendapan sedimen secara alami, keberadaan vegetasi mangrove, serta adanya tekanan pembangunan infrastruktur di kawasan pesisir pantai.

Hasil dari ekstraksi garis pantai diambil saat kondisi air surut sehingga terbukti konsisten dalam mempresentasikan kondisi fisik pesisir. Dalam uji akurasi klasifikasi (*Confusion Matrix*) menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 80% dengan *Kappa Coefficient* sebesar 0,60 yang mengindikasikan tingkat kesesuaian sedang hingga baik antara hasil olahan citra dengan kondisi sebenernya di lapangan. Sementara pada uji geometrik, menghasilkan nilai RMSe sebesar 15,4 meter. Meskipun nilai ini melebihi nilai ambang batas acuan USGS, temuan ini tetap valid dan dapat digunakan dalam memetakan tren pergeseran garis pantai dengan memperhitungan nilai RMSe sebagai batas ketidakpastian spasial yang dipengaruhi oleh resolusi citra, kondisi zona interdal berlumpur, serta waktu perekaman satelit.

### Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi serta periode pengamatan yang lebih panjang. Hal ini bertujuan agar perubahan garis pantai dapat diidentifikasi dengan tingkat ketelitian yang lebih baik sehingga mampu memberikan informasi yang lebih rinci terkait dinamika abrasi dan akresi.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan analisis terhadap faktor oseanografi, seperti gelombang, arus, dan pasang surut, serta faktor antropogenik, seperti perubahan penggunaan lahan dan pembangunan di kawasan pesisir. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya menggambarkan laju perubahan garis pantai, tetapi juga dapat menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya abrasi dan akresi.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi dan referensi bagi pemerintah daerah maupun instansi terkait dalam mendukung pengelolaan wilayah pesisir serta penyusunan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan di kawasan Pantai Kenjeran.

Ambarwati, L. D. (2021). *Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Pasuruan Pada Tahun 2000-2020 Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS).* Universitas Brawijaya, Malang

Apriyani, F., Wijaya, S., & Kurniawati, E. (2023). Compared Of Coastline Extraction On Sentinel-2a Imagery And Aerial Photos: Case Study In Panggang Island, Kepulauan Seribu, Indonesia. *Bio Web Of Conference, 70*.

Bird, E., & Ongkosongo, O. (1980). *Environmental Changes On The Coasts Of Indonesia.*

Congalton, R. (1991). A Review Of Assessing The Accuracy Of Classifications Of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing Of Environment, 37*(1), 35-46.

ENDARSIH, A. E. (2025). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 019-030

Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S. R. (2014). Automated Water Extraction Index: A New Technique For Surface Watermapping Using Landsat Imagery. *Remote Sensing Of Environment, 140*, 23-35.

Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., & Farris, A. S. (2021). *Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Version 5.1* . U.S. Geological Survey. Https://Doi.Org/Https://Doi.Org/10.3133/Ofr20211091

Lillesand, Kiefer, & Chipman. (2015). *Remote Sensing And Image Interpretation.* United States Of America: John Wiley & Sons, Inc.

Oktaviani, N., & Kusuma, H. A. (2017). Pengenalan Citra Satelit Sentinel - 2 Untuk Pemetaan Kelautan. *Oseana*, 40-55.

Prahasta, E. (2002). *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis.* Bandung : Informatika. Https://Doi.Org/979-96446-2-3

Putri, S., & Dkk. (2024). *Coastal Management Pantai Kenjeran Surabaya Daerah Bulak*. Scribd. Https://Www.Scribd.Com/Document/815951285/Kelompok-5-Coastal-Management-Di-Pantai-Kenjeran

Setiawan, M. D., & Syah, F. A. (2020). Analisis Pengaruh Oseanografi Terhadap Perubahan Garis Pantai Gili Ketapang Probolinggo Dengan Menggunakan Satelit Landsat 8 Oli. *Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*.

Tias, S. S., Aditya, M. R., Maulani, K., Putri, B. F., & Reviandani, O. (2025). Dampak Reklamasi Di Kenjeran Park Surabaya Terhadap Perubahan Sosial Pada . *Indonesian Research Journal On Education, 5*(4), 515 - 518.

Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai.* Beta Offset. Https://Doi.Org/979-8541-05-7

Xu, H. (2006). Modification Of Normalized Difference Water Index (Ndwi) To Enhance Open Water Features In Remotely Sensed Imagery. *International Journal Of Remote Sensing, 27*(14), 3025-3033.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya