Integrasi *GIS* dan *Remote Sensing* untuk Deteksi Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan *NDWI* dan *DSAS* pada Citra Landsat 8 dan 9 di Taman Nasional Sembilang

Johan Ariyantoni[1)*], **Rahma Anisa**[2)], **Alshida Natul**[3)], **Virgus Ari sondang**[4)], **Debi Nadia Putri**[5)]

[1),3),4),5)] *Teknik Geomatika, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang*
[2)] *Teknik Geodesi, Universitas Lampung, Bandar Lampung*
[Jl. Jend. Sudirman Km. 4 No. 62, 20 Ilir D.IV, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan, 30129]
Email : johanariyantoni@uigm.ac.id[1)], rahma.anisa@eng.unila.ac.id [2)], alshida@uigm.ac.id [3)], virgus.ari@uigm.ac.id[4)], debinadiaputri@uigm.ac.id[5)]*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah pesisir yang luas. Taman Nasional Sembilang yang terletak di wilayah pesisir timur Provinsi Sumatera Selatan Indonesia memiliki fenomena perubahan garis pantai sebagai dampak dari proses alam maupun aktivitas manusia. Kawasan Taman Nasional Sembilang adalah kawasan konservasi dengan karakteristik ekosistem mangrove dan delta yang rentan terhadap abrasi serta akresi. Deteksi perubahan garis pantai secara berkala harus dilakukan untuk mendukung pengelolaan pesisir yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis perubahan garis pantai di Taman Nasional Sembilang melalui integrasi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) dengan pendekatan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) menggunakan citra satelit landsat 8 (2023) dan landsat 9 (2024). NDWI digunakan untuk mengekstraksi batas air dan daratan, sedangkan DSAS digunakan untuk menghitung laju abrasi dan akresi berdasarkan parameter *End Point Rate* (EPR), *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *Shoreline Change Envelope* (SCE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah taman nasional sembilang mengalami abrasi dengan rata-rata -12,87 m/tahun, sedangkan akresi dengan rata-rata mencapai 96,23 m/tahun. Rata-rata laju abrasi -11,52 m/tahun dan rata-rata laju akresi sebesar 86,09 m/tahun. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa dalam satu tahun terakhir daratan lebih banyak bertambah karena garis pantai lebih besar ke arah laut. Integrasi penginderaan jauh dengan metode NDWI dan pengolahan berbasis DSAS dalam lingkup SIG terbukti efektif dalam mendeteksi perubahan garis pantai secara spasial dan temporal serta dapat dijadikan dasar pemantauan kawasan konservasi pesisir secara berkelanjutan.

Kata Kunci : *Perubahan Garis Pantai, NDWI, DSAS*

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country with an extensive coastal area. Sembilang National Park, located along the eastern coast of South Sumatra Province, Indonesia, exhibits shoreline change phenomena resulting from both natural processes and human activities. The Sembilang National Park area is a conservation zone characterized by mangrove and delta ecosystems that are highly vulnerable to erosion (abrasion) and accretion. Periodic shoreline change detection is essential to support sustainable coastal management. This study aims to detect and analyze shoreline changes in Sembilang National Park through the integration of Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) using the Normalized Difference Water Index (NDWI) and the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) approaches, based on Landsat 8 (2023) and Landsat 9 (2024) satellite imagery. NDWI was applied to extract the boundary between land and water, while DSAS was used to calculate the rate of erosion and accretion based on the End Point Rate (EPR), Net Shoreline Movement (NSM), and Shoreline Change Envelope (SCE) parameters. The results showed that Sembilang National Park experienced an average erosion rate of -12.87 m/year and an accretion rate averaging 96.23 m/year. The mean erosion rate was -11.52 m/year, while the mean accretion rate reached 86.09 m/year. Overall, it can be concluded that over the past year, the land area has increased due to the shoreline extending further seaward. The integration of remote sensing using the NDWI method and DSAS-based GIS processing has proven effective for detecting shoreline changes both spatially and temporally, providing a valuable foundation for sustainable monitoring of coastal conservation areas.

Keywords : *Shoreline Change, NDWI, DSAS*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah pesisir yang sangat luas. Salah satu kawasan pesisir tersebut adalah di Taman Nasional Sembilang, yang terletak di bagian timur Provinsi Sumatera Selatan. Kawasan ini adalah kawasan konservasi dengan karakteristik ekosistem mangrove dan delta yang rentan terhadap abrasi serta akresi. Abrasi dan Akresi mempengaruhi fenomena perubahan garis pantai yang dipengaruhi oleh dinamika proses alam maupun aktivitas manusia yang memiliki potensi bencana. Ketangguhan ekosistem dibutuhkan untuk pengurangan resiko bencana di daerah pesisir (Islam et al., 2021). Dalam penetapan batas wilayah laut dan darat, garis pantai adalah salah satu aspek teknis yang penting (Maulana et al., 2017). Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2006, garis pantai didefinisikan berdasarkan garis yang terbentuk dari pertemuan antara garis air surut dengan daratan.

Energi gelombang yang secara terus-menerus menerpa pantai dapat memicu terjadinya abrasi atau pengikisan daratan. Sementara itu, proses pengendapan material yang berasal dari sungai maupun laut dapat membentuk daratan baru atau menyebabkan akresi. Perubahan bentuk daratan pantai terjadi akibat penumpukan sedimen serta pengikisan sedimen pantai yang kemudian terbawa oleh gelombang dan arus laut (Fajri et al., 2024). Selain itu, perubahan iklim dan mencairnya es di kutub turut berkontribusi terhadap pergeseran garis pantai ke arah daratan. Menurut *National Parks Association* Taman Nasional Sembilang mengalami kerusakan mangrove yang melemahkan pertahanan alami terhadap abrasi, mempercepat mundurnya garis pantai, dan mengurangi habitat biodiversitas pesisir.

Analisa perubahan garis pantai dan laju erosi telah dilakukan dengan membandingkan 2 (dua) buah citra satelit resolusi tinggi SPOT menghasilkan perubahan garis pantai yang berguna sebagai pengambilan keputusan untuk penanganan kawasan pantai (Aryastana et al., 2017). Pendekatan deskriptif kuantitatif dilakukan untuk menyajikan gambaran yang jelas dan mendalam terhadap data yang telah diperoleh, sehingga mempermudah proses interpretasi serta mendukung pengambilan keputusan berdasarkan data tersebut (Aziza, 2023). Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggabungan antara GIS dan penginderaan jauh mampu meningkatkan ketelitian serta efektivitas dalam sistem pemetaan (Chaidir & Purwanto, 2025).

Teknologi penginderaan jauh telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, sehingga mampu memberikan berbagai macam manfaat dan penerapan di berbagai bidang (Ariyantoni & Rokhmana, 2020). Data satelit penginderaan jauh merupakan sumber informasi penting untuk mengamati fenomena alam di permukaan bumi, yang diperoleh melalui sensor yang terpasang pada pesawat udara atau satelit (Suwargana, 2013). Beragam metode telah dikembangkan untuk melakukan ekstraksi garis pantai menggunakan citra optik. Bahkan, garis pantai dapat diidentifikasi hanya dari satu band citra, karena air memiliki reflektansi yang sangat rendah atau hampir nol pada band inframerah reflektif, sementara sebagian besar tutupan lahan menunjukkan nilai reflektansi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan air (Alesheikh et al., 2007). Data Landsat 8 dan 9 seringkali digunakan untuk pemetaan skala menengah dengan resolusi 30m yang dapat digunakan dalam ektraksi garis pantai. Data garis pantai dari satelit berorbit, sinkron terhadap matahari umumnya masih dipengaruhi oleh sisa efek pasang surut yang cukup dominan sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai (Warrick et al., 2024).

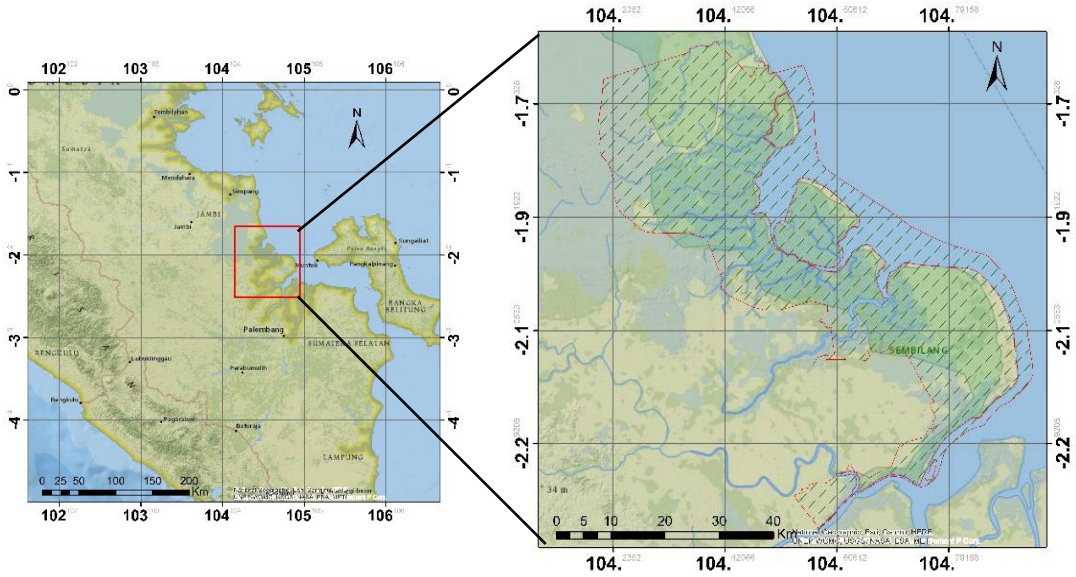
Penggunaan penginderaan jauh dengan metode NDWI (*Normalized Difference Water Index)* dengan mengedepankan perancangan indeks air spektral didasarkan pada fakta bahwa air menyerap energi pada panjang gelombang inframerah dekat (NIR) dan inframerah gelombang pendek (SWIR) (Ji et al., 2009). Penggunaan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yaitu aplikasi ekstensi pada perangkat lunak GIS berguna untuk menghitung dan melakukan analisis perubahan garis pantai (Setyoningrum et al., 2023) .

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis perubahan garis pantai di Taman Nasional Sembilang melalui integrasi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) dengan pendekatan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) menggunakan citra Landsat 8 (2023) dan Landsat 9 (2024). Kebaharuan dari penelitian ini adalah menghasilkan nilai dari laju abrasi dan akresi berdasarkan data spasial dan temporal pada rentang waktu 1 tahun 2023-2024 di area Taman Nasional Sembilang. Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pemantauan kawasan konservasi pesisir secara berkelanjutan.

2. DATA DAN METODE

2.1. Data

Penelitian ini dilakukan di Taman Nasional Sembilang, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan, Indonesia. Area cakupan garis pantai yang diteliti adalah garis pantai yang hanya ada didalam area taman nasional. Lokasi berada pada sistem proyeksi WGS 84 (*World Geodetic System 1984*) dan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) 48S.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Taman Nasional Sembilang

Data penginderaan jauh diperoleh dari satelit yang memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah kemampuan mencakup area pengamatan yang sangat luas (Ariyantoni, dkk). Data yang digunakan adalah data citra landsat 8 dan 9 dengan resolusi spasial 30m yang diunduh melalui USGS (*United States Geological Survey*). Band yang dipakai dalam penelitian ini adalah band 3 *Green* dan band 5 NIR. Berikut kalkulasi garis pantai beserta tanggal akuisisi data landsat.

Tabel.1 Informasi Akuisisi Data

No	Citra Satelit	Akusisi Citra
1	Landsat 8	04 September 2023
2	Landsat 9	16 Oktober 2024

2.2. Metode

Data awal Citra satelit umumnya mengandung gangguan (*noise*), salah satunya disebabkan oleh variasi posisi matahari saat proses perekaman data. Untuk mengurangi gangguan tersebut dilakukan koreksi radiometrik dengan metode Top of Atmosphere (ToA), yang mengonversi nilai digital menjadi reflektansi guna meminimalkan distorsi radiometrik (Bima Laksmana et al., 2024). Data Landsat 8 dan 9 dikoreksi secara radiometrik menggunakan pendekatan reflektansi ToA. Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan pendekatan yang menggambarkan suatu kondisi dan menjelaskan secara objektif dengan memanfaatkan data berbentuk angka, mulai dari proses pengumpulan, analisis atau penafsiran data, hingga penyajian hasilnya .

Pengolahan citra satelit menggunakan data penginderaan jauh sensor pasif memudahkan dalam membedakan darat dan laut. Hal terpenting dalam mendeteksi area garis pantai adalah melakukan

pemisahan antara kelas daratan dan kelas perairan (Bioresita & Hayati, 2016). Penggambaran fitur air yang lebih realistis dalam data penginderaan jauh dapat dicapai dengan menggunakan indeks NDWI untuk mengurangi dan menghilangkan gangguan dari wilayah daratan. NDWI (*Normalized Difference Water Index*) dilakukan untuk mendeteksi perbedaan badan air dan daratan sehingga memungkinkan untuk mengetahui batas antara daratan dan perairan.

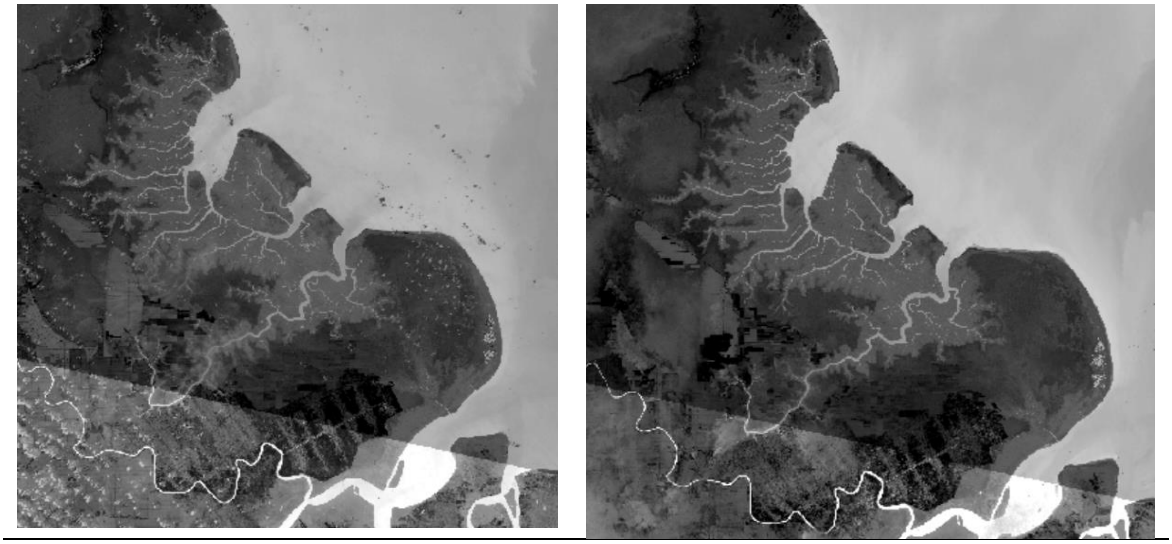
$$\text{NDWI} = \frac{\text{Band Green} - \text{Band NIR}}{\text{Band Green} + \text{Band NIR}} \quad \text{..... (1)}$$

Dimana:

Green : Nilai piksel dari pita hijau.

NIR : Nilai saluran inframerah dekat

Air memantulkan cahaya dengan intensitas tinggi pada saluran hijau dan sangat rendah pada saluran NIR. Perbandingan antara kedua saluran tersebut memungkinkan nilai NDWI untuk menonjolkan area perairan sekaligus meminimalkan pengaruh dari vegetasi maupun permukaan tanah. Band 5 (NIR) menunjukkan kontras yang tinggi antara fitur daratan dan perairan karena tingkat penyerapan energi inframerah menengah oleh air (termasuk air keruh) yang sangat tinggi (Alesheikh et al., 2007). Gambar 2 menyajikan data NDWI pada tahun 2023 dan 2024.



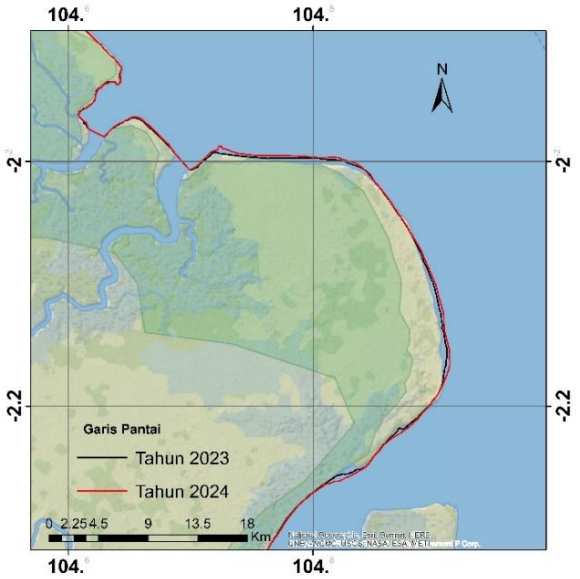
NDWI Tahun 2023 (a) | NDWI Tahun 2024 (b)

Gambar 2. NDWI Citra Landsat 8 (a) dan Citra Landsat 9 (b)

Melakukan proses *digitasi on screen* dengan konsep sistem informasi geografis (SIG) dengan melakukan interpretasi visual hasil pengolahan data penginderaan jauh metode NDWI. Garis pantai yang terbentuk dari proses tersebut menghasilkan jarak panjang garis pantai yang tersaji dalam Tabel 2 serta gambaran garis pantai tersaji pada gambar 3.

Tabel.2 Kalkulasi Garis Pantai

No	Tahun	Panjang Garis Pantai
1	2023	118.384 m
2	2024	118.974 m



Gambar 3. Garis Pantai Tahun 2023 dan 2024

Analisis dengan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dilakukan dengan DSAS dari perangkat GIS yang dilakukan untuk perhitungan parameter *Shoreline Change Envelope* (SCE), Net Shoreline Movement (NSM), dan End Point Rate (EPR). Perhitungan *Shoreline Change Envelope* (SCE) digunakan untuk mengukur rentang maksimum perubahan garis pantai antara dua atau lebih garis pantai yang diamati dalam periode waktu tertentu. SCE digunakan untuk mengetahui seberapa besar variasi atau dinamika perubahan garis pantai tanpa mempertimbangkan arah (maju atau mundur). Nilai SCE memberikan gambaran tentang tingkat ketidakstabilan garis pantai di suatu lokasi.

Semua perhitungan parameter digunakan untuk mengetahui proses pengikisan daratan pantai akibat energi laut (abrasi) yang secara spasial abrasi ditandai oleh mundurnya posisi garis pantai ke arah darat dari waktu ke waktu. Selain itu juga untuk mengetahui proses penambahan atau pengendapan sedimen di wilayah pantai yang menyebabkan maju atau bertambahnya daratan ke arah laut (akresi) yang secara spasial, akresi ditandai oleh pergeseran garis pantai ke arah laut.

Net Shoreline Movement (NSM) adalah salah satu parameter utama dalam Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yang digunakan untuk mengukur perpindahan total garis pantai antara dua waktu pengamatan (dua garis pantai).

$$NSM = D2 - D1 \quad \text{..... (2)}$$

D2 = Jarak garis pantai terbaru (tahun ke-2)
D1 = Jarak garis pantai lama (tahun ke-1)

End Point Rate (EPR) adalah salah satu metode analisis dalam Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yang digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai antara dua waktu pengamatan (dua garis pantai). EPR merupakan metode yang paling sederhana dan umum digunakan dalam studi perubahan garis pantai.

$$EPR = \frac{S_{akhir} - S_{awal}}{t_{akhir} - t_{awal}} \quad \text{..... (3)}$$

S_{akhir}= posisi garis pantai terakhir (meter)
S_{awal}= posisi garis pantai pertama (meter)
$t_{akhir} - t_{awal}$= selang waktu antara kedua garis pantai (tahun)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan SCE, NSM, dan EPR menghasilkan nilai yang berbeda-beda berdasarkan tujuan dari metode perhitungan masing-masing. Secara keseluruhan hasil menunjukan garis pantai di Taman Nasional Sembilang sangat dinamis dan mudah berubah, hal tersebut berdasarkan perubahan signifikan pada kenampakan visual batas daratan dan laut di lokasi tersebut. Dalam mendukung interpretasi visual yang terlihat, berdasarkan hasil perhitungan, menghasilkan nilai seperti pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel.3 Nilai SCE (*Shoreline Change Envelope)*

SCE			
Nilai Maksimum (m)	**Nilai Minimum (m)**	**Rata-rata (m)**	**STAN DAVIASI (m)**
637,06	0	69,87	96,62

Nilai *Shoreline Change Envelope* (SCE) menunjukkan nilai rata-rata posisi garis pantai yaitu 69,87 m dan standar deviasi sebesar 96,62 m pada satu transek/garis pengamatan sepanjang pantai. Nilai SCE pada penelitian ini menunjukkan garis pantai di lokasi kajian sangat dinamis, tidak stabil dan sering mengalami abrasi dan akresi.

Tabel.4 Nilai NSM (*Net Shoreline Movement)*

NSM			
Nilai Akresi Tertinggi (m)	**Nilai Abrasi Tertinggi (m)**	**Rata-rata Abrasi (m)**	**Rata-rata Akresi (m)**
637,06	-86,86	-12,87	96,23

Nilai *Net Shoreline Movement* menunjukan nilai rata-rata akresi sebesar 96,23 m yang artinya nilai tersebut menunjukan akresi dengan garis pantai bergerak ke arah laut dan menambah daratan. Nilai rata-rata abrasi sebesar -12,87 m menunjukan pergerakan garis pantai ke arah darat dan tergerus. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa daerah Taman Nasional Sembilang memiliki wilayah akresi yang lebih besar daripada wilayah abrasi.

Tabel.5 Nilai EPR (*End Point Rate)*

EPR			
Nilai Laju Akresi Tertinggi (m)	**Nilai Laju Abrasi Tetinggi (m)**	**Rata-rata Laju Jarak Abrasi (m)**	**Rata-rata Laju Jarak Akresi (m)**
569,96	-77,71	-11,52	86,09

Nilai *End Point Rate* (EPR) menunjukkan seberapa cepat garis pantai mengalami abrasi (mundur) atau akresi (maju) dalam periode tahun 2023 dan 2024. Dari penelitian ini didapatkan EPR rata-rata laju jarak abrasi -11,52 m dan rata-rata laju jarak akresi adalah 86,09 m, dengan demikian daerah pantai di Taman Nasional Sembilang lebih banyak garis pantai yang bergerak ke arah laut daripada garis pantai yang bergerak ke arah daratan. Dari hasil tersebut maka daratan terus bertambah pada periode tahun 2023-2024.

4. KESIMPULAN

Pada satu tahun terakhir Tahun 2023-2024, Garis pantai di Taman Nasional Sembilang di Provinsi Sumatera Selatan mengalami perubahan yang dinamis dan sering mengalami abrasi dan akresi. Laju perubahan yang paling dominan adalah akresi yaitu penambahan luasan garis pantai bergerak ke arah laut dibanding pengurangan daratan, sehingga daratan terus bertambah.

Peran Teknologi *Remote Sensing* (RS) dan *Geographic Information System* (GIS) mempermudah dalam melakukan analisis perubahan garis pantai beserta penghitungan nilai laju abrasi dan akresi, kedua metode ini dapat dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian perubahan garis pantai secara spasial temporal untuk mendukung konservasi pesisir yang berkelanjutan. Dibandingkan metode survei lapangan konvensional yang bersifat terbatas secara spasial dan temporal, integrasi RS dan GIS memungkinkan pemantauan perubahan garis pantai secara spasial temporal dengan cakupan wilayah yang luas dan efisiensi waktu yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pendekatan ini memiliki signifikansi penting sebagai metode yang andal dalam mendukung kajian dinamika pesisir serta perencanaan dan konservasi pesisir yang berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2006 *Tentang Pedoman Penegasan Batas Daerah*.

Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A., & Nouri, N. (2007). *Coastline change detection using remote sensing*.

Ariyantoni, J., Natul, A., & Sastra, A. R. (2024). *LAND SURFACE TEMPERATURE DI KABUPATEN OGAN KOMERING ILIR SUMATERA SELATAN AKIBAT KEBAKARAN LAHAN*.

Ariyantoni, J., & Rokhmana, C. A. (2020). Evaluasi Polarisasi Citra Sar (Syhthetic Aperture Radar) Untuk Klasifikasi Obyek Tutupan Lahan. *Elipsoida*, *3*(01).

Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Agustini, N. K. A. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan Citra Satelit SPOT. *Jurnal Fondasi*, *6*.

Aziza, N. (2023). Metodologi Penelitian 1. *PENERBIT MEDIA SAINS INDONESIA*.

Bima Laksmana, M., Zakaria, A., & Christy Novianti, T. (2024). Analisis Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2033 Menggunakan Metode Cellular Automata dan Logistic Regression. *JOURNAL OF PLANO STUDIES VOLUME*, *1*(2).

Bioresita, F., & Hayati, N. (2016). *Coastline Changes Detection using Sentinel-1 Satellite Imagery in Surabaya, East Java, Indonesia*.

Chaidir, J., & Purwanto, A. (2025). *ZONA TEKNIK: JURNAL ILMIAH Integrasi GIS dan Remote Sensing untuk Sistem Pemetaan Rute Interaktif di Perkotaan*. *19*(1), 22–31. https://doi.org/10.37776/zt.vxix.xxx

Fajri, M. F., Atmodjo, W., & Satriadi, A. (2024). Studi Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Citra Landsat 8 Di Pesisir Pantai Rajabasa, Lampung Selatan. *Indonesian Journal of Oceanography*, *6*(2), 102–113. https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i2.19652

Islam, M. A., Paull, D. J., Griffin, A. L., & Murshed, S. (2021). Spatio-temporal assessment of social resilience to tropical cyclones in coastal Bangladesh. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, *12*(1), 279–309. https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1870169

Ji, L., Zhang, L., & Wylie, B. (2009). *Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index*.

Maulana, M., Awaluddin, M., & Fauzi, J. A. *. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Garis Pantai Terhadap Batas Pengelolaan Wilayah Laut Provinsi Jawa Timur Dan Provinsi Bali di Selat Bali. In *Jurnal Geodesi Undip Oktober* (Vol. 6, Issue 4).

Suwargana, N. (2013). *Resolusi Spasial, Temporal dan Spektral Pada Citra Satelit LANDSAT, SPOT dan IKONOS*.

Warrick, J. A., Buscombe, D., Vos, K., Bryan, K. R., Castelle, B., Cooper, J. A. G., Harley, M. D., Jackson, D. W. T., Ludka, B. C., Masselink, G., Palmsten, M. L., Ruiz de Alegria-Arzaburu, A., Sénéchal, N., Sherwood, C. R., Short, A. D., Sogut, E., Splinter, K. D., Stephenson, W. J., Syvitski, J., & Young, A. P. (2024). Coastal shoreline change assessments at global scales. *Nature Communications*, *15*(1). https://doi.org/10.1038/s41467-024-46608-x