

Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 di Kelurahan Manggar Kota Balikpapan Tahun 2016 – Tahun 2024

Muhammad Adry Yansi^a, Nia Kurniadin^b, Shabri Indra Suryalfihra^b, & Romansah Wumu^b

^a Program Diploma 3 Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda

^b Program Studi Teknologi Rekayasa Geomatika dan Survei, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda

ABSTRACT

The coastal area has dynamic characteristics that continuously change due to the influence of complex interactions between natural factors and human activities. These changes are triggered by pressures from natural phenomena (such as erosion and flooding) as well as human activities on land and at sea, such as the development of settlements and the conversion of forests into agricultural land or aquaculture. The impacts of these activities can disrupt the stability of coastal ecosystems. In the coastal area of Manggar Village, which is home to several tourist destinations, the presence of tourist attractions and the development of supporting tourism infrastructure have the potential to alter the structure of the coastline. This activity necessitates research to conduct periodic monitoring in the form of determining the coastline affected by the extent of erosion and accretion from 2016 to 2024 every two years. The objective of this research is to present biannual data related to the dynamics of coastline changes and to measure the area affected by erosion (degradation) and accretion (sedimentation addition) in the coastal area of Manggar Village during the period of 2016-2024. The method used leverages remote sensing technology through Sentinel-2 image analysis with the NDWI (Normalized Difference Water Index) algorithm and land-sea segmentation techniques to accurately separate water and land areas. The results of this research are expected to serve as a scientific reference for sustainable coastal area management. This study shows results indicating that the coastline length in 2016 was 6,222 m or 6.2 km, and in 2024 it was 6,130 m or 6.1 km. The erosion from 2016 to 2024 covered an area of 115,770 m², while the accretion covered an area of 14,600 m². The findings of this research provide a clear picture.

How to cite: Yansi, M. A., Kurniadin, N., Suryalfihra, S. I., & Wumu, R. (2025). Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 di Kelurahan Manggar Kota Balikpapan Tahun 2016 – Tahun 2024. *Journal of Geomatics Engineering, Technology, and Science*, 4(1), 33-40. <https://doi.org/10.51967/gets.v4i1.61>

1. PENDAHULUAN

Pantai adalah ekosistem penting bagi kehidupan manusia dan lingkungan, berfungsi sebagai sumber daya vital dan menawarkan keindahan sebagai pertemuan laut dan daratan. Oleh karena itu, kelestarian dan kebersihan pantai harus menjadi

prioritas masyarakat dan pemerintah. Pantai bersifat dinamis, menjadi tempat interaksi antara daratan, lautan, dan udara, serta mengalami penyesuaian untuk mencapai keseimbangan alami yang mempengaruhi perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai merupakan proses dinamis dalam dinamika pesisir,

CONTACT Nia Kurniadin  niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

© 2025 The Author(s). Published by Tanesa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits, unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

mirip dengan perubahan delta dan batimetri perairan pantai (Darmiati dkk., 2020).

Kelurahan Manggar, di Kecamatan Balikpapan Timur, berbatasan langsung dengan pesisir Selat Makassar, yang berisiko mengalami bencana seperti abrasi akibat gelombang laut dan aktivitas manusia. Perubahan fungsi lahan menjadi industri dan pemukiman menambah akresi. Tanpa perhatian pemerintah, abrasi dan akresi dapat tidak seimbang, mengubah garis pantai secara signifikan setiap tahun (Pemerintah Kota Balikpapan, 2011). Aktivitas masyarakat di pesisir Manggar berpotensi merusak lingkungan, seperti sedimentasi dan abrasi, diperparah oleh kurangnya pengelolaan efektif dari pemerintah (Dimaputri & Mujahidin, 2023).

Garis pantai mengalami perubahan setiap tahun akibat abrasi dan akresi yang dipicu oleh faktor alam serta aktivitas manusia. Abrasi dan akresi merupakan dua proses yang berlawanan namun saling terkait dalam perubahan bentuk dan struktur garis pantai. Abrasi merujuk pada proses pengikisan tanah atau batuan, sedangkan akresi adalah proses penambahan material atau sedimentasi (Atmojo dkk., 2021).

Perkembangan teknologi memudahkan mahasiswa dalam penelitian, memungkinkan mereka mendapatkan data akurat serta menghemat waktu dan biaya. Contoh kemajuan ini adalah citra satelit Sentinel-2, yang memiliki resolusi spasial dan temporal baik untuk memantau perubahan garis pantai. Diluncurkan dengan teknologi dari misi SPOT dan Landsat, Sentinel-2 adalah misi pencitraan resolusi tinggi yang mengorbit secara polar dan terdiri dari dua satelit, dengan peluncuran pertama pada 2013. Setiap satelit dilengkapi *Multi-Spectral Imager* (MSI) dengan cakupan 290 km dan 13 pita spektral, mencakup VNIR hingga SWIR, dengan resolusi bervariasi: 10, 20, dan 60 meter. Satelit S2 mengumpulkan data permukaan darat dan pesisir setiap lima hari tanpa awan, atau 15–30 hari dengan tutupan awan. Untuk mendukung GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), Sentinel-2 menghasilkan produk operasional (Level 2B/3) seperti peta tutupan lahan dan variabel geofisika, dengan target akurasi 10% (Verrelst dkk., 2012).

Penelitian untuk menentukan garis pantai menggunakan citra satelit Sentinel-2 dengan metode NDWI (*Normalized Difference Water Index*). Area dengan nilai NDWI lebih dari 0 dianggap sebagai badan air, sedangkan kurang dari 0 dianggap daratan. Citra satelit Sentinel-2 efektif dalam memantau perubahan garis pantai, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar bagi

pemerintah dalam pengelolaan kawasan pesisir, mitigasi bencana, serta perubahan abrasi dan akresi (Kurniadin & Fadlin, 2021).

Peningkatan pembangunan objek wisata di daerah pesisir Kelurahan Manggar dapat menyebabkan perubahan yang cepat dalam proses abrasi dan akresi, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait bagaimana perubahan garis pantai, abrasi, dan akresi di Kelurahan Manggar dari tahun 2016 hingga tahun 2024. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan data secara berkala setiap dua tahun mengenai dinamika perubahan garis pantai serta mengukur luas area yang terpengaruh oleh abrasi (pengikisan) dan akresi (penambahan sedimentasi) di pesisir Kelurahan Manggar selama periode 2016-2024. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah untuk pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan

2. METODE

2.1. Data dan Metode

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini memanfaatkan penginderaan jauh dengan menggunakan data citra Sentinel-2 dan mengikuti algoritma NDWI (*Normalized Difference Water Index*). Penelitian ini berfokus pada wilayah pesisir Kelurahan Manggar, Kecamatan Balikpapan Timur, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Proses penelitian berlangsung dari Januari hingga April 2025, mencakup persiapan alat dan bahan, pengumpulan serta pengolahan data, hingga penyusunan laporan hasil penelitian.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras berupa laptop HP dengan RAM 8 GB, serta perangkat lunak *ArcGIS* 10.8. Bahan utama penelitian adalah citra satelit Sentinel-2 dari tahun 2016, 2018, 2020, 2022, dan 2024, serta data batas administrasi Kelurahan Manggar.

Prosedur penelitian diawali dengan tahap persiapan, yaitu pengumpulan data citra satelit Sentinel-2 dan informasi batas administrasi Kelurahan Manggar untuk memastikan ketersediaan data yang akurat. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah dan lokasi penelitian untuk meminimalkan potensi kendala dalam pengambilan data. Tahap tinjauan pustaka dilakukan untuk mengumpulkan referensi terkait pantai, garis pantai, penginderaan jauh, citra Sentinel-2, *ArcGIS*, dan NDWI. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengunduh citra satelit Sentinel-2

dari situs resmi Copernicus, serta data batas administrasi dari lapakgis.com.

Pengolahan data dilakukan menggunakan *ArcGIS* melalui enam tahapan. Dimulai dengan pemotongan citra *clip* untuk fokus area studi, diikuti perhitungan NDWI menggunakan *raster calculator* (band 3 dan 8 Sentinel-2) untuk membedakan daratan dan perairan. Selanjutnya, pemisahan daratan dan perairan dilakukan dengan klasifikasi piksel (nilai NDWI > 0 untuk perairan, < 0 untuk daratan, 0 sebagai garis pantai), lalu data raster dikonversi menjadi poligon dan kemudian garis pantai. Tahap berikutnya adalah perhitungan panjang garis pantai, digitasi untuk mengidentifikasi poligon abrasi dan akresi, serta perhitungan luasnya. Hasil akhir disajikan dalam bentuk peta perubahan garis pantai di pesisir Kelurahan Manggar dari 2016-2024.

2.2. Algoritma NDWI (Normalized Difference Water Index)

NDWI adalah metode analisis citra satelit yang diciptakan oleh McFeeters (1996) untuk membedakan area perairan (sungai, danau, laut) dari daratan. Teknik ini memanfaatkan karakteristik spektral air dengan menggabungkan band hijau (Band 3) dan inframerah dekat (Band 8) dari citra Sentinel-2. Air memantulkan cahaya kuat pada spektrum hijau namun menyerapnya pada inframerah dekat. Berdasarkan algoritma NDWI, nilai di atas 0 mengindikasikan badan air, sedangkan nilai di bawah 0 menunjukkan daratan. Penerapan NDWI ini menghasilkan data garis pantai yang krusial untuk pemetaan perubahan garis pantai (Anggraini dkk., 2017).

Keterangan:

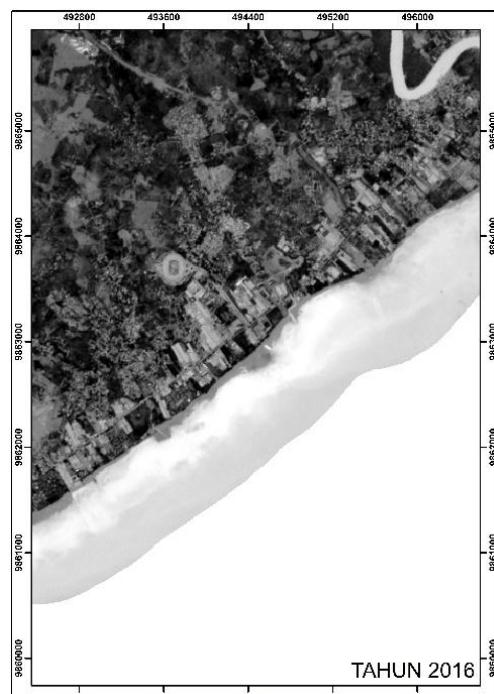
Green adalah reflectance hijau terdapat pada band 3 di citra satelit Sentinel-2 dan NIR adalah Reflectance Near Infra Red (Infra Merah Dekat) terdapat pada band 8 di citra satelit Sentinel-2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1. Hasil NDWI

Analisis citra Sentinel-2 menggunakan algoritma *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dalam perangkat lunak *ArcGIS* secara efektif membedakan antara badan air dan daratan. Seperti yang dijelaskan oleh McFeeters (1996) yang mengembangkan teknik ini, NDWI berfungsi untuk mengidentifikasi dan

memisahkan wilayah perairan dari objek non-perairan. Metode ini memanfaatkan kombinasi band hijau (Band 3) dan inframerah dekat (Band 8) dari citra Sentinel-2, didasarkan pada karakteristik spektral air yang memantulkan cahaya lebih tinggi pada spektrum hijau dan menyerap kuat pada inframerah dekat (Anggraini dkk., 2017). Hasil NDWI pada gambar 1 menunjukkan bahwa nilai antara 0 hingga 1 mengindikasikan badan air, sedangkan nilai antara 0 hingga -1 menunjukkan area daratan. Secara visual, area gelap pada peta NDWI merepresentasikan daratan (nilai negatif), sementara area terang menunjukkan badan air (nilai positif), memberikan gambaran distribusi yang akurat.

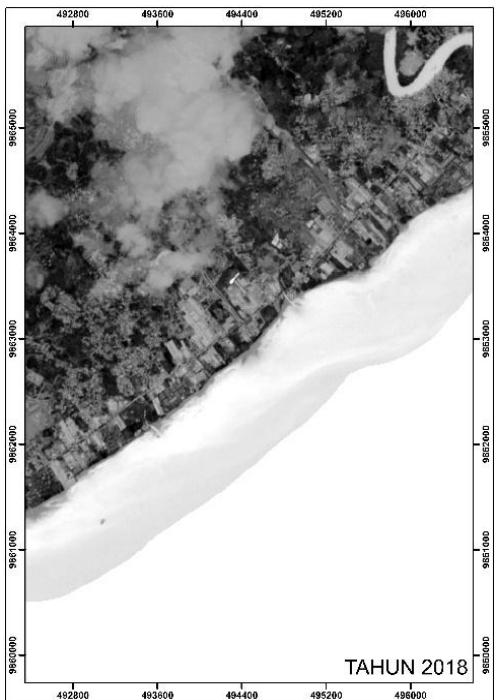


Gambar 1. Hasil NDWI 2016

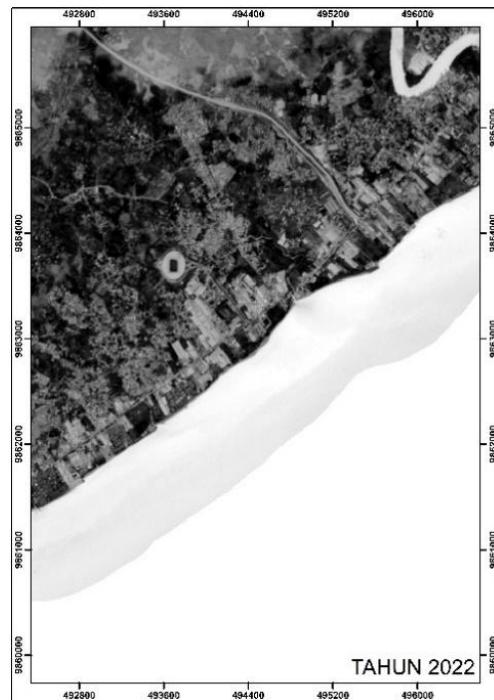
CONTACT Nia Kurniadin nia.kurniadin@politeknik.samarinda.ac.id

© 2025 The Author(s). Published by Tanesa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

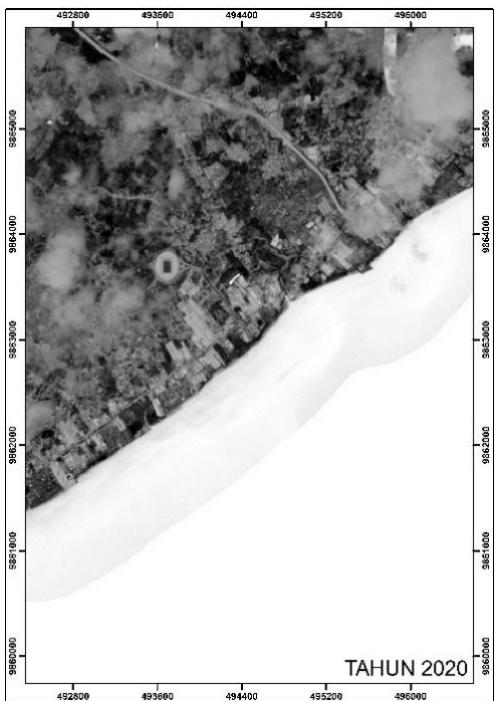
© 2023 The Author(s). Published by Tarsa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits, unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Gambar 2. Hasil NDWI 2018



Gambar 4. Hasil NDWI 2022



Gambar 3. Hasil NDWI 2020



Gambar 5. Hasil NDWI 2024

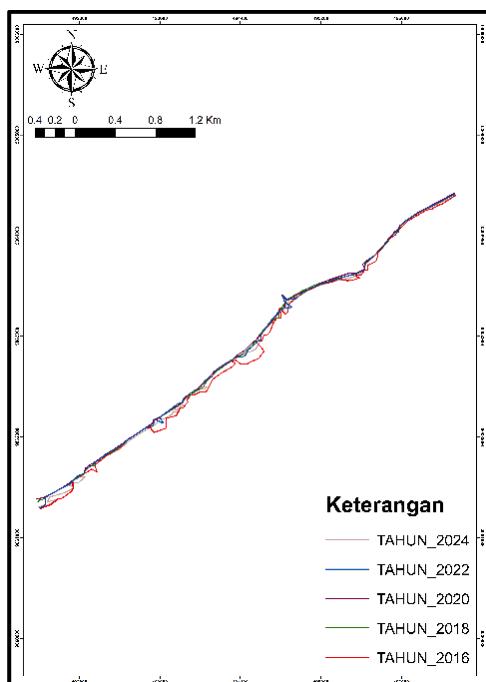
CONTACT Nia Kurniadin niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

© 2025 The Author(s). Published by Tanesa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

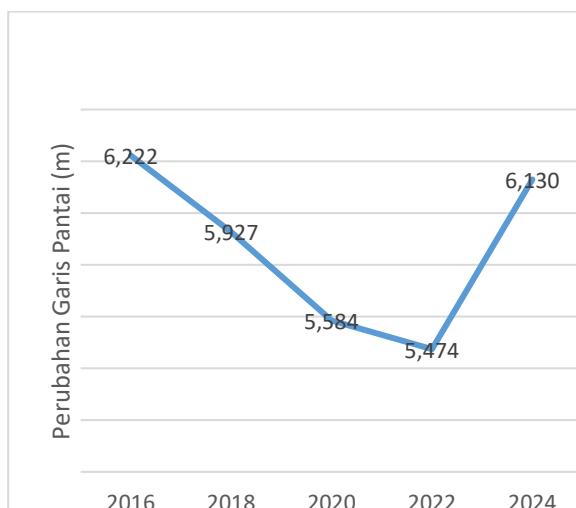
This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits, unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

3. 2. Garis Pantai

Garis pantai merupakan batas dinamis antara daratan dan laut yang terus mengalami perubahan signifikan dari waktu ke waktu, terutama akibat ketidakseimbangan antara proses abrasi (pengikisan) dan akresi (penambahan material). Perubahan garis pantai bersifat sangat dinamis dan berkelanjutan, dipengaruhi oleh berbagai faktor alami seperti pergerakan sedimen, arus laut, dan gelombang (Suniada, 2015). Gambar 6 dan 7 adalah perubahan garis pantai hasil analisis menggunakan algoritma NDWI pada software ArcGIS.



Gambar 6. Perubahan Garis Pantai

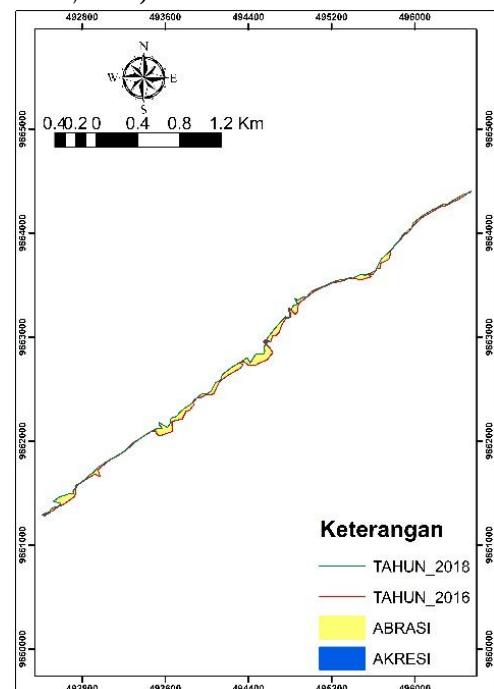


Gambar 7. Grafik Perubahan Garis Pantai

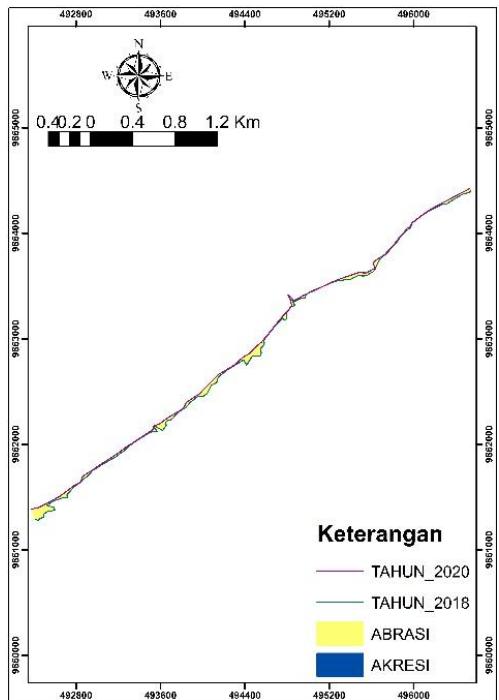
Penelitian terhadap pesisir Kelurahan Manggar dari tahun 2016 hingga 2024 menggunakan citra Sentinel-2 memberikan gambaran jelas mengenai dinamika tersebut. Melalui perhitungan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) untuk memisahkan daratan dan air, konversi data raster ke vektor, serta pengukuran panjang garis pantai dengan ArcGIS, ditemukan fluktuasi signifikan yang disebabkan oleh abrasi dan akresi. Pada Gambar 6 tercatat pengurangan panjang garis pantai sebesar 295 m (2016-2018), 343 m (2018-2020), dan 110 m (2020-2022). Meskipun demikian, terjadi penambahan sebesar 656 m pada periode 2022-2024. Secara keseluruhan, panjang garis pantai Kelurahan Manggar mengalami penurunan 92 m, dari 6.222 m pada 2016 menjadi 6.130 m pada 2024. Data ini menegaskan urgensi pemantauan berkelanjutan untuk pengelolaan pesisir yang efektif.

3. 3. Abrasi dan Akresi

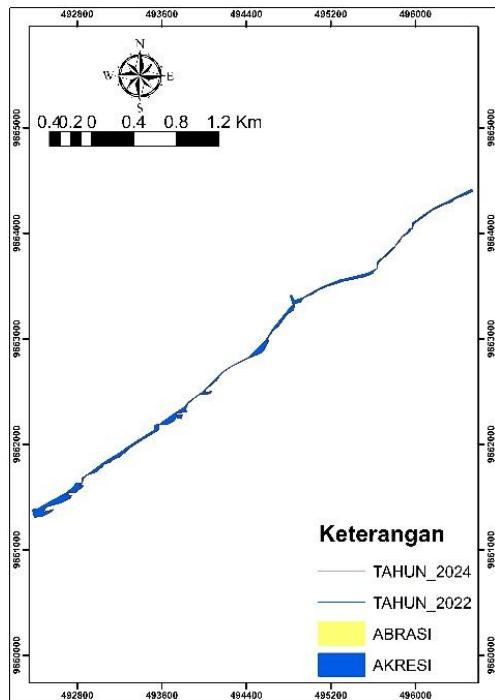
Menurut Kepala BNBP Nomor 07 Tahun 2012, abrasi adalah pengikisan pantai akibat gelombang dan arus laut, terutama di daerah tanpa perlindungan alami. Hal ini dapat mengancam ekosistem pesisir dan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk mengelola faktor-faktor penyebab abrasi (Oktarina & Alhadi, 2024). Akresi pantai adalah pergeseran garis pantai ke arah laut akibat penumpukan sedimen dari daratan atau sungai, yang dapat dipicu oleh limpasan air tawar dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai (Jabar dkk., 2024).



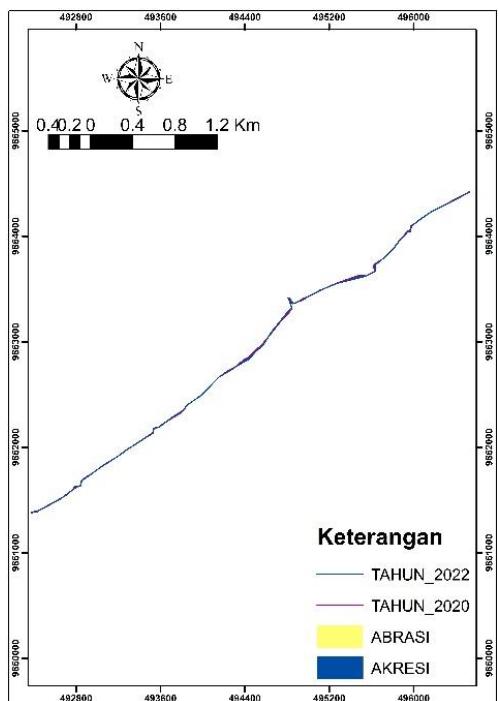
Gambar 8. Abrasi dan Akresi Tahun 2016-2018



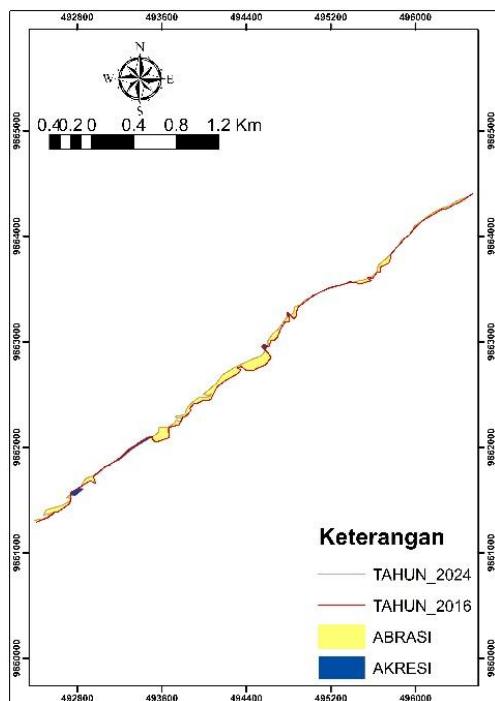
Gambar 9. Abrasi dan Akresi Tahun 2018-2020



Gambar 11. Abrasi dan Akresi Tahun 2022-2024

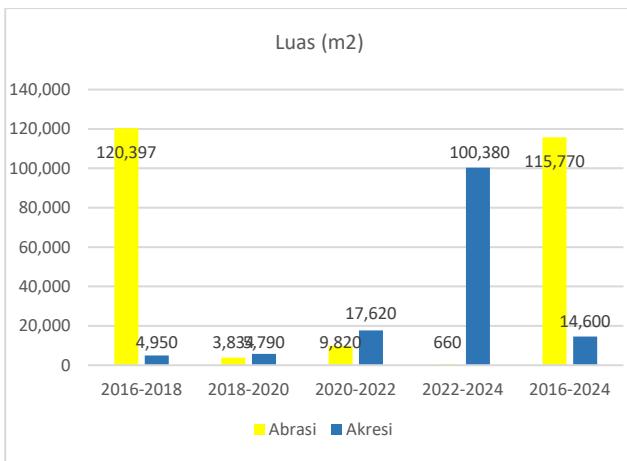


Gambar 10. Abrasi dan Akresi Tahun 2020-2022



Gambar 12. Abrasi dan Akresi Tahun 2016-2024

Gambar 8 sampai 12 adalah hasil abrasi dan akresi di pesisir Kelurahan Manggar dari 2016 hingga 2024 dianalisis menggunakan algoritma NDWI dan citra satelit Sentinel-2. Identifikasi dilakukan dengan tumpang susun dua garis pantai dari tahun berbeda, didigitasi untuk membuat poligon.



Gambar 13. Grafik Luas Abrasi dan Akresi

Gambar 13 menunjukkan grafik hasil abrasi dan akresi yang dihitung luasnya menggunakan tools *calculate geometry* di *software ArcGIS*. Grafik menunjukkan perbandingan nilai abrasi (garis kuning) dan akresi (garis biru) selama periode tersebut. Nilai abrasi mengalami penurunan signifikan antara 2016-2018, stabil dari 2018-2022, dan mempertahankan pola yang sama hingga 2024. Sebaliknya, akresi menunjukkan tren peningkatan signifikan antara 2020-2024, mencerminkan perubahan dalam dinamika penyerapan material. Grafik dibawah ini menggambarkan fluktuasi kondisi abrasi dan akresi yang dipengaruhi oleh arus, gelombang, reklamasi pantai, dan penggunaan lahan.

Tabel 1. Panjang Abrasi dan Akresi

NO	Tahun	Abrasi Terjauh	Abrasi Terdekat	Akresi Terjauh	Akresi Terdekat
1	2016-2018	137,7	0,5	34,6	0,9
	2018-2020	107,2	1,6	4,7	0,2
3	2020-2022	13,2	0,8	23	0,7
	2022-2024	10,3	0,8	81,9	0,5
5	2016-2024	127,5	1,5	45,3	9,9

Tabel 1 di atas menyajikan data mengenai perubahan abrasi maupun akresi, dalam rentang waktu 2016 hingga 2024. Data ini didapat melalui hasil dari identifikasi visual lalu menggunakan measuring di *software ArcGIS*, data di atas dibagi menjadi dua kategori: nilai "terjauh" yang kemungkinan merepresentasikan ukuran ekstrem atau terbesar dari perubahan tersebut, dan nilai "terdekat" yang mungkin mengindikasikan ukuran minimum atau rata-rata terdekat.

Secara umum, periode 2016-2018 dan 2018-2020 menunjukkan tingkat abrasi yang signifikan, dengan nilai tertinggi mencapai 137,7 dan 107,2 m untuk abrasi ekstrem. Namun, tren ini berbalik pada 2020-2022 dan 2022-2024, di mana abrasi ekstrem menurun tajam menjadi 13,2 dan 10,3 m. Sementara itu, nilai akresi ekstrem bervariasi, mencapai puncaknya pada 2022-2024 dengan 81,9 m. Sebagai rangkuman, baris terakhir tabel menyajikan total abrasi ekstrem kumulatif sebesar 127,5 m dan akresi ekstrem sebesar 45,3 m selama seluruh periode 2016-2024.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan, analisis garis pantai yang dilakukan dari tahun 2016 hingga 2024 dengan menggunakan algoritma NDWI menunjukkan adanya perubahan yang sangat signifikan. Pada tahun 2016, panjang garis pantai terpanjang yang terukur mencapai 6.222 m, yang setara dengan 6,2 km. Angka ini mencerminkan kondisi garis pantai pada saat itu. Di sisi lain, panjang garis pantai terpendek tercatat pada tahun 2022, yaitu 5.474 m atau 5,4 km. Selisih antara kedua panjang garis pantai tersebut mencapai 748 m, yang menunjukkan adanya perubahan yang cukup besar dalam rentang waktu tersebut. Perbedaan yang signifikan ini tidak dapat dipisahkan dari fenomena alam yang terjadi dengan tidak seimbang, yaitu abrasi dan akresi.

Proses abrasi dan akresi yang dianalisis menggunakan algoritma NDWI menunjukkan adanya perubahan yang signifikan. Identifikasi dilakukan melalui tumpang susun garis pantai dan digitasi untuk menghitung luas area yang terpengaruh. Hasil analisis menunjukkan bahwa abrasi terbesar terjadi pada periode 2016, dengan luas mencapai 120.397 m², sedangkan abrasi terkecil tercatat pada periode 2022 hingga 2024, dengan luas hanya 660 m². Di sisi lain, akresi terbesar terjadi pada periode 2022 hingga 2024, dengan luas mencapai 100.380 m², sementara akresi terkecil terjadi pada periode 2016 hingga 2018, dengan luas sebesar 3.834 m². Jarak abrasi terjauh tercatat pada periode 2016 hingga 2018, yaitu sejauh 137,7 m, sedangkan akresi terjauh terjadi pada periode 2022 hingga 2024, dengan jarak 81,9 m. Temuan ini mencerminkan adanya fluktuasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti arus, gelombang, reklamasi pantai, dan penggunaan lahan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para staf pengajar, administrasi, dan Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) di Program Studi D3 Teknologi Geomatika, yang telah memberikan dukungan dan bantuan yang sangat berharga selama proses penelitian ini. Tanpa dedikasi dan kerja keras mereka, pelaksanaan penelitian ini tidak akan berjalan dengan lancar. Kontribusi mereka dalam memberikan bimbingan, informasi, dan fasilitas yang diperlukan sangat membantu dalam mencapai tujuan penelitian ini. Saya sangat menghargai komitmen dan profesionalisme yang telah ditunjukkan oleh semua pihak yang terlibat.

6. REFERENSI

- Darmiati, Nurjaya, W. I. & Atmadipoera, S. A., 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, pp. 211-212.
- Dimaputri, M. A. & Mujahidin, 2023. Optimalisasi Kampung Siaga Bencana Dalam Mitigasi Bencana di Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Pemerintahan dan Keamanan Publik (JP dan KP)* Vol.5 No.2, pp. 139-139.
- Atmojo, T. A., Welly, T. K., Simbolon, K. & N, Z. A., 2021. Studi Perubahan Garis Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Journal of Science, Teknology, and Virtual Culture* Vol.1 NO.3, pp. 149-149.
- Verrelst , J. et al., 2012. Machine learning regression algorithms for biophysical parameter retrieval: Opportunities for Sentinel-2 and-3. *Remote Sensing of Environment*, pp. 127-128
- Kurniadin, N. & Fadlin, F., 2021. Analisis Perubahan Morfologi Garis Pantai Akibat Tsunami di Teluk Palu Menggunakan Data Citra Sentinel-2. *Journal of Geodesy and Geomatics*, pp. 241-241.
- Anggraini, N., Marpaung, S. & Hartuti, M., 2017. Analisis Perubahan Garis Pantai Ujung Pangkah Dengan Menggunakan Metode Edge Detection dan Normalized Difference Water Index. *Jurnal Penginderaan Jauh*, pp. 69-69.
- Suniada, I. K., 2015. Deteksi Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Jembrana Bali Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh.
- Jurnal Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, pp. 14-14.
- Oktarina, W. & Alhadi, Z., 2024. Peran Pemerintah Dalam Mitigasi Resiko Abrasi di Nagari Pilubang Kabupaten Padang Pariaman. *Journal of Public Administration Studies* , Volume 3, pp. 174-175.
- Jabar, F. A. et al., 2024. Optimalisasi Penggunaan Lahan Hasil Reklamasi Pantai yang Terdapat di Sekitar Wilayah Pantai Marina. *Jurnal Implementasi*, pp. 47-48.