

Abstract

Coastline changes are among the most pressing environmental issues in Indonesia, particularly on Java Island, where rapid urban development, land reclamation, and natural forces such as erosion and subsidence significantly alter coastal dynamics. This research aims to monitor and evaluate spatiotemporal changes along Java's coastline from 1990 to 2024, addressing the need for comprehensive data to support effective coastal planning and management. By analyzing these transformations, the study provides actionable insights into the relationship between coastal morphology and shoreline change, highlighting the vulnerability of different coastal segments.

The study employs the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) combined with Canny edge detection and Otsu thresholding within the Google Earth Engine (GEE) platform to extract shorelines from multi-temporal Landsat imagery from 1990 to 2024. The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) is used to calculate shoreline change metrics, including End Point Rate (EPR), Net Shoreline Movement (NSM), and Linear Regression Rate (LRR). For accuracy assessment, 400 validation points across four locations were used to compare the automated shoreline with indicative coastline data from the Topographical Map of Indonesia (RBI). A confusion matrix analysis was conducted to confirm the reliability of the automated method.

The analysis of eight Regions of Interest (ROIs) revealed distinct spatial differences: northern coastlines exhibited high abrasion with average change rates of up to -1.83 m/year, while southern coastlines showed more stable to accreting trends. The accuracy assessment yielded overall accuracies between 82% and 91%, confirming the method's reliability, especially in natural coastal environments. The results, visualized through classified transects (abrasion, stable, accretion), demonstrate the effectiveness of integrating remote sensing and cloud-based geospatial analysis for large-scale coastal monitoring. This study provides critical data that can inform sustainable coastal planning and management strategies in Indonesia.

Keywords: Shoreline Change, MNDWI, Google Earth Engine, DSAS, Canny Edge Detection, Coastline Mapping, Java Island.

Intisari

Perubahan garis pantai merupakan salah satu isu lingkungan paling mendesak di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, di mana pembangunan kota yang pesat, reklamasi lahan, dan kekuatan alam seperti erosi dan penurunan muka tanah secara signifikan mengubah dinamika pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk memantau dan mengevaluasi perubahan spasial-temporal di sepanjang garis pantai Jawa dari tahun 1990 hingga 2024, untuk memenuhi kebutuhan data yang komprehensif guna mendukung perencanaan dan pengelolaan pesisir yang efektif. Dengan menganalisis transformasi ini, penelitian ini memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti mengenai hubungan antara morfologi pesisir dan perubahan garis pantai, serta menyoroti kerentanan berbagai segmen pesisir.

Penelitian ini menggunakan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) yang dikombinasikan dengan deteksi tepi Canny dan *Otsu thresholding* di dalam platform *Google Earth Engine* (GEE) untuk mengekstraksi garis pantai dari citra Landsat multi-temporal dari tahun 1990 hingga 2024. *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) digunakan untuk menghitung metrik perubahan garis pantai, termasuk *End Point Rate* (EPR), *Net Shoreline Movement* (NSM), dan *Linear Regression Rate* (LRR). Untuk penilaian akurasi, 400 titik validasi di empat lokasi digunakan untuk membandingkan garis pantai otomatis dengan data garis pantai indikatif dari Peta Rupabumi Indonesia (RBI). Analisis matriks konfusi dilakukan untuk mengonfirmasi keandalan metode otomatis tersebut

Analisis terhadap delapan Wilayah Kajian (*Regions of Interest*) menunjukkan perbedaan spasial yang jelas dimana garis pantai di utara menunjukkan abrasi yang tinggi dengan laju perubahan rata-rata mencapai $-1,83$ m/tahun, sementara garis pantai selatan menunjukkan tren yang lebih stabil hingga mengalami akresi. Penilaian akurasi menghasilkan akurasi keseluruhan antara 82% dan 91%, yang mengonfirmasi akurasi metode ini, terutama di lingkungan pesisir alami. Hasil penelitian, yang divisualisasikan melalui transek terklasifikasi (abrasi, stabil, akresi), menunjukkan efektivitas integrasi penginderaan jauh dan analisis geospasial berbasis *cloud* untuk pemantauan pesisir skala besar. Penelitian ini menyediakan data penting yang dapat menjadi landasan bagi strategi perencanaan dan pengelolaan pesisir yang berkelanjutan di Indonesia

Kata Kunci: Perubahan Garis Pantai, MNDWI, Google Earth Engine, DSAS, *Canny Edge Detection*, Pemetaan Garis Pantai, Pulau Jawa.