

ABSTRAK

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang memiliki dinamika tinggi akibat interaksi antara proses oseanografi, geomorfologi, dan aktivitas manusia. Kabupaten Bantul sebagai wilayah pesisir selatan Daerah Istimewa Yogyakarta berbatasan langsung dengan Samudra Hindia sehingga rentan terhadap perubahan garis pantai berupa abrasi, akresi, dan kondisi stabil. Perubahan garis pantai yang tidak terpantau secara akurat dapat menimbulkan dampak lingkungan dan sosial ekonomi, sehingga diperlukan metode yang efektif untuk mengklasifikasikannya secara multitemporal.

Penelitian ini menganalisis kinerja algoritma *Random Forest* dalam mengklasifikasikan perubahan garis pantai menggunakan pendekatan terintegrasi *Threshold-based water masking* dan *Random Forest* pada citra Sentinel-2 Level-2A periode 2020-2025 yang diperoleh melalui *Google Earth Engine*. Tahapan penelitian meliputi *preprocessing* citra berupa *cloud masking* dan pembentukan komposit tahunan, perhitungan indeks air NDWI, MNDWI, dan AWEIsh pada 392 segmen pesisir, serta penerapan *Threshold-based water masking* berbasis ambang NDWI > 0 untuk mengekstraksi batas air-daratan dan menghitung perubahan luas area air. *Dataset training* menghasilkan 2.312 observasi berlabel valid yang terdiri atas 2.071 segmen stabil, 157 segmen akresi, dan 84 segmen abrasi. Ketidakseimbangan kelas diatasi menggunakan SMOTE, dan pembagian data dilakukan secara temporal dengan tahun 2020-2023 sebagai *data training* dan tahun 2024-2025 sebagai data uji, menggunakan 15 fitur spektral, temporal, dan statistik spasial sebagai input model.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mencapai akurasi 94,83%, *weighted F1-score* 0,9514, dan *macro F1-score* 0,8213. Validasi silang *GroupKFold* menghasilkan rata-rata akurasi $0,940 \pm 0,009$, yang menunjukkan kemampuan generalisasi model yang baik tanpa *overfitting* signifikan. Fitur paling berpengaruh adalah dNDWI, NDWI_seg_mean, dan dMNDWI. Dari 2.352 segmen, model memprediksi 90 segmen abrasi, 175 segmen akresi, dan 2.087 segmen stabil. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi *Threshold-based water masking* dan *Random Forest* efektif dalam mengklasifikasikan perubahan garis pantai pada wilayah pesisir dengan kondisi spektral yang kompleks berbasis citra satelit multitemporal.

Kata Kunci: Perubahan Garis Pantai, Sentinel-2, *Random Forest*, *Threshold-based water masking*, NDWI, Evaluasi Model.

ABSTRACT

Coastal areas are highly dynamic regions influenced by the interaction of oceanographic, geomorphological, and human activities. Bantul Regency, located along the southern coast of the Special Region of Yogyakarta and directly facing the Indian Ocean, is vulnerable to significant shoreline changes in the form of erosion, accretion, and stable conditions. Inaccurate monitoring of these changes may lead to environmental and socio-economic impacts, necessitating an effective multitemporal classification method.

This study analyzes the performance of the Random Forest algorithm in classifying shoreline changes using an integrated Threshold-based water masking and Random Forest approach on Sentinel-2 Level-2A imagery from 2020 to 2025 obtained through Google Earth Engine. The research stages include cloud masking and annual composite generation, calculation of NDWI, MNDWI, and AWEIsh water indices across 392 coastal segments, and Threshold-based water masking using an $NDWI > 0$ Threshold to extract the land-water boundary and calculate water area changes. The dataset yielded 2,312 valid labeled observations consisting of 2,071 stable, 157 accretion, and 84 erosion segments. Class imbalance was addressed using SMOTE, with a temporal split applying 2020-2023 data for training and 2024-2025 for testing, using 15 spectral, temporal, and spatial statistical features as model input.

The results show that the model achieved an accuracy of 94.83%, a weighted F1-score of 0.9514, and a macro F1-score of 0.8213. GroupKFold cross-validation yielded a mean accuracy of 0.940 ± 0.009 , confirming good generalization without significant overfitting. The most influential features were $dNDWI$, $NDWI_seg_mean$, and $dMNDWI$. Out of 2,352 segments, the model predicted 90 erosion, 175 accretion, and 2,087 stable segments. These findings demonstrate that the integration of Threshold-based water masking and Random Forest is effective in classifying shoreline changes in spectrally complex coastal areas using multitemporal satellite imagery.

Keywords: *Shoreline Change, Sentinel-2, Random Forest, Threshold-based water masking, NDWI, Model Evaluation.*