UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perbandingan Optimasi Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Threshold Indeks MNDWI dan Machine learning
Citra Landsat Multitemporal untuk Pemantauan Perubahan Garis Pantai pada Lahan Basah
Shofura Afanin Nuha, Dr. Nurul Khakhim, M.Si. ; Prof. Dr. Pramaditya Wicaksono, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Kawasan pesisir lahan basah memiliki tingkat morfodinamika yang sangat aktif mampu berubah dengan cepat. Penelitian ini bertujuan menguji akurasi ekstraksi garis pantai multitemporal (2005–2025) menggunakan metode *threshold* indeks spektral MNDWI dan algoritma *machine learning* RF dan CART, serta menganalisis laju pergerakan spasial jangka panjang menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) di Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik. Data utama yang digunakan meliputi citra satelit Landsat 7 ETM+ (2005), Landsat 8 OLI (2015 dan 2025), serta data elevasi DEM SRTM. Hasil penelitian menunjukkan di Kabupaten Sidoarjo, skenario terbaik dicapai oleh Skenario 5 (RF MNDWI DEM) dengan nilai Overall Accuracy (OA) 76% dan Kappa Coefficient 0.71. Integrasi data DEM SRTM terbukti sebagai pengaruh topografi penentu batas morfologi pantai pada kompleks pertambakan. Di Kabupaten Gresik, Skenario 6 (CART Murni) menghasilkan akurasi optimal dengan OA 66% dan Kappa 0.6, di mana indeks MNDWI dan DEM SRTM tidak mempengaruhi hasil garis pantai dan murni hasil dari klasifikasi *machine learning* CART dengan data input 6 kelas (Air laut, Lahan terbuka, Air sungai, Vegetasi, Tambak, dan Lahan Terbangun). Analisis DSAS mengonfirmasi perbedaan dinamika pesisir pada pesisir Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh akresi yang sama dan homogen akibat pergerakan sedimen muara Kali Porong (Lumpur Lapindo), mencatatkan rata-rata *Net Shoreline Movement* (NSM) sebesar 404 meter dan laju tahunan jangka panjang (*End Point Rate*/EPR) sebesar 20 meter/tahun dengan 81.25% transek mengalami penambahan daratan. Sama dengan pesisir Kabupaten Gresik memperlihatkan morfodinamika penambahan daratan secara natural maupun antropogenik yaitu sebagian besar wilayahnya dengan rata-rata NSM 274 meter (61.54% akresi dan 38.46% abrasi). Penambahan daratan *anthropogenic shoreline advance* (maju antropogenik akibat reklamasi) dengan nilai EPR sebanyak 136 meter/tahun (Transek 63) terkonsentrasi di zona reklamasi pelabuhan JIIPE. Namun, wilayah tanjung Ujungpangkah mengalami pengurangan daratan alami dari tahun 2005-2025 hingga 68 meter/tahun (Transek 21).

Kata Kunci: Garis Pantai, MNDWI, *Random Forest*, *CART*, DSAS

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perbandingan Optimasi Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Threshold Indeks MNDWI dan Machine learning
Citra Landsat Multitemporal untuk Pemantauan Perubahan Garis Pantai pada Lahan Basah
Shofura Afanin Nuha, Dr. Nurul Khakhim, M.Si. ; Prof. Dr. Pramaditya Wicaksono, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Coastal wetland areas exhibit highly active morphodynamics and are capable of changing rapidly. This study aims to test the accuracy of multitemporal (2005–2025) shoreline extraction using the MNDWI spectral index threshold method and the RF and CART machine learning algorithms, as well as to analyze long-term spatial movement rates using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method in Sidoarjo and Gresik Regencies. The primary data used included Landsat 7 ETM+ (2005) and Landsat 8 OLI (2015 and 2025) satellite imagery, as well as SRTM DEM elevation data. The results show that in Sidoarjo Regency, the best scenario was achieved by Scenario 5 (RF MNDWI DEM) with an Overall Accuracy (OA) of 76% and a Kappa Coefficient of 0.71. The integration of SRTM DEM data proved to be a key topographic factor determining the morphological boundaries of the shoreline within the aquaculture complex. In Gresik Regency, Scenario 6 (Pure CART) produced optimal accuracy with an OA of 66% and a Kappa of 0.6, where the MNDWI index and SRTM DEM did not influence the coastline results, which were purely the result of CART machine learning classification using 6-class input data (seawater, open land, river water, vegetation, fish ponds, and built-up land). The DSAS analysis confirms that the coastal dynamics along the Sidoarjo Regency coastline are dominated by uniform and homogeneous accretion resulting from sediment transport from the Porong River estuary (Lapindo Mudflow), recording an average Net Shoreline Movement (NSM) of 404 meters and a long-term annual rate (End Point Rate/EPR) of 20 meters/year, with 81.25% of the transects experiencing land accretion. Similarly, the coast of Gresik Regency exhibits land accretion dynamics resulting from both natural and anthropogenic processes, with most of the area showing an average NSM of 274 meters (61.54% accretion and 38.46% erosion). Land accretion anthropogenic shoreline advance with an EPR of 136 meters/year (Transect 63) is concentrated in the JIIPE port reclamation zone. However, the Ujungpangkah Cape area is experiencing natural land loss from 2005 to 2025 at a rate of up to 68 meters/year (Transect 21).

Keywords: Shoreline, MNDWI, *Random Forest*, CART, DSAS

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perbandingan Optimasi Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Threshold Indeks MNDWI dan Machine learning
Citra Landsat Multitemporal untuk Pemantauan Perubahan Garis Pantai pada Lahan Basah
Shofura Afanin Nuha, Dr. Nurul Khakhim, M.Si. ; Prof. Dr. Pramaditya Wicaksono, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Kawasan pesisir di lahan basah memiliki tingkat morfodinamika yang sangat aktif akibat pengaruh faktor hidrodinamika kelautan, sedimentasi sungai maupun dari antropogenik. Karakteristik areanya yang tidak jauh dari vegetasi mangrove dan area tambak intensif memicu terjadinya kendala *spectral confusion* pada citra satelit optic atau kesalahan citra dalam mengkelaskan objek. Penelitian ini bertujuan untuk menguji akurasi ekstraksi garis pantai multitemporal menggunakan metode threshold indeks spektral dan algoritma *machine learning*, serta menganalisis laju pergerakan spasial jangka panjang (periode 2005–2025) menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) di Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik. Data utama yang digunakan meliputi citra satelit Landsat 7 ETM+ (2005) dengan pemrosesan median reducer gap-fill, Landsat 8 OLI (2015 dan 2025), serta data elevasi *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM.

Tahapan ekstraksi batas air-darat diuji melalui delapan skenario. Pengujian performa model divalidasi menggunakan matrik konfusi berbasis 54 sampel lapangan yang diperoleh melalui metode stratified random sampling perwilayah lokasi penelitian yaitu 54 Kabupaten Gresik dan 54 titik sampel pada Kabupaten Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pesisir Kabupaten Sidoarjo, model terbaik dicapai oleh Skenario 5 (RF + MNDWI + DEM) dengan nilai *Overall Accuracy* (OA) sebesar 76% dan *Kappa Coefficient* sebesar 0,71. Integrasi data DEM SRTM terbukti krusial sebagai filter topografi penentu batas tanggul terluar untuk menekan kesalahan komisi akibat genangan rob musiman pada kompleks pertambakan. Pada pesisir Kabupaten Gresik yang sarat akan wilayah pelabuhan industri, Skenario 6 (CART Murni) menghasilkan akurasi optimal dengan OA sebesar 66% dan Kappa 0.6, di mana indeks MNDWI dan DEM SRTM tidak terlalu berpengaruh karena perbedaan morfologi dimana banyak area terbangun yang cukup dikelaskan dengan *machine learning* yang tidaksensitif terhadap keberagaman data karena pada Gresik memiliki morfologi pantai yang beragam yaitu lahan basah mangrove dan tambak, juga pantai berpasir, dan memili batas pesisir langsung dengan bangunan yang ada dalam pelabuhan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perbandingan Optimasi Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Threshold Indeks MNDWI dan Machine learning
Citra Landsat Multitemporal untuk Pemantauan Perubahan Garis Pantai pada Lahan Basah
Shofura Afanin Nuha, Dr. Nurul Khakhim, M.Si. ; Prof. Dr. Pramaditya Wicaksono, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Analisis laju perubahan garis pantai menggunakan DSAS v6.0.170 dengan pendekatan baseline *Offshore* mengonfirmasi dualisme dinamika pesisir yang kontras. Pesisir Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh fenomena penambahan daratan homogen berskala luas akibat suplai sedimen pekat sistem *fluviomarin* muara Kali Porong (Lumpur Lapindo sejak tahun 2006), mencatatkan rata-rata *Net Shoreline Movement* (NSM) sebesar 404 meter dan laju tahunan jangka panjang (*End Point Rate*/EPR) sebesar 20 meter/tahun dengan 81.25% transek mengalami penambahan daratan (contohnya pembentukan Pulau Lusi) berada di TransectID 33. Sebaliknya, pesisir Kabupaten Gresik memperlihatkan morfodinamika yang bervariasi secara spasial dengan rata-rata NSM 274 meter (61.54% akresi dan 38.46% abrasi). Penambahan daratan hingga 136 meter/tahun (Transek 63) terkonsentrasi di zona reklamasi pelabuhan JIIPE membuktikan adanya *anthropogenic shoreline advance* (maju antropogenik akibat reklamasi).. Namun, wilayah semenanjung Ujungpangkah mengalami laju pengurangan daratan mencapai 68 meter/tahun (Transek 21) dari tahun 2005 sampai 2025 akibat interupsi transpor sedimen susur pantai (*longshore current*). Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi algoritma ensemble *machine learning* dan data elevasi diperlukan untuk delineasi garis pantai yang presisi pada lingkungan lahan basah utara Jawa Timur dengan berbagai variabel yang dapat dijadikan sebagai analisis tambahan dan tidak menjustifikasi untuk membandingkan yang merupakan keputusan mutlak untuk mencari algoritma terbaik.