

ABSTRAK

Tumpahan minyak di laut merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang memberikan dampak serius terhadap kelestarian ekosistem perairan, rantai makanan laut, dan aktivitas sosial-ekonomi masyarakat pesisir. Minyak yang mencemari permukaan laut dapat mengganggu fotosintesis organisme laut, menyebabkan kematian biota seperti ikan dan burung laut, serta menimbulkan efek toksik jangka panjang. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem deteksi dini yang praktis dan efisien untuk membantu pemantauan serta respons cepat dalam penanganan tumpahan minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi tumpahan minyak berbasis citra satelit MODIS menggunakan metode *thresholding Otsu* yang tidak memerlukan pelatihan data, namun mampu memisahkan area minyak dari air laut secara otomatis berdasarkan distribusi histogram piksel.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan citra MODIS wilayah Teluk Meksiko pada 25 April 2010, bertepatan dengan kejadian tumpahan minyak Deepwater Horizon. Tahapan utama meliputi *preprocessing* (konversi RGB ke grayscale dan normalisasi 0–255), segmentasi citra menggunakan algoritma Otsu, hingga evaluasi hasil deteksi dengan membandingkan output segmentasi terhadap shapefile sebagai *ground truth*. Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dan antarmuka berbasis Tkinter. Fitur yang disediakan meliputi pemuatan citra, deteksi otomatis, visualisasi area tumpahan, perhitungan luas dan keliling area dalam berbagai satuan (m^2 , ha, km^2), serta identifikasi koordinat pusat area deteksi. Evaluasi dilakukan dengan menghitung precision, recall, dan F1-score.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode Otsu mampu mendeteksi tumpahan minyak secara cukup akurat meskipun tanpa dukungan data pelatihan. Sistem yang dikembangkan bersifat ringan dan dapat dijalankan secara lokal tanpa memerlukan infrastruktur komputasi tinggi. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan awal oleh instansi lingkungan maupun pihak terkait lainnya, terutama di daerah dengan keterbatasan data dan sumber daya. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut di bidang penginderaan jauh dan mitigasi bencana berbasis citra satelit.

Kata Kunci: tumpahan minyak, citra MODIS, *thresholding Otsu*, segmentasi citra, deteksi awal.

ABSTRACT

Oil spills in marine environments represent a significant source of environmental pollution with severe consequences for aquatic ecosystems, food chains, and the socio-economic well-being of coastal communities. Oil on the ocean surface can disrupt the photosynthesis of marine organisms, cause the death of fish and seabirds, and produce long-term toxic effects. Therefore, an efficient and practical early detection system is essential to support rapid response and minimize environmental damage. This study aims to develop an oil spill detection system based on MODIS satellite imagery using the Otsu thresholding method, which does not require any training data yet can automatically separate oil-covered areas from normal sea surface based on pixel intensity distribution.

The dataset used is MODIS imagery of the Gulf of Mexico captured on April 25, 2010, corresponding to the Deepwater Horizon oil spill. The process includes preprocessing (converting RGB to grayscale and pixel normalization to 0–255), image segmentation using the Otsu algorithm, and evaluation by comparing the segmentation result with shapefile ground truth data. The system is built using the Python programming language and features a GUI developed with Tkinter. It allows users to load imagery, run detection automatically, visualize detected oil areas, calculate area and perimeter in square meters, hectares, and square kilometers, and display the centroid coordinates. Evaluation is conducted using performance metrics such as precision, recall, and F1-score.

Test results indicate that the Otsu method can effectively detect oil spill areas without relying on training datasets. The system is lightweight and capable of running locally without high computational resources. This makes it suitable for environmental agencies or emergency response units, especially in data-scarce regions. Moreover, the research provides a foundation for further development in remote sensing applications and satellite-based disaster monitoring.

Keywords: *oil spill, MODIS imagery, Otsu thresholding, image segmentation, early detection.*