

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Hutan *mangrove* merupakan salah satu ekosistem wilayah pesisir yang memiliki peran penting dalam kelangsungan lingkungan sekitarnya. Namun, kawasan hutan *mangrove* di Indonesia mengalami penurunan luasan seiring berjalannya waktu. Melansir dari BBC News Indonesia, hampir 13.000 hektar *mangrove* hilang setiap tahunnya dalam 20 tahun terakhir (Lubis, 2023). Selain itu, data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) periode 2010 sampai 2020 menyatakan bahwa Indonesia telah kehilangan area *mangrove* hampir sekitar 200.000 hektar dengan kehilangan area *mangrove* tertinggi di tahun 2016 sebesar 60.000 hektar. Berdasarkan wawancara REPUBLIKA bersama dengan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung KLHK di tahun 2018, Terjadi kerusakan hutan *mangrove* seluas 1,81 juta hektar dan hanya 1,67 juta hektar hutan *mangrove* di Indonesia yang berada pada kondisi baik. Penyebab utama dari kerusakan tersebut adalah faktor manusia yang melakukan alih fungsi lahan menjadi kawasan non-hutan, seperti Pembangunan pemukiman, infrastruktur, perkebunan, dan area tambak.

Daerah Pantai Selatan, Kabupaten Malang menjadi salah satu wilayah yang mengalami kerusakan hutan *mangrove* di Indonesia. Kerusakan ini sudah terjadi sejak tahun 1998. Krisis moneter yang melanda Indonesia dan mempengaruhi perekonomian masyarakat mengakibatkan deforestasi hutan *mangrove* di Pantai Dusun Sendangbiru, Kecamatan Sumberwijing Wetan akibat dijadikan lahan pertanian dan tambak liar dalam skala besar. Hal ini mempengaruhi stabilitas ekosistem wilayah pesisir yang dampaknya masih berlanjut hingga di tahun-tahun berikutnya. Dampak paling parah terjadi di rentang tahun 2000 sampai 2004. Warga Sendangbiru mengalami paceklik ikan hingga Pemerintah Kabupaten Malang harus mengirim beras sebagai bantuan pangan (Imaduddin & Krisnadi, 2020). Melansir dari media Tempo (2013), 57% dari hutan *mangrove* di pesisir selatan mengalami kerusakan, yaitu seluas 195 hektar dari 344 hektar. Di tahun yang sama, profil Desa Tambakrejo Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang mengungkapkan bahwa daerah tersebut mengalami kerusakan

hutan *mangrove* seluas 190 hektar dari total 200 hektar. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan hutan *mangrove* di Pantai Selatan Kabupaten Malang sangat signifikan dan memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak. Kerusakan yang terjadi tidak hanya berdampak pada ekosistem pesisir, tetapi juga pada kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya alam tersebut.

Dalam mengatasi kerusakan ini, sudah terdapat upaya pemeliharaan dan rehabilitasi hutan *mangrove* melalui inisiatif masyarakat membentuk Lembaga Yayasan Bhakti Alam pada tahun 2014 sebagai upaya konservasi *mangrove* di Desa Tambakrejo. Lembaga tersebut dibentuk tidak hanya untuk konservasi hutan *mangrove* saja, tetapi juga untuk mengelola kawasan tersebut sebagai kawasan ekowisata, sehingga masyarakat dapat mandiri secara ekonomi melalui upaya konservasi ini (Imaduddien & Krisnadi, 2020). Meski sudah ada upaya pemeliharaan yang dilakukan, konservasi hutan *mangrove* masih diadakan di sebagian daerah dari Kabupaten Malang saja. Masih terdapat area hutan *mangrove* yang kondisinya belum diketahui di area Pantai Selatan.

Pemantauan yang efektif menjadi sangat penting untuk mendukung konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan hutan *mangrove* (Win & Sasaki, 2024). Metode tradisional berbasis lapangan memerlukan biaya dan waktu yang besar, sehingga pendekatan melalui penginderaan jauh muncul sebagai solusi pemantauan skala besar yang lebih efisien (Maurya dkk., 2021). Dengan memanfaatkan citra satelit dan teknologi *machine learning*, pemetaan distribusi *mangrove*, penilaian kerapatan vegetasi, serta deteksi perubahan kondisi fisiknya dapat dilakukan dengan lebih akurat (Dzulfigar dkk., 2024). Citra satelit mampu menyediakan data spektral yang kaya di berbagai *bands*, yang memungkinkan pengembangan dan penerapan berbagai indeks spektral (Tran dkk., 2022). Indeks-indeks tersebut digunakan untuk analisis dengan menyediakan informasi terperinci tentang kondisi dan dinamika ekosistem. Namun, tidak semua wilayah memiliki akses terhadap citra satelit yang lengkap akibat kurangnya data historis, cakupan yang terbatas, atau kualitas data yang kurang optimal. Keterbatasan ini dapat menghambat analisis yang lebih mendetail, sehingga diperlukan pendekatan alternatif untuk tetap melakukan pemantauan tutupan lahan secara efektif.

Dalam penelitian ini, analisis prediktif terhadap perubahan ekosistem hutan *mangrove* dilakukan menggunakan peta tutupan lahan yang telah tersegmentasi, mengingat keterbatasan akses terhadap citra satelit yang lebih rinci. Tidak seperti metode berbasis penginderaan jauh yang menggunakan spektrum elektromagnetik luas, data yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup nilai RGB, sehingga jumlah informasi yang dapat diekstraksi secara langsung menjadi lebih terbatas. Hal ini menjadi tantangan utama dalam pemodelan, karena informasi spektral tambahan seperti indeks vegetasi atau kedalaman spektral lainnya tidak tersedia dalam dataset yang digunakan.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian ini menerapkan teknik *feature engineering* sebagai solusi utama dalam meningkatkan kualitas representasi data. *Feature engineering* terbukti mampu memperkaya representasi data dan meningkatkan akurasi klasifikasi dengan melakukan ekstraksi terhadap fitur spasial maupun temporal (Zhai dkk., 2018). Fitur yang dilakukan rekayasa pada penelitian ini mencakup fitur piksel tetangga yang merepresentasikan fitur spasial dan fitur perubahan piksel yang merepresentasikan fitur temporal.

Untuk membangun model prediksi perubahan hutan *mangrove*, digunakan *Random Forest* sebagai algoritma klasifikasi utama. Beberapa penelitian telah melakukan klasifikasi perubahan tutupan lahan menggunakan metode *machine learning*, termasuk *Random Forest* yang telah terbukti lebih unggul dalam tugas klasifikasi tutupan lahan dibandingkan metode lain seperti *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Maximum Likelihood* (ML) (Chowdhury, 2024). *Random Forest* memiliki keunggulan dalam klasifikasi berbasis spektral yang mampu menangani data dengan fitur yang bervariasi serta menghasilkan prediksi yang lebih stabil (Ramírez dkk., 2023).

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana menentukan konfigurasi terbaik pada model dalam melakukan prediksi perubahan hutan *mangrove* berdasarkan data tutupan lahan yang telah tersegmentasi di Kabupaten Malang?
2. Bagaimana performa model secara keseluruhan dalam memprediksi perubahan hutan *mangrove*?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menentukan konfigurasi terbaik dari model yang digunakan dalam prediksi perubahan hutan *mangrove*, dengan mengeksplorasi berbagai parameter dan teknik optimasi untuk meningkatkan akurasi model.
2. Mengevaluasi performa model secara keseluruhan dalam memprediksi perubahan hutan *mangrove* serta menganalisis hasil model dengan performa terbaik.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari penelitian ini berdasarkan empat sudut pandang yaitu bagi mahasiswa, bagi Telkom University, bagi organisasi terkait, dan bagi keilmuan Sistem Informasi.

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan keterampilan dalam analisis data *time-series* dan pemodelan menggunakan algoritma *Random Forest* , serta memberikan pengalaman praktis dalam penerapan *machine learning* pada studi kasus nyata terkait analisis perubahan hutan *mangrove* di Pantai Selatan, Kabupaten Malang.
2. Bagi Telkom University, penelitian ini bermanfaat sebagai bahan ajar dan referensi bagi mahasiswa yang tertarik pada analisis data lingkungan serta berkontribusi dalam meningkatkan reputasi akademik melalui publikasi di tingkat nasional maupun internasional.

3. Bagi organisasi terkait, penelitian ini bermanfaat dalam mendukung perencanaan konservasi dan restorasi hutan *mangrove* yang lebih efektif serta sebagai dasar dalam perumusan kebijakan perlindungan dan pelestarian lingkungan berbasis data.
4. Bagi keilmuan Sistem Informasi, penelitian ini memberikan referensi tentang penerapan algoritma *Random Forest* dalam pengelolaan data lingkungan serta memperkaya studi kasus terkait pemanfaatan teknologi informasi dalam pemantauan ekosistem hutan *mangrove*.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Penelitian ini berfokus pada pengolahan dan analisis data tutupan lahan untuk memprediksi perubahan hutan *mangrove* di area pesisir Kabupaten Malang, dengan menggunakan data yang telah tersegmentasi. Data yang digunakan terbatas pada 16 titik pantai di wilayah tersebut dan hanya mencakup periode 2018 hingga 2023. Penelitian ini mengasumsikan bahwa data yang digunakan telah melalui proses segmentasi yang valid serta memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk mendukung pemodelan prediksi perubahan tutupan lahan.

I.6 Sistematika Laporan

1. Bab I Pendahuluan, menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, serta batasan dan asumsi tugas akhir. Selain itu, sistematika laporan disusun untuk memberikan gambaran mengenai alur penelitian
2. Bab II Landasan Teori, membahas berbagai literatur yang relevan untuk mendukung penelitian, penelitian terdahulu yang terkait dengan prediksi perubahan hutan *mangrove*, serta penjelasan metode atau kerangka kerja yang digunakan berdasarkan relevansinya dengan tujuan penelitian.
3. Bab III Metode Penyelesaian Masalah, menguraikan sistematika dalam menyelesaikan masalah yang mencakup pengembangan model konseptual, metode penyelesaian masalah, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, dan metode evaluasi.

4. Bab IV Penyelesaian Masalah, menjelaskan penerapan langkah-langkah penyelesaian masalah sesuai dengan metode yang telah dirancang pada Bab III Metode Penyelesaian Masalah.
5. Bab V Validasi, Analisis, Hasil, dan Implikasi, membahas hasil pengujian model melalui beberapa eksperimen untuk menemukan kombinasi konfigurasi terbaik, evaluasi dan analisis hasil, serta dampak hasil tugas akhir.
6. Bab VI Kesimpulan dan Saran, menjelaskan hasil temuan dari penelitian dan menjawab tujuan penelitian yang telah didefinisikan, serta saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.