

**TRANSFORMASI PEMANTAUAN MANGROVE : INOVASI APLIKASI BERBASIS  
TEKNOLOGI UNTUK EKOSISTEM MANGROVE  
(Transforming Mangrove Monitoring: Technology-Based Application Innovation for  
Mangrove Ecosystem)**

**Alna Maryamah Sukanti<sup>1\*</sup>, Raisa Nadia Bunga Satriya, Arif Kurniawan**

Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Ciracas No.38, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42116,  
Indonesia. Sistem Informasi Kelautan, Kampus Daerah Serang,

\*e-mail : [alnasan@upi.edu](mailto:alnasan@upi.edu)

**ABSTRACT**

The mangrove ecosystem plays an important role in maintaining the balance between coastal ecology and human life. However, this ecosystem is increasingly threatened by various problems such as environmental degradation, coastal development and climate change. The aim of this research is to develop innovative solutions using modern technology. In this research we introduce the MonMang Application, an application designed to monitor the health of mangrove ecosystems using satellite imagery and artificial intelligence. This application is also equipped with Automatic Mangrove Species Identification (AMSI) which allows users to identify types of Mangrove species quickly and accurately. Additionally, the Connected Mangrove concept, which involves the use of CCTV and solar energy sensors, is used for real-time environmental monitoring. This helps to understand the influence of environmental factors that affect mangroves. This research provides a strong foundation for ongoing efforts to protect mangrove forests and address the challenges they face. In an era that continues to develop, by working together, we can preserve mangrove forests for the benefit of future generations.

**Keywords:** Connected Mangroves, Mangrove, Sustainable Development Goals 14 (SDG 14), MonMang App Transformation

**ABSTRAK**

Ekosistem mangrove berperan penting dalam menjaga keseimbangan antara ekologi pesisir dan kehidupan manusia. Namun ekosistem ini semakin terancam oleh berbagai permasalahan seperti degradasi lingkungan, pembangunan pesisir dan perubahan iklim. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan solusi inovatif menggunakan teknologi modern. Dalam penelitian ini kami memperkenalkan Aplikasi MonMang, sebuah aplikasi yang dirancang untuk memantau kesehatan ekosistem mangrove menggunakan citra satelit dan kecerdasan buatan. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan Automatic Mangrove Species Identification (AMSI) yang memungkinkan pengguna mengidentifikasi jenis-jenis spesies Mangrove secara cepat dan akurat. Selain itu, konsep Connected Mangrove, yang melibatkan penggunaan CCTV dan sensor energi surya, digunakan untuk pemantauan lingkungan secara real-time. Hal ini membantu untuk memahami pengaruh faktor lingkungan yang mempengaruhi mangrove. Penelitian ini memberikan landasan yang kuat bagi upaya berkelanjutan untuk melindungi hutan mangrove dan mengatasi tantangan yang dihadapinya. Di era yang terus berkembang, dengan bekerja sama, kita dapat melestarikan hutan mangrove demi kepentingan generasi mendatang.

**Kata kunci:** Jaringan Mangrove, Mangrove, Tujuan Pembangunan Yang Berkelanjutan 14 (SDG14), Transformasi Aplikasi MonMang.

## PENDAHULUAN

Peran dan fungsi ekosistem hutan mangrove antara lain sebagai nutrien. Sebagai habitat berbagai organisme dan juga zona penyangga antara ekosistem darat dan ekosistem laut. Dari beberapa penelitian yang ditemukan pada mangrove proses pembusukan, penguraian atau penguraian limbah mangrove mampu menunjang kehidupan berbagai organisme perairan. Secara ekologis, mangrove mempunyai kemampuan untuk mengurangi bencana alam termasuk gelombang pasang, tsunami, angin topan dan dapat berperan sebagai penyaring berbagai jenis pencemaran baik dari laut maupun darat. Dikarenakan mangrove mempunyai banyak manfaat seperti sumber daya bagi masyarakat yang tinggal di sekitar mangrove dan dapat dikembangkan sebagai ekowisata yang sangat bermanfaat bagi pecinta alam, pendidikan dan penelitian sebagai tempat penelitian. (Dharmawan, 2017)

Sebagai ekosistem yang langka, hutan mangrove tidak tersebar di seluruh pantai. Hanya dua persen dari seluruh permukaan bumi. Negara Indonesia yang merupakan negara kepulauan merupakan pemeran utama dalam menjaga ekosistem mangrove terluas didunia. Hal ini dipengaruhi oleh adanya sungai-sungai besar yang mengalir langsung ke pantai atau laut di Indonesia yang menyebabkan negara Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Hutan bakau juga berperan penting dalam menyerap sisa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Indonesia memiliki lebih dari 3,4 juta hektar atau setara 20% didunia. Keunikan hutan mangrove ini terletak pada kemampuannya menyimpan secara aman hingga 4.000 ton CO<sub>2</sub> per hektar. Selain itu, Indonesia merupakan rumah bagi 40 dari 54 spesies mangrove yang ditemukan di seluruh dunia. (Hasrizart, 2023)

Hutan mangrove memiliki peran yang sangat penting dalam ekosistem pesisir (Ariawan *et al*, 2021). Selain berfungsi sebagai habitat bagi beragam organisme seperti udang, kepiting, ikan, burung, dan mamalia, hutan mangrove juga mendukung proses pemijahan biota laut. Secara ekonomis dan sosial, hutan mangrove menyediakan berbagai produk yang digunakan oleh masyarakat sekitar, seperti bahan konstruksi, kayu bakar, dan bahan makanan. Selain itu, hutan ini juga memiliki potensi pariwisata. Secara fisik, hutan mangrove memberikan perlindungan alamiah terhadap pantai dari dampak gelombang, angin kencang, dan badai laut, yang dapat membantu mencegah kerusakan. Semua peran ini mendukung pembangunan wilayah pesisir dan berkontribusi pada kelestarian lingkungan. (Fatthurohmah, 2013)

Kerusakan ekosistem mangrove diakibatkan oleh berbagai permasalahan baik dari dalam maupun dari luar, seperti overeksploitasi sumber daya, pembuang limbah, kurangnya pemahaman

dan kesadaran, kurangnya ketegasan dalam menegakan perlindungan pada mangrove, kebijakan lingkungan yang lemah, tanggung jawab sosial terhadap lingkungan (*Corporate Social Responsibility*), perubahan iklim, pemanasan global, pertambahan yang sangat intensif, pembangunan pesisir dan perubahan salintas dan arus laut.

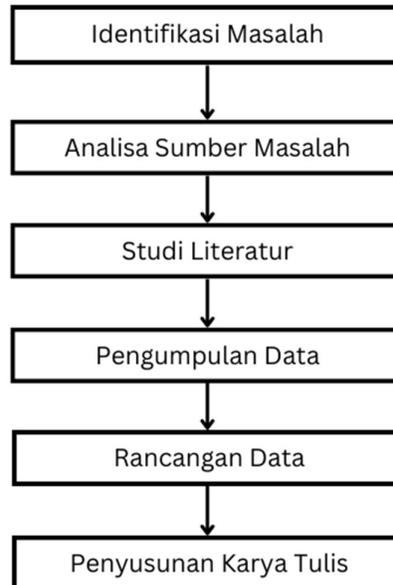
Berdasarkan permasalahan diatas ekosistem mangrove merupakan urgensi yang harus diselesaikan. Bila kondisi mangrove tetap terjaga, masyarakat pesisir akan mempunyai pilihan dalam memenuhi kebutuhan ekonomi di wilayah nya. Namun bila mangrove rusak maka tekanan antropogenik akan semakin tinggi dirasakan oleh ekosistem terumbu karang, sehingga perlu dilakukan upaya pengelolaan yang mencakup usaha pemantauan ekologi mangrove di suatu kawasan. (Dharmawan, 2017)

Dalam penelitian ini memiliki fokus tujuan yaitu inovasi aplikasi teknologi untuk mengembangkan fitur baru Dalam aplikasi MonMang. Dengan upaya sejalan dengan Global untuk mencapai *Sustainable Development Goals 14 live below water* yang menekankan pentingnya pelestarian kehidupan laut dan ekosistem pesisir termasuk mangrove. Dengan menggabungkan aplikasi MonMang, sebuah Aplikasi BRIN yang memiliki fitur *Automated Mangrove Species Identification* (AMSI) dengan memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) Penerapan konsep *Connected Mangroves* yang merupakan sebuah proyek reboisasi dari Ericsson sebuah perusahaan telekomunikasi yang sudah dilakukan di beberapa negara tetangga kami yaitu, Malaysia dan Filipina. Dengan menggunakan CCTV dan sensor tenaga surya untuk mendeteksi suhu tanah dan air sebagai tambahan yang berharga. Ini akan membantu dalam pemantauan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi mangrove secara lebih *real-time*. Dapat memberikan data yang akan menjadi dasar untuk pemantauan jangka panjang untuk ekosistem mangrove. Data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu dapat digunakan untuk menganalisis trend dan perubahan jangka panjang dalam ekosistem mangrove, serta untuk mengambil langkah-langkah proaktif dalam pelestarian ekosistem mangrove agar dapat membantu dalam perumusan kebijakan pelestarian dan tindakan yang lebih baik untuk melindungi ekosistem mangrove di masa depan.

Penelitian ini memiliki fokus yang kuat pada pelestarian ekosistem mangrove dengan memanfaatkan teknologi modern untuk mencapai tujuan tersebut. Dengan data yang lebih baik dan alat pemantauan yang efisien, penelitian ini berupaya untuk mencegah kerusakan ekosistem mangrove dan menjaganya agar tetap lestari. Metode studi literatur digunakan sebagai metode penelitian dalam studi ini, yang melibatkan analisis komprehensif dari berbagai sumber teks dan literatur yang relevan untuk menyusun pemahaman yang mendalam mengenai topik yang diteliti.

Hasil penelitian ini berupa aplikasi menggunakan teknologi citra satelit, pemetaan dan sensor khusus yang nantinya untuk mengumpulkan data tentang kondisi secara luas dan akurat. Dengan adanya teknologi ini akan lebih efisien dan efektif, untuk membantu menjaga ekosistem mangrove kedepannya supaya tidak terjadi kerusakan.

### METODE PENELITIAN



*Gambar 1, Alur Metode Penelitian*

#### 1. Identifikasi Masalah

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah. Disini akan menjelaskan dengan detail masalah atau tantangan yang ingin diatasi melalui inovasi aplikasi monitoring mangrove. Identifikasi masalah ini akan membantu merumuskan tujuan penelitian.

#### 2. Analisa Sumber Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah, peneliti akan melakukan analisis mendalam terhadap akar penyebab masalah tersebut. Ini mencakup mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah mangrove, seperti degradasi lingkungan, pembangunan pesisir, atau aktivitas manusia lainnya.

#### 3. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode studi literatur. Pendekatan ini

memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mengidentifikasi, dan menganalisis informasi dari berbagai sumber teks yang relevan. Melalui studi literatur, penelitian ini bertujuan untuk memahami konteks, teori, temuan sebelumnya, dan kerangka konseptual yang terkait dengan topik penelitian. Dengan demikian, metode studi literatur akan menjadi dasar yang kuat untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang topik tersebut.

#### 4. Pengumpulan Data

Setelah kerangka kerja dibangun, peneliti akan mengumpulkan data lapangan yang relevan. Ini bisa mencakup data fisik tentang kondisi mangrove, data spasial, dan data terkait lingkungan. Pengumpulan data ini akan memberikan dasar empiris untuk rancangan inovasi aplikasi.

#### 5. Rancangan Data

Berdasarkan data yang terkumpul, peneliti akan merancang struktur data yang akan digunakan dalam aplikasi monitoring mangrove. Ini mencakup pemilihan parameter yang akan dimonitor, metode pengukuran, dan format penyimpanan data.

#### 6. Penyusunan Karya Tulis

Langkah terakhir adalah penyusunan karya tulis, yang mungkin mencakup laporan penelitian atau paper ilmiah. Mendokumentasikan seluruh proses penelitian, temuan, dan rancangan inovasi aplikasi. Ini juga akan mencakup analisis data dan rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

Setelah menyelesaikan semua tahapan dalam penelitian ini, menciptakan inovasi aplikasi pemantauan mangrove yang berpotensi memberikan dampak positif pada pelestarian ekosistem mangrove. Semua langkah, mulai dari identifikasi masalah hingga rancangan data, telah membantu mereka memahami tantangan lingkungan pesisir dengan lebih baik. Keberhasilan proyek ini adalah hasil kolaborasi yang kuat antara berbagai pihak yang terlibat, menekankan pentingnya kerjasama dalam upaya pelestarian lingkungan pesisir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ilmiah tentang ekosistem mangrove di Indonesia masih sangat penting dalam upaya pelestarian. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan, masih banyak aspek penting yang perlu lebih dipahami. Kurangnya basis data yang komprehensif tentang mangrove di Indonesia membuat landasan untuk kebijakan pelestarian dan pengelolaan menjadi kurang kuat.

Dalam Aplikasi MonMang, sebuah Aplikasi BRIN yang menyediakan pemantauan mangrove dalam perangkat handphone. Aplikasi ini berfungsi untuk fungsi riset dan monitoring,

Versi 2.0 juga sudah dipasangkan *Automated Mangrove Species Identification* (AMSI), sebuah fitur yang memanfaatkan analisis *Artificial Intelligence* untuk proses identifikasi jenis mangrove. Pengguna cukup memfoto bagian mangrove dengan kamera pada fitur AMSI. (BRIN, 2021)

Berdasarkan hasil studi literatur yang sudah kami temukan, ada beberapa alat lagi selain penginderaan jauh untuk aplikasi pemantauan mangrove ini

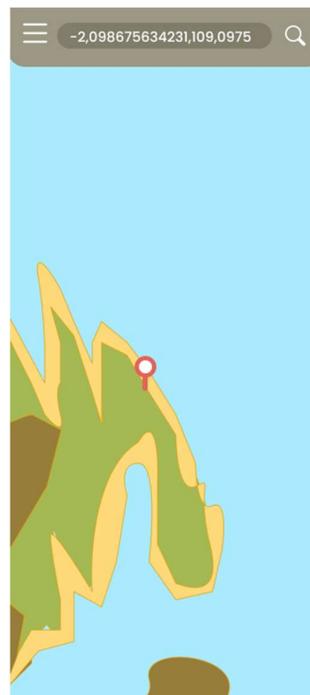
Menurut Maurya (2021) Salah satu teknik pemantauan vegetasi yang paling disukai, termasuk hutan bakau, adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Vegetasi indeks (VI) adalah metode yang banyak digunakan untuk memperkirakan variasi tutupan lahan di antara vegetasi yang berbeda. karena itu berguna untuk mangrove juga. Selanjutnya, spasial tinggi Citra resolusi dapat secara langsung menggambarkan vegetasi atribut.

*Connected Mangroves* merupakan sebuah proyek reboisasi dari Ericsson sebuah perusahaan telekomunikasi yang sudah dilakukan di beberapa negara tetangga kami yaitu, Malaysia dan Filipina. Dalam proyek *Connected Mangroves* di Filipina mereka sudah mengimplementasikan pemantauan mangrove yaitu dengan berupa sebuah CCTV dan Sensor untuk mendeteksi suhu tanah dan air. Alat tersebut bertenaga solar dan data-data tersebut akan ditampilkan kedalam perangkat yang telah mereka sediakan. (Ericsson, 2021) SDG 14 memiliki tujuan khusus yang mencakup perlindungan dan restorasi ekosistem laut, termasuk ekosistem mangrove. Penelitian ini berkontribusi terhadap tujuan tersebut dalam beberapa cara:

- Pemantauan dan konservasi ekosistem mangrove: Aplikasi MonMang yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan alat yang ampuh untuk memantau ekosistem mangrove. Dengan menggunakan kecerdasan buatan dan teknologi sensor, program ini membantu memantau, mengidentifikasi jenis mangrove, dan mengumpulkan data kondisi mangrove secara akurat dan efisien.
- Penggunaan Teknologi dalam Konservasi: Studi ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat digunakan secara efektif untuk melindungi ekosistem mangrove. Konsep *Connected Mangroves* yang menggunakan CCTV dan sensor surya juga mendukung pemantauan kondisi lingkungan mangrove secara real-time.
- Pengembangan Model dan Kebijakan: Informasi yang dikumpulkan dari studi ini dapat digunakan untuk mengembangkan model dan praktik konservasi yang lebih efektif untuk ekosistem mangrove. Hal ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 14, yang menyerukan pengembangan kebijakan untuk perlindungan ekosistem pesisir dan pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan.

- Kesadaran dan Edukasi: Penelitian ini juga meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya konservasi mangrove. Dengan menyediakan alat pemantauan yang mudah digunakan, dapat meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap ekosistem mangrove dan pentingnya menjaga kelestariannya. Secara keseluruhan, penelitian ini berkontribusi terhadap upaya global untuk mencapai SDG 14, dengan fokus pada perlindungan ekosistem mangrove. Ini menggabungkan teknologi, pemantauan dan konservasi untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, yang memberikan dampak positif terhadap ekosistem pesisir dan kehidupan laut di seluruh dunia.

Berdasarkan hasil studi yang sudah kami kumpulkan berikut merupakan rancangan yang kami sudah buat:



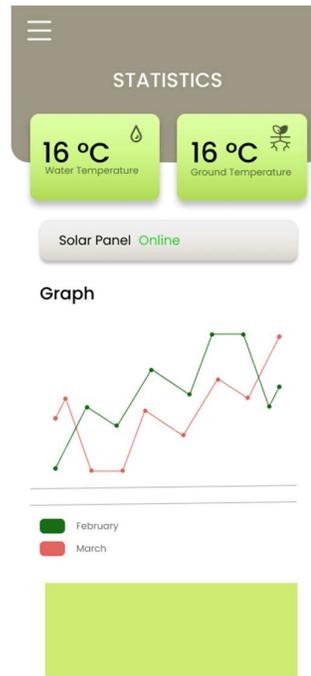
*Gambar 2, Ilustrasi Desain Inovasi MonMang dan Connected Mangrove*

Pada gambar 2 merupakan rancangan peta citra untuk aplikasi yang menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Dapat diketahui bahwa aplikasi MonMang sudah mempunyai fitur map ini. Dengan NDVI dapat menampilkan bagaimana densitas atau kepadatan vegetasi, mengukur kehijauan vegetasi dan menilai perubahan kesehatan tanaman.



Gambar 3, Ilustrasi Desain Inovasi MonMang dan Connected Mangrove

Pada gambar 3 merupakan tampilan CCTV yang sudah diimplementasikan untuk aplikasi ini. Karena MonMang sendiri sudah memiliki fitur *Automated Mangrove Species Identification* (AMSI) fitur CCTV ini akan menampilkan apa jenis mangrove yang sedang ditampilkan dengan klasifikasi dan deskripsi yang rinci untuk dibaca. Selain itu terdapat fitur status, fitur ini merupakan sebuah indikator untuk mangrove yang sedang dipantau menentukan apakah mangrove tersebut sedang dalam kondisi yang baik atau tidak. Dalam ilustrasi, dapat terlihat warna hijau yang memiliki arti bahwa status mangrove sedang sehat. Apabila kritis, status tersebut akan berubah menjadi merah dan kata *Healthy* akan terganti menjadi *Critical*. Dapat terlihat juga sebuah tanda panah di samping status yang akan tertuju ke tampilan gambar 4.



*Gambar 4, Ilustrasi Desain Inovasi MonMang dan Connected Mangrove*

Pada gambar 4 adalah tampilan data statistik yang menentukan warna status dalam tampilan ilustrasi sebelumnya. Data-data ini berupa suhu air dan suhu tanah. Dibawah juga menampilkan apakah solar panel yang digunakan terhubung atau tidak. Dibawah fitur solar, terdapat grafik yang memperlihatkan suhu air dan tanah dari hari-hari sebelumnya sehingga dapat menyimpulkan apakah mangrove yang sedang dipantau sehat atau tidak.

Penelitian ini optimis terhadap masa depan, mengingat inovasi teknologi akan terus menjadi jembatan utama konservasi ekosistem mangrove. Berikut beberapa tren dan prediksi utama meliputi:

- **Kemajuan Teknologi Pelacakan:** Penelitian ini hanyalah permulaan dari potensi teknologi pelacakan. Di masa depan kita dapat memperkirakan perkembangan teknologi yang lebih maju untuk pemantauan mangrove. Seperti teknologi satelit yang lebih canggih, dan perangkat IoT yang terintegrasi.
- **Penggunaan Big Data dan Analisis:** Data yang dikumpulkan oleh aplikasi MonMang dan konsep *Connected Mangroves* membentuk database besar. Kita dapat mengharapkan perkembangan lebih lanjut dalam analisis dan pemodelan big data untuk memahami tren ekosistem mangrove.

- Peran masyarakat: Memberdayakan masyarakat lokal untuk mengendalikan dan melindungi hutan bakau menjadi tren yang semakin penting. Keterlibatan masyarakat dalam pemantauan dan perlindungan merupakan langkah maju yang positif.

Kebijakan yang lebih ketat dan perlindungan yang lebih komprehensif diharapkan terjadi di masa depan. Penelitian kami tentang transformasi pemantauan mangrove melalui aplikasi MonMang dan konsep *Connected Mangroves* telah memberikan dampak yang signifikan terhadap pemantauan dan konservasi ekosistem mangrove. Kami telah mengidentifikasi beberapa kontribusi penting terhadap keberlanjutan dan perlindungan lingkungan:

- Pemantauan dan konservasi yang lebih baik: Aplikasi MonMang memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan efisien, sedangkan konsep *Connected Mangroves* mendukung pemantauan real-time yang lebih baik. terus mengembangkan konservasi mangrove. Teknologi seperti kecerdasan buatan dan sensor menjadi alat penting untuk pemantauan lingkungan.
- Tautan ke SDG 14: Penelitian ini berperan dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 14 (SDG 14) dengan fokus pada konservasi ekosistem mangrove.

Tren dan prediksi di masa depan: Tren yang teridentifikasi menunjukkan masa depan yang cerah bagi upaya konservasi mangrove, dengan fokus pada pengembangan teknologi, kerja sama, dan kesadaran masyarakat.

Kami berharap penelitian ini dapat menjadi batu loncatan bagi upaya lebih lanjut dalam melestarikan ekosistem mangrove yang sangat berharga ini. Dengan pemanfaatan teknologi yang cerdas dan kerja sama yang kuat, kita dapat menjaga kelestarian pohon mangrove untuk generasi mendatang.

## KESIMPULAN

Kajian ini memberikan gambaran jelas mengenai peran ekosistem mangrove terhadap ekologi pesisir dan kehidupan manusia. Mangrove memberikan banyak manfaat ekologi, ekonomi dan sosial, termasuk kemampuan untuk melakukan mitigasi bencana alam, menyediakan sumber daya bagi masyarakat lokal dan mendukung keanekaragaman hayati perairan. Sayangnya, ekosistem mangrove menghadapi berbagai ancaman seperti degradasi lingkungan, pembangunan pesisir yang tidak terkendali, dan perubahan iklim.

Untuk melestarikan ekosistem mangrove, penelitian ini memperkenalkan aplikasi teknologi melalui aplikasi MonMang dan konsep mangrove yang terhubung. Aplikasi MonMang menyediakan pemantauan kondisi mangrove yang efisien dan akurat, sementara Connected

Mangrove mengintegrasikan teknologi CCTV dan sensor surya untuk pemantauan lingkungan secara real-time. Kedua inovasi ini diharapkan dapat memberikan informasi berharga yang dapat digunakan untuk analisis, pemodelan, dan pengembangan kebijakan dalam konteks konservasi ekosistem mangrove.

Penelitian ini juga berkontribusi terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 14 (SDG 14), yang menekankan pentingnya melestarikan kehidupan laut dan ekosistem pesisir, termasuk hutan bakau. Melalui pemantauan dan perlindungan yang lebih baik, penggunaan teknologi canggih dan keterlibatan masyarakat lokal, penelitian ini menunjukkan bahwa langkah-langkah tersebut sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.

Ke depan, terdapat tren positif dalam perkembangan teknologi pemantauan, penggunaan big data, partisipasi masyarakat, dan kebijakan yang dapat membantu melestarikan ekosistem mangrove. Penelitian ini memberikan landasan yang kuat bagi upaya berkelanjutan untuk melindungi mangrove dan mengatasi tantangan yang dihadapi. Secara keseluruhan, penelitian ini optimis terhadap masa depan konservasi ekosistem mangrove, dan kami berharap inovasi teknologi dan kolaborasi pemangku kepentingan akan memungkinkan kita melestarikan mangrove demi kepentingan generasi mendatang. Di era yang terus berkembang, pelestarian ekosistem mangrove masih menjadi prioritas yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara alam dan kehidupan manusia.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik. Tak lupa pula penulis mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam di jalan yang telah diterangi oleh Allah SWT.

Karya tulis yang berjudul "**Transformasi Pemantauan Mangrove : Inovasi Aplikasi Berbasis Teknologi Untuk Ekosistem Mangrove**" Merupakan salah satu bentuk penugasan dalam penggabungan mata kuliah bidang kelautan dan sistem informasi. Terwujudnya karya tulis ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Ayang Armelita Rosalia, S.Pi., M.Si selaku dosen mata kuliah Aplikasi Matematika, Sains, Teknologi, Dan Rekayasa.
2. Pihak lainnya yang terlibat.

Penulis mengakui dengan tegas bahwa Jurnal ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis akan memohon maaf jika ada kesalahan dalam penulisan. Sehubungan dengan penyelesaian disertasi serupa di masa yang akan datang, kritik dan saran kami terima. Harapan terbaik untuk penulis; Semoga karya ini bermanfaat dan memberikan hasil yang positif bagi semua organisasi yang membutuhkannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, I., Rosalia, A. A., Anzani, L., Arifin, W. A., & Lukman, L. (2021). IDENTIFIKASI SPESIES MANGROVE MENGGUNAKAN ALGORITME RANDOM FOREST. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 2(2), 118-128.
- [BRIN] Badan Riset dan Inovasi Nasional. 2021. Fitur Baru MonMang v2.0, Teknologi Identifikasi Jenis Mangrove Indonesia. <https://brin.go.id/news/95517/fitur-baru-monmang-v2-0-teknologi-identifikasi-jenis-mangrove-indonesia> [Di akses pada tanggal 13 Oktober 2023]
- Dharmawan IWE. 2017. *Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia (edisi2)*. Bogor: PT Media Sains Nasional. 54hlm.
- Ericsson. 2021. Continuing the journey to protect the mangroves in the Philippines: AI solutions show promise in wildlife and site protection. <https://www.ericsson.com/en/blog/2021/11/ai-for-protecting-mangroves-site-protection> [Di akses pada tanggal 13 Oktober 2023]
- Fathurrohman S, Hati KB, Marjuki B. 2013. Budiarto A, Adrianto L, Kamal M. 2013. Aplikasi Pengindraan Jauh Untuk Pengelolaan Hutan Mangrove Sebagai Salah Satu Sumberdaya Wilayah Pesisir (Studi Kasus Di Delta Sungai Wulan Kabupaten Demak). *Seminar Nasional Pendayagunaan Informasi Geospasial Untuk Optimalisasi Otonomi Daerah*. 85-89
- Hasrizart I, Nasution AS, & Imran A. 2023. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Habitat Lebah Madu Hutan Bakau Desa Pasar Rawa Kec. Gebang Kab. Langkat. *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Al-Azhar Medan*. 3(2).186-191
- Maurya K, Mahajan S, Chaube N. 2021 Remote sensing techniques: mapping and monitoring of mangrove ecosystem—a review. *Complex & Intelligent Systems* (2021) 7:2797–2818