

EVALUASI KONSERVASI BERBASIS RFID DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO

Sefriani Wulandari^{1*}, Samadi²

¹Manajemen Lingkungan, Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta,
Komplek Universitas Negeri Jakarta Gedung M. Hatta Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur, Indonesia 13220

²Manajemen Lingkungan, Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta,
Komplek Universitas Negeri Jakarta Gedung M. Hatta Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur, Indonesia 13220

<p><i>Received</i> 29 January 2025</p> <p><i>Revised</i> 12 March 2025</p> <p><i>Accepted</i> 5 Juni 2025</p>	<p>Abstrak</p> <p>Penelitian ini mengevaluasi penerapan teknologi <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID) dalam pengelolaan konservasi di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango untuk mendukung keberlanjutan ekosistem dan mitigasi risiko lingkungan akibat aktivitas pendakian. Metode yang digunakan adalah <i>Systematic Literature Review</i> (SLR) berbasis PRISMA, dengan analisis deskriptif-kualitatif terhadap 10 artikel relevan mengenai <i>monitoring</i> pengunjung, pengelolaan sampah, dan pengawasan fauna menggunakan RFID dan sistem IoT. Hasil menunjukkan bahwa integrasi RFID, IoT, dan prototipe GPS/RF memungkinkan pemantauan pergerakan pengunjung dan satwa secara <i>real-time</i>, identifikasi risiko ekologis, serta pengaturan alur kunjungan sesuai sensitivitas zona konservasi. Strategi ini membentuk model konservasi digital adaptif, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan pengalaman wisata interaktif.</p>
<p><i>*Correspondence</i> Sefriani Wulandari Email: wulandarisefriani26@gmail.com</p>	<p>Kata kunci: RFID, konservasi digital, <i>monitoring</i> pengunjung, mitigasi risiko, ekosistem</p> <p>Abstract</p> <p><i>This study evaluates the implementation of Radio Frequency Identification (RFID) technology in conservation management at Gunung Gede Pangrango National Park to support ecosystem sustainability and mitigate environmental risks from hiking activities. The research employs a Systematic Literature Review (SLR) based on PRISMA, with descriptive-qualitative analysis of 10 relevant studies on visitor monitoring, waste management, and wildlife surveillance using RFID and IoT systems. Findings indicate that integrating RFID, IoT, and GPS/RF prototypes enables real-time tracking of visitors and wildlife, identification of ecological risks, and management of visitor flows according to conservation zone sensitivity. This approach establishes an adaptive, efficient, and sustainable digital conservation model while enhancing interactive tourist experiences.</i></p> <p>Keywords: RFID, digital conservation, visitor monitoring, risk mitigation, ecosystem</p>

PENDAHULUAN

Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) merupakan salah satu kawasan konservasi strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekologis tinggi serta berperan penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem pegunungan tropis. Kawasan ini tidak hanya berfungsi

sebagai habitat bagi berbagai flora dan fauna endemik, tetapi juga menjadi kawasan penyangga hidrologis yang mendukung ketersediaan air bagi masyarakat di wilayah hilir (Sawitri *et al.*, 2025). Selain fungsi ekologis, TNGGP juga memiliki nilai sosial, ekonomi, dan ilmiah melalui aktivitas konservasi,

penelitian, pendidikan lingkungan, dan pengembangan ekowisata berbasis alam (Dente *et al.*, 2025). Keberadaan kawasan ini menjadi sangat penting dalam mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam menjaga keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya alam dan pelestarian lingkungan untuk generasi mendatang.

Namun demikian, meningkatnya aktivitas manusia di kawasan konservasi, terutama kegiatan wisata pendakian, menimbulkan tekanan ekologis yang signifikan terhadap keberlanjutan ekosistem TNGGP. Intensitas kunjungan yang tinggi pada jalur pendakian Cibodas, Gunung Putri, dan Selabintana berpotensi menyebabkan berbagai risiko lingkungan, seperti erosi tanah, kerusakan vegetasi, akumulasi sampah anorganik, gangguan habitat satwa liar, serta penurunan kualitas sumber daya air (Molokáč *et al.*, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas wisata yang tidak dikelola secara optimal dapat memengaruhi stabilitas ekologis kawasan konservasi dan menurunkan daya dukung lingkungan secara berkelanjutan.

Permasalahan lain yang menjadi tantangan dalam pengelolaan konservasi di TNGGP adalah keterbatasan sistem *monitoring* dan pengawasan aktivitas pengunjung secara *real-time*. Sistem

pencatatan manual maupun pengawasan konvensional dinilai belum sepenuhnya efektif dalam mengendalikan jumlah pengunjung, memantau pergerakan pendaki, mengelola sampah bawaan, maupun mengidentifikasi potensi risiko lingkungan di setiap zona konservasi (Folgado *et al.*, 2024). Akibatnya, proses pengendalian dampak ekologis sering kali bersifat reaktif dan belum berbasis pada data yang terintegrasi. Padahal, pengelolaan kawasan konservasi modern membutuhkan pendekatan berbasis teknologi yang mampu meningkatkan efektivitas *monitoring*, pengawasan, dan pengambilan keputusan secara berkelanjutan (Tarate *et al.*, 2024).

Salah satu inovasi teknologi yang berpotensi mendukung pengelolaan konservasi adalah penggunaan *Radio Frequency Identification* (RFID). Teknologi RFID memungkinkan proses identifikasi, pelacakan, dan *monitoring* objek secara otomatis melalui gelombang radio tanpa kontak langsung (Duroc, 2022). Dalam hal manajemen lingkungan di kawasan konservasi, RFID dapat dimanfaatkan untuk mendukung sistem registrasi dan pelacakan pendaki, pengendalian kapasitas kunjungan, *monitoring* distribusi sampah, pengawasan akses zona konservasi, hingga pengumpulan data aktivitas pengunjung

secara lebih akurat dan efisien. Penerapan RFID juga berpotensi meningkatkan efektivitas mitigasi risiko lingkungan melalui penyediaan data yang *real-time* dan terintegrasi sehingga pengelola kawasan dapat melakukan tindakan preventif secara lebih cepat dan tepat (Yusoff *et al.*, 2021).

Pendekatan konservasi berbasis RFID sejalan dengan konsep *adaptive conservation management* dan prinsip *sustainability*, yaitu pengelolaan sumber daya alam yang menyeimbangkan aspek ekologis, sosial, dan teknologi untuk menjaga kelestarian ekosistem dalam jangka panjang. Melalui sistem *monitoring* yang lebih terukur, penerapan RFID dapat membantu pengelola kawasan dalam mengendalikan tekanan antropogenik, meminimalkan kerusakan lingkungan, serta meningkatkan efisiensi pengawasan kawasan konservasi (Lahoz-Monfort & Magrath, 2021). Selain itu, integrasi teknologi dalam pengelolaan taman nasional juga menjadi bagian dari transformasi konservasi digital yang saat ini mulai diterapkan di berbagai kawasan lindung dunia sebagai upaya meningkatkan efektivitas perlindungan keanekaragaman hayati.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan evaluasi terhadap penerapan konservasi berbasis RFID di TNGGP untuk

mengetahui sejauh mana teknologi tersebut mampu mendukung pengelolaan risiko lingkungan dan keberlanjutan ekosistem kawasan konservasi. Evaluasi ini penting dilakukan karena implementasi teknologi dalam kawasan konservasi tidak hanya harus mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga efektivitas ekologis, efisiensi operasional, serta dampaknya terhadap keberlanjutan lingkungan dan aktivitas masyarakat sekitar.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi penerapan teknologi RFID dalam mendukung pengelolaan konservasi di TNGGP, (2) mengidentifikasi risiko lingkungan yang muncul akibat aktivitas operasional dan wisata pendakian di kawasan konservasi, (3) menganalisis efektivitas RFID dalam *monitoring* dan mitigasi risiko lingkungan berdasarkan sensitivitas zona konservasi, serta (4) merumuskan strategi pengelolaan konservasi berbasis teknologi yang berorientasi pada keberlanjutan ekosistem. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem konservasi digital yang lebih efektif, adaptif, dan berkelanjutan, sekaligus menjadi model pengelolaan kawasan konservasi berbasis teknologi di Indonesia.

METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) untuk menghasilkan kajian yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi.

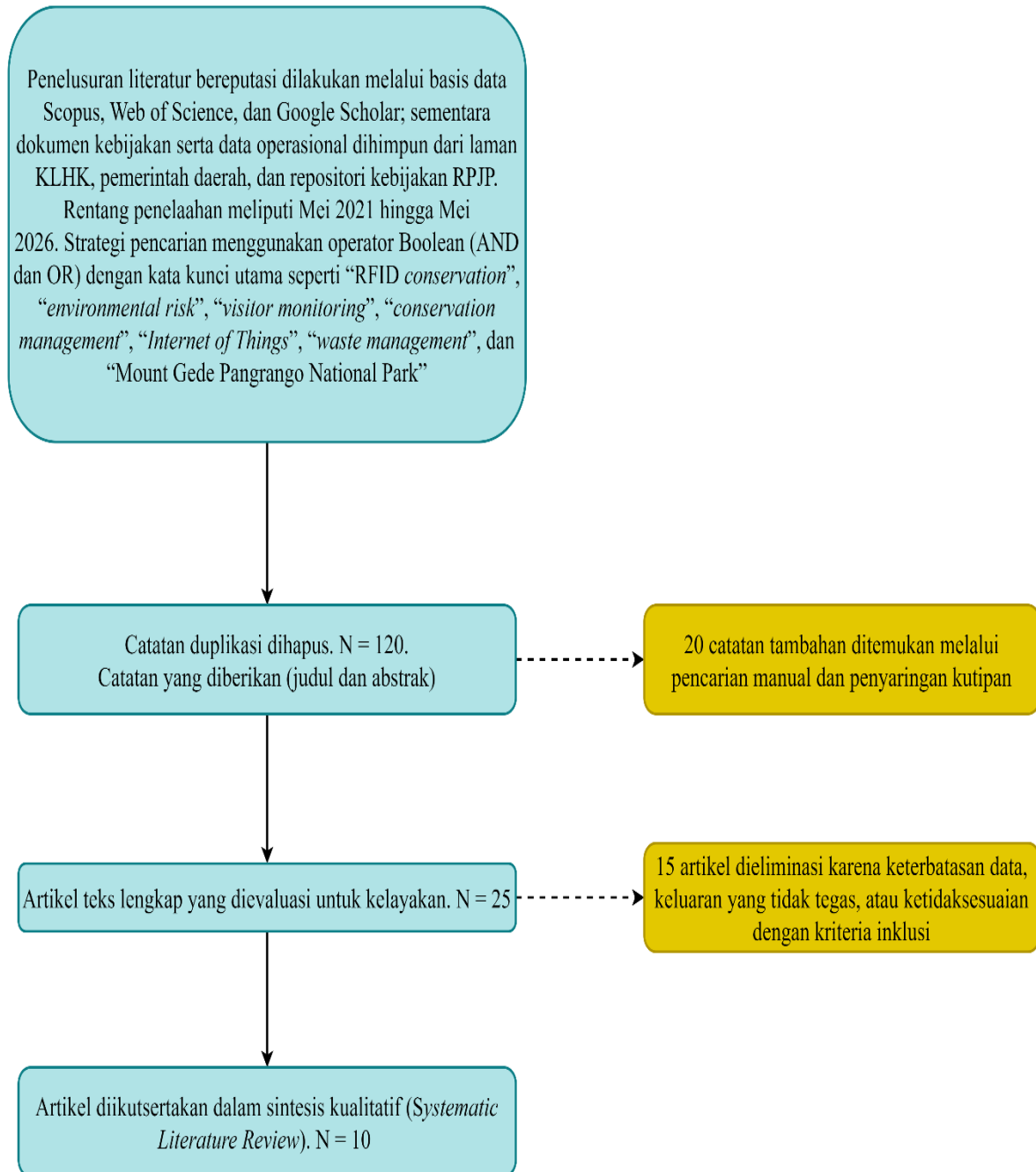
Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data bereputasi internasional, yaitu Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Data sekunder juga diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Balai Besar TNGGP, dan dokumen kebijakan konservasi terkait. Literatur dibatasi pada periode Mei 2021 hingga Mei 2026 guna memperoleh kajian mutakhir melalui *State of the Art* (STA) terkait RFID, konservasi digital, dan pengelolaan risiko lingkungan.

Strategi pencarian menggunakan operator Boolean (AND dan OR) dengan kata kunci utama seperti “RFID conservation”, “environmental risk”, “visitor monitoring”, “conservation management”, “Internet of Things”, “waste management”, dan “Mount Gede Pangrango National Park”. Tahapan seleksi mengikuti alur PRISMA yang meliputi identifikasi, *screening*, *eligibility*, dan inklusi. Sebanyak 120 artikel diperoleh

pada tahap awal, kemudian diseleksi berdasarkan relevansi judul dan abstrak. Hasil *screening* menghasilkan 25 artikel untuk *full-text review*, dan sebanyak 10 artikel akhir dipilih karena memenuhi kriteria penelitian.

Kriteria inklusi meliputi studi empiris yang membahas penerapan RFID, IoT, *monitoring digital*, serta mitigasi risiko lingkungan pada kawasan konservasi. Sementara itu, artikel *non-empiris*, *review article*, editorial, dan publikasi yang tidak relevan dengan konservasi berbasis teknologi dieliminasi dari penelitian.

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif menggunakan teknik *content analysis* untuk mengidentifikasi pola implementasi RFID, efektivitas teknologi, tantangan operasional, serta kontribusinya terhadap keberlanjutan ekosistem. Data kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa aspek utama, yaitu *monitoring* pengunjung, pengelolaan risiko lingkungan, pengendalian kapasitas kawasan, pengelolaan sampah, dan efektivitas konservasi berbasis teknologi. Seluruh proses seleksi literatur divisualisasikan melalui diagram alur PRISMA pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alur *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses* (PRISMA)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1. State of the Art (STA)

No	Judul Artikel & Nama Penulis	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil dan Sintesis Temuan
1.	<i>Implementing Technology-Based Visitor Counts in Park</i> (Read <i>et al.</i> , 2021).	<i>Journal of Park and Recreation Administration</i> , 39(1), 2021, 85-103, DOI: 10.18666/JPRA-2020-10502	Pendekatan studi kasus dan analisis komparatif terhadap sistem penghitungan pengunjung berbasis teknologi, termasuk evaluasi 3D <i>people counters</i> , dengan validasi terhadap penghitungan manual di lapangan.	3D <i>counters</i> menunjukkan akurasi tinggi (>97%), mengurangi beban staf, dan melindungi privasi pengunjung; teknologi RFID berpotensi diterapkan di lokasi konservasi dengan batas semi-porous.
2.	<i>Wildlife Monitoring Using Camera Trap At Gunung Celering Nature Reserve Jepara Regency Central Java</i> (Santoso & Aji, 2025).	<i>Indonesian Journal of Conservation</i> , 14(1), 36-44, DOI: 10.15294/jsi.v14i1.21450	Penelitian menggunakan kamera jebak di empat lokasi strategis selama 76 hari untuk merekam satwa, menghitung tingkat perjumpaan, dan menghitung indeks keanekaragaman Shannon-Wiener.	Kamera jebak mendokumentasikan 173 video satwa dari 14 spesies, termasuk satwa langka, menunjukkan metode ini efektif untuk konservasi dan <i>monitoring</i> aktivitas satwa.
3.	Pemetaan Perilaku Pengunjung terhadap Fasilitas Publik di Alun-Alun Taman Kota Pangkalan Balai (Ratna <i>et al.</i> , 2025).	<i>Jurnal Desiminasi Teknologi</i> , 13(2), 2025, 143-149	Penelitian menggunakan <i>mixed method</i> dengan observasi <i>non-partisipatif</i> , <i>behavioral mapping</i> , dan wawancara semi-terstruktur untuk menilai aktivitas, durasi, dan persepsi pengunjung terhadap fasilitas publik.	Aktivitas pengunjung tertinggi pada sore-malam di area bermain anak dan duduk tengah; perilaku dipengaruhi waktu, cuaca, dan fasilitas, relevan untuk perancangan ruang berbasis data RFID.
4.	Penerapan <i>Green Human Resources Management</i> (GHRM) melalui Pengelolaan Sumber Daya Manusia Berkelanjutan: Studi Bibliometrik dan <i>Literatur Review</i> (Juliana & Mokodompit, 2022).	<i>Al-Munazzam</i> , 4(2), 2022, 1-7	<i>Systematic Literature Review</i> (PRISMA) dan analisis bibliometrik dengan <i>VOS-Viewer</i> untuk menilai 45 artikel dari 2015-2024.	Implementasi GHRM meningkatkan efisiensi, perilaku ramah lingkungan, dan kinerja SDM; variabel mediasi seperti motivasi hijau dan keterlibatan kerja hijau memengaruhi hasil keberlanjutan.
5.	<i>Development and Validation of the Smart Tourism Experience Scale</i> (Lee & Jan, 2022).	<i>Sustainability</i> , 14(24), 2022, 16421, DOI: 10.3390/su142416421	Penelitian menggunakan <i>mixed method</i> untuk mengembangkan skala 29-item melalui literatur, focus group, Delphi fuzzy, dan survei lapangan dengan 2233 responden.	Skala <i>valid</i> mengukur pengalaman wisata cerdas pada destinasi berbasis alam; estetika, kemudahan, kesenangan, kepercayaan, dan pembelajaran meningkatkan kepuasan dan loyalitas wisatawan.

No	Judul Artikel & Nama Penulis	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil dan Sintesis Temuan
6.	<i>WildTrack: An IoT System for Tracking Passive-RFID Microchipped Wildlife for Ecology Research</i> (Ross et al., 2022).	<i>Automation</i> , 3(3), 2022, 426-438, DOI: 10.3390/automation3030022	Sistem IoT menggunakan 90 modul sensor dan antena RFID pasif untuk memantau hewan kecil (<20 g) secara otomatis di 30 ha <i>sanctuary</i> , data dikirim ke <i>cloud</i> .	WildTrack berhasil mendeteksi pergerakan hewan mikrochip, merekam lokasi dan interaksi secara <i>real-time</i> , meminimalkan tenaga kerja, dan dapat diskalakan untuk konservasi.
7.	<i>Internet of Things for Healthcare Monitoring Applications Based on RFID Clustering Scheme</i> (Abuelkhalil et al., 2021)	<i>Wireless Networks</i> , 27(5), 2021, 747-763, DOI: 10.1007/s11276-020-02482-1	Sistem IoT menggunakan node pintar dengan RFID dan sensor, membentuk <i>cluster</i> adaptif untuk mengirim data kesehatan secara <i>real-time</i> ke server pusat.	<i>Cluster</i> adaptif mengurangi <i>delay</i> dan inter-node interference, meningkatkan efisiensi energi, serta memastikan pengumpulan data berskala besar aman dan andal.
8.	Inovasi Monitoring Pendaki Menggunakan Internet of Things untuk Membantu Keselamatan dan Ketertiban Digunung: <i>Innovation in Monitoring Climbers Using the Internet of Things to Enhance Safety and Order on Mountains</i> (Perjalanan & Paputungan, 2025)	<i>Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science</i> , 5(2), 2025, 515-530, DOI: 10.57152/malcom.v5i2.1716	Sistem IoT berbasis GPS dan gelombang radio diuji di perkotaan dan jalur pendakian, memantau posisi pendaki <i>real-time</i> dan notifikasi bantuan.	Posisi pendaki terdeteksi hingga puncak gunung 5,9 km; cuaca, lembah, dan tebing memengaruhi transmisi; sistem memungkinkan respons darurat dan <i>monitoring</i> kontinu.
9.	Analisis Pengalaman Pengunjung dan Manajemen Risiko di Kawasan Wisata Pondok Halimum (Lutpiah, 2025)	<i>Bageur: Jurnal Ekonomi, Sosial, dan Pendidikan</i> , 1(2), 2025, 43-53, DOI: 10.61492/bageur.v1i2.414	Pendekatan <i>mixed method</i> menggabungkan kuesioner Likert pada 32 pengunjung dan wawancara semi-terstruktur pengelola, dianalisis kuantitatif dan kualitatif.	Manajemen risiko berpengaruh signifikan terhadap pengalaman pengunjung ($R^2=0,615$); SOP, fasilitas keselamatan, dan komunikasi risiko perlu diperkuat.
10.	Rancang Bangun Pencegah Perpencaran Rombongan Pendakian berbasis Mikrokontroler dengan GPS dan Komunikasi RF (Asshidiqqi et al., 2025)	<i>Culture Education and Technology Research</i> (CETERA), 2(2), 2025, 74-87	Prototipe berbasis mikrokontroler dengan GPS dan modul RF HC-12, dilengkapi tombol fungsi, OLED, buzzer, dan LED untuk <i>monitoring</i> jarak antar anggota rombongan.	Sistem mendeteksi jarak <i>real-time</i> , memberikan peringatan otomatis jika rombongan terpisah, serta memfasilitasi komunikasi pasif antar anggota, meningkatkan keselamatan dan koordinasi.

Sumber: Diolah oleh peneliti, 2026.

Pembahasan

Kemajuan teknologi berbasis sensor telah membuka peluang baru dalam *monitoring* pengunjung dan satwa di kawasan konservasi. Studi Read *et al.* (2021) menunjukkan bahwa 3D *people counters* dapat menghitung jumlah pengunjung dengan akurasi tinggi (>97%), mengurangi beban staf, dan menjaga privasi, sementara teknologi RFID menawarkan potensi pemantauan otomatis yang lebih luas di area semi-porous. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Santoso & Aji (2025) yang menggunakan kamera jebak untuk merekam 173 video satwa dari 14 spesies, termasuk satwa langka, serta menghitung indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Kombinasi metode ini menegaskan efektivitas pengumpulan data *real-time* yang akurat, aman, dan non-invasif, baik untuk pengunjung maupun fauna, sebagai fondasi pengelolaan konservasi berbasis bukti.

Selain pemantauan fauna, perilaku pengunjung juga menjadi indikator penting bagi manajemen *et* konservasi. Ratna *al.* (2025) menekankan bahwa aktivitas pengunjung dipengaruhi waktu, cuaca, dan fasilitas, yang memengaruhi penggunaan ruang dan potensi tekanan terhadap lingkungan. Data ini relevan untuk aplikasi RFID di Taman Nasional Gunung Gede

Pangrango, karena sistem dapat melacak jalur pergerakan dan durasi pengunjung di titik kritis, membantu pengelola mengatur arus kunjungan dan mengurangi dampak ekologis. Pendekatan oleh Juliana & Mokodompit, 2022 menambahkan dimensi keberlanjutan operasional, dengan peningkatan motivasi dan keterampilan petugas yang menggunakan teknologi untuk mendukung pengumpulan data secara konsisten dan akurat.

Pengalaman wisatawan juga menjadi faktor penting. Lee & Jan (2022) mengembangkan skala *Smart Tourism Experience* yang menunjukkan bahwa kemudahan, estetika, dan kepercayaan terhadap teknologi meningkatkan kepuasan dan loyalitas wisatawan. Integrasi RFID di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango tidak hanya memungkinkan pengawasan pergerakan pengunjung, tetapi juga menyediakan informasi interaktif berbasis lokasi yang memperkaya pengalaman wisata sekaligus menjaga ekosistem. Sistem IoT untuk pelacakan satwa mikrochip (Ross *et al.*, 2022) dan *cluster* adaptif pada *monitoring* kesehatan menegaskan efisiensi, keandalan, dan skalabilitas teknologi, yang memungkinkan pemantauan fauna dan pengunjung secara simultan, *real-time*, dan hemat tenaga kerja (Abuelkhail *et al.*, 2021).

Pemanfaatan IoT untuk *monitoring* pendaki menunjukkan kemampuan deteksi posisi hingga puncak gunung, memungkinkan respons darurat cepat dan kontrol jalur pendakian (Perjalanan & Papatungan, 2025). Lutpiah (2025) menegaskan bahwa manajemen risiko memengaruhi pengalaman pengunjung, sehingga data RFID dapat digunakan untuk mendeteksi situasi kritis secara cepat, memperkuat keselamatan pengunjung sekaligus menjaga integritas habitat. Prototipe pencegah perpencaran rombongan berbasis GPS dan RF oleh Asshidiqqi *et al.* 2025 menambah bukti bahwa teknologi *real-time* meningkatkan koordinasi kelompok, meminimalkan tekanan terhadap jalur sensitif, dan mendukung konservasi yang lebih efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: (1) penerapan teknologi RFID di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango efektif mendukung pengelolaan konservasi, dengan kemampuan memantau pergerakan pengunjung dan durasi kunjungan di titik kritis, serta memadukan data dari 173 video satwa 14 spesies yang direkam kamera jebak untuk mengawasi interaksi manusia-satwa secara *real-time*; (2) risiko

lingkungan akibat aktivitas pendakian, seperti kepadatan jalur dan potensi gangguan terhadap satwa langka, dapat diidentifikasi melalui *monitoring* sensor, waktu kunjungan, dan cuaca; (3) RFID dan sistem IoT terbukti efektif dalam mitigasi risiko sesuai sensitivitas zona konservasi, memungkinkan pengaturan alur kunjungan dan koordinasi rombongan secara *real-time* menggunakan prototipe GPS/RF; dan (4) strategi pengelolaan berbasis teknologi yang berkelanjutan, mencakup integrasi RFID, IoT, GPS/RF, serta pengalaman wisata interaktif yang meningkatkan kepuasan pengunjung, membentuk model konservasi digital adaptif, efisien, dan dapat direplikasi di kawasan lain, sekaligus mendukung pengelolaan berbasis bukti untuk keberlanjutan ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuelkhail, A., Baroudi, U., Raad, M., & Sheltami, T. (2021). *Internet of Things for Healthcare Monitoring Applications Based on RFID Clustering Scheme*. *Wireless Networks*, 27(1), 747-763. <https://doi.org/10.1007/s11276-020-02482-1>
- Asshidiqqi, A. H., Syahputra, H., & Wirawan, N. T. (2025). Rancang Bangun Pencegah Perpencaran Rombongan Pendakian berbasis Mikrokontroler dengan GPS dan Komunikasi RF. *Culture Education and Technology Research (CETERA)*, 2(2), 74-87.

- Dente, S. M. R., Pamungkas, A. S., Le, T. V., & Hashimoto, S. (2025). *Tourist Carrying Capacity for Sustainable Development of Gunung Gede Pangrango National Park Ecotourism. Tourism and Hospitality*, 6(5), 249. <https://doi.org/10.3390/tourhosp6050249>
- Duroc, Y. (2022). *From Identification to Sensing: RFID Is One of the Key Technologies in the IoT Field. Sensors*, 22(19), 7523. <https://doi.org/10.3390/s22197523>
- Folgado, F., Calderón, D., González, I., & Calderón, A. (2024). *Review of Industry 4.0 from the Perspective of Automation and Supervision Systems: Definitions, Architectures and Recent Trends. Electronics*, 13(4), 782. <https://doi.org/10.3390/electronics13040782>
- Juliana, N., & Mokodompit, E. A. (2022). Penerapan *Green Human Resources Management (GHRM)* melalui Pengelolaan Sumber Daya Manusia Berkelanjutan: Studi Bibliometrik dan Literatur Review. *Al Munazzam - Jurnal Manajemen Dakwah*, 4(2), 1-7.
- Lahoz-Monfort, J. J., & Magrath, M. J. L. (2021). *A Comprehensive Overview of Technologies for Species and Habitat Monitoring and Conservation. BioScience*, 71(10), 1038-1062. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab073>
- Lee, T.-H., & Jan, F.-H. (2022). *Development and Validation of the Smart Tourism Experience Scale. Sustainability*, 14(24), 16421. <https://doi.org/10.3390/su142416421>
- Lutpiah, D. (2025). Analisis Pengalaman Pengunjung dan Manajemen Risiko di Kawasan Wisata Pondok Halimum. *Bageur: Jurnal Ekonomi, Sosial, Dan Pendidikan*, 1(2), 43-53.
- Molokáč, M., Hlaváčová, J., Tometzová, D., & Liptáková, E. (2022). *The Preference Analysis for Hikers' Choice of Hiking Trail. Sustainability*, 14(11), 6795. <https://doi.org/10.3390/su14116795>
- Perjalanan, R., & Papatungan, I. V. (2025). Inovasi *Monitoring* Pendaki Menggunakan *Internet of Things* untuk Membantu Keselamatan dan Ketertiban Digunung: *Innovation in Monitoring Climbers Using the Internet of Things to Enhance Safety and Order on Mountains. MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(2), 515-530. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i2.1716>
- Ratna, A. M., Clara, H., & Budiarto, A. (2025). Pemetaan Perilaku Pengunjung terhadap Fasilitas Publik di Alun-Alun Taman Kota Pangkalan Balai. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 13(2), 143-149.
- Read, J. B., Daniels, M., & Harmon, L. (2021). *Implementing Technology-Based Visitor Counts in Parks: A Methodological Overview. Journal of Park and Recreation Administration*, 39(1), 85-103. <https://doi.org/10.18666/JPra-2020-10502>
- Ross, R., Anderson, B., Bienvenu, B., Scicluna, E. L., & Robert, K. A. (2022). *WildTrack: An IoT System for Tracking Passive-RFID Microchipped Wildlife for Ecology Research. Automation*, 3(3), 426-438. <https://doi.org/10.3390/automation3030022>

Santoso, B., & Aji, D. S. (2025). *Wildlife Monitoring Using Camera Trap at Gunung Celering Nature Reserve Jepara Regency Central Java. Indonesian Journal of Conservation, 14(1), 36-44.*

Sawitri, R., Heriyanto, N. M., Dharmawan, I. W. S., Kwatrina, R. T., Gunawan, H., Garsetiasih, R., Takandjandji, M., Rianti, A., Sihombing, V. S., Mindawati, N., Pratiwi, Kalima, T., Marsandi, F., Wardani, M., Denny, & Dodo. (2025). *Ecological Dynamics of Forest Stands with *Castanopsis Argentea* (Blume) A.D.C. in a Mountain Ecosystem: Vegetation Structure, Diversity, and Carbon Stock Under Tourism Pressure. Land, 14(6), 1187. <https://doi.org/10.3390/land14061187>*

Tarate, S. B., Patel, N. R., Danodia, A., Pokhariyal, S., & Parida, B. R. (2024). *Geospatial Technology for Sustainable Agricultural Water Management in India - A Systematic Review. Geomatics, 4(2), 91-123. <https://doi.org/10.3390/geomatics4020006>*

Yusoff, Z. Y. M., Ishak, M. K., & Alezabi, K. A. (2021). *The Role of RFID in Green IoT: A Survey on Technologies, Challenges and a Way Forward. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 6(1), 17-35. <https://doi.org/10.25046/aj060103>*