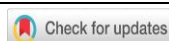


# RANCANG BANGUN SISTEM SMART ECO-TOURISM BERBASIS VIRTUAL REALITY UNTUK MENDUKUNG PARIWISATA BERKELANJUTAN DI KABUPATEN AGAM, SUMATERA BARAT

Indra Yones<sup>1</sup>, Titi Sriwahyuni<sup>2</sup>, Yeka Hendriyani<sup>3</sup>, Jusmardi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Universitas Negeri Padang, Indonesia

Email: [indrayones912@gmail.com](mailto:indrayones912@gmail.com)



DOI: <https://doi.org/10.34125/jkps.v11i1.1899>

## Sections Info

### Article history:

Submitted: 13 January 2026

Final Revised: 24 January 2026

Accepted: 10 February 2026

Published: 25 February 2026

### Keywords:

Smart Eco-Tourism

Virtual Reality

Maninjau Lake

Sustainable Tourism



## ABSTRAK

*Sustainable tourism has become an important approach in managing tourist destinations that prioritize environmental preservation and community welfare. The Maninjau Lake area in Agam Regency, West Sumatra, has significant natural tourism potential but still faces limitations in digital promotion media and tourist understanding of eco-tourism concepts. This study aims to design and develop a Smart Eco-Tourism system based on Virtual Reality as a promotional and educational media for sustainable tourism. This research uses the Prototype method which allows system development to be carried out iteratively and focuses on user needs. The system development process includes requirement analysis, prototype design, implementation, and system testing. The developed system is capable of presenting interactive 3D tourism maps and virtual exploration experiences of Maninjau Lake tourist destinations. Functional and usability testing results indicate that the system works properly and is easy to use by users. The integration of Virtual Reality technology into Smart Eco-Tourism systems provides an interactive digital tourism promotion model while supporting environmental awareness and sustainable tourism education.*

## ABSTRAK

*Pariwisata berkelanjutan menjadi pendekatan penting dalam pengelolaan destinasi wisata yang berorientasi pada pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Kawasan Danau Maninjau, Kabupaten Agam, Sumatera Barat memiliki potensi wisata yang besar, namun masih menghadapi keterbatasan media promosi digital dan rendahnya pemahaman wisatawan terhadap konsep eco-tourism. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Smart Eco-Tourism berbasis Virtual Reality sebagai media promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan metode Prototype yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara iteratif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan prototipe, implementasi sistem, serta pengujian sistem. Sistem yang dikembangkan mampu menampilkan visualisasi peta wisata 3D dan pengalaman eksplorasi virtual destinasi wisata Danau Maninjau. Berdasarkan pengujian fungsionalitas dan usability, sistem dinilai berjalan dengan baik dan mudah digunakan oleh pengguna. Integrasi teknologi Virtual Reality dalam sistem Smart Eco-Tourism memberikan model promosi pariwisata digital yang interaktif sekaligus mendukung edukasi wisata berkelanjutan.*

**Kata kunci:** Kata Smart Eco-Tourism, Virtual Reality, Pariwisata Berkelanjutan, Danau Maninjau

## PENDAHULUAN

Danau Maninjau merupakan salah satu destinasi wisata alam unggulan di Sumatera Barat yang memiliki nilai ekologis, budaya, dan ekonomi yang signifikan. Panorama danau yang dikelilingi perbukitan serta bentang alam vulkanik menjadikan kawasan ini memiliki daya tarik visual yang khas. Selain potensi alam, Danau Maninjau juga memiliki kekayaan budaya Minangkabau yang masih lestari dan terintegrasi dalam kehidupan masyarakat sekitar. Aktivitas sosial, tradisi lokal, serta kearifan budaya menjadi elemen pendukung yang memperkuat identitas destinasi sebagai kawasan wisata berbasis alam dan budaya. Keberadaan Danau Maninjau turut memberikan kontribusi terhadap perekonomian masyarakat melalui sektor pariwisata, perikanan, dan usaha mikro lokal. Namun demikian, potensi tersebut belum sepenuhnya dikelola secara optimal dan berkelanjutan serta menghadapi tantangan lingkungan yang semakin kompleks (Indonesia, 2023).

Tekanan aktivitas manusia, khususnya pariwisata massal dan kegiatan ekonomi yang tidak terkendali, telah menyebabkan penurunan kualitas lingkungan Danau Maninjau. Pencemaran air akibat limbah rumah tangga dan aktivitas keramba jaring apung menjadi permasalahan utama yang berdampak pada ekosistem danau. Selain itu, proses sedimentasi yang berlangsung secara berkelanjutan turut mempercepat degradasi kualitas perairan. Kondisi tersebut diperparah dengan meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan tanpa pengelolaan berbasis daya dukung lingkungan yang memadai. Jika kondisi ini tidak diantisipasi, degradasi lingkungan berpotensi menurunkan daya tarik wisata Danau Maninjau dalam jangka panjang sehingga diperlukan pendekatan inovatif yang mampu menyeimbangkan promosi wisata dengan pelestarian lingkungan (Indonesia, 2023).

Pengembangan pariwisata berkelanjutan di daerah pedesaan menjadi salah satu strategi pemulihan ekonomi pasca pandemi COVID-19. Penelitian menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur, penguatan investasi swasta, tata kelola berbasis komunitas, serta pemanfaatan teknologi informasi menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan pariwisata pedesaan (Ariyani & Fauzi, 2023). Selain itu, keterlibatan masyarakat lokal, diversifikasi pendapatan, serta pelestarian keanekaragaman hayati merupakan faktor strategis dalam pengembangan pariwisata berkelanjutan (Saputro et al., 2023). Pendekatan serupa juga relevan pada pengembangan wisata berbasis perairan yang menekankan pentingnya kolaborasi pemangku kepentingan, aksesibilitas, serta dukungan insentif ekonomi untuk menjaga kesinambungan destinasi wisata (Ariyani & Fauzi, 2024). Dari sisi kebijakan, dukungan institusional dan regulasi berperan penting dalam menciptakan pariwisata yang tidak hanya menarik wisatawan tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan dan memberdayakan masyarakat lokal (Ramadhani & Rafee, 2024). Data kunjungan wisatawan Kabupaten Agam menunjukkan tren pemulihan pasca pandemi dengan pertumbuhan jumlah wisatawan yang terus meningkat.

Pada tahun 2019 jumlah wisatawan mencapai 728.472 orang, kemudian menurun menjadi 312.847 orang pada tahun 2020 akibat pandemi, dan kembali meningkat hingga mencapai 930.717 orang pada tahun 2024 (Barat, 2024; Statistik Daerah Kabupaten Agam 2025, 2025; Agam, 2024). Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan tersebut menunjukkan potensi ekonomi yang besar, namun di sisi lain menuntut pengelolaan destinasi wisata yang lebih berkelanjutan. Strategi promosi pariwisata di kawasan Danau Maninjau saat ini masih didominasi oleh media konvensional seperti brosur, media sosial sederhana, dan video dokumenter statis. Pendekatan tersebut dinilai belum mampu memberikan pengalaman yang mendalam dan interaktif bagi wisatawan, khususnya generasi digital. Wisatawan modern cenderung menginginkan pengalaman pra-kunjungan yang informatif, imersif, dan

edukatif berbasis Rancang Bangun Sistem *Smart Eco-Tourism* Berbasis *Virtual Reality* Untuk Mendukung Pariwisata Berkelanjutan Di Kabupaten Agam, Sumatera Barat Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah: <https://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/kp> 3 teknologi. Keterbatasan media promosi konvensional menyebabkan informasi mengenai nilai ekologis dan prinsip keberlanjutan destinasi belum tersampaikan secara optimal sehingga kesadaran wisatawan terhadap pelestarian lingkungan masih relatif rendah (Zhang & Deng, 2024). Konsep *Smart Tourism* hadir sebagai paradigma baru yang mengintegrasikan teknologi informasi dalam pengelolaan dan promosi pariwisata secara berkelanjutan. Pendekatan ini memanfaatkan teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), dan *Virtual Reality* (VR) untuk meningkatkan kualitas layanan serta pengalaman wisatawan. Selain meningkatkan efektivitas promosi, *Smart Tourism* juga mendukung pengambilan keputusan wisatawan secara lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan (Rane et al., 2023).

Di antara berbagai teknologi pendukung *Smart Tourism*, *Virtual Reality* memiliki potensi besar dalam promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan pengguna merasakan pengalaman wisata secara virtual melalui simulasi lingkungan yang realistis dan imersif. Pemanfaatan VR tidak hanya mampu meningkatkan daya tarik promosi wisata, tetapi juga berpotensi mengurangi tekanan lingkungan akibat kunjungan wisata massal serta meningkatkan kesadaran wisatawan terhadap konservasi lingkungan (Pham et al., 2025). Pengalaman virtual yang diperoleh wisatawan juga terbukti mampu meningkatkan minat kunjungan serta persepsi positif terhadap destinasi wisata (Kumar & Kushwaha, 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi *Virtual Reality* dalam konsep *Smart Eco-Tourism* dapat meningkatkan kesadaran wisatawan terhadap pelestarian keanekaragaman hayati dan mendorong perilaku wisata yang lebih bertanggung jawab (Singh & Kaunert, 2025). Namun demikian, implementasi teknologi VR dalam pengembangan destinasi wisata berbasis alam di tingkat lokal, khususnya di Indonesia, masih relatif terbatas dan sebagian besar penelitian masih bersifat konseptual (Wismantoro et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang berfokus pada pengembangan sistem berbasis produk dengan pendekatan yang aplikatif. Metode *Prototype* dipandang relevan dalam pengembangan sistem berbasis teknologi interaktif karena memungkinkan pengembangan dilakukan secara iteratif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna. Pendekatan ini memberikan ruang bagi evaluasi dan penyempurnaan sistem secara berkelanjutan sehingga sistem yang dihasilkan lebih sesuai dengan konteks lokal (Inmor et al., 2025).

Pengembangan sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* juga berpotensi mendukung pengembangan ekonomi kreatif, meningkatkan kualitas kunjungan wisata, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Zhang & Deng, 2024; ALsaad, 2024). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* menggunakan metode *Prototype* sebagai media promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan di kawasan Danau Maninjau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan *Smart Eco-Tourism* serta memberikan manfaat praktis dalam mendukung pengelolaan pariwisata berkelanjutan berbasis teknologi digital.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Prototype* untuk mengembangkan sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual*

*Reality* pada destinasi wisata Danau Maninjau, Kabupaten Agam. Metode Prototype digunakan karena memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara iteratif berdasarkan kebutuhan pengguna.

Pengembangan sistem diawali dengan tahap analisis kebutuhan melalui studi literatur dan observasi lapangan. Selanjutnya dilakukan tahap perancangan sistem yang meliputi desain antarmuka pengguna dan perancangan model lingkungan wisata tiga dimensi. Pembuatan objek dan visualisasi lingkungan wisata dilakukan menggunakan perangkat lunak Blender untuk menghasilkan model 3D destinasi wisata.

Implementasi sistem *Virtual Reality* dikembangkan menggunakan Unity sebagai game engine utama dengan memanfaatkan bahasa pemrograman C#. Sistem dirancang untuk menampilkan peta wisata interaktif, simulasi tur virtual, serta konten edukasi eco-tourism.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan pengujian fungsionalitas untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai kebutuhan dan pengujian usability untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

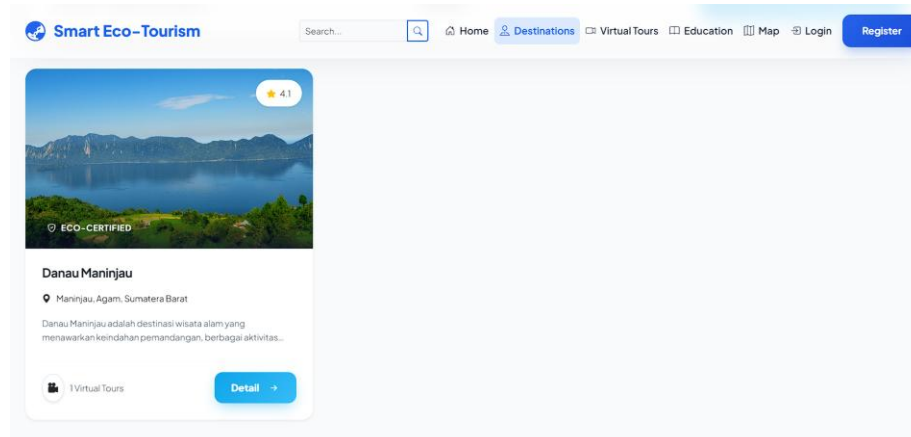
### Hasil

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* yang dirancang sebagai media promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan di kawasan Danau Maninjau, Kabupaten Agam. Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi wisata secara interaktif melalui visualisasi peta digital tiga dimensi dan simulasi eksplorasi destinasi wisata secara virtual.

#### Implementasi Sistem *Smart Eco-Tourism*

Sistem *Smart Eco-Tourism* dikembangkan berbasis teknologi *Virtual Reality* dengan pendekatan prototipe yang berorientasi pada kebutuhan pengguna. Sistem terdiri dari beberapa modul utama yaitu modul autentikasi pengguna, modul eksplorasi destinasi wisata, modul peta digital interaktif, serta modul konten edukasi eco-tourism.

Halaman utama sistem menampilkan informasi promosi destinasi wisata Danau Maninjau yang disajikan dalam bentuk antarmuka interaktif. Pengguna dapat mengakses berbagai menu yang tersedia seperti eksplorasi destinasi wisata, konten edukasi lingkungan, serta tur virtual berbasis VR. Antarmuka sistem dirancang menggunakan konsep user-friendly sehingga mudah digunakan oleh wisatawan maupun pemangku kepentingan pariwisata.

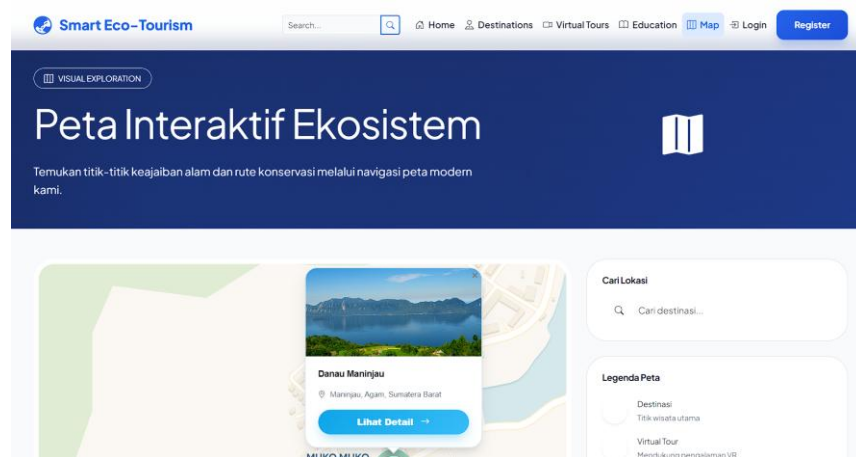


Gambar 1. Informasi Promosi Destinasi Wisata

### Visualisasi Peta Wisata 3D

Salah satu fitur utama dalam sistem adalah visualisasi peta wisata 3D kawasan Danau Maninjau. Peta digital ini menampilkan representasi geografis destinasi wisata secara realistis sehingga pengguna dapat memahami lokasi dan karakteristik objek wisata secara lebih jelas. Pengguna dapat melakukan navigasi peta secara interaktif untuk melihat berbagai titik destinasi wisata yang tersedia di kawasan Danau Maninjau.

Visualisasi peta 3D juga dilengkapi dengan informasi deskriptif mengenai setiap destinasi wisata, termasuk daya tarik wisata, aksesibilitas lokasi, serta nilai edukasi lingkungan yang dimiliki. Fitur ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai destinasi wisata sebelum pengguna melakukan kunjungan langsung.

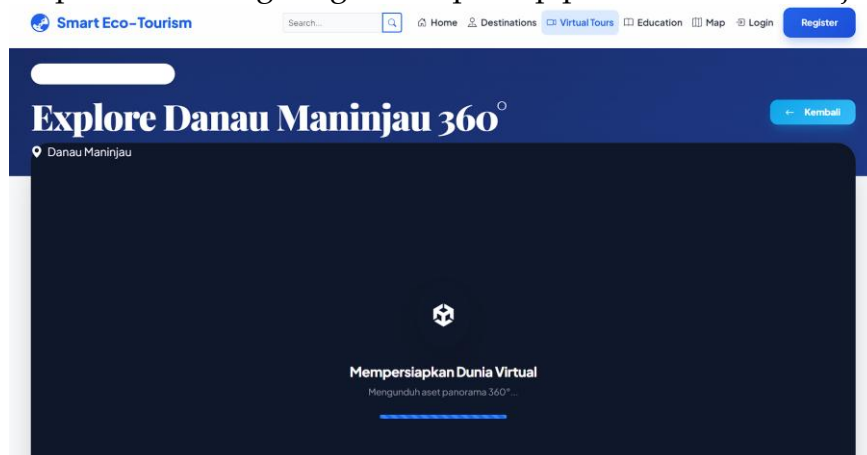


Gambar 2. Peta Digital 3D Danau Maninjau

### Implementasi Virtual Reality Tour

Sistem *Smart Eco-Tourism* juga menyediakan fitur *Virtual Reality Tour* yang memungkinkan pengguna melakukan simulasi perjalanan wisata secara virtual. Pengguna dapat menjelajahi destinasi wisata dengan pengalaman visual imersif yang menyerupai kondisi nyata di lapangan. Fitur ini dirancang untuk meningkatkan daya tarik promosi wisata sekaligus memberikan pengalaman eksplorasi digital kepada wisatawan.

*Virtual Reality Tour* menampilkan berbagai objek wisata unggulan di kawasan Danau Maninjau seperti panorama danau, area wisata alam, serta lingkungan sekitar destinasi wisata. Selain menampilkan keindahan visual destinasi, sistem juga menyisipkan informasi edukatif mengenai pelestarian lingkungan dan prinsip pariwisata berkelanjutan.

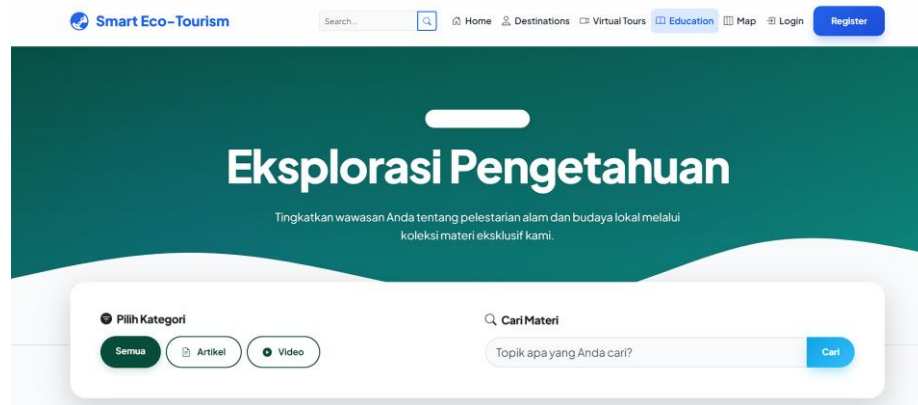


Gambar 3. Tampilan Virtual Tour Berbasis Virtual Reality

### *Implementasi Konten Edukasi Eco-Tourism*

Sistem dilengkapi dengan modul konten edukasi yang menyajikan informasi mengenai konsep *eco-tourism*, pelestarian lingkungan, serta peran wisatawan dalam menjaga keberlanjutan destinasi wisata. Konten edukasi disajikan dalam bentuk teks, gambar, dan visual interaktif yang dapat diakses oleh pengguna melalui sistem.

Penyajian konten edukasi dalam sistem bertujuan untuk meningkatkan kesadaran wisatawan terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan serta mendukung pengembangan pariwisata berkelanjutan di kawasan Danau Maninjau.



**Gambar 4. Halaman Edukasi Eco-Tourism**

### *Pembahasan*

Pengembangan sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi digital imersif mampu meningkatkan kualitas penyajian informasi destinasi wisata sekaligus mendukung edukasi pariwisata berkelanjutan. Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi wisata secara visual, interaktif, dan mudah diakses oleh pengguna, sehingga memberikan pengalaman eksplorasi destinasi wisata yang lebih komprehensif dibandingkan media promosi konvensional. Penyajian informasi melalui visualisasi peta wisata tiga dimensi memungkinkan pengguna memahami kondisi geografis destinasi wisata secara lebih realistis, termasuk lokasi objek wisata, aksesibilitas, serta karakteristik lingkungan destinasi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam promosi wisata mampu meningkatkan efektivitas penyampaian informasi dan memperkuat daya tarik destinasi wisata.

Penggunaan teknologi *Virtual Reality* dalam sistem yang dikembangkan memberikan pengalaman eksplorasi wisata yang bersifat imersif dan realistis. Pengguna dapat melakukan simulasi perjalanan wisata secara virtual sehingga memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi destinasi wisata sebelum melakukan kunjungan langsung. Pengalaman virtual yang disajikan dalam sistem tidak hanya berfungsi sebagai media promosi, tetapi juga sebagai media edukasi yang mampu meningkatkan pemahaman wisatawan mengenai nilai ekologis dan pentingnya pelestarian lingkungan. Penyampaian informasi konservasi melalui visual interaktif dinilai lebih efektif dibandingkan penyampaian informasi melalui media teks atau visual statis, karena mampu meningkatkan keterlibatan emosional dan kognitif pengguna terhadap isu keberlanjutan lingkungan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Virtual Reality* dalam sistem pariwisata digital dapat mendukung pengembangan konsep *eco-tourism* yang

menekankan keseimbangan antara aktivitas wisata, pelestarian lingkungan, dan pemberdayaan masyarakat lokal. Penyajian konten edukasi mengenai pelestarian lingkungan dalam sistem berpotensi meningkatkan kesadaran wisatawan terhadap dampak aktivitas wisata terhadap ekosistem danau. Selain itu, pengalaman eksplorasi wisata secara virtual memungkinkan wisatawan memperoleh pengalaman awal tanpa harus mengunjungi lokasi secara langsung, sehingga berpotensi mengurangi tekanan lingkungan akibat kunjungan wisata massal. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi digital dapat dimanfaatkan sebagai strategi mitigasi dampak lingkungan dalam pengelolaan destinasi wisata berbasis alam.

Pengembangan sistem *Smart Eco-Tourism* dalam penelitian ini juga mendukung transformasi digital sektor pariwisata daerah. Sistem yang dikembangkan mampu memperluas jangkauan promosi destinasi wisata tanpa keterbatasan geografis, sehingga berpotensi meningkatkan visibilitas destinasi wisata Danau Maninjau di tingkat nasional maupun internasional. Selain itu, integrasi teknologi digital dalam pengelolaan destinasi wisata dapat meningkatkan kualitas layanan wisata serta memberikan pengalaman wisata yang lebih personal dan interaktif. Hal ini sejalan dengan perkembangan tren pariwisata modern yang menekankan pentingnya pengalaman wisata berbasis teknologi digital.

Penggunaan metode Prototype dalam pengembangan sistem terbukti efektif dalam menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pendekatan pengembangan sistem secara iteratif memungkinkan peneliti melakukan evaluasi dan penyempurnaan sistem secara berkelanjutan berdasarkan umpan balik pengguna. Metode ini memberikan fleksibilitas dalam pengembangan sistem berbasis teknologi interaktif seperti *Virtual Reality* yang memerlukan pengujian pengalaman pengguna secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat fungsionalitas yang baik serta mudah digunakan oleh pengguna, sehingga menunjukkan bahwa metode Prototype dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam pengembangan sistem pariwisata digital.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan model *sistem Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* yang mengintegrasikan aspek promosi wisata, edukasi lingkungan, dan teknologi digital dalam satu platform. Sistem yang dikembangkan menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi imersif dapat meningkatkan kualitas penyajian informasi wisata sekaligus mendukung pengembangan pariwisata berkelanjutan. Selain itu, implementasi sistem pada destinasi wisata Danau Maninjau menunjukkan bahwa teknologi digital dapat diterapkan secara kontekstual sesuai dengan karakteristik destinasi wisata daerah, sehingga berpotensi menjadi model pengembangan sistem pariwisata digital pada destinasi wisata berbasis alam lainnya.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan prototipe sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* sebagai media pendukung promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan di kawasan Danau Maninjau, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi destinasi wisata melalui visualisasi peta wisata tiga dimensi dan pengalaman eksplorasi virtual yang imersif sehingga memberikan gambaran kondisi destinasi wisata secara lebih realistis dan interaktif.

Penerapan teknologi *Virtual Reality* dalam sistem terbukti mampu meningkatkan penyampaian informasi wisata sekaligus mendukung penyampaian nilai-nilai *eco-tourism*, pelestarian lingkungan, dan perilaku wisata yang bertanggung jawab. Selain itu, penggunaan metode Prototype dalam pengembangan sistem memungkinkan proses

perancangan dilakukan secara iteratif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna sehingga menghasilkan sistem yang sesuai dengan tujuan pengembangan.

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas dan usability, sistem *Smart Eco-Tourism* berbasis *Virtual Reality* yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dasar pengguna serta mampu memberikan pengalaman penggunaan yang baik. Dengan demikian, sistem yang dihasilkan dinilai layak digunakan sebagai media pendukung promosi dan edukasi pariwisata berkelanjutan, dengan peluang pengembangan lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

## REFERENSI

- (TIES), T. I. E. S. (2020). *What is EcoTourism? Principles and Practices of Responsible Travel*. The International EcoTourism Society. <https://ecoTourism.org/what-is-ecoTourism/>
- (UNWTO), W. T. O. (2020). *International Recommendations for Tourism Statistics 2020*. United Nations World Tourism Organization (UNWTO). <https://www.unwto.org/international-recommendations-for-Tourism-statistics>
- Agam, D. P. K. (2024). Kunjungan wisatawan ke Agam meningkat 18.826 orang selama 2024. In *Antara News Sumbar*. <https://sumbar.antaraneews.com/berita/652066/kunjungan-wisatawan-ke-agam-meningkat-18826-orang-selama-2024>
- Aldaihani, M., Alenezi, M., & Alghamdi, F. (2021). A Smart Tourism Framework Using Emerging Technologies: IoT, Cloud Computing, and Virtual Reality Integration. *IEEE Access*, 9, 145320–145334. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3122134>
- Almeida, F., Silva, T., & Costa, C. (2022). Virtual Reality as a Tool for Promoting Sustainable Tourism. *Sustainability*, 14(3), 1678. <https://doi.org/10.3390/su14031678>
- ALsaad, Y. (2024). The Role of Smart Technologies in Advancing Sustainable Tourism: A Systematic Review. *Middle East Journal of Scientific Perspectives*. [https://www.mejsp.com/journals/public/assets/uploads/journals-researches/1761939390\\_1813916279.pdf](https://www.mejsp.com/journals/public/assets/uploads/journals-researches/1761939390_1813916279.pdf)
- Ariyani, D., & Fauzi, A. (2023). Transformasi Manajemen Pariwisata Pedesaan Berkelanjutan di Jawa Tengah: Analisis Jalur Penguatan Infrastruktur, Investasi, dan Teknologi Informasi. *Jurnal Kepariwisata Indonesia*, 17(2), 112–129. <https://journal.kemenparekraf.go.id/index.php/jki/article/view/231>
- Ariyani, D., & Fauzi, A. (2024). Penguatan Keberlanjutan Destinasi Wisata Berbasis Waduk di Kawasan Pedesaan: Analisis Insentif, Kolaborasi, dan Aksesibilitas. *Jurnal Pembangunan Pariwisata Berkelanjutan*, 6(1), 77–95. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jppb/article/view/6248>
- Babic, D., Mitrovic, I., & Zivkovic, A. (2022). Adaptive Software Development Through Prototyping: Enhancing Flexibility in Dynamic User Environments. *Journal of Systems and Software Development*, 15(2), 99–118. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10270-022-01012-x>
- Barat, B. P. S. P. S. (2024). *Statistik Pariwisata Provinsi Sumatera Barat Tahun 2024*. <https://sumbar.bps.go.id>
- Boehm, B., Lane, J. A., Koolmanojwong, S., & Turner, R. (2021). *The Incremental Commitment Spiral Model: Principles and Practices for Successful Systems and Software*. Addison-Wesley Professional.
- Carr, V., & Verner, I. (2021). Exploratory Software Prototyping: Translating User Expectations into Realistic System Specifications. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 31(12), 1563–1580.

- <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0218194021500633>
- Connolly, T., & Begg, C. (2021). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management* (7th ed.). Pearson.
- Guan, Y., Chen, L., & Huang, Z. (2023). Smart Tourism and Virtual Reality: Integrating Immersive Technologies for Sustainable Destination Development. *Tourism Management Perspectives*, 45, 101079. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2023.101079>
- Hasan, Z., Rehman, J., & Shamsi, M. I. (2025). *Transitioning from Onsite to Virtual Tourism Using Metaverse: An EcoTech Framework for Sustainable Tourism Development BT - EcoTech Framework Series on Sustainable Tourism*. ResearchGate Publications. [https://www.researchgate.net/profile/Junaid-Rehman-Shaikh/publication/396850782\\_Transitioning\\_from\\_onsite-to-virtual-Tourism-using-metaverse-An-EcoTech-Framework-for-sustainable-Tourism-development.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Junaid-Rehman-Shaikh/publication/396850782_Transitioning_from_onsite-to-virtual-Tourism-using-metaverse-An-EcoTech-Framework-for-sustainable-Tourism-development.pdf)
- Indonesia, K. P. dan E. K. R. (2023). *Laporan Statistik dan Pembangunan Kepariwisata Nasional 2023*. Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif. <https://www.kemendparekraf.go.id/statistik-pariwisata>
- Inmor, S., Na-Nan, K., Phanniphong, K., & Jaturat, N. (2025). The Role of Smart Green Tourism Technologies in Shaping Tourist Intentions. *Smart Tourism Studies*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667010025000903>
- Kaur, J., & Singh, R. (2021). Leveraging UML in Modeling Interactive Virtual Reality Systems. *International Journal of Computer Applications*, 183(35), 1–8. <https://doi.org/10.5120/ijca2021921633>
- Koswara, A. (2025). The Future of Smart Tourism: Integrating AI, IoT, and Big Data for Enhanced Travel Experiences. *Journal of Hospitality*. <http://journal.poltekpar-palembang.ac.id/index.php/jh/article/view/1400>
- Kumar, V., & Kushwaha, B. P. (2025). Advancing Sustainable Tourism through Virtual Reality Technology: A Systematic Literature Review Using the ADO Framework. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*. <https://www.emerald.com/jhti/article/8/10/3923/1270954>
- Leiper, N. (1990). *Tourism Systems: An Interdisciplinary Perspective*. Massey University Press. <https://library.massey.ac.nz/record=b1245781~S1>
- Li, X., Wang, J., & Zhang, H. (2022). Applying UML to Smart Tourism System Design with Virtual Reality Technologies. *Sensors*, 22(9), 3372. <https://doi.org/10.3390/s22093372>
- Lukita, C., Pangilinan, G. A., & Chakim, M. H. R. (2023). Examining the Impact of Artificial Intelligence and Internet of Things on Smart Tourism Destinations. *Applied Tourism Technology*. <https://doi.org/10.34306/att.v5i2sp.332>
- Maryani, T., Gaol, F. L., & Hidayanto, A. N. (2022). Implementasi Metode Prototype dalam Pengembangan Sistem Virtual Reality untuk Promosi Pariwisata Digital. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(3), 211–228. <https://journal.ui.ac.id/jtik/article/view/872>
- Nelson, C. A., Del Fiol, G., & Hanseler, M. (2020). Bridging the Gap Between Developers and Users: The Role of Prototyping in User-Centered System Design. *Journal of Software Engineering and Applications*, 13(9), 402–419. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=103289>
- Novera, C. N., Ahmed, Z., Kushol, R., & Wanke, P. (2022). Internet of Things (IoT) in Smart Tourism: A Literature Review. *Society and Business Review*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SJME-03-2022-0035/full/html>
- Object Management Group (OMG). (2023). *Unified Modeling Language (UML) Specification*,

Version 2.5.1. Object Management Group.

- Pham, T. H., Nguyen, L. C., & Luu, N. T. M. (2025). Exploring the Role of AR and VR in Sustainable Travel and Conservation. *Journal of Sustainable Tourism*. <https://doi.org/10.1080/14724049.2025.2580301>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020a). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020b). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education.
- Ramadhani, N., & Rafee, A. (2024). Evaluasi Kebijakan Ekowisata di Indonesia dan Brunei Darussalam: Perspektif Regulasi, Kelembagaan, dan Pemberdayaan Komunitas. *Jurnal Kebijakan Dan Manajemen Pariwisata*, 9(2), 101–118. <https://journal.ui.ac.id/jkmp/article/view/2794>
- Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). Sustainable Tourism Development Using Leading-Edge AI, Blockchain, IoT, AR, and VR. *Proceedings of the Third International Conference on Sustainable Tourism Innovation*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4642605](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4642605)
- Samara, D., Magnisalis, I., & Peristeras, V. (2020). Artificial intelligence and big data in Tourism: A systematic literature review. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JHTT-12-2018-0118/full/html>
- Saputro, A., Hasim, M., Karlinasari, L., & Beik, I. (2023). Analisis Keberlanjutan Pariwisata Pedesaan di Kabupaten Ciamis Menggunakan Pendekatan MDS dan ANP. *Jurnal Pembangunan Dan Pariwisata Berkelanjutan*, 5(1), 45–62. <https://journal.unpad.ac.id/jppb/article/view/5872>
- Silva, E., Rodríguez, M., & Herrera, J. (2022). Integration of UML and IoT for Smart Tourism Systems. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(4), 1975–1990. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03174-5>
- Singh, B., & Kaunert, C. (2025). *Mixing Virtual Reality for Environmental Conservation in Tourist Spots: Hitching Biodiversity Sustainable Tourism for Regenerative Preservation Management BT - Environmental Conservation and Virtual Technologies*. IGI Global. <https://www.igi-global.com/chapter/mixing-virtual-reality-for-environmental-conservation-in-Tourist-spots/372262>
- Sommerville, I. (2020). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Statistik Daerah Kabupaten Agam 2025. (2025). Badan Pusat Statistik Kabupaten Agam. <https://agamkab.bps.go.id/id/publication/2025/09/26/7ac70054c0127ae5446585a6/statistik-daerah-kabupaten-agam-2025.html>
- Stroumpoulis, A., & Kopanaki, E. (2022). *Role of Artificial Intelligence and Big Data Analytics in Smart Tourism*. <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/ST22/ST22009FU1.pdf>
- Suanpang, P., & Pothipassa, P. (2024). Integrating Generative AI and IoT for Sustainable Smart Tourism Destinations. *Sustainability*. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7435>
- Valeri, M. (2023). *Tourism Innovation in the Digital Era: Big Data, AI and Technological Transformation*. Emerald Publishing. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83797-166-420231010/full/html>
- Wang, X., Li, Y., & Zhen, F. (2021). AI-based personalization in Tourism marketing. *Tourism*

*Management*, 87, 104360. <https://doi.org/10.1016/j.Tourman.2021.104360>

Wismantoro, Y., Aryanto, V. D. W., & Pamungkas, I. D. (2022). *Virtual Reality Destination Experiences Model: A Moderating Variable Between Sustainable Tourism Behavior and Tourists' Intention to Visit*. *Sustainability*, 15(1), 446. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/446>

Zhang, Y., & Deng, B. (2024). Exploring the Nexus of Smart Technologies and Sustainable EcoTourism: A Systematic Review. *Heliyon*. [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)08027-7](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)08027-7)

---

Copyright holder:

© Author

First publication right:

Jurnal Kepemimpinan & Pengurusan Sekolah

This article is licensed under:

