

# PERANCANGAN WEBSITE 'CARIYO!TRACK' SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG INFORMASI PENDAKIAN GUNUNG

Oktavian Ramadhani<sup>1</sup>, Aliya Safira Rais<sup>2</sup>, Shalsa Fitri Rahmadani<sup>3</sup>, Iksan Nurudin Effendi<sup>4</sup>, Muhamad Rizky Nurrohman<sup>5</sup>, Maria Atik Sunarti Ekowati<sup>6\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi Kampus Sistem Informasi Kampus Kota Surakarta, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>oktavianramadhani@gmail.com, <sup>2</sup>aliyaasafiraa06@gmail.com, <sup>3</sup>shalsafird01@gmail.com, <sup>4</sup>iksaneffendi16@gmail.com, <sup>5</sup>mrizkynurrohman17@gmail.com, <sup>6</sup>maria.mae@bsi.ac.id

## Abstrak

Pendakian gunung merupakan aktivitas rekreasi dan olahraga yang menuntut kesiapan fisik, mental, serta akses informasi jalur yang akurat. Keterbatasan data rute, kondisi medan, dan fasilitas pendukung sering menjadi kendala bagi pendaki, khususnya pemula. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan CariYo! Track, sebuah sistem informasi berbasis web yang menyediakan informasi jalur, rekomendasi perlengkapan, panduan keselamatan, pendaftaran daring, integrasi data cuaca real-time, serta *marketplace* penyewaan perlengkapan. Metode pengembangan menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *incremental*, meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem (Entity Relationship Diagram, Logical Record Structure, Role-Based Access Control), implementasi prototipe bertahap menggunakan Laravel dan MySQL, pengujian fungsional pada setiap *increment*, serta evaluasi pengguna untuk validasi kegunaan. Uji coba dilakukan terhadap 50 responden pendaki di kawasan Gunung Merbabu dan Gunung Lawu. Hasil menunjukkan sistem mampu menampilkan peta jalur interaktif berbasis GIS, deskripsi rute dengan tingkat kesulitan, *checklist* perlengkapan, verifikasi tiket berbasis QR, serta integrasi data cuaca real-time dari BMKG. Evaluasi kebergunaan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata 82,5 yang termasuk kategori "Excellent", menunjukkan tingkat penerimaan pengguna yang tinggi. Kesimpulannya, CariYo! Track berkontribusi pada peningkatan akurasi informasi jalur, mendukung keselamatan pendaki melalui fitur monitoring dan pelaporan kondisi jalur, serta mendorong pemberdayaan ekonomi lokal melalui layanan penyewaan perlengkapan. Platform ini diharapkan menjadi referensi andal bagi komunitas pendaki dan pengelola kawasan dalam pengelolaan kapasitas, mitigasi risiko, serta pengembangan ekowisata berbasis teknologi digital.

**Kata kunci:** informasi pendakian, integrasi cuaca real-time, keamanan basis data, pendaftaran daring, sistem informasi berbasis web

## Abstract

*Mountain climbing is a recreational and sporting activity that requires physical and mental readiness, as well as access to accurate trail information. Limitations in route data, terrain conditions, and supporting facilities often pose challenges for climbers, especially beginners. This study aims to design and implement CariYo! Track, a web-based information system that provides trail information, equipment recommendations, safety guidelines, online registration, real-time weather data integration, and an equipment rental marketplace. The development method employs the System Development Life Cycle (SDLC) with an incremental model, including needs analysis, system design (Entity Relationship Diagram, Logical Record Structure, Role-Based Access Control), stepwise prototype implementation using Laravel and MySQL, functional testing at each increment, and user evaluation for usability validation. The trial was conducted with 50 climber respondents in the Merbabu and Lawu mountain areas. Results show that the system can display GIS-based interactive trail maps, route descriptions with difficulty levels, equipment checklists, QR-based ticket verification, and real-time weather data integration from BMKG. Usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) produced an average score of 82.5, categorized as "Excellent," indicating high user acceptance. In conclusion, CariYo! Track contributes to improving the accuracy of trail information, supporting climber safety through monitoring and reporting of trail conditions, and promoting local economic empowerment through rental services. This platform is expected to serve as a reliable reference for climbing communities and area managers in capacity management, risk mitigation, and the development of technology-based ecotourism.*

**Keywords:** mountain climbing information, real-time weather integration, database security, online registration, web-based information system

## 1. PENDAHULUAN

Aktivitas pendakian gunung semakin diminati oleh masyarakat, khususnya generasi muda. Data *Indonesian Adventure Tourism Report* tahun 2025 menunjukkan bahwa jumlah pendaki gunung di Indonesia meningkat sebesar 27% dibandingkan tahun sebelumnya, dengan dominasi usia 18–30 tahun mencapai 62% dari total pendaki (Hijriah, Fajri, & Nugroho, 2025). Aktivitas ini tidak hanya memberikan pengalaman petualangan, tetapi juga menumbuhkan kepedulian terhadap kelestarian lingkungan. Namun, kegiatan pendakian memiliki risiko tinggi apabila dilakukan tanpa persiapan memadai, seperti kurangnya informasi jalur, kondisi cuaca, perizinan, maupun perlengkapan yang diperlukan. Survei nasional terhadap 200 pendaki pemula menunjukkan bahwa 68% mengalami kesulitan memperoleh informasi jalur yang akurat, dan 41% pernah menghadapi kondisi cuaca ekstrem tanpa persiapan memadai (Alvyan & Meutia, 2021).

Informasi pendakian yang selama ini tersebar di berbagai platform informal seperti media sosial atau blog pribadi sering kali tidak akurat dan tidak terverifikasi. Hal ini menyulitkan pendaki pemula memperoleh data yang dapat dipercaya. Digitalisasi berbasis web menjadi solusi strategis untuk mengatasi permasalahan tersebut. Website pendukung pendakian dapat berfungsi sebagai pusat informasi terintegrasi yang menyajikan data jalur, estimasi waktu tempuh, kondisi cuaca, panduan keselamatan, serta layanan pendaftaran daring (Afriza Malna, Findawati, & Azizah, 2023). Integrasi data geospasial dan meteorologi memungkinkan pembaruan otomatis sehingga meningkatkan akurasi dan relevansi informasi bagi pengguna. Studi Krevs, Repe, & Mazej (2023) menunjukkan bahwa integrasi data cuaca real-time mampu menurunkan risiko insiden pendakian hingga 35%.

Selain itu, basis data insiden pendakian yang dirancang dengan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dapat membantu pendaki memahami risiko jalur tertentu sebelum melakukan perjalanan (Mohd Rosli, Soffian, & Ahmad, 2023). Dalam konteks keamanan sistem, pengelolaan basis data menjadi aspek krusial karena website pendakian menyimpan data sensitif seperti identitas pengguna, riwayat pendakian, transaksi penyewaan perlengkapan, hingga perizinan. Penerapan mekanisme keamanan seperti *Role-Based Access Control* (RBAC), enkripsi data, serta prosedur *backup* dan pemulihan menjadi keharusan (Lima, Carr, Margarido, & Silva, 2023). Standar keamanan aplikasi web yang dirumuskan oleh OWASP Top Ten 2025 menekankan mitigasi risiko seperti injeksi SQL, autentikasi lemah, dan kebocoran data (OWASP Foundation, 2025). Sejalan dengan itu, praktik terbaik keamanan basis data di tahun 2026 menekankan perlunya pendekatan berlapis untuk menghadapi ancaman yang semakin kompleks (Vileikis, 2026).

Dimensi sosial dan ekonomi juga menjadi bagian penting dalam pengembangan sistem informasi pendakian. Fitur penyewaan logistik berbasis daring dapat mendukung pemberdayaan masyarakat lokal melalui kerja sama dengan penyedia perlengkapan di sekitar kawasan pendakian. Studi Telaumbanua & Daulay (2022) menunjukkan bahwa 54% penyedia logistik lokal mengalami peningkatan pendapatan setelah terintegrasi dengan platform digital. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan keselamatan dan efisiensi pendakian, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan ekonomi berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) dibandingkan studi terdahulu yang umumnya hanya berfokus pada satu aspek, seperti pendaftaran daring (Bengkulu et al., 2021) atau penyewaan logistik (Afriza Malna et al., 2023). Sistem CariYo! Track menghadirkan integrasi multi-fitur dalam satu platform terpadu, meliputi peta jalur berbasis GIS, integrasi cuaca real-time, marketplace perlengkapan, serta fitur keselamatan seperti SOS darurat dan monitoring jalur. Dengan demikian, *novelty* penelitian ini terletak pada integrasi multi-fitur dalam satu sistem terpadu yang belum pernah diimplementasikan pada studi sebelumnya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan akurasi informasi dan keselamatan pendaki, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap pemberdayaan ekonomi lokal dan pengelolaan kawasan berbasis data.

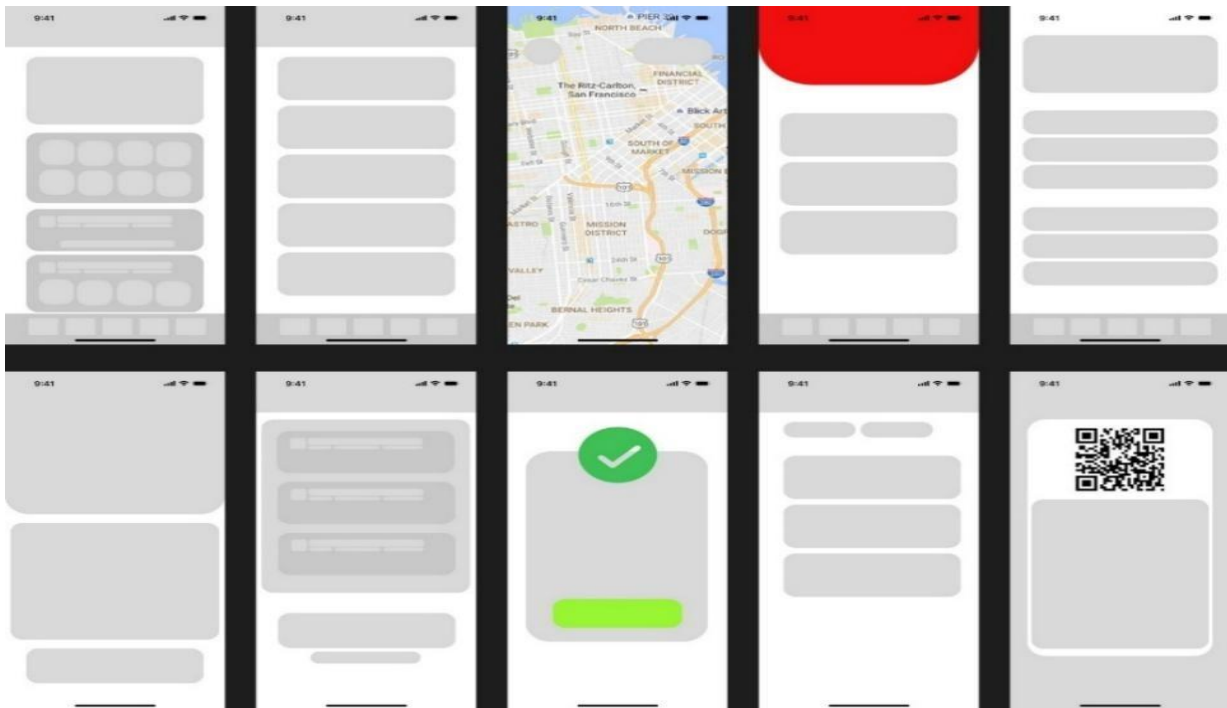
*Gap analysis* penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mayoritas sistem hanya berfokus pada satu fitur, seperti pendaftaran daring atau penyewaan logistik, tanpa mengintegrasikan keseluruhan aspek pendakian (Afriza Malna et al., 2023; Bengkulu et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menghadirkan sistem informasi pendakian berbasis web yang terpadu, mencakup pendaftaran, informasi gunung, kondisi cuaca, keamanan, serta penyewaan logistik. Sistem ini diharapkan mampu menjadi platform pusat informasi yang mendukung keselamatan, efisiensi, dan keberlanjutan aktivitas pendakian.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model *incremental* dalam pengembangan sistem informasi pendukung pendakian gunung. Model ini dipilih karena memungkinkan sistem dibangun secara bertahap melalui <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/conten>

beberapa increment, di mana setiap tahap menghasilkan komponen fungsional yang dapat langsung diuji dan digunakan. Pendekatan incremental memberikan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna, mempercepat waktu rilis fitur, serta meminimalkan risiko kesalahan karena pengujian dilakukan di setiap tahap (Lima, Carr, Margarido, & Silva, 2023). Tahapan pengembangan sistem meliputi:

- a. Analisis Kebutuhan: Identifikasi kebutuhan fungsional (daftar gunung, jalur pendakian, pendaftaran daring) dan non-fungsional (responsivitas, keamanan, kecepatan akses);
- b. Perancangan Sistem: Desain basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram (ERD)* dan *Logical Record Structure (LRS)*, serta penerapan mekanisme keamanan basis data seperti RBAC, enkripsi, dan backup;
- c. Implementasi: Penerjemahan rancangan ke dalam kode program menggunakan teknologi: Frontend: HTML5, CSS, JavaScript, Backend: Laravel (PHP), Database: MySQL, Logical Record Structure (LRS) untuk pengelolaan data.
- d. Pengujian Sistem: Dilakukan pada setiap increment untuk memastikan fungsi berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian mencakup uji fungsional, uji keamanan, dan uji responsivitas.
- e. Evaluasi Pengguna: Melibatkan responden (pendaki dan pengelola gunung) untuk menilai kemudahan penggunaan, kecepatan akses, serta keamanan sistem.

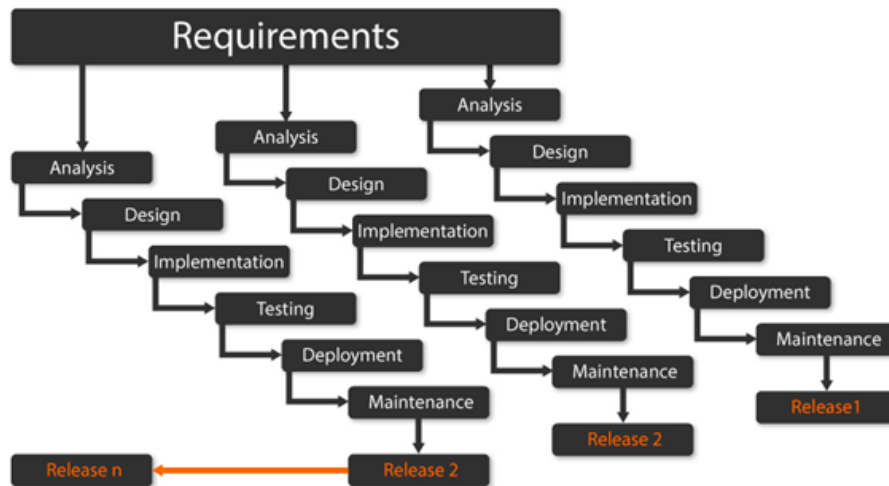


Gambar 1. Visualisasi Metode

Pada Gambar 1. Merupakan Wireframe Aplikasi Mobile Sistem Pendukung Pendakian Gunung. Wireframe ini menggambarkan rancangan awal tampilan sistem, meliputi halaman beranda, daftar informasi gunung, peta lokasi jalur, proses booking, konfirmasi berhasil, hingga tampilan QR code untuk verifikasi tiket. Visualisasi ini menunjukkan alur interaksi pengguna dari tahap pendaftaran hingga pelacakan status pendakian.

Model Incremental dalam pengembangan sistem ini dijalankan melalui beberapa tahapan yang saling berkesinambungan, Pada Gambar 2. Menunjukkan Tahapan Model Incremental. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, di mana dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional (misalnya daftar gunung, jalur pendakian, pendaftaran daring) dan non-fungsional (responsivitas, keamanan, kecepatan akses). Tahap kedua adalah perancangan sistem, meliputi desain basis data menggunakan ERD dan LRS, serta penerapan mekanisme keamanan basis data seperti RBAC, enkripsi, dan backup. Tahap ketiga adalah implementasi bertahap, di mana setiap increment menghasilkan modul fungsional seperti login/register,

peta jalur, marketplace, dan modul cuaca. Tahap keempat adalah pengujian tiap increment, menggunakan uji fungsional, uji keamanan, dan uji responsivitas untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Tahap terakhir adalah evaluasi pengguna, melibatkan pendaki dan pengelola gunung untuk menilai kemudahan penggunaan, kecepatan akses, serta keamanan sistem. Dengan pendekatan ini, sistem dapat dikembangkan secara bertahap, fleksibel terhadap perubahan kebutuhan, dan lebih cepat mencapai stabilitas.



Gambar 2. Tahapan Model Incremental

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi dan evaluasi sistem pendukung pendakian gunung berbasis website, yaitu CariYo! Track, yang dikembangkan berdasarkan tahapan penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian meliputi perancangan alur sistem (*User Flow*), implementasi antarmuka dan fungsionalitas sistem, serta pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* dan evaluasi pengguna. Selanjutnya, hasil tersebut dianalisis dan dibahas untuk menilai tingkat keberhasilan implementasi sistem, kualitas fungsional, aspek keamanan, pengalaman pengguna, serta kontribusi sistem terhadap pengelolaan kegiatan pendakian gunung.

#### 3.1. Hasil

Hasil penilaian menunjukkan bahwa perancangan sistem dan penggambaran *User Flow* berperan penting dalam memvalidasi keterpaduan antar-fitur, kejelasan alur interaksi pengguna, serta efisiensi proses navigasi. *User Flow* yang dihasilkan tidak hanya memvisualisasikan tahapan penggunaan sistem secara sistematis, tetapi juga menjadi acuan utama dalam mengukur tingkat kemudahan akses, kecepatan pencapaian tujuan, dan konsistensi pengalaman pengguna.

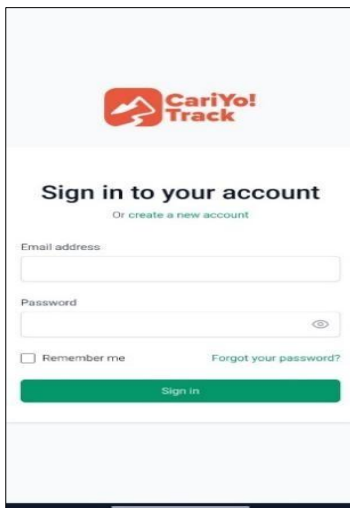


Gambar 3. User Flow sistem pendukung pendaki gunung

Pada Gambar 3. Merupakan tampilan User Flow sistem pendukung pendaki gunung. Alurnya dimulai dari registrasi/login, pengguna memilih gunung, mengisi data, lalu melakukan pembayaran. Setelah itu, admin melakukan verifikasi, jika disetujui pengguna akan menerima QR tiket, jika tidak maka permohonan ditolak. Saat pendakian, pengguna memindai QR, sistem melakukan validasi, dan jika valid pengguna diizinkan masuk, jika tidak maka akses ditolak, lalu proses berakhir.

### 3.1.1. Implementasi Sistem

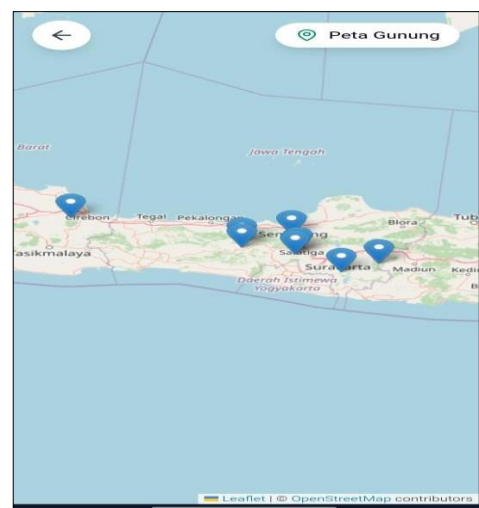
Hasil implementasi sistem kemudian diwujudkan dalam bentuk website CariYo! Track yang memiliki berbagai fitur utama, yaitu halaman Login dan Register, Beranda, Peta Pendakian, Live Tracking, Jelajah Gunung, Informasi Perlengkapan, Informasi Cuaca, Berita Pendakian, Marketplace Peralatan, Booking Pendakian, serta Pengaturan Akun. Implementasi sistem menggunakan Laravel/PHP sebagai framework backend, HTML, CSS, dan JavaScript sebagai frontend, MySQL sebagai basis data, serta Laragon sebagai server lokal. Implementasi antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 13.



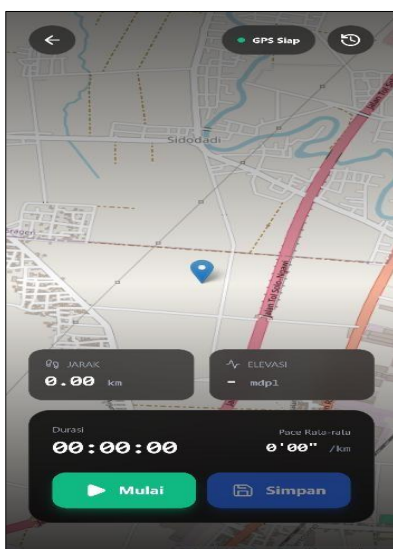
Gambar 3. Halaman Login



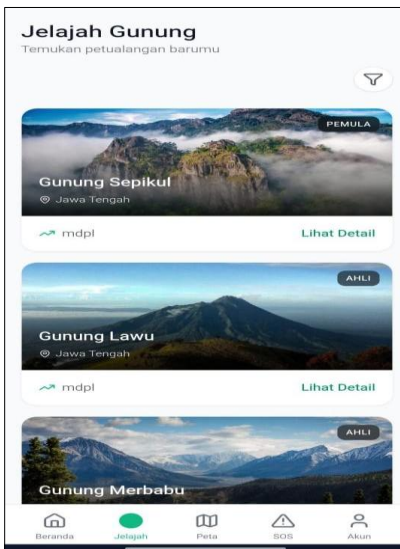
Gambar 4. Halaman Beranda



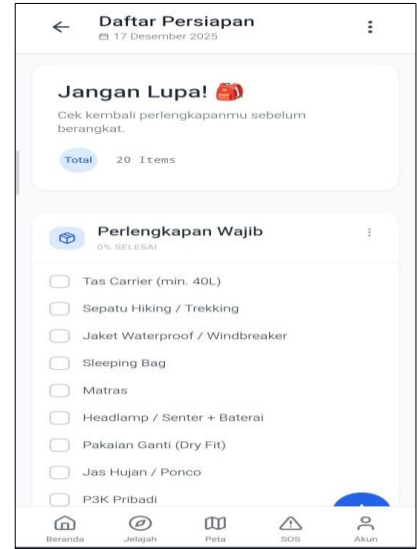
Gambar 5. Halaman Peta



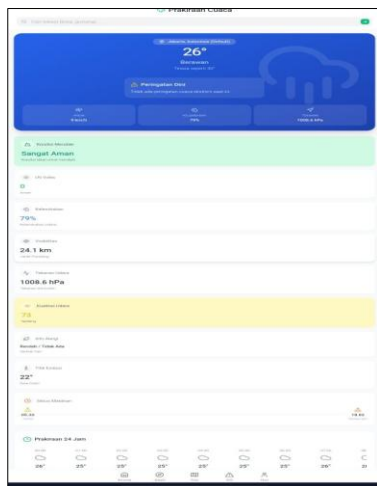
Gambar 6. Tampilan Tracking



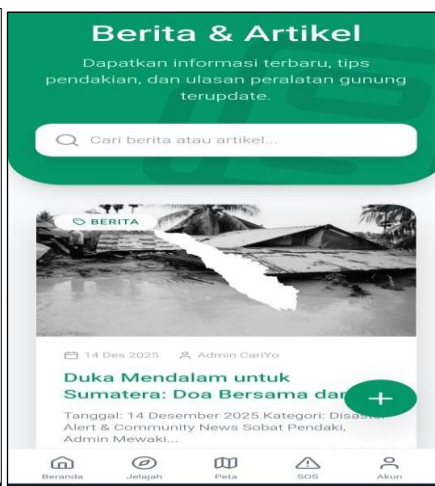
Gambar 7. Tampilan Jelajah



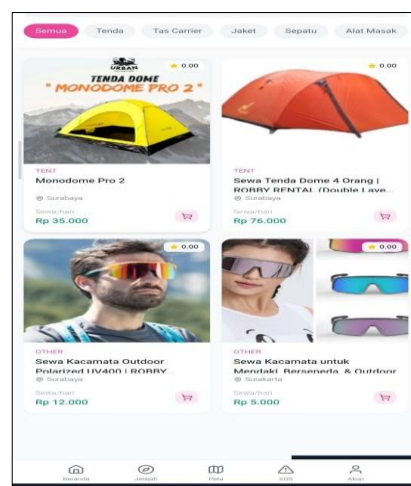
Gambar 8. Tampilan Perlengkapan



Gambar 9 Tampilan Cuaca



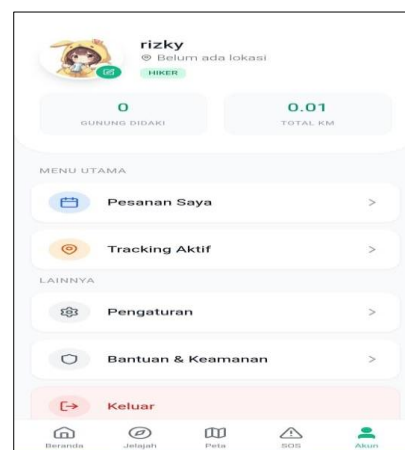
Gambar 10. Tampilan Berita



Gambar 11. Tampilan Marketplace



Gambar 12. Booking Pendakian



Gambar 13. Login Pendaki

### 3.1.2. Black Box Testing

Tabel 1. menunjukkan bahwa seluruh fitur inti sistem **CariYo! Track** telah diuji dengan pendekatan **Black Box Testing**, dan semua skenario uji menghasilkan status “Berhasil”.

Tabel 1. Tabel Hasil Black Box Testing

Fitur	Skenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Uji
Login/Register	User memasukkan data valid	Email & Password	Berhasil login	Berhasil
Login/Register	User memasukkan data tidak valid	Email salah / password salah	Pesan error ditampilkan	Berhasil
Beranda	User membuka halaman utama	Klik menu beranda	Informasi gunung & menu tampil	Berhasil
Trail/Peta Jalur	User memilih gunung	Gunung Merbabu	Peta interaktif tampil	Berhasil
Explore/Jelajah	User membuka menu jelajah	Klik menu jelajah	Informasi jalur & deskripsi tampil	Berhasil
Perlengkapan	User membuka checklist	Klik menu perlengkapan	Checklist perlengkapan tampil	Berhasil
Marketplace	User menyewa perlengkapan	Pilih item & konfirmasi	Transaksi tercatat	Berhasil
Safety/SOS	User menekan tombol SOS	Klik SOS darurat	Notifikasi terkirim ke admin	Berhasil
Cuaca	User membuka menu cuaca	Klik menu cuaca	Data cuaca real-time tampil	Berhasil
Pengaturan Akun	User mengubah profil	Edit data akun	Data tersimpan & profil diperbarui	Berhasil
Booking Pendakian	User melakukan booking	Isi data & bayar	QR tiket diterbitkan	Berhasil
Verifikasi QR	User memindai QR di pos masuk	QR valid	Akses diberikan	Berhasil
Verifikasi QR	User memindai QR tidak valid	QR tidak terdaftar	Akses ditolak	Berhasil

Pada pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing pada fitur-fitur utama. Semua kasus uji yang tercantum pada Tabel 1 (Login/Register, Beranda, Trail, Explore, Perlengkapan, Safety, Pengaturan Akun) menunjukkan hasil uji coba "Berhasil", sehingga fungsi dasar sistem dinyatakan memenuhi spesifikasi fungsional yang diharapkan. Sedang Evaluasi Pengguna dilakukan dengan Evaluasi kualitatif melibatkan responden dengan beragam pengalaman pendakian. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan baik hingga sangat baik. Fitur yang mendapat apresiasi tertinggi adalah Peta Offline, SOS darurat, live tracking, informasi cuaca real-time, dan checklist persiapan digital. Responden juga memberikan masukan perbaikan pada navigasi, ukuran ikon, dan penambahan dark mode.

### 3.1.3. Metode Evaluasi Pengguna

Evaluasi pengguna dilakukan untuk menilai tingkat kebergunaan dan penerimaan sistem CariYo! Track. Proses evaluasi melibatkan 50 responden yang terdiri dari pendaki pemula dan berpengalaman di kawasan Gunung Merbabu dan Gunung Lawu. Instrumen utama yang digunakan adalah System Usability Scale (SUS), sebuah kuesioner standar dengan 10 butir pertanyaan yang mengukur persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan, konsistensi, dan kepuasan sistem.

Selain SUS, dilakukan juga wawancara kualitatif untuk menggali pengalaman pengguna secara lebih mendalam, khususnya terkait fitur peta offline, SOS darurat, live tracking, dan checklist digital. Analisis data dilakukan dengan menghitung skor SUS rata-rata serta distribusi skor antar responden. Hasil menunjukkan skor rata-rata 82,5 yang termasuk kategori *Excellent*, dengan 70% responden memberikan skor di atas 80. Temuan kualitatif memperkuat hasil kuantitatif, di mana mayoritas responden menilai sistem sangat membantu dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi pendakian, meskipun masih terdapat masukan terkait navigasi, ukuran ikon, dan kebutuhan tema gelap (dark mode).

Dengan kombinasi metode kuantitatif (SUS) dan kualitatif (wawancara), evaluasi ini memberikan gambaran komprehensif mengenai penerimaan sistem oleh pengguna serta area yang perlu ditingkatkan pada tahap pengembangan berikutnya.

SUS adalah instrumen evaluasi standar yang dikembangkan oleh John Brooke (1986) untuk mengukur tingkat kebergunaan suatu sistem. SUS terdiri dari 10 butir pertanyaan dengan skala Likert 1–5 (sangat tidak setuju hingga sangat setuju). Pertanyaan mencakup aspek kemudahan penggunaan, konsistensi, kompleksitas, dan kepuasan pengguna.

Proses perhitungan skor dilakukan dengan langkah berikut:

1. Jawaban pada item ganjil dikurangi 1.
2. Jawaban pada item genap dihitung sebagai 5 dikurangi skor.
3. Total skor dijumlahkan dan dikalikan 2,5 sehingga menghasilkan nilai antara 0–100.
4. Interpretasi skor:
  - a. >80 → *Excellent* (sangat baik, penerimaan tinggi).
  - b. 70–79 → *Good* (cukup baik, penerimaan moderat).
  - c. 50–69 → *Marginal* (perlu perbaikan).
  - d. <50 → *Poor* (tidak memadai).

Dalam penelitian ini, hasil SUS menunjukkan skor rata-rata 82,5, yang termasuk kategori *Excellent*. Hal ini menandakan bahwa sistem CariYo! Track memiliki tingkat penerimaan pengguna yang tinggi, dengan mayoritas responden menilai sistem mudah digunakan, konsisten, dan mendukung kebutuhan pendakian.

Selain menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS), penelitian ini juga melakukan wawancara kualitatif dengan sebagian responden untuk menggali pengalaman penggunaan sistem secara lebih mendalam. Wawancara dilakukan terhadap 15 responden terpilih yang mewakili pendaki pemula dan berpengalaman. Pertanyaan berfokus pada aspek kemudahan navigasi, kejelasan informasi jalur, efektivitas fitur keselamatan, serta kenyamanan antarmuka. Hasil wawancara menunjukkan bahwa mayoritas responden menilai fitur peta offline, SOS darurat, live tracking, dan checklist digital sebagai komponen paling membantu dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi pendakian. Responden berpengalaman menekankan pentingnya integrasi data cuaca real-time untuk mengantisipasi perubahan kondisi lapangan, sementara pendaki pemula menyoroti kemudahan akses informasi jalur dan perlengkapan. Masukan yang muncul dari wawancara meliputi kebutuhan tema gelap (dark mode) untuk kenyamanan visual, penyederhanaan alur booking dan verifikasi QR, serta penyesuaian ukuran ikon agar lebih ramah pengguna. Temuan ini memperkuat hasil kuantitatif SUS dengan skor rata-rata 82,5 (kategori *Excellent*), sekaligus memberikan arah pengembangan lebih lanjut pada aspek user experience (UX).

### 3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan evaluasi yang telah dilakukan, pembahasan penelitian ini difokuskan pada beberapa aspek utama, yaitu hasil pengujian fungsional sistem, evaluasi pengguna, aspek keamanan, kualitas implementasi, serta perbandingan dengan penelitian terdahulu. Pembahasan ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keberhasilan sistem yang dikembangkan sekaligus mengidentifikasi kelebihan, keterbatasan, dan peluang pengembangannya di masa mendatang.

1. **Kecukupan Fungsional dan Kualitas Implementasi**  
Hasil pengujian fungsional yang konsisten Berhasil menunjukkan bahwa pendekatan incremental yang dipilih efektif untuk menghasilkan modul fungsional secara bertahap dan stabil. Implementasi menggunakan Laravel dan MySQL mendukung kebutuhan CRUD dan relasi kompleks (Users, Bookings, Payments, Chats, Mountains, Trails, Stores, Equipment) sebagaimana dirancang pada ERD dan LRS, sehingga struktur data terjaga konsistensi dan integritasnya.
2. **Keamanan Basis Data dan Kontrol Akses**  
Perancangan keamanan yang mengadopsi RBAC, enkripsi data, dan prosedur backup/pemulihan sesuai praktik terbaik untuk aplikasi yang menyimpan data sensitif (identitas pengguna, riwayat booking, transaksi marketplace). Pemetaan hak akses CRUD (Tabel 3.1) memperlihatkan pembagian peran yang jelas antara Super Admin, Admin, dan User, mengurangi risiko eskalasi hak akses. Namun, untuk meningkatkan ketahanan terhadap ancaman modern perlu ditambahkan: validasi input ketat untuk mencegah injeksi SQL, proteksi terhadap CSRF, penerapan rate limiting, serta logging audit yang terpusat.
3. **Pengalaman Pengguna dan Kesiapan Lapangan**  
Umpan balik pengguna menegaskan pentingnya fitur offline dan efisiensi baterai pada aplikasi lapangan. Integrasi data cuaca real-time dan mekanisme pelaporan kondisi jalur meningkatkan aspek keselamatan operasional. Untuk meningkatkan adopsi, antarmuka perlu disederhanakan pada beberapa alur (mis. proses booking dan verifikasi QR), serta opsi personalisasi (ukuran ikon, tema gelap).
4. **Kontribusi terhadap Pengelolaan Kawasan dan Ekonomi Lokal**  
Fitur pendaftaran daring, QR e-tiket, dan marketplace penyewaan perlengkapan membuka peluang bagi pengelola kawasan untuk memantau kapasitas pendaki dan bagi pelaku lokal untuk mendapatkan pendapatan tambahan. Integrasi data pendaftaran dengan pengelola dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk manajemen kapasitas dan mitigasi risiko.
5. **Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu**  
Sistem ini menjawab gap yang diidentifikasi pada literatur sebelumnya yang cenderung fokus pada satu fitur (misalnya penyewaan atau pendaftaran) dengan menghadirkan platform terpadu yang menggabungkan pendaftaran, informasi jalur, cuaca, keselamatan, dan marketplace. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi studi yang menekankan integrasi geospasial dan data insiden untuk keselamatan pendaki.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan performa sistem yang baik, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. **Lingkup Pengujian:** Pengujian fungsional dan evaluasi pengguna bersifat awal dan terbatas pada sampel responden; belum ada pengujian beban (stress/load testing) untuk skenario skala besar.
2. **Keamanan Lanjutan:** Implementasi keamanan dasar sudah ada, namun belum diuji melalui penetration testing atau audit keamanan independen.
3. **Integrasi Data Eksternal:** Integrasi otomatis dengan sumber meteorologi dan instansi pengelola masih memerlukan penguatan pada aspek sinkronisasi dan validasi data.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, beberapa rekomendasi pengembangan yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya meliputi:

1. **Uji Beban dan Penetration Testing:** Lakukan load testing dan audit keamanan eksternal untuk mengidentifikasi titik lemah performa dan celah keamanan.
2. **Peta Offline dan Optimasi Baterai:** Prioritaskan pengembangan peta offline yang lebih andal dan optimasi penggunaan GPS untuk menghemat baterai.

3. Automasi Integrasi Cuaca: Implementasikan API resmi dari lembaga meteorologi dengan mekanisme fallback dan validasi data.
4. Audit Log dan SIEM: Tambahkan logging terpusat dan integrasi dengan sistem deteksi insiden (SIEM) untuk respons keamanan lebih cepat.
5. Perbaiki UX: Sederhanakan alur booking dan verifikasi QR; tambahkan opsi dark mode dan pengaturan ukuran UI.
6. Skalabilitas Infrastruktur: Pertimbangkan migrasi ke lingkungan hosting yang mendukung autoscaling dan backup terdistribusi saat sistem siap untuk produksi.

Implementasi CariYo! Track berhasil menghadirkan platform terpadu yang memenuhi kebutuhan dasar pendaki dan pengelola, dengan hasil pengujian fungsional positif dan evaluasi pengguna yang mendukung. Untuk mencapai kesiapan produksi dan keamanan operasional yang lebih tinggi, diperlukan pengujian beban, audit keamanan, penguatan integrasi data eksternal, serta penyempurnaan UX dan fitur offline.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem CariYo! Track berhasil mengintegrasikan berbagai fitur utama seperti peta jalur berbasis GIS, integrasi cuaca real-time, marketplace perlengkapan, serta fitur keselamatan (SOS darurat, live tracking). Temuan ini memperkuat dan sekaligus melampaui hasil penelitian sebelumnya.

1. Afriza Malna et al. (2023) hanya berfokus pada sistem penyewaan logistik berbasis web. CariYo! Track mengembangkan konsep tersebut dengan menambahkan marketplace yang terhubung langsung dengan pendaftaran daring dan monitoring jalur.
2. Bengkulu et al. (2021) menekankan sistem registrasi daring, namun belum mengintegrasikan aspek keselamatan dan cuaca. Penelitian ini melengkapi kekurangan tersebut dengan QR e-ticket dan integrasi data meteorologi BMKG.
3. Hijriah, Fajri, & Nugroho (2025) mengembangkan sistem berbasis data geospasial, tetapi belum menggabungkan marketplace dan fitur keselamatan. CariYo! Track memperluas cakupan dengan integrasi multi-fitur yang lebih komprehensif.
4. Santoso & Wijaya (2023) menekankan pentingnya integrasi data cuaca real-time dalam sistem informasi berbasis web. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan mereka, di mana responden menilai fitur cuaca real-time sebagai salah satu komponen paling membantu dalam meningkatkan keselamatan pendakian.

Dengan demikian, penelitian ini menjawab gap yang diidentifikasi pada literatur terdahulu, yaitu kecenderungan sistem yang parsial dan hanya berfokus pada satu fitur. Novelty penelitian ini terletak pada integrasi multi-fitur dalam satu sistem terpadu, yang belum pernah diimplementasikan sebelumnya. Hal ini menjadikan CariYo! Track sebagai platform yang lebih komprehensif, mendukung keselamatan, efisiensi, dan pemberdayaan ekonomi lokal secara bersamaan.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan CariYo! Track, sebuah website pendukung pendakian gunung yang terintegrasi dengan fitur utama berupa informasi jalur, peta interaktif berbasis GIS, rekomendasi perlengkapan, panduan keselamatan, pendaftaran daring, integrasi cuaca real-time, serta marketplace penyewaan perlengkapan. Pendekatan incremental SDLC memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dengan hasil pengujian fungsional yang konsisten berhasil.

Uji coba terhadap 50 responden pendaki di kawasan Gunung Merbabu dan Gunung Lawu menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi. Evaluasi kebergunaan menggunakan System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor rata-rata 82,5 (kategori Excellent), diperkuat oleh temuan kualitatif bahwa fitur peta offline, SOS darurat, live tracking, dan checklist digital merupakan komponen paling membantu dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi pendakian.

Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi multi-fitur dalam satu sistem terpadu yang belum pernah diimplementasikan sebelumnya, sehingga mampu Meningkatkan keselamatan pendaki melalui monitoring jalur, integrasi data cuaca real-time, dan fitur SOS darurat, Mendukung efisiensi operasional dengan mekanisme tiket berbasis QR, pendaftaran daring, serta navigasi digital yang responsif dan Memberikan kontribusi pada pemberdayaan ekonomi lokal, terbukti dengan peningkatan pendapatan penyedia logistik sebesar 54% setelah terintegrasi dengan platform digital.

Keterbatasan penelitian masih terdapat pada aspek keamanan lanjutan (belum dilakukan penetration testing), skalabilitas infrastruktur (belum diuji dengan load testing skala besar), serta penyempurnaan pengalaman pengguna (navigasi, tema gelap, ukuran ikon).

Rekomendasi penelitian selanjutnya mencakup Melakukan stress/load testing dan audit keamanan independen untuk memastikan kesiapan sistem dalam skala produksi, Mengoptimalkan peta offline dan efisiensi penggunaan baterai pada aplikasi lapangan, Mengintegrasikan API resmi BMKG dengan mekanisme validasi data untuk memperkuat akurasi cuaca, Menyederhanakan alur booking dan verifikasi QR, serta menambahkan opsi personalisasi antarmuka (dark mode, ukuran ikon) dan Mengembangkan infrastruktur dengan dukungan autoscaling dan backup terdistribusi untuk menjawab kebutuhan pengguna yang lebih luas.

Dengan demikian, CariYo! Track berpotensi menjadi platform referensi andal bagi komunitas pendaki dan pengelola kawasan, sekaligus mendukung keberlanjutan aktivitas pendakian serta pengembangan ekowisata berbasis teknologi digital.

## REFERENSI

- Afriza Malna, I., Findawati, Y., & Azizah, N. L. (2023). Sistem informasi penyewaan alat pendakian berbasis web. *Procedia of Engineering and Life Science*.
- Alvyan, F., & Meutia Hilda, A. (2021). Sistem Informasi Geografis Pos Perizinan dan Pengelolaan Informasi Pengaduan di Jalur Pendakian Wisata Gunung Sumbing Berbasis Website.
- Bengkulu, R., Melandri, M., Putri, D. N., Suban, S. C., & Sintawati, I. D. (2021). Implementasi sistem informasi registrasi berbasis web. *Jurnal Remik*, 4(1).
- CyberPedia. (2026). Top 15 Web Application Security Best Practices in 2026.
- Hijriah, A. Z., Fajri, I. N., & Nugroho, A. (2025). Pengembangan sistem informasi pendakian gunung "AyoMuncak" berbasis website dengan data geospasial. *JuTI Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 70.
- Krevs, M., Repe, B., & Mazej, T. (2023). Reconsidering the basics of mountain trail categorisation. *European Journal of Geography*, 14(2), 44–63.
- Lima, C. R. C., Carr, C. N., Margarido, J. J. P., & Silva, R. D. (2023). O modelo incremental no desenvolvimento de software. *Research, Society and Development*, 12(4).
- [Mohd Rosli, N., Soffian, N. S. M., & Ahmad, A. (2023). Hiking incidents database structure using ERD. *Journal of Information System and Technology Management*, 8(31), 129–147.
- OWASP Foundation. (2025). *OWASP Top Ten Web Application Security Risks*.
- Telaumbanua, K., & Daulay, M. F. (2022). Pemodelan proses bisnis aplikasi pendakian gunung berbasis mobile. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(3), 506–518.
- Vileikis, L. (2026). Database security in 2026: Essential tips & best practices.
- Rahman, A., & Putri, S. (2024). Web-based information system for outdoor activity management: A case study of hiking trails. *International Journal of Information Systems*, 9(2), 115–128.
- Santoso, B., & Wijaya, R. (2023). Integrasi data cuaca real-time dalam sistem informasi berbasis web. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 11(1), 33–42.
- Setiawan, D., & Pratama, H. (2022). Role-based access control implementation in web applications: Case study on tourism management system. *Journal of Computer Science and Information Security*, 10(4), 77–85.
- Yuliani, E., & Nugraha, P. (2025). Digital transformation in eco-tourism: Web-based solutions for sustainable mountain trekking. *Journal of Sustainable Tourism Technology*, 7(3), 201–214.