

Implementasi Geofencing Menggunakan Metode Haversine Formula pada Sistem Informasi Manajemen SDM

Ivan Fatechah^{*1}, Noora Qotrun Nada²

¹Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, ifanfatechah@gmail.com

²Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, noora@upgris.ac.id

Abstract.

Employee attendance management is one of an important aspect of human resource administration. However, conventional tracking methods often lead to inefficiencies, location data manipulation, and time-consuming administrative processes. This study aims to design and develop a digital-based employee attendance information system using Geofencing technology to address these operational challenges. The system implements the Haversine Formula algorithm on the backend to precisely validate attendance distances based on users' GPS coordinate points. The development method utilized is the Software Development Life Cycle (SDLC), encompassing requirements analysis, architectural design, implementation using React and Laravel frameworks, and system testing. The test results indicate that the system successfully rejects attendance attempts outside the permitted spatial radius and logs valid attendance data in real-time. The test results demonstrate that the implementation of Geofencing and the Haversine Formula is proven effective in improving attendance data accuracy, preventing location fraud, and facilitating digital human resource management.

Keywords: Geofencing; Haversine Formula; Attendance system; Human resources; Web development.

Abstrak

Manajemen kehadiran karyawan merupakan salah satu aspek penting dalam administrasi sumber daya manusia. Namun, metode presensi konvensional seringkali menimbulkan inefisiensi, manipulasi data lokasi, dan proses rekapitulasi yang memakan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi presensi pegawai berbasis digital menggunakan teknologi Geofencing untuk mengatasi tantangan operasional tersebut. Sistem ini mengimplementasikan algoritma Haversine Formula pada sisi peladen (backend) untuk memvalidasi jarak presensi berdasarkan titik koordinat GPS pengguna secara presisi. Metode pengembangan yang digunakan adalah Siklus Hidup Pengembangan Perangkat Lunak (SDLC), yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, implementasi menggunakan framework React dan Laravel, serta pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menolak upaya presensi di luar batas radius spasial yang diizinkan dan mencatat data kehadiran yang valid secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi Geofencing dan Haversine Formula terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi data kehadiran, mencegah kecurangan lokasi, serta mempermudah pengelolaan SDM secara digital.

Kata Kunci: Geofencing; *Haversine Formula*; Sistem presensi; Sumber daya manusia; Pengembangan web.

1. Pendahuluan

Manajemen sumber daya manusia sangat dipengaruhi oleh ketepatan sistem presensi pegawai. Sistem presensi konvensional, seperti pencatatan manual, fingerprint lokal, maupun aplikasi sederhana tanpa validasi lokasi, masih memiliki berbagai kelemahan, seperti risiko manipulasi kehadiran, proses rekapitulasi yang kurang efisien, serta tidak mampu memverifikasi lokasi pegawai secara real-time [1]. Kondisi tersebut menimbulkan kebutuhan akan sistem presensi yang mampu memastikan keakuratan lokasi pengguna saat melakukan absensi.

Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan teknologi *Location-Based Services* (LBS) dan *Global Positioning System* (GPS) dalam sistem presensi [2]. Namun, beberapa metode masih menggunakan perhitungan jarak berbasis *Euclidean distance* yang kurang akurat pada permukaan bumi yang melengkung [3]. Selain itu, validasi *Geofencing* yang dilakukan di sisi klien rentan terhadap manipulasi koordinat melalui *GPS spoofing* [4]. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan validasi spasial terpusat pada sisi server menggunakan algoritma *Haversine Formula* untuk menghitung jarak melengkung antar koordinat secara lebih presisi [5].

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi presensi pegawai berbasis digital yang mengintegrasikan *Geofencing* dan *Haversine Formula* guna meningkatkan keamanan serta akurasi presensi [6]. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) [7], dengan *framework* React pada sisi antarmuka pengguna dan Laravel pada sisi *backend* [8]. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan fungsionalitas perhitungan jarak spasial sehingga sistem dapat menghasilkan proses presensi yang lebih aman, akurat, dan terotomatisasi.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan melalui pendekatan eksperimental dalam bidang rekayasa perangkat lunak untuk menyelesaikan permasalahan manipulasi data lokasi presensi. Metode penyelesaian masalah dilakukan dengan membangun sebuah sistem informasi berarsitektur *Client-Server*, di mana antarmuka pengguna memfasilitasi pengambilan data, sementara sisi peladen (*server*) memproses validasi menggunakan komputasi spasial secara terpusat. Agar tahapan penelitian dapat direplikasi, metodologi dijabarkan ke dalam beberapa tahapan prosedural berikut.

2.1 Bahan dan Perangkat Pengembangan

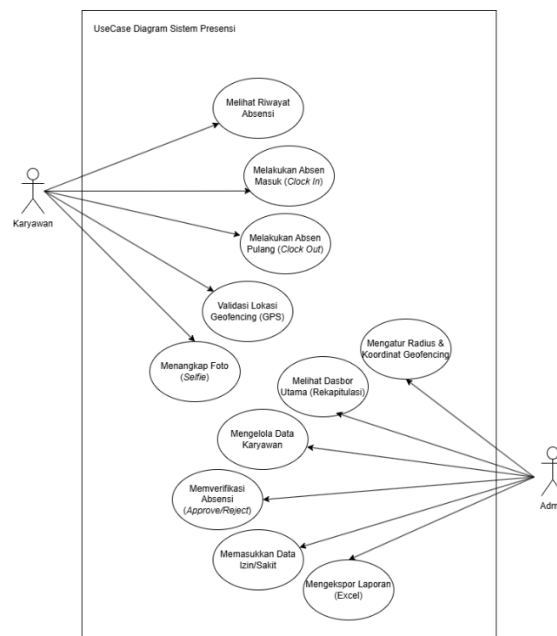
Pengembangan sistem ini memanfaatkan beberapa perangkat lunak dan perangkat keras sebagai pendukung utama. Pada sisi *front-end* (klien), sistem dibangun menggunakan *framework* React untuk menghasilkan antarmuka aplikasi yang responsif dan interaktif. Sementara itu, pada sisi *back-end* (peladen), sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel berbasis PHP yang menerapkan arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) untuk mendukung pengelolaan basis data relasional serta pemrosesan *Application Programming Interface* (API) [9].

Modul GPS pada perangkat seluler komersial memiliki toleransi akurasi pembacaan data (*margin of error*) antara 5 hingga 15 meter, sangat bergantung pada kondisi cuaca, distorsi sinyal (*multipath error*) oleh gedung bertingkat, dan kualitas perangkat keras [10]. Oleh karena itu, toleransi instrumen ini dikonfigurasi ke dalam sistem berupa penambahan batas radius minimal *Geofencing* sebesar 50 meter guna menghindari kegagalan presensi akibat deviasi sinyal GPS (*false negative*).

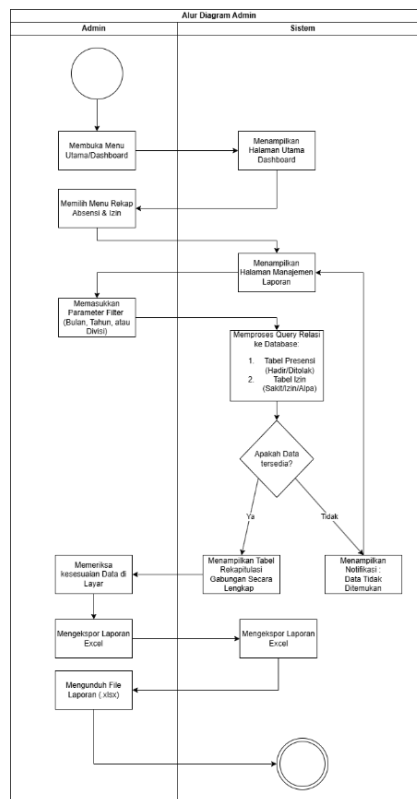
2.2 Metode Pengembangan Sistem

Sistem ini dikembangkan menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) model Waterfall yang linier [11], . Tahapan dimulai dari:

1. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi variabel input berupa latitude, longitude, dan swafoto pengguna.
2. Perancangan Sistem: Membuat pemodelan arsitektur menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dan perancangan basis data yang dinormalisasi untuk memisahkan entitas pegawai, unit kerja, dan log presensi. Interaksi fungsional aktor terhadap sistem dimodelkan melalui *Use Case Diagram* yang disajikan pada Gambar 2. 1. Sementara itu, alur logika validasi spasial dimodelkan ke dalam *Activity Diagram Admin* pada Gambar 2. 2.



Gambar 2. 15 UseCase Diagram



Gambar 2. 16 Activity Diagram Admin

- Implementasi: Pada tahap ini, pembangunan dibagi menjadi dua komponen utama, yaitu pengembangan antarmuka pengguna (front-end) menggunakan framework React, serta pembangunan logika bisnis dan REST API pada sisi peladen (back-end) menggunakan framework Laravel.

4. Pengujian: Evaluasi fungsionalitas dan akurasi logika spasial sistem.

2.3 Prosedur Pengumpulan Data dan Pengujian

Inti kebaruan penyelesaian masalah pada sistem ini terletak pada isolasi prosedur validasi koordinat di sisi backend untuk mencegah GPS spoofing [4]. Prosedurnya berlangsung dengan urutan logis berikut:

1. Perangkat seluler klien meminta izin akses Location Services dan menangkap titik koordinat awal (lintang dan bujur) pengguna dalam bentuk derajat desimal.
2. Data koordinat tersebut dikirim melalui protokol HTTP/REST API menuju peladen (server) secara real-time.
3. Peladen menerima data dan melakukan konversi nilai derajat desimal menjadi satuan radian menggunakan fungsi komputasi bawaan.
4. Server mengeksekusi algoritma Haversine Formula untuk mencari jarak melengkung (great-circle distance) antara koordinat pengguna dan koordinat statis pusat kantor yang telah didefinisikan di basis data. Formulasi kalkulasi matematis untuk mencari kuadrat setengah panjang tali busur a , jarak sudut c , hingga jarak akhir d dieksekusi melalui persamaan berikut:

$$5. \alpha = \sin^2\left(\frac{lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2\left(\frac{long}{2}\right)$$

$$6. C = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$7. d = R \cdot C$$

Keterangan: lat merupakan nilai latitude (lintang), $long$ merupakan nilai longitude (bujur), R adalah konstanta radius rata-rata bumi yaitu 6.371.000 meter, dan d adalah hasil kalkulasi jarak akhir dalam satuan meter.

2.4 Prosedur Pengumpulan Data dan Pengujian

Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui serangkaian uji coba langsung (field testing) secara dinamis. Pengujian perangkat lunak ini menerapkan metode Black-Box Testing untuk memverifikasi kesesuaian fungsionalitas dan respons interaksi pada antarmuka pengguna. Selanjutnya, pengujian fungsionalitas komponen Geofencing dieksekusi dengan mengumpulkan sampel percobaan presensi dari berbagai skenario jarak spasial yang bervariasi, meliputi:

1. titik proksimal (posisi jarak aktual berada di dalam batas radius Geofencing).
2. titik batas ekuilibrium (posisi jarak aktual berada tepat di sekitar garis batas toleransi).
3. titik luar (posisi jarak aktual berada jauh di luar ambang batas radius yang dikonfigurasi pada basis data).

Hasil dari rangkaian pengujian lapangan ini diobservasi secara objektif berdasarkan ketepatan keputusan logika peladen dalam menyetujui akses pengambilan swafoto presensi atau menolaknya secara seketika sesuai batasan aturan spasial yang berlaku.

3. Hasil dan Pembahasan

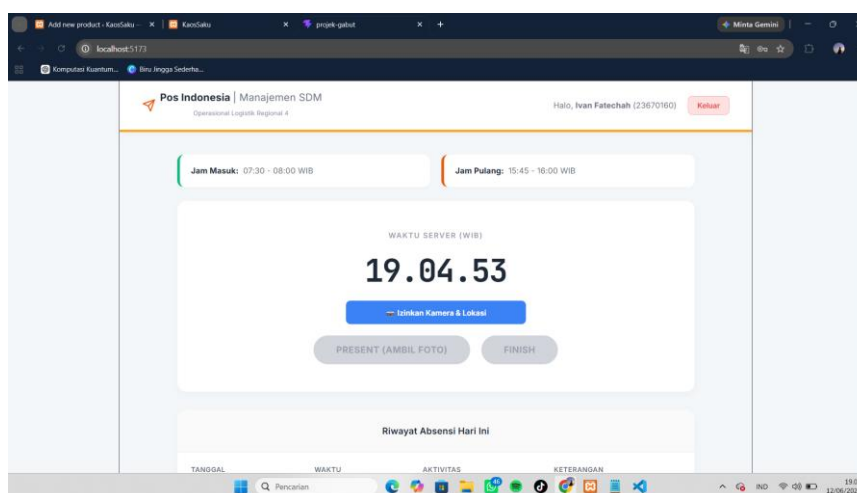
Bagian ini memaparkan hasil dari implementasi sistem informasi presensi berbasis *Geofencing* serta memberikan analisis mendalam mengenai fungsionalitas algoritma Haversine Formula yang telah diterapkan pada sisi peladen. Secara keseluruhan, perancangan sistem berhasil direalisasikan ke dalam bentuk platform digital berarsitektur *Client-Server*, di mana pengguna (karyawan) mengakses antarmuka melalui peramban web seluler berbasis React, dan pengolahan data terpusat ditangani oleh sistem backend berbasis Laravel.

3.1 Penyajian Hasil

Bagian ini memaparkan temuan representatif dari implementasi dan pengujian sistem informasi presensi berbasis Geofencing. Penyajian hasil diurutkan berdasarkan tahapan operasional yang telah dirumuskan pada bagian metode.

3.1.1 Hasil Implementasi Antarmuka dan Server

Pengembangan sistem menghasilkan perangkat lunak dengan arsitektur *Client-Server* [12], yang berfungsi penuh [13]. Pada sisi antarmuka (*front-end*), sistem terbukti secara otomatis mampu meminta dan menangkap izin akses lokasi perangkat seluler pengguna untuk mengekstraksi titik koordinat (latitude dan longitude) secara seketika (*real-time*). Tampilan halaman utama form pengambilan koordinat spasial dan swafoto pegawai pada perangkat seluler direpresentasikan pada Gambar 3. 1. Data parameter masukan tersebut berhasil ditransmisikan ke sisi peladen (*back-end*) tanpa mengalami kehilangan atau kerusakan integritas (*data loss*).



Gambar 3. 82 Tampilan antarmuka halaman utama

Gambar 3.1 menampilkan halaman utama aplikasi presensi yang terdiri atas beberapa komponen utama, antara lain:

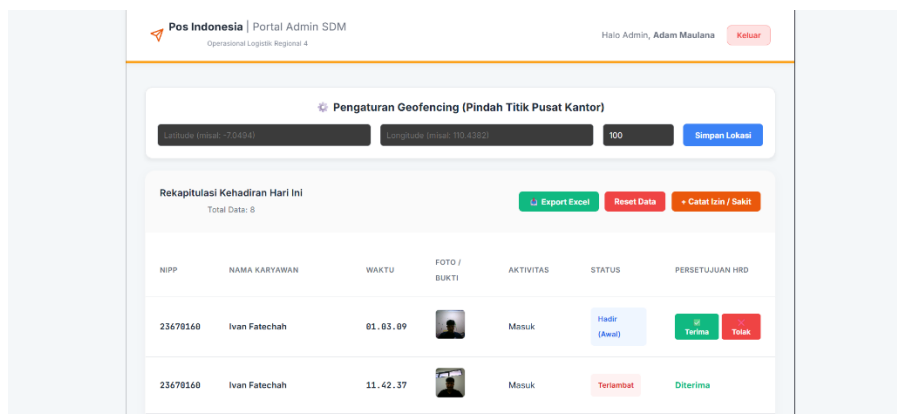
- Header Aplikasi: Memuat logo dan nama instansi "Pos Indonesia | Manajemen SDM Operasional Logistik Regional 4", nama karyawan yang sedang masuk ke sistem beserta nomor identitas (NIPP), dan tombol "Keluar".
- Kartu Sesi Kehadiran: Terdiri dari dua penanda waktu operasional kerja, yaitu informasi batas "Jam Masuk" (07.30 - 08.00 WIB) dan batas "Jam Pulang" (15.45 - 16.00 WIB).
- Widget Waktu Peladen: Menampilkan jam digital penunjuk waktu lokal peladen secara real-time dengan format WIB (Waktu Indonesia Barat) sebagai acuan pencatatan log.
- Tombol Kendali Utama: Terdiri dari tombol pemicu akses ganda "Izinkan Kamera & Lokasi" berwarna biru, serta dua tombol aksi sekunder yaitu "Present (Ambil Foto)" dan "Finish" yang akan berubah status aktifnya berdasarkan status perizinan instrumen.
- Riwayat Absensi Hari Ini: Berada pada bagian bawah halaman yang memuat tabel ringkasan waktu, aktivitas, dan keterangan kehadiran pegawai pada tanggal berjalan.

Penggunaan halaman utama presensi diawali dengan proses autentikasi pengguna ke dalam sistem. Beberapa cara mengaplikasikan halaman utama presensi:

- Karyawan melakukan autentikasi masuk terlebih dahulu untuk mengakses halaman utama presensi.
- Langkah pertama, karyawan wajib mengeklik tombol biru bertuliskan "Izinkan Kamera & Lokasi". Tindakan ini akan memicu peramban web untuk meminta izin akses hardware kamera dan sensor GPS perangkat.

- c. Setelah izin diberikan, sistem di latar belakang secara otomatis menangkap koordinat bumi dan mengaktifkan tombol "Present (Ambil Foto)".
- d. Karyawan kemudian mengeklik tombol "Present (Ambil Foto)" untuk melakukan swafoto verifikasi wajah. Data foto dan koordinat tersebut selanjutnya dikirim secara otomatis ke peladen untuk divalidasi.

Sementara itu, pada sisi server, halaman Portal Admin SDM berhasil mengelola dan menampilkan seluruh data log kehadiran pegawai secara transparan. Dokumentasi halaman pengelolaan rekapitulasi kehadiran harian pada sisi administrator ini disajikan secara lengkap pada Gambar 3. 2.



Gambar 3. 83 Antarmuka halaman rekap admin SDM

Gambar 3. 2 menampilkan halaman utama aplikasi presensi karyawan yang terdiri atas beberapa komponen utama, antara lain:

- a. Header Portal Admin: Menampilkan identitas sistem "Pos Indonesia Portal Admin SDM Operasional Logistik Regional 4" serta nama akun administrator yang sedang mengelola data.
- b. Aksi Cepat Data: Memuat ringkasan total data masuk harian dan tiga tombol fungsi manajemen data, yaitu "Export Excel" (berwarna hijau), "Reset Data" (berwarna merah), dan "+ Catat Izin / Sakit" (berwarna oranye).
- c. Tabel Rekapitulasi Kehadiran Hari Ini: Komponen tabel utama yang memisahkan rekapitulasi ke dalam kolom NIPP, Nama Karyawan, Waktu (pencatatan jam masuk), Foto/Bukti swafoto, Aktivitas, Status Kehadiran, dan kolom Persetujuan HRD.
- d. Indikator Status Kehadiran: Label penanda dinamis hasil keputusan sistem yang berwarna-warni, seperti label biru untuk status "Hadir (Awal)", label merah muda untuk status "Terlambat", dan label merah pekat untuk status "Alpa".
- e. Komponen Interaksi Validasi: Tombol dwiaksi berupa tombol hijau bertuliskan "Terima" dan tombol merah bertuliskan "Tolak" khusus untuk memvalidasi status kehadiran karyawan yang memerlukan konfirmasi manual dari HRD.

Penggunaan halaman Portal Admin SDM diawali dengan proses autentikasi administrator ke dalam sistem. Beberapa cara mengaplikasikan halaman utama admin presensi:

- a. Administrator masuk ke portal admin untuk memantau data rekapitulasi kehadiran pegawai yang masuk ke basis data secara real-time.
- b. Admin melihat kolom "Foto / Bukti" untuk memastikan keaslian swafoto pegawai dan mencocokkannya dengan indikator "Status Kehadiran" yang dikalkulasi otomatis oleh sistem.
- c. Untuk log kehadiran baru yang membutuhkan verifikasi, admin mengeklik tombol hijau "Terima" jika presensi dinilai valid, atau tombol merah "Tolak" jika ditemukan indikasi kecurangan.

Pada akhir periode kerja, admin dapat mengeklik tombol "Export Excel" untuk mengunduh laporan rekapitulasi kehadiran secara otomatis menjadi dokumen spreadsheet (.xlsx).

3.1.2 Hasil Pemrosesan Algoritma Spasial

Setelah data lokasi diterima dari antarmuka klien, sistem di sisi peladen secara otomatis mengonversi data derajat desimal menjadi satuan radian untuk menjalankan komputasi logika jarak. Implementasi praktis dari seluruh rangkaian rumusan matematis tersebut di dalam struktur fungsi kode backend berbasis Laravel [5], direpresentasikan pada Gambar 3. 3.

```
{
    // --- 1. RUMUS MENGHITUNG JARAK (METER) ---
    private function hitungJarak($lat1, $lon1, $lat2, $lon2) {
        $earthRadius = 6371000; // Radius bumi dalam meter
        $dLat = deg2rad($lat2 - $lat1);
        $dLon = deg2rad($lon2 - $lon1);
        $a = sin($dLat/2) * sin($dLat/2) + cos(deg2rad($lat1)) * cos(deg2rad($lat2)) * sin($dLon/2) * sin($dLon/2);
        $c = 2 * atan2(sqrt($a), sqrt(1-$a));
        return $earthRadius * $c;
    }
}
```

Gambar 3. 84 Kode fungsi Haversine Formula

Deskripsi Komponen Gambar 3. 3:

- Deklarasi Fungsi: Fungsi privat bernama `hitungJarak` `$lat1, $lon1, $lat2, $lon2` yang menerima empat parameter masukan berupa titik koordinat lintang dan bujur dari dua lokasi berbeda (lokasi pengguna dan lokasi kantor).
- Variabel Konstanta Radius Bumi: Variabel `$earthRadius = 6371000`; yang menetapkan ketetapan jari-jari bumi sebesar 6.371 kilometer yang dikonversi ke dalam satuan meter.
- Fungsi Konversi Radian: Penggunaan fungsi bawaan `deg2rad()` untuk mengubah representasi koordinat derajat desimal kiriman klien menjadi satuan radian sebelum diproses secara trigonometri.
- Eksekusi Persamaan Haversine: Baris kode perhitungan variabel `$a` untuk mencari kuadrat setengah panjang tali busur, diikuti perhitungan variabel `$c` untuk mengkalkulasi jarak sudut menggunakan fungsi `atan2` bola.
- Instruksi Pengembalian Nilai (Return): Konstruksi kode `return $earthRadius * $c`; yang berfungsi mengirimkan kembali hasil akhir kalkulasi berupa angka jarak absolut berwujud satuan meter.

Cara Kerja dan Penggunaan Potongan Kode Fungsi:

- Fungsi `hitungJarak` ini tidak berjalan di sisi aplikasi pengguna, melainkan dieksekusi secara otomatis oleh peladen Laravel setiap kali menerima kiriman paket data koordinat dari REST API klien.
- Ketika data masuk, fungsi ini dipanggil untuk menghitung jarak melengkung (great-circle distance) antara posisi koordinat GPS terkini milik pegawai terhadap koordinat statis unit kantor yang tersimpan di basis data.
- Hasil kembalian nilai numerik dalam satuan meter dari fungsi ini secara otomatis langsung diteruskan ke fungsi percabangan logika (conditional statement) berikutnya untuk menentukan status penegakan batas wilayah Geofencing (diizinkan atau diblokir).

3.1.3 Hasil Pengujian Lapangan dan Validasi Jarak

Pengujian fungsionalitas algoritma dikumpulkan melalui serangkaian uji coba lapangan secara langsung [15]. Pengumpulan data dilakukan dengan menyimulasikan percobaan presensi pada beberapa skenario proksimitas yang berbeda untuk memverifikasi keandalan respons sistem. Pengaturan parameter batas radius *Geofencing* pada basis data diatur secara bervariasi mengikuti kebutuhan simulasi lingkungan. Temuan dari hasil pengujian tersebut direpresentasikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian

No.	Skenario Pengujian Jarak (Posisi Aktual Pengguna)	Parameter Radius Minimal/Maksimal	Jarak Terhitung oleh Sistem (<i>Haversine</i>)	Respons Keputusan Sistem
1.	Titik proksimal (berada di dalam lingkungan unit kerja)	50 meter	12 meter	Presensi Diterima
2.	Titik batas luar (bergeser di luar batas toleransi area kerja)	50 meter	68 meter	Presensi Ditolak
3.	Titik terjauh (berada sangat jauh dari area unit kerja)	1.000 meter	1.665 meter	Presensi Ditolak

Berdasarkan temuan pada Tabel 1.1, sistem memberikan respons penolakan maupun penerimaan yang akurat sesuai dengan batasan angka yang ditetapkan di basis data. Pada pengujian simulasi skenario ketiga, sistem menangkap dan mengkalkulasi selisih jarak spasial sebesar 1.665 meter antara perangkat pengguna dan titik pusat kantor. Karena temuan angka tersebut secara matematis melampaui ambang batas 1.000 meter yang diizinkan, peladen memblokir akses dan memunculkan notifikasi penolakan pada antarmuka klien. Tidak ditemukan adanya galat interupsi (*system crash*) pada antarmuka pengguna saat eksekusi penolakan presensi tersebut berlangsung. Berdasarkan Tabel 1.1, sistem server terbukti secara jujur mencatat parameter waktu presensi secara mendetail hingga satuan detik. Peladen juga berhasil menjalankan fungsi kalkulasi waktu otomatis untuk menentukan klasifikasi status kehadiran pegawai (seperti status "Hadir (Awal)" dan "Terlambat"). Bukti visual dari halaman pengelolaan rekapitulasi kehadiran harian pada sisi administrator ini disajikan secara lengkap pada Gambar 3. 4.

NO	NAMA KARYAWAN	WAKTU	FOTO / BUKTI	AKTIVITAS	STATUS	Persetujuan HRD
235792168	Ivan Fatechah	01.03.09		Masuk	Hadir (Awal)	Diterima
235792168	Ivan Fatechah	11.42.37		Masuk	Terlambat	Ditolak
235792168	Ivan Fatechah	23.09.32		Masuk	Terlambat	Ditolak
235792143	Muh Rizki Indrawan	-	Tidak ada foto	Catatan Admin	Non	Ditolak

Gambar 3. 85 Antarmuka halaman rekapitulasi

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menyimpulkan bahwa tantangan modernisasi administrasi kepegawaian dapat diselesaikan secara efektif melalui integrasi teknologi *Geofencing* dan algoritma *Haversine Formula*. Selaras dengan tujuan awal penelitian, sistem yang dibangun terbukti mampu mengotomatisasi pencatatan kehadiran sekaligus mengunci validitas posisi geografis pengguna secara seketika (*real-time*). Poin utama dari diskusi menegaskan bahwa pemindahan seluruh logika komputasi spasial ke sisi peladen (*server-side calculation*) menggunakan *framework* Laravel sukses mengeliminasi celah manipulasi lokasi yang biasanya terjadi pada arsitektur berbasis klien (*client-side*). Selain itu, penerapan batas toleransi spasial minimum terbukti secara logis mampu meredam fluktuasi akurasi instrumen GPS pada perangkat seluler tanpa mengorbankan ketegasan batas wilayah kerja yang diizinkan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap bidang rekayasa perangkat lunak dan *Location-Based Services* (LBS) dengan menyodorkan kebenaran ilmiah bahwa keamanan data spasial yang berintegritas tinggi wajib dikendalikan sepenuhnya oleh peladen melalui kalkulasi trigonometri bumi bulat yang presisi. Sebagai langkah penyempurnaan di masa depan, penelitian berikutnya disarankan untuk memfokuskan pengembangan pada enkripsi jalur transmisi data koordinat guna mencegah risiko pencegatan API, serta mengintegrasikan otentikasi biometrik berbasis pengenalan wajah (*facial recognition*) [16], demi mewujudkan sistem presensi mandiri yang sepenuhnya antipalsu [17].

5. Referensi

- [1] P. B. Utomo, D. Wahyudi, dan M. Mujiono, "Pengembangan Sistem Informasi Presensi Berbasis Global Positioning Systems dan Location-Based Service," *j. inform. terpadu*, vol. 11, no. 1, hlm. 20–28, Mar 2025, doi: 10.54914/jit.v11i1.1563.
- [2] A. Irmayana dan K. Aryasa, "Sistem Absensi Dan Monitoring Kehadiran Siswa Menggunakan Metode Location Based Services (LBS)," no. 2, 2021.
- [3] V. H. Nabilla, Indonesia, Dony Permana, dan Fadhilah Fitri, "Comparison of Haversine and Euclidean Distance Formula for Calculating Distance Between Regencies in West Sumatra," *ujds*, vol. 1, no. 3, hlm. 120–125, Mei 2023, doi: 10.24036/ujds/vol1-iss3/39.
- [4] P. Jiang, H. Wu, dan C. Xin, "DeepPOSE: Detecting GPS spoofing attack via deep recurrent neural network," *Digital Communications and Networks*, vol. 8, no. 5, hlm. 791–803, Okt 2022, doi: 10.1016/j.dcan.2021.09.006.
- [5] M. S. Kumar, G. S. Kasbekar, dan A. Maity, "Efficacy of Asynchronous GPS Spoofing Against High Volume Consumer GNSS Receivers," dalam *Proceedings of the 18th ACM International Symposium on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks on 18th ACM International Symposium on QoS and Security for Wireless and Mobile Networks*, Montreal Quebec Canada: ACM, Okt 2022, hlm. 95–104. doi: 10.1145/3551661.3561365.
- [6] H. Sidiq, Deni Satria, dan Humaira, "At Implementasi Algoritma Haversine Pada Absensi Kepegawaian Berbasis Android," *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, hlm. 120–126, Jun 2022, doi: 10.52158/jacost.v3i1.263.
- [7] W. A. Putra, I. Fitri, dan D. Hidayatullah, "Implementasi Waterfall dan Agile dalam Perancangan E-Commerce Alat Musik Berbasis Website," *jtik*, vol. 6, no. 1, hlm. 56–62, Jan 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i1.380.
- [8] S. H. Nova, A. P. Widodo, dan B. Warsito, "Analisis Metode Agile pada Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review," *tc*, vol. 21, no. 1, hlm. 139–148, Feb 2022, doi: 10.33633/tc.v21i1.5659.
- [9] C. Ningki dan N. P., "Implementasi Aplikasi Penjualan Produk Tradisional Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall," *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 19, no. 2, hlm. 107–114, Sep 2023, doi: 10.52958/iftk.v19i2.6149.
- [10] K. Merry dan P. Bettinger, "Smartphone GPS accuracy study in an urban environment," *PLoS ONE*, vol. 14, no. 7, hlm. e0219890, Jul 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0219890.
- [11] I. Larasati, A. N. Yusril, dan P. A. Zukri, "Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile," *SISTEMASI*, vol. 10, no. 2, hlm. 369, Mei 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i2.1237.
- [12] M. Saefudin, D. A. Megawaty, D. Alita, R. Arundaa, dan E. Tenda, "Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website," *JATIKA*, vol. 4, no. 2, hlm. 213–220, Jun 2023, doi: 10.33365/jatika.v4i2.2600.
- [13] M. R. Nasution dan A. Fauzi, "PEREKAMAN KEHADIRAN KARYAWAN DENGAN AKSES GEOLOKASI: INOVASI SISTEM ABSENSI BERBASIS WEB," *rabit*, vol. 9, no. 1, hlm. 91–102, Des 2023, doi: 10.36341/rabit.v9i1.4037.
- [14] P. Pamudi, Y. Kristyawan, A. N. Hasan, H. Suhartoyo, dan M. S. Riza, "Rancang Bangun Absensi Karyawan Verifikasi Foto Selfie Dengan Global Positioning System (GPS) Menggunakan Metode Prototype," *SPIRIT*, vol. 15, no. 1, Mei 2023, doi: 10.53567/spirit.v15i1.283.

- [15]I. Listiawan, Zaidir, S. Winardi, dan F. N. Aini, “Sistem Informasi Presensi Dengan Validasi Radius Lokasi Menggunakan Formula Haversine (Studi Kasus : PT. PICSI),” *FAHMA*, vol. 21, no. 1, hlm. 12–23, Nov 2023, doi: 10.61805/fahma.v21i1.21.
- [16]Muhammad Dawamul Mughni dan Putri Aisyiyah Rakhma Devi, “Implementation Of Teacher Presence System Using Mobile-Based Geofencing & Haversine Formula Methods,” *ATCSJ*, vol. 6, no. 1, hlm. 31–40, Jun 2023, doi: 10.33086/atcsj.v6i1.4119.
- [17]Z. Ramadhani, L. Safira, A. D. Hartanto, dan H. Hartatik, “Implementasi Algoritma SVM Dalam Pengembangan Sistem Presensi Berbasis Face Recognition,” *Inf. Tech. J*, vol. 4, no. 2, hlm. 42–47, Des 2022, doi: 10.24076/intechnojournal.2022v4i2.1561.