

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI E-PRESENSI MAHASISWA BERBASIS GEOLOCATION DAN FACE RECOGNITION MENGUNAKAN METODE PROTOTYPE

Gede Erik Aktama

Universitas Parna Raya

gedeerikaktama@gmail.com

Abstrak

Pencatatan kehadiran (presensi) mahasiswa dalam perkuliahan tatap muka merupakan salah satu indikator kedisiplinan dan prasyarat kelayakan mengikuti ujian akhir semester di perguruan tinggi. Namun demikian, metode presensi konvensional berbasis tanda tangan kertas maupun pemindaian kartu RFID fisik masih memiliki sejumlah kelemahan kritis, antara lain: maraknya praktik kecurangan titip absen, lamanya waktu antrean di awal kelas, serta risiko kehilangan atau kerusakan lembar absensi fisik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi presensi cerdas berbasis perangkat bergerak (mobile e-presence) dengan mengintegrasikan teknologi Geolocation (Geofencing GPS) dan Pengenalan Wajah (Face Recognition) menggunakan metode pengembangan perangkat lunak Prototype. Validasi spasial Geofencing memanfaatkan rumus Haversine untuk menghitung jarak real-time mahasiswa terhadap titik koordinat pusat ruang kelas kampus dengan radius batas toleransi maksimal 50 meter. Fitur biometrik pengenalan wajah diimplementasikan menggunakan kombinasi algoritma Haar Cascade Classifier untuk deteksi wajah dan Local Binary Pattern Histogram (LBPH) untuk ekstraksi fitur dan pencocokan citra wajah mahasiswa terhadap dataset pelatihan. Aplikasi dibangun menggunakan arsitektur Flutter pada sisi front-end dan RESTful API berbasis Laravel serta basis data MySQL pada sisi back-end. Pengujian fungsionalitas menggunakan Black-Box Testing menghasilkan tingkat keberhasilan 100% pada 20 skenario uji. Pengujian akurasi biometrik wajah terhadap 50 mahasiswa dengan variasi intensitas cahaya (pagi, siang, redup) dan sudut orientasi wajah (kemiringan 0 hingga 30 derajat) menghasilkan akurasi pencocokan rata-rata sebesar 94,80% dengan rata-rata waktu inferensi komputasi sebesar 0,82 detik per pengenalan. Pengujian validasi geolokasi terbukti 100% efektif menolak upaya presensi yang dilakukan di luar radius kampus, termasuk mampu mendeteksi manipulasi lokasi palsu (Fake GPS). Aplikasi ini terbukti mampu mengeliminasi praktik titip absen, memangkas waktu pencatatan presensi kelas dari 8 menit menjadi kurang dari 1 menit, serta meningkatkan akuntabilitas data kehadiran akademik di Universitas Parna Raya.

Kata kunci: E-Presensi Mahasiswa, Geolocation, Geofencing Haversine, Face Recognition, LBPH, Metode Prototype, Kehadiran Akademik.

Abstract

Recording student classroom attendance represents a pivotal disciplinary metric and serves as a fundamental prerequisite governing final examination eligibility in higher education. Nonetheless, conventional attendance mechanisms utilizing manual signatures or physical RFID cards suffer from significant operational vulnerabilities, notably proxy attendance fraud, instructional time loss from entry bottlenecks, and administrative archiving hazards. This research aims to design and implement a smart mobile attendance platform (mobile e-presence) synergizing Geolocation Geofencing with Biometric Facial Recognition developed through the Prototype software engineering methodology. Spatial boundary validation incorporates the Haversine mathematical formulation to calculate real-time student distances relative to classroom geocoordinates within a strict 50-meter tolerance threshold. Biometric facial recognition couples the Haar Cascade Classifier for rapid face detection with the Local Binary Pattern Histogram (LBPH) algorithm for facial texture feature extraction and matching against enrollment datasets. The system was engineered employing a hybrid Flutter mobile front-end communicating with a Laravel RESTful API and MySQL database back-end. Functional validation via Black-Box testing verified a 100% operational success rate across 20 functional test cases. Biometric accuracy audits conducted across 50 students under varying illumination conditions (bright daylight, classroom indoor, low light) and head poses (0 to 30 degrees tilt) achieved an average facial matching accuracy of 94.80% with an average computational inference latency of 0.82 seconds. Geolocation



validation demonstrated 100% sensitivity in rejecting out-of-bounds submissions and successfully intercepted mock location (Fake GPS) spoofing attempts. The deployed application decisively eliminates proxy attendance infractions, shortens classroom roll-call overhead from 8 minutes to under 60 seconds, and substantially elevates academic attendance data governance at Universitas Parna Raya.

Keywords: Student E-Attendance, Geolocation, Haversine Geofencing, Facial Recognition, LBPH Algorithm, Prototype Method, Academic Governance.

1. PENDAHULUAN

Tingkat kedisiplinan kehadiran mahasiswa dalam proses perkuliahan tatap muka di perguruan tinggi merupakan salah satu indikator penentu keberhasilan transfer keilmuan dan pembentukan karakter profesional mahasiswa. Berdasarkan peraturan akademik Universitas Parna Raya, mahasiswa diwajibkan memenuhi persentase kehadiran minimal 75% dari total tatap muka perkuliahan sebagai syarat mutlak kelayakan mengikuti Ujian Akhir Semester (UAS). Oleh karena itu, akurasi, validitas, dan transparansi pencatatan presensi kehadiran mahasiswa menjadi aspek yang sangat krusial (Aktama, 2024; Sommerville, 2016).

Namun demikian, proses pencatatan kehadiran yang berlangsung saat ini masih didominasi oleh metode konvensional, yaitu pengedaran lembar presensi tanda tangan fisik atau pemanggilan nama satu per satu oleh dosen di awal kuliah. Metode manual ini menimbulkan beberapa kendala signifikan: (1) memakan waktu perkuliahan produktif antara 5 hingga 10 menit setiap sesi tatap muka; (2) maraknya praktik kecurangan 'titip absen' di mana tanda tangan mahasiswa dipalsukan oleh rekannya; serta (3) potensi kehilangan atau kerusakan fisik lembaran presensi sebelum direkapitulasi ke dalam sistem informasi akademik (SIKAD) oleh bagian tata usaha (Pressman & Maxim, 2020; Dennis et al., 2018). Penggunaan kartu identitas pintar (RFID) pun tidak mampu mencegah praktik kecurangan karena kartu mahasiswa dapat dengan mudah dipinjamkan kepada orang lain.

Perkembangan teknologi komputasi bergerak (mobile computing) dan pengolahan citra digital (computer vision) membuka peluang implementasi sistem presensi cerdas nirsentuh. Pemanfaatan fitur Global Positioning System (GPS) pada telepon pintar mahasiswa memungkinkan pembatasan area kehadiran berbasis geolokasi (Geofencing) dengan mengukur jarak Euclidean pada permukaan bumi menggunakan formula Haversine (Sinnott, 1984). Namun, verifikasi lokasi GPS saja belum cukup, karena mahasiswa dapat memanipulasi koordinat menggunakan aplikasi lokasi palsu (Fake GPS) atau menitipkan perangkat ponselnya kepada teman sekelas.

Untuk menutup celah kecurangan tersebut, verifikasi identitas biometrik wajah (Face Recognition) menjadi pelengkap yang sangat vital. Ciri biometrik wajah bersifat unik dan melekat pada individu sehingga tidak dapat dipindahtangankan. Algoritma Haar Cascade Classifier (Viola & Jones, 2004) terbukti sangat cepat dan ringan dalam mendeteksi keberadaan wajah pada tangkapan kamera mobile, sedangkan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) yang diperkenalkan oleh Ahonen et al. (2006) memiliki keunggulan komputasi yang efisien serta ketahanan yang tinggi terhadap variasi intensitas pencahayaan ruangan dan ekspresi wajah minor (Gonzalez & Woods, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi presensi mahasiswa berbasis mobile (E-Presensi) dengan mengintegrasikan validasi geofencing GPS dan biometrik wajah LBPH menggunakan metode pengembangan perangkat lunak Prototype di Universitas Parna Raya. Kontribusi penelitian meliputi: (1) rekayasa arsitektur sistem presensi terintegrasi; (2) formulasi validasi radius presensi anti-fake GPS; (3) pengujian empiris akurasi pengenalan wajah pada berbagai kondisi pencahayaan; serta (4) evaluasi efisiensi waktu operasional presensi kelas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak Prototype yang terdiri atas tahapan: Communication, Quick Plan, Modeling Quick Design, Construction of Prototype, dan Deployment, Delivery & Feedback (Pressman & Maxim, 2020).

A. Validasi Spasial Geolocation Menggunakan Formula Haversine

Jarak antara posisi koordinat GPS mahasiswa (lat₁, lon₁) dengan koordinat titik pusat ruang kelas kampus (lat₂, lon₂) dihitung secara matematis menggunakan formula Haversine untuk memperhitungkan kelengkungan permukaan bumi:

$$a = \sin^2\left(\frac{d_{lat}}{2}\right) + \cos(lat_1) * \cos(lat_2) * \sin^2\left(\frac{d_{lon}}{2}\right)$$

$$c = 2 * \operatorname{atan2}\left(\operatorname{Sqrt}(a), \operatorname{Sqrt}(1 - a)\right)$$

$$d = R * c$$

di mana R = 6.371.000 meter (jari-jari bumi), d_{lat} = lat₂ - lat₁, dan d_{lon} = lon₂ - lon₁ dalam radian. Batas toleransi radius ditetapkan sebesar d ≤ 50 meter. Jika d > 50 meter, akses presensi ditolak otomatis oleh server.

B. Algoritma Pengenalan Wajah (Haar Cascade & LBPH)

1. Deteksi Wajah (Haar Cascade Classifier): Citra wajah dari kamera depan dikonversi ke grayscale. Fitur Haar persegi panjang dihitung menggunakan Integral Image dan diklasifikasikan menggunakan pohon keputusan bertingkat (cascade) terlatih untuk memotong (crop) area wajah bounding box 100x100 piksel.

2. Ekstraksi Fitur Tekstur (LBPH): Setiap piksel pusat p_c dibandingkan dengan 8 piksel tetangganya p_n dalam radius R = 1. Bila p_n ≥ p_c, nilai bit bernilai 1, jika tidak bernilai 0. Nilai biner 8-bit dikonversi ke desimal LBP:

$$LBP_{\{P, R\}} = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) * 2^p$$

Citra LBP dibagi menjadi 8x8 grid region untuk membentuk histogram lokal. Pengenalan dilakukan dengan membandingkan jarak histogram Euclidean (Chi-Square Distance) terhadap dataset citra mahasiswa yang telah diregistrasi. Ambang batas (threshold) jarak ditetapkan ≤ 65 untuk verifikasi kecocokan identitas.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Aplikasi E-Presensi berhasil dibangun menggunakan framework Flutter pada sisi antarmuka mobile dan Laravel 10 pada sisi server backend RESTful API. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan melalui metode Black-Box Testing terhadap 20 skenario uji (meliputi otorisasi login, aktivasi kamera, sinkronisasi koordinat GPS, validasi anti-fake GPS, pencocokan wajah, dan pencatatan ke database SIAKAD) dengan persentase keberhasilan 100%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Pengenalan Wajah LBPH Berdasarkan Kondisi Cahaya

Kondisi Pencahayaan	Intensitas Cahaya (Lux)	Total Percobaan	Pengenalan Berhasil	Tingkat Akurasi (%)
Cahaya Terang (Luar Ruang)	500 - 1000 Lux	50 kali	49 kali	98.0%
Cahaya Normal (Ruang Kelas)	250 - 450 Lux	50 kali	48 kali	96.0%
Cahaya Redup (Lampu Minimal)	50 - 150 Lux	50 kali	45 kali	90.0%



Cahaya Membelakangi (Backlight)	Variasi Silau	50 kali	46 kali	92.0%
Rata-rata Akurasi Keseluruhan	-	200 kali	188 kali	94.8% (Sangat Baik)

Data pada Tabel 1 membuktikan bahwa algoritma LBPH memiliki ketahanan pengenalan yang sangat tangguh terhadap variasi pencahayaan. Pada kondisi pencahayaan normal ruang perkuliahan, akurasi mencapai 96,0%, dan secara rata-rata keseluruhan mencapai 94,80%. Rata-rata waktu komputasi pengenalan wajah hanya membutuhkan 0,82 detik per mahasiswa, menjamin tidak terjadi antrean pemrosesan di perangkat mobile.

Tabel 2. Hasil Pengujian Validasi Jarak Geofencing GPS (Radius Maksimal 50 Meter)

Titik Uji	Jarak Aktual ke Kelas	Jarak Haversine Terhitung	Status Validasi Sistem	Keterangan
Titik 1	5 meter (Dalam Ruang Kelas)	5.2 meter	Diterima (Sukses)	Dalam Radius
Titik 2	25 meter (Koridor Gedung)	24.8 meter	Diterima (Sukses)	Dalam Radius
Titik 3	45 meter (Lobi Fakultas)	44.5 meter	Diterima (Sukses)	Dalam Radius
Titik 4	55 meter (Halaman Parkir)	56.1 meter	Ditolak (Gagal)	Luar Radius (> 50m)
Titik 5	150 meter (Kantin Kampus)	152.4 meter	Ditolak (Gagal)	Luar Radius (> 50m)
Titik 6	2.5 km (Kost/Rumah)	2.512 meter	Ditolak (Gagal)	Luar Radius (> 50m)

Pengujian geofencing pada Tabel 2 mengonfirmasi bahwa rumus Haversine mampu mengukur deviasi jarak secara presisi dengan galat rata-rata di bawah 1,5 meter. Sistem secara konsisten menerima presensi di dalam radius toleransi (≤ 50 meter) dan memblokir presensi di luar radius. Selain itu, modul pendeteksi developer options pada aplikasi mobile berhasil memblokir 100% upaya manipulasi lokasi menggunakan aplikasi Mock Location (Fake GPS).

Tabel 3. Komparasi Efisiensi Waktu Presensi Antara Metode Manual dan E-Presensi

Parameter Operasional	Metode Manual Fisik	Aplikasi E-Presensi	Efisiensi Peningkatan
Waktu Presensi (40 Mahasiswa)	8 menit 30 detik	0 menit 45 detik	91.2% Lebih Cepat
Potensi Kecurangan Titip Absen	Tinggi (Tanda Tangan Palsu)	0% (Biometrik Wajah)	Tereliminasi Mutlak
Waktu Rekapitulasi ke SIAKAD	1 - 3 hari kerja	Real-Time (Instan)	Otomatisasi 100%
Kebutuhan Biaya Kertas/Buku	Rp 1.200.000 / semester	Rp 0 (Paperless)	Efisiensi 100%

Tabel 3 memperlihatkan dampak operasional yang sangat positif. Waktu yang dihabiskan untuk presensi terpengkas drastis sebesar 91,2% (dari 8,5 menit menjadi hanya 45 detik karena seluruh mahasiswa dapat melakukan presensi mandiri secara serempak di perangkat masing-masing). Data presensi langsung tersinkronisasi secara real-time ke modul penilaian dosen pada portal SIAKAD UNIPAR tanpa perlu entri ulang oleh staf akademik.

4. KESIMPULAN

Aplikasi mobile E-Presensi berbasis Geolocation Haversine dan Face Recognition LBPH berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan metode Prototype di Universitas Parna Raya. Sistem



terbukti handal dengan akurasi pengenalan wajah mencapai 94,80% pada waktu inferensi 0,82 detik, serta validasi geofencing yang 100% efektif membatasi radius presensi dalam jarak 50 meter dan menangkalkan Fake GPS. Aplikasi ini berhasil mengeliminasi kecurangan titip absen, memangkas waktu presensi kelas hingga 91,2%, serta mewujudkan tata kelola administrasi perkuliahan yang modern, cepat, dan akuntabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahonen, T., Hadid, A., & Pietikainen, M. (2006). Face description with local binary patterns: Application to face recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(12), 2037–2041. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2006.244>
- Aktama, G. E. (2024). Rekayasa perangkat lunak sistem informasi terpadu perguruan tinggi berbasis mobile. *Jurnal Sistem Cerdas dan Informatika Terapan*, 9(2), 167–180. <https://doi.org/10.35870/jscit.v9i2.1630>
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D. (2018). *Systems analysis and design: An object-oriented approach with UML* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson Education.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sinnott, R. W. (1984). Virtues of the Haversine. *Sky and Telescope*, 68(2), 159.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Viola, P., & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137–154. <https://doi.org/10.1023/B:VISI.0000013087.49260.fb>