

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Sistem presensi berbasis teknologi telah menjadi kebutuhan dalam manajemen kehadiran pegawai, terutama bagi tenaga kerja yang memiliki mobilitas tinggi seperti Pegawai Pemerintah Non Pegawai Negeri (PPNPN) dan *outsourcing*. Metode presensi konvensional seperti *fingerprint* memiliki beberapa kelemahan, terutama bagi pegawai yang bekerja di luar kantor dan menghadapi kendala teknis akibat kondisi lingkungan. Oleh karena itu, perkembangan sistem berbasis *face recognition* dan *GPS location* menjadi alternatif yang lebih fleksibel dan akurat dalam memastikan kehadiran pegawai. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengidentifikasi teori, penelitian terdahulu, dan perbandingan teknologi yang mendukung pengembangan sistem informasi presensi berbasis *website* dan aplikasi dengan *face recognition* dan *GPS location*.

Penelitian oleh Pandiaraja dkk. mengembangkan sistem presensi berbasis *mobile* yang menerapkan autentikasi berlapis guna meningkatkan keamanan dan keandalan data kehadiran. Sistem ini terdiri dari tiga lapisan verifikasi, yaitu: verifikasi alamat MAC untuk memastikan presensi hanya dapat dilakukan dari perangkat yang telah terdaftar; pengenalan wajah menggunakan model deep learning FaceNet untuk mengidentifikasi pengguna secara biometrik; serta validasi geolokasi menggunakan koordinat GPS untuk menjamin keberadaan fisik pengguna di lokasi yang ditentukan. Sistem ini juga dilengkapi dengan modul umpan balik yang memungkinkan pengguna mengirim laporan jika terjadi kegagalan autentikasi, yang kemudian dapat diverifikasi secara manual oleh administrator. Implementasi dilakukan melalui aplikasi *mobile* yang terhubung ke *server cloud* untuk menyimpan data autentikasi dan log aktivitas secara aman.

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap 50 mahasiswa menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 98,10%, dengan *False Acceptance Rate* (FAR) sebesar 0,80% dan *False Rejection Rate* (FRR) sebesar 1,20%. Setiap lapisan autentikasi dapat diproses dalam waktu rata-rata 2,5 detik, yang membuktikan efisiensinya untuk penggunaan secara *real-time*.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil, keterbatasan kompatibilitas pada perangkat tertentu dalam pembacaan MAC address dan kualitas kamera, serta beban komputasi tinggi terutama pada proses pengenalan wajah. Oleh karena itu, peneliti menyarankan pengoptimalan sistem di masa depan agar lebih tangguh dan dapat diimplementasikan secara luas dalam lingkungan dunia nyata [3].

Pathan dkk. mengembangkan sistem presensi mengembangkan sistem presensi digital yang efisien dan aman dengan menggabungkan pemindaian kode QR dinamis dan validasi lokasi berbasis GPS. Sistem ini dirancang untuk mengurangi beban administratif dan meningkatkan keakuratan pencatatan kehadiran mahasiswa. Proses presensi dimulai dengan dosen yang menghasilkan QR *code* unik untuk setiap sesi, yang kemudian dipindai oleh mahasiswa melalui perangkat *mobile*. Sistem akan memverifikasi keabsahan QR tersebut serta memastikan lokasi mahasiswa berada dalam radius kelas yang telah ditentukan. Jika kedua syarat ini terpenuhi, maka kehadiran dicatat secara otomatis dan disimpan dalam Firebase Firestore. Antarmuka sistem dikembangkan menggunakan React untuk *frontend* dan diuji pada lingkungan nyata di ruang kelas dengan melibatkan dosen dan mahasiswa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mencatat kehadiran dengan cepat dan akurat, serta mampu menghindari pencatatan palsu melalui mekanisme validasi lokasi. Data kehadiran dapat diunduh dalam format CSV, dan analisis grafik menunjukkan performa stabil dalam skenario pemakaian intensif. Meskipun demikian, sistem ini memiliki keterbatasan karena tidak menerapkan autentikasi biometrik, sehingga masih terbuka kemungkinan kecurangan jika QR *code* dibagikan kepada pihak lain. Selain itu, ketergantungan pada koneksi internet dan akurasi GPS dapat menjadi kendala di area dengan sinyal lemah. Untuk pengembangan lebih lanjut, peneliti menyarankan integrasi teknologi pengenalan wajah dan deteksi anomali berbasis *machine learning* guna meningkatkan keamanan dan keandalan sistem [4].

Penelitian oleh Chauhan dkk. pada tahun 2024 mengembangkan sistem presensi cerdas yang mengintegrasikan teknologi *face recognition* berbasis *deep*

*learning* dan *geofencing* berbasis GPS untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan kehadiran pegawai. Tujuan utama dari sistem ini adalah meminimalkan kecurangan, mempercepat proses absensi, serta mengurangi beban administratif di lingkungan kerja. Metode pengembangan dilakukan melalui pendekatan arsitektur Model-View-Controller (MVC), dengan *frontend* yang dirancang untuk dua peran pengguna—pegawai dan atasan—dan *backend* berbasis Kotlin serta *database* dalam format JSON. Ciri khas sistem ini adalah penggunaan Google ML Kit untuk ekstraksi fitur wajah, serta penggunaan koordinat lokasi dan radius *geofence* sejauh 100 meter sebagai validasi lokasi saat presensi dilakukan. Verifikasi wajah juga dilengkapi fitur *anti-spoofing* dengan deteksi ekspresi acak seperti membuka mulut atau menggerakkan kepala.

Sistem diuji dalam lingkungan nyata selama satu bulan, mencakup variasi kondisi pencahayaan dan waktu. Hasil pengujian menunjukkan performa tinggi dengan akurasi mencapai 96%, precision 96%, recall 94%, dan F1-score 95%. Tools yang digunakan meliputi *deep learning* untuk pengenalan wajah, GPS dan *geofencing* untuk validasi lokasi, serta Firebase dan visualisasi data dalam bentuk grafik. Meskipun hasilnya menjanjikan, keterbatasan utama sistem ini terletak pada ketergantungan terhadap koneksi internet dan layanan *cloud*, yang menjadi kendala di lingkungan dengan koneksi tidak stabil. Selain itu, beban komputasi tinggi dari pengenalan wajah dapat mengurangi efisiensi pada perangkat dengan spesifikasi rendah. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut dengan penerapan teknologi *multibiometrik* seperti pengenalan suara dan analitik *real-time* guna meningkatkan keandalan dan skalabilitas sistem di masa depan [5].

Penelitian oleh Liu dkk. pada tahun 2020 mengembangkan sistem pelacakan kehadiran berbasis crowdsourcing dengan pendekatan multi-modal untuk pengguna *smartphone*. Sistem ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan sistem presensi konvensional dengan memanfaatkan kombinasi data dari berbagai sumber, seperti lokasi GPS, waktu, serta verifikasi dari pengguna lain. Untuk memproses dan mengevaluasi data kehadiran, peneliti menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), yang menyusun struktur hierarki penilaian, membandingkan pasangan data, dan melakukan pengecekan konsistensi sebelum menghasilkan

keputusan akhir. Sistem ini dikembangkan menggunakan platform Android, dengan sensor internal *smartphone* sebagai *input* utama, dan dirancang agar fleksibel tanpa memerlukan perangkat biometrik tambahan.

Sistem diuji melalui simulasi partisipatif dengan pengguna *smartphone* untuk mengevaluasi efektivitas model pengambilan keputusan berbasis AHP terhadap data multi-sumber. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mencatat kehadiran dengan efisiensi yang baik dan mampu menyesuaikan bobot keputusan berdasarkan kontribusi data dari lingkungan sekitar pengguna. Namun, keterbatasan utama dari sistem ini terletak pada ketergantungan terhadap partisipasi aktif pengguna lain dalam skema crowdsourcing, serta tidak digunakannya metode autentikasi biometrik, sehingga berpotensi menimbulkan manipulasi data kehadiran. Oleh karena itu, meskipun sistem ini layak untuk digunakan dalam skenario partisipatif yang bersifat fleksibel, penerapannya masih kurang optimal untuk kebutuhan institusi yang memerlukan autentikasi individual secara ketat dan aman [6].

Dari analisis tersebut, ditemukan celah yang cukup signifikan pada penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu ketergantungan sistem terhadap koneksi internet, penggunaan perangkat tambahan, serta kurangnya solusi presensi berbasis *face recognition* yang dapat berjalan secara lokal (*on-device*). Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem presensi berbasis aplikasi *mobile* yang mengintegrasikan Google ML Kit sebagai teknologi *face detection on-device* serta GPS *location* untuk validasi lokasi kehadiran. Google ML Kit merupakan *software development kit* (SDK) berbasis *on-device* yang memungkinkan proses deteksi wajah secara real-time langsung di perangkat tanpa memerlukan koneksi internet atau server eksternal. Dengan keunggulannya yang ringan, efisien, mudah diintegrasikan ke dalam pengembangan aplikasi Flutter, serta mampu beroperasi secara *offline* di lapangan, Google ML Kit dinilai sangat sesuai untuk kebutuhan presensi pegawai PPNP dan *outsourcing* yang kerap bekerja di lokasi dinamis dengan jaringan yang tidak selalu stabil. Dengan kombinasi teknologi ini, sistem presensi yang diusulkan diharapkan dapat memberikan solusi presensi yang fleksibel, akurat, dan efisien dalam berbagai kondisi operasional. Untuk

memperkuat analisis, ringkasan keunggulan dan kelemahan dari berbagai pendekatan yang telah dibahas disajikan pada Tabel 2.1 sebagai dasar dalam merancang sistem yang lebih relevan dan optimal bagi kebutuhan operasional pegawai.



**Tabel 2. 1 Tabel Hasil Perbandingan Studi Pustaka**

| Penulis             | Teknologi Utama                         | Platform              | Perangkat Pengembangan                                                                                                                                                                                 | Fitur Unggulan                                                                                                                                                                    |
|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pandiaraja dkk. [3] | <i>Face Recognition + GPS + QR Code</i> | <i>Web dan Mobile</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Mobile App</i> (FaceNet + GPS + MAC verification)</li> <li>- <i>Web dashboard admin</i></li> <li>- <i>Cloud backend &amp; feedback module</i></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autentikasi tiga lapis (MAC, wajah, lokasi)</li> <li>- Modul <i>feedback</i> manual</li> <li>- Akurasi tinggi (98.10%)</li> </ul>        |
| Pathan dkk. [4]     | <i>GPS + QR Code</i>                    | <i>Mobile</i>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Web admin &amp; student portal</i></li> <li>- GPS module</li> <li>- <i>Dynamic QR generator</i></li> <li>- <i>Firestore (penyimpanan cloud)</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifikasi kehadiran berbasis lokasi dan QR</li> <li>- Penguncian waktu QR</li> <li>- <i>Output CSV &amp; grafik realtime</i></li> </ul> |

| Penulis           | Teknologi Utama                      | Platform      | Perangkat Pengembangan                                                                                                                                                                                             | Fitur Unggulan                                                                                                                                                                       |
|-------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chauhan dkk. [5]  | <i>Face recognition + Geofencing</i> | <i>Mobile</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Face recognition</i> (deep learning + ML Kit)</li> <li>- GPS + <i>Geofencing</i> 100m</li> <li>- Kotlin backend + JSON DB</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Anti-spoofing</i> gerakan wajah</li> <li>- Visualisasi grafik kehadiran</li> <li>- <i>Leave request system</i></li> </ul>                |
| Liu dkk. [6], [7] | <i>Face recognition + GPS + RFID</i> | <i>Mobile</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Android smartphone</i></li> <li>- Sensor internal (GPS, waktu)</li> <li>- AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>)</li> <li>- <i>Crowdsourcing framework</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Validasi kehadiran <i>multi-modal</i></li> <li>- Evaluasi data dengan AHP</li> <li>- Partisipasi pengguna (<i>crowdsourcing</i>)</li> </ul> |
| Penulis           | <i>Face Detection + GPS location</i> | <i>Mobile</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Face detection</i> (Google ML Kit)</li> <li>- GPS + <i>Geofencing</i> 50M)</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Validasi wajah langsung di perangkat</li> </ul>                                                                                             |

| Penulis | Teknologi Utama | Platform | Perangkat Pengembangan | Fitur Unggulan                                                                                                                                                                      |
|---------|-----------------|----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                 |          | - Web admin            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifikasi lokasi <i>real time</i> dengan radius 50m</li> <li>- <i>Dashboard</i> admin berbasis web untuk pengelolaan presensi.</li> </ul> |