Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering
Vol. 5, No. 3, September 2025, pp. 1066~1078
E-ISSN: 2777-001X, DOI: 10.30811/jaise.v5i3.7417

Development of a Microservice-Based Attendance System with Face Recognition and QR Code

Riyan[1], Castaka Agus Sugianto[2*]
[1,2] Program Studi Teknik Informatika, Politeknik TEDC Bandung, Cimahi, 40513, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 21 Juli 2025
Revisi : 13 Agustus 2025
Publikasi : 30 September 2025

Kata Kunci:

Absensi Digital,
Microservice,
Face Recognition,
QR Code,
WhatsApp API,
Waterfall,
Sistem Kehadiran

ABSTRAK

Sistem absensi manual yang masih banyak digunakan di lingkungan sekolah sering menimbulkan permasalahan, seperti ketidakefisienan pencatatan, potensi kecurangan kehadiran, serta keterlambatan penyampaian informasi kepada pihak sekolah maupun orang tua. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem absensi digital dengan mengadopsi arsitektur *microservice* yang mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah untuk absensi harian, pemindaian *qr code* untuk absensi per mata pelajaran, serta pengiriman notifikasi kehadiran secara otomatis. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan *waterfall*. Pengujian dilakukan secara langsung dengan fokus pada aspek fungsional dari fitur utama yang telah dirancang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik sesuai kebutuhan pengguna, mempercepat proses verifikasi kehadiran, serta meningkatkan ketepatan dan transparansi penyampaian informasi kehadiran. Pendekatan *microservice* dipilih karena memberikan keunggulan dalam hal skalabilitas, pemeliharaan terpisah, dan fleksibilitas integrasi dibandingkan dengan pendekatan monolitik yang lebih kaku dan sulit dikembangkan seiring bertambahnya kompleksitas sistem. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan arsitektur *microservice* efektif dalam meningkatkan kualitas sistem absensi sekolah dan memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut.

ABSTRACT

Manual attendance systems that are still widely used in educational environments often lead to various issues, such as inefficient data recording, potential attendance fraud, and delays in delivering information to schools and parents. This study aimed to develop a digital attendance system by adopting a microservice architecture that integrates facial recognition for daily attendance, quick response code scanning for subject-based attendance, and automated notification delivery to relevant parties. The system was developed using the waterfall approach. Testing was conducted directly, focusing on the functional aspects of the core features. The results showed that the system operated as expected, accelerating attendance verification, improving accuracy, and enhancing the transparency of attendance reporting. The microservice architecture was chosen for its advantages in scalability, independent maintainability, and flexibility in integration offering significant improvements over the more rigid and difficult-to-scale monolithic architecture. This research demonstrates that the implementation of a microservice-based system can effectively improve the quality of school attendance management and has strong potential for future development.

This is an open-access article under the CC BY-SA license

Penulis Koresponden

Email: castaka@poltektedc.ac.id

Cara sitasi IEEE:

Riyan, C. A. Sugianto, "Development of a Microservice-Based Attendance System with Face Recognition and QR Code," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 3, p. 1, September 2025. doi:10.30811/jaise.v5i3.7417

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa transformasi besar dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan [1]. Salah satu aspek penting dalam kegiatan pendidikan adalah sistem absensi, yang berfungsi sebagai dasar pemantauan kehadiran siswa dan bahan evaluasi akademik [2]. Namun demikian, masih banyak institusi pendidikan, termasuk SMK Negeri 2 Cimahi, yang menggunakan sistem absensi konvensional berbasis tanda tangan atau pencatatan manual [3]. Sistem ini tidak hanya menghabiskan waktu [4], tetapi juga rentan terhadap kesalahan input data dan praktik manipulasi seperti titip absen [5].

Dengan jumlah siswa yang mencapai 1.748, pencatatan kehadiran secara manual menjadi tantangan besar dalam pengelolaan data absensi yang efisien dan akurat [6]. Ketidaktepatan data kehadiran dapat berdampak pada proses administrasi dan evaluasi pembelajaran yang menyeluruh [7]. Maka dari itu, dibutuhkan sistem absensi modern yang mampu menjawab tantangan tersebut dengan pendekatan teknologi terkini [8].

Teknologi *face recognition* sebagai metode biometrik memungkinkan proses verifikasi kehadiran secara otomatis dan akurat, bahkan telah terbukti mampu mencapai tingkat akurasi lebih dari 98% [9]. Selain itu, penggunaan *QR Code* memberikan solusi praktis dan fleksibel untuk mencatat kehadiran per mata pelajaran atau kegiatan spesifik [10]. Integrasi dengan *WhatsApp* API juga menjadi nilai tambah karena memberikan notifikasi kehadiran secara real-time kepada wali kelas maupun orang tua, sehingga mempercepat proses komunikasi dan pengambilan keputusan [11].

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penggunaan teknologi ini secara terpisah. Sari et al. [12] merancang sistem absensi berbasis web tanpa teknologi biometrik, sedangkan Abdillah [10] mengembangkan sistem absensi menggunakan QR Code, namun belum mengintegrasikan dengan sistem notifikasi. Penelitian oleh Tanjung [11] menunjukkan efektivitas penggunaan *WhatsApp* API dalam sistem monitoring, tetapi tidak menggabungkannya dengan sistem absensi berbasis biometrik. Di sisi lain, pendekatan arsitektur *microservice* dalam sistem informasi telah terbukti meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas pengembangan perangkat lunak [13], namun penerapannya dalam konteks absensi sekolah masih terbatas.

Dalam penerapannya, arsitektur microservice juga memiliki tantangan tersendiri, terutama dalam konteks infrastruktur sekolah. Salah satu kendala utama di SMK Negeri 2 Cimahi adalah keterbatasan jaringan internet, khususnya di beberapa ruang kelas yang belum memiliki koneksi *WiFi* yang memadai. Arsitektur *microservice* memiliki ketergantungan tinggi terhadap komunikasi antarlayanan melalui jaringan, yang berlangsung secara sinkron maupun asinkron dalam waktu nyata [14]. Untuk mengatasi hal tersebut, solusi diterapkan pada sisi aplikasi yang digunakan oleh peserta didik, dikembangkan menggunakan pendekatan *Progressive Web Application* (PWA), teknologi berbasis web yang dirancang agar dapat berfungsi layaknya aplikasi native, termasuk kemampuan untuk bekerja secara *offline*, memuat lebih cepat, serta tetap responsif di berbagai kondisi jaringan [15]. Melalui PWA, data hanya dimuat dari *service endpoint* tertentu sesuai kebutuhan, sehingga tetap efisien dan ringan di sisi pengguna[16]. Strategi ini memastikan bahwa pemisahan layanan pada arsitektur *microservice* tidak mengganggu pengalaman pengguna akhir, sekaligus menjaga stabilitas performa sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem absensi berbasis *microservice* yang mengintegrasikan teknologi *face recognition, QR Code*, dan notifikasi *WhatsApp* dalam satu *platform* terpadu. Pendekatan arsitektur *microservice* dipilih karena memungkinkan pemisahan fungsi ke dalam layanan independen[17], seperti autentikasi wajah, pemindaian *QR Code*, dan pengiriman pesan, sehingga memudahkan skalabilitas, pemeliharaan, dan integrasi sistem di masa depan [18].

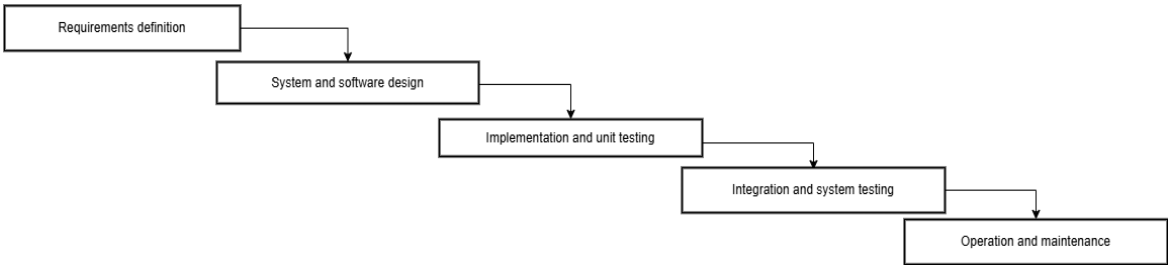
Penelitian ini tidak hanya diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi proses absensi di SMK Negeri 2 Cimahi, tetapi juga dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan lain dalam mengadopsi sistem absensi digital yang modern dan adaptif terhadap kebutuhan zaman [19].

2. METODE

Dalam pengembangan sistem pada penelitian ini pendekatan metode yang digunakan adalah *Waterfall*. Metode ini dipilih karena memberikan pendekatan yang terstruktur, linier, dan sistematis dalam

proses pengembangan sistem [20]. Setiap tahapan harus selesai sepenuhnya sebelum tahapan berikutnya dimulai, sehingga memudahkan dalam perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi hasil.

Metode *Waterfall* cocok diterapkan dalam proyek yang memiliki kebutuhan jelas dan stabil [21], seperti pengembangan sistem absensi yang telah terdefinisi dengan baik melalui analisis awal di SMK Negeri 2 Cimahi. Selain itu, metode ini membantu memastikan bahwa setiap komponen sistem dikembangkan secara bertahap dan terdokumentasi dengan baik [22], termasuk arsitektur *microservice*, modul *face recognition*, *QR code scanning*, dan API *WhatsApp* untuk notifikasi *real-time*. Tahapan penelitian ini meliputi alur pengembangan sistem mengikuti lima tahap utama seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Metode *Waterfall*

Requirements Definition

Tahap awal adalah pengumpulan dan analisis kebutuhan sistem. Proses ini melibatkan wawancara dengan pengguna akhir (guru, wali kelas, dan admin sekolah), observasi proses absensi yang berjalan, serta studi dokumen. Hasil dari tahap ini mendefinisikan kebutuhan fungsional seperti absensi menggunakan *face recognition* dan *QR Code*, serta kebutuhan non-fungsional seperti keamanan, skalabilitas, dan notifikasi *real-time* melalui *WhatsApp*.

Secara rinci, kebutuhan sistem dikategorikan sebagai berikut:

a. Kebutuhan Fungsional: autentikasi wajah, pemindaian *QR code*, pencatatan absensi, manajemen data pengguna, dan pengiriman notifikasi.
b. Kebutuhan Non-Fungsional: kecepatan akses, kemudahan penggunaan, keamanan autentikasi, dan dukungan multi-perangkat.

System and Software Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem baik dari sisi arsitektur maupun antarmuka pengguna. Sistem dirancang dengan pendekatan *microservice architecture*, di mana setiap fitur utama dipecah menjadi layanan mandiri: layanan absensi, layanan pengguna, layanan QR, layanan *face recognition*, dan layanan notifikasi.

Desain sistem mencakup:

a. Diagram UML: *use case, activity,* dan *sequence* diagram untuk menggambarkan alur dan interaksi sistem.
b. *Flowmap*: menggambarkan alur proses absensi manual dan otomatis.
c. ERD (*Entity Relationship Diagram*): menggambarkan struktur database dan relasi antar entitas.

Implementation and Unit Testing

Tahap implementasi dilakukan dengan membangun masing-masing modul sistem berdasarkan rancangan arsitektur *microservice*. Setiap layanan dikembangkan secara independen untuk memudahkan pengelolaan, skalabilitas, dan pengujian terpisah. Adapun pembagian teknologi pada layanan sistem sebagai berikut:

a. Layanan Admin: dibangun menggunakan *framework CodeIgniter*, yang digunakan untuk mengelola data pengguna, kelas, guru, mata pelajaran, dan laporan absensi.
b. Layanan *Face Recognition*: dikembangkan dengan menggunakan *frontend Vue.js* dan *backend Express.js.* Layanan ini berfungsi untuk memindai dan mengenali wajah siswa saat melakukan absensi masuk dan pulang.
c. Layanan *QR Code*: terdiri dari *frontend Vue.js* untuk antarmuka pemindaian dan *backend Express.js* untuk memproses validasi dan pencatatan kehadiran per mata pelajaran.
d. Layanan Notifikasi: menggunakan *WhatsApp* API untuk mengirimkan pemberitahuan kehadiran kepada wali kelas dan orang tua siswa secara otomatis, jika siswa tidak hadir selama tiga kali berturut-turut.
e. *Database*: seluruh layanan terhubung dengan basis data *MySQL* sesuai dengan struktur tabel yang telah dirancang pada tahap desain.

Setiap layanan diuji secara mandiri menggunakan unit testing untuk memastikan fungsi dasar berjalan sesuai harapan. Sebagai contoh, layanan *face recognition* diuji untuk memastikan keakuratan deteksi wajah saat absensi.

Integration and System Testing

Setelah seluruh layanan selesai diimplementasikan, dilakukan integrasi antar *microservice* melalui *RESTful* API. Proses ini menguji komunikasi antar modul, seperti sinkronisasi data kehadiran antara layanan *QR Code* dan layanan notifikasi.

Pengujian sistem dilakukan dengan metode, *Black Box Testing* untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa melihat struktur internal kode dan menguji performa pada sistem.

Operation and Maintenance

Sistem yang telah lulus pengujian diimplementasikan di lingkungan SMK Negeri 2 Cimahi. Pengguna diberikan pelatihan penggunaan sistem dan dokumentasi manual.

Pemeliharaan dilakukan secara berkala, termasuk:

a. Pemantauan performa sistem.
b. Perbaikan bug.
c. Penambahan fitur sesuai permintaan pengguna.
d. Backup data dan update keamanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

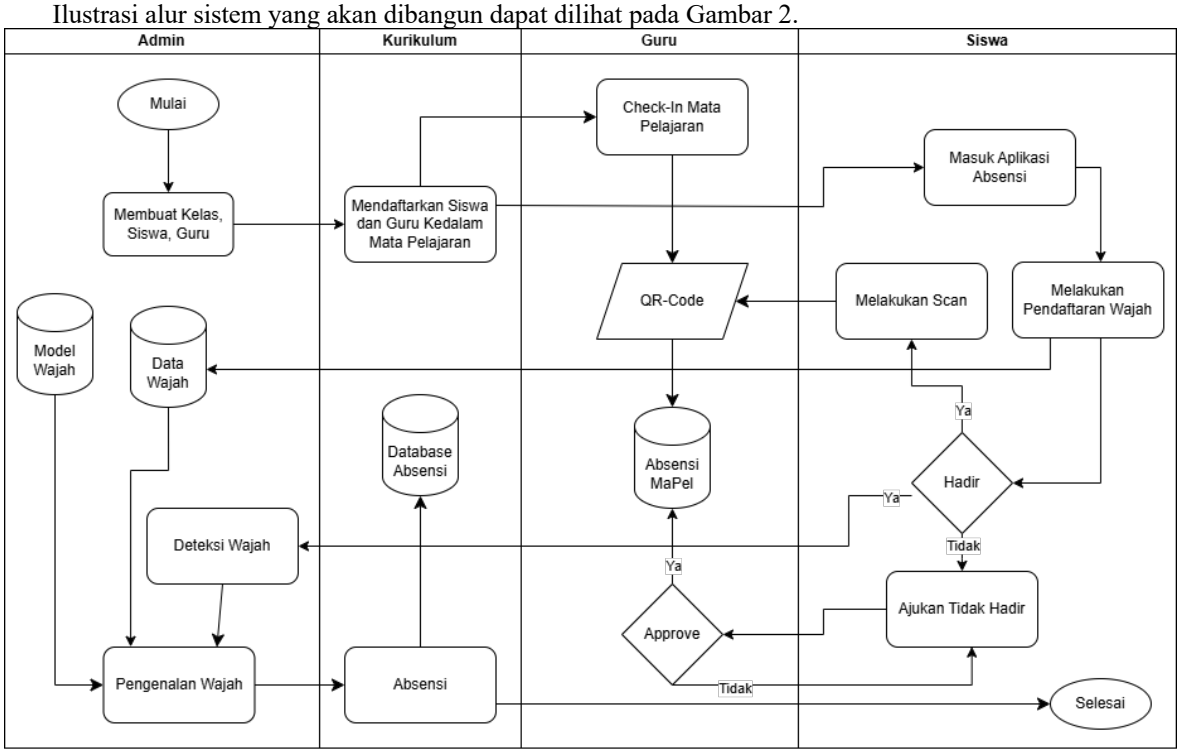
Pada bagian ini, akan dijelaskan pengembangan sistem absensi *Microservice* yang menggunakan teknologi pengidentifikasian wajah dan *Quick Response Code*. Perancangan sistem mencakup hal-hal berikut.

3.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem absensi dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah dianalisis pada tahap awal. Sistem dikembangkan dengan pendekatan arsitektur *microservice* untuk memisahkan tiap fungsi utama ke dalam layanan independen, guna meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas. Perancangan dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. *Flowmap*

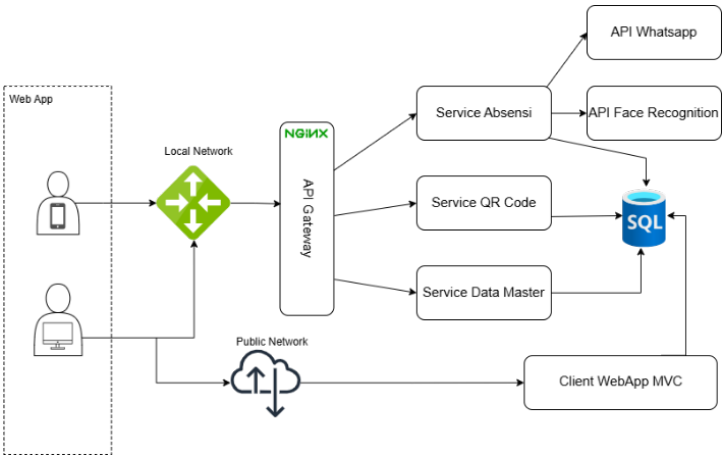
Ilustrasi alur sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowmap Sistem Absensi yang Dibangun

2. Arsitektur *Microservice*

Arsitektur *microservice* yang diimplementasikan dalam sistem absensi SMK Negeri 2 Cimahi dirancang untuk memastikan modularitas, skalabilitas, dan kemudahan pemeliharaan. Sistem ini terdiri dari beberapa layanan independen yang berkomunikasi melalui antarmuka pemrograman aplikasi (*API*), dengan setiap layanan memiliki tanggung jawab spesifik. Gambar 3 merupakan perancangan arsitektur yang digunakan pada sistem absensi yang akan dibangun.



Gambar 3. Diagram Arsitektur *Microservice*

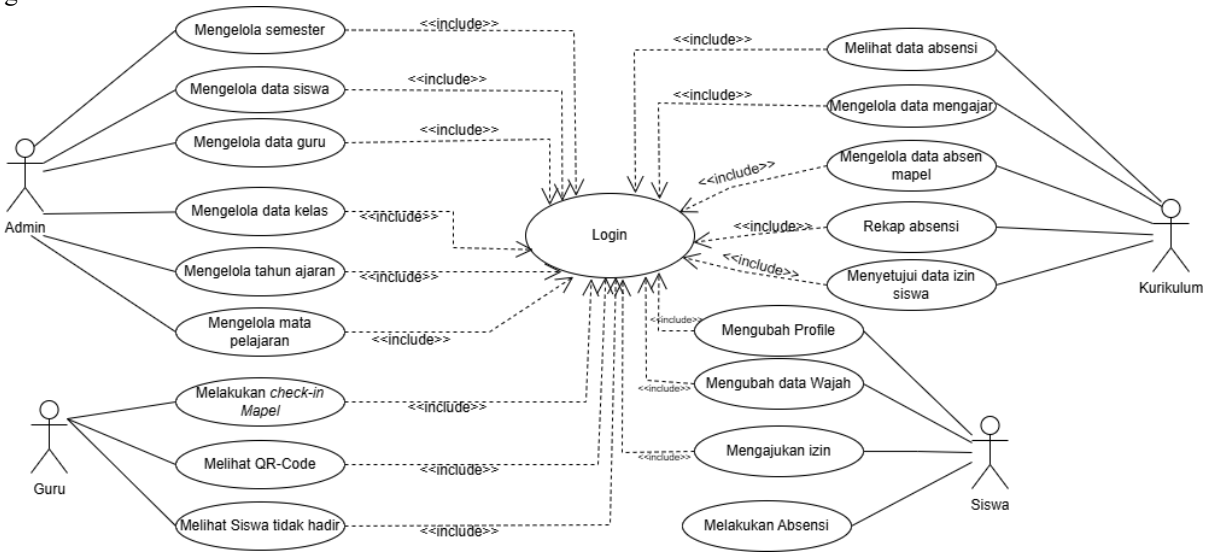
Aplikasi web berfungsi sebagai antarmuka utama yang digunakan oleh *administrator*, guru, dan peserta didik. Antarmuka untuk admin dan guru dikembangkan dengan pendekatan *Model-View-Controller* (MVC) guna memisahkan logika bisnis dan tampilan, sedangkan aplikasi peserta didik dibangun sebagai *Progressive Web App* (PWA) berbasis *Vue.js*, yang mendukung akses cepat dan responsif dari berbagai perangkat.

Sistem terdiri dari beberapa layanan utama, yaitu layanan absensi, layanan *QR Code*, dan layanan data *master*. Layanan Absensi menangani pencatatan kehadiran melalui integrasi *face recognition* dan pemindaian *QR code*. Teknologi pengenalan wajah menggunakan API berbasis *deep learning* untuk memastikan identifikasi yang akurat. Sementara itu, Layanan *QR Code* bertugas menghasilkan dan memverifikasi kode yang dikaitkan dengan data pengajaran dari *Service* Data *Master*, yang menyimpan informasi inti seperti data siswa, guru, kelas, dan jadwal.

Untuk pemberitahuan *real-time*, sistem mengintegrasikan *API WhatsApp* guna mengirimkan notifikasi otomatis kepada wali kelas atau orang tua saat siswa tidak hadir dalam tiga kali pertemuan berturut-turut. Seluruh layanan terhubung ke satu basis data *SQL* yang dikelola secara terpusat. Desain sistem ini memastikan efisiensi integrasi antar layanan serta kemudahan pengelolaan dan pemeliharaan tanpa mengorbankan modularitas dan fleksibilitas sistem secara keseluruhan. Arsitektur ini dirancang untuk menjawab kebutuhan SMK Negeri 2 Cimahi akan sistem absensi yang modern, responsif, dan andal.

3. *Use Case Diagram*

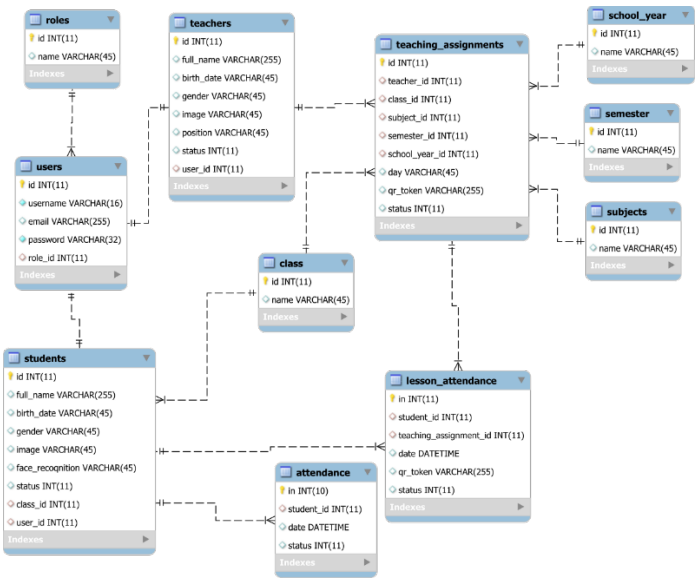
Use case diagram merupakan pemodelan untuk menggambarkan atau representasi dari interaksi yang terjadi antara satu atau lebih aktor dengan sistem untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sistem dan fungsi-fungsi mana saja yang berhak digunakan oleh aktor. Pada sistem absensi pada penelitian ini terdapat 4 aktor yaitu admin, guru, siswa dan kurikulum. *Use case diagram* dari sistem absensi ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Use Case Diagram*

4. *Database Design*

Database Design pada gambar 5 merupakan perancangan yang disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan.



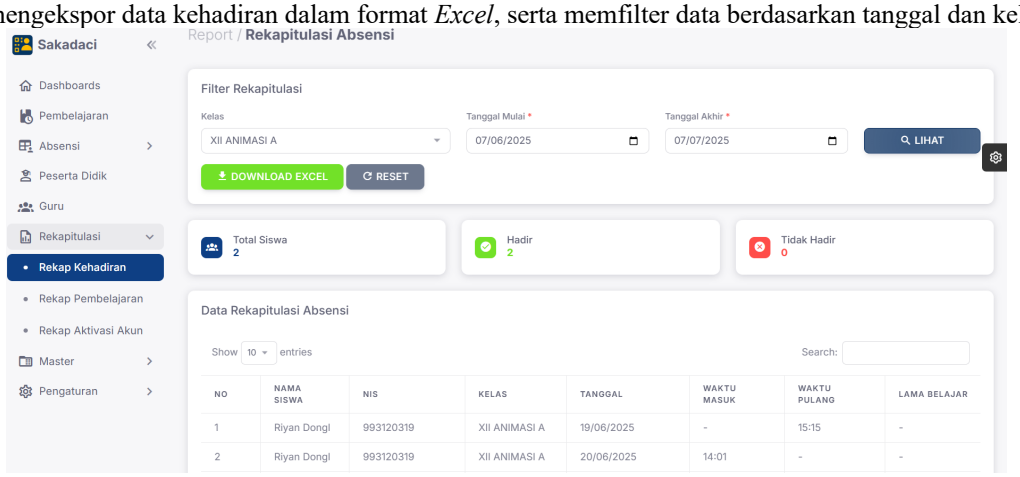
Gambar 5. Struktur *Database*

3.2. Implementasi Antarmuka

Berikut ini merupakan hasil implementasi antarmuka dari sistem absensi yang telah berhasil dikembangkan. Antarmuka sistem dirancang untuk mendukung pengalaman pengguna yang optimal dan memudahkan interaksi sesuai peran masing-masing pengguna. Secara umum, tampilan antarmuka sistem terbagi menjadi tiga jenis aplikasi utama, yaitu:

3.2.1 Antarmuka untuk Admin dan Guru

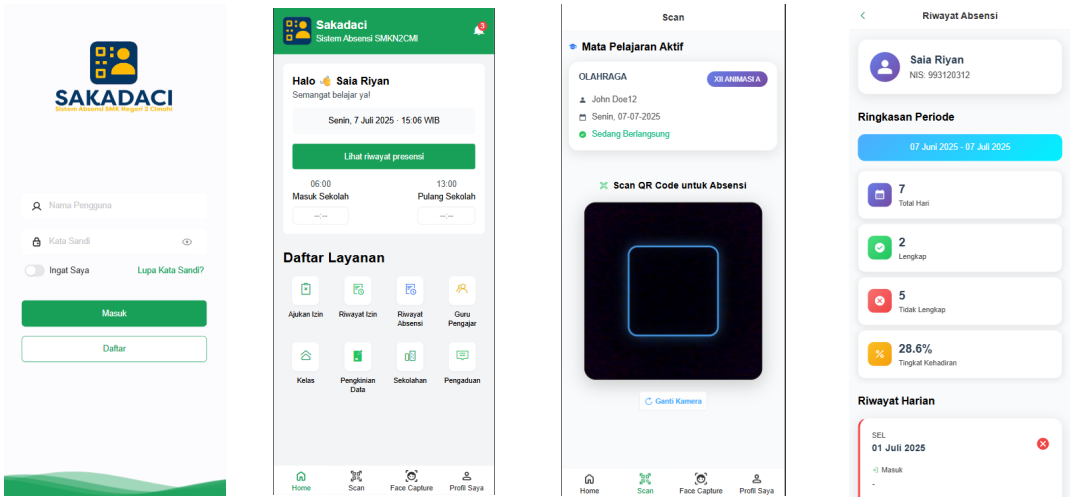
Aplikasi web ini menampilkan berbagai fitur manajemen data seperti *dashboard* informasi, manajemen data siswa, guru, mata pelajaran, serta rekapitulasi kehadiran. Misalnya, pada halaman "Data Siswa", pengguna dapat melihat daftar siswa secara tabel, melakukan pencarian berdasarkan nama, dan menambahkan entri baru melalui form input. Pada gambar 6 merupakan halaman "Rekap Absensi", pengguna dapat mengekspor data kehadiran dalam format *Excel*, serta memfilter data berdasarkan tanggal dan kelas.



Gambar 6. Rekap Kehadiran

3.2.2 Antarmuka untuk Siswa

Peserta didik mengakses aplikasi melalui perangkat seluler *android* maupun *IOS*. Contohnya, pada halaman "Scan QR", siswa cukup memindai QR *code* yang diberikan guru untuk mencatat kehadiran per mata pelajaran. Sedangkan pada halaman "Riwayat Kehadiran", siswa dapat melihat catatan kehadiran mereka secara harian beserta status (hadir, izin, tidak hadir). Pada gambar 6 menampilkan antarmuka yang akan di akses oleh siswa menggunakan perangkat seluler.

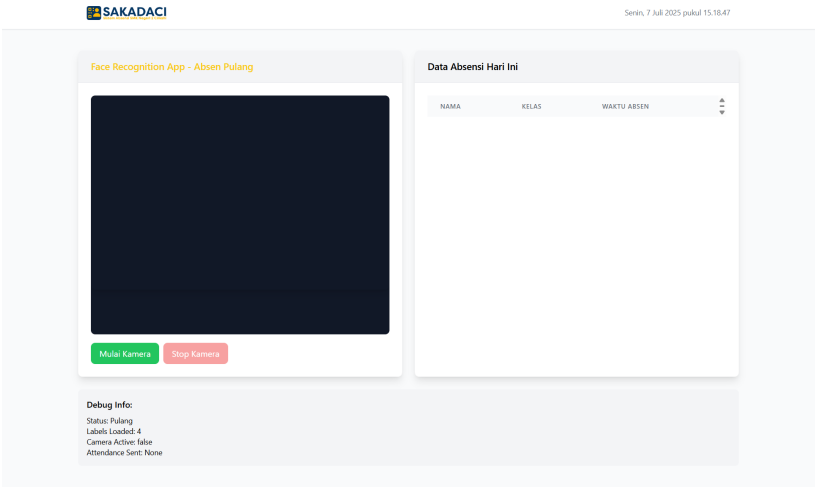


(a) (b) (c) (d)

Gambar 7. Halaman *Login* (a), *Home* (b), *Scan QR Code* (c), Riwayat Absensi (d)

3.2.2 Antarmuka *Face Recognition*

Gambar 8 menampilkan antarmuka aplikasi *face recognition* yang digunakan untuk proses absen pulang siswa. Tampilan terdiri dari area kamera di sisi kiri yang akan menampilkan video *real-time* saat tombol "Mulai Kamera" ditekan, memungkinkan sistem melakukan pencocokan wajah secara otomatis terhadap data biometrik siswa yang tersimpan melalui integrasi *API face recognition*. Di sisi kanan, terdapat tabel “Data Absensi Hari Ini” yang menampilkan nama siswa, kelas, dan waktu absen secara dinamis setelah proses verifikasi berhasil. Bagian bawah antarmuka dilengkapi panel *debug* yang berfungsi untuk memantau status teknis sistem, termasuk status kamera, jumlah label wajah yang dimuat, dan status pengiriman data absensi.



Gambar 8. Antarmuka *Face Recognition*

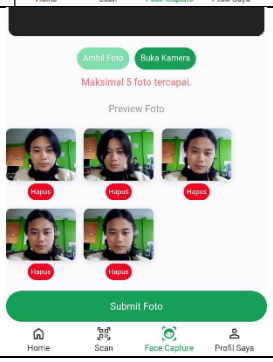
3.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur utama dalam aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan dan perancangan yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan secara langsung menggunakan antarmuka aplikasi yang telah diimplementasikan, dengan pendekatan berbasis pengujian fungsional (*functional testing*).

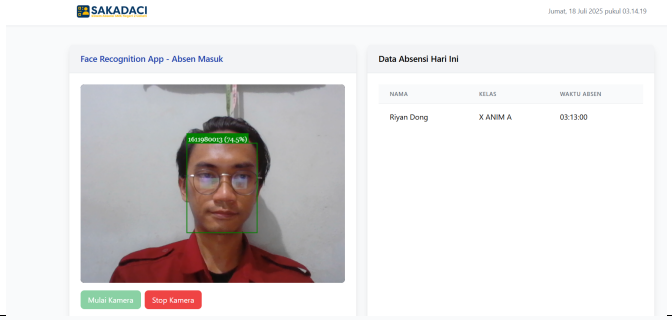
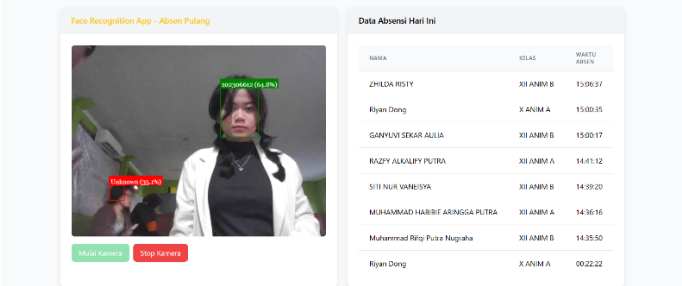
3.3.1 Pengujian Absensi *Face Recognition*

Proses absensi dilakukan dengan memanfaatkan fitur deteksi wajah secara *real-time*. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat mengenali wajah siswa yang telah terdaftar, melakukan validasi identitas secara akurat, serta mencatat kehadiran ke dalam basis data secara otomatis. Sebelum dapat melakukan proses absensi, siswa diwajibkan terlebih dahulu merekam wajah mereka melalui menu khusus yang tersedia pada aplikasi siswa. Proses perekaman ini bertujuan untuk menyimpan data biometrik yang akan digunakan dalam proses verifikasi selanjutnya. Sebagai sampel penulis menggunakan dua rekaman wajah seperti pada tabel 1 dan proses *detection* terdapat pada tabel 2.

Tabel 1 Rekaman Data Wajah

No	Dokumentasi Gambar	Status Pengujian
1		Berhasil
2		Berhasil

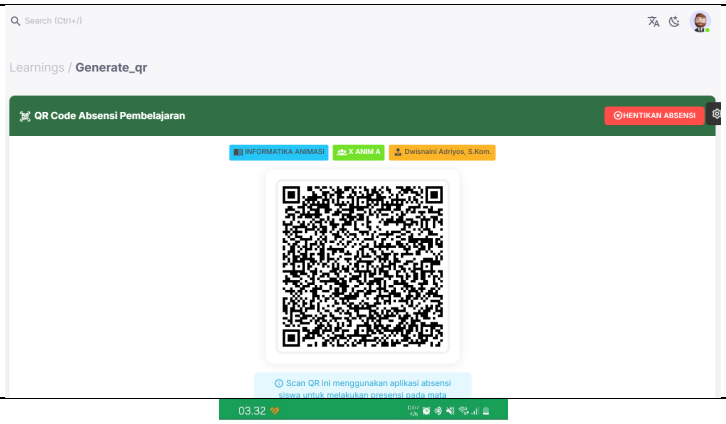
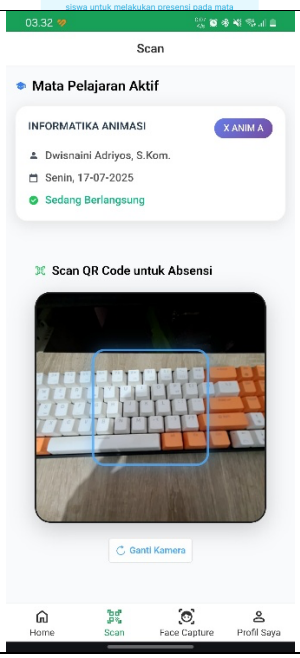
Tabel 2 Face Detection

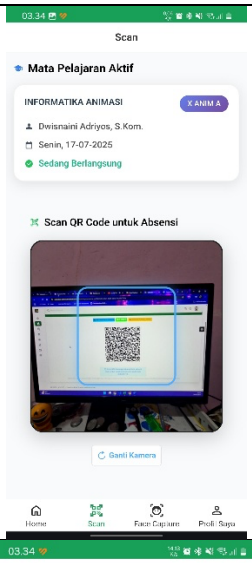
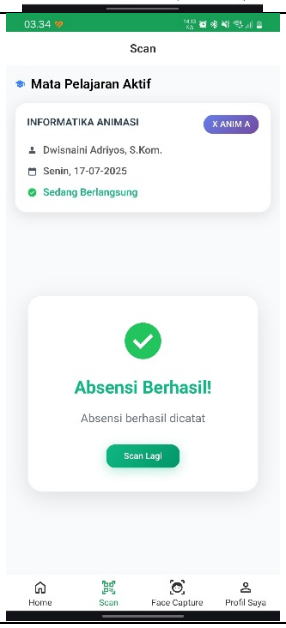
No	Dokumentasi Gambar	Status Pengujian
1		Berhasil
2		Berhasil

3.3.2 Pengujian Absensi Mata Pelajaran

Pengujian fitur absensi mata pelajaran dilakukan untuk memastikan sistem dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan proses belajar mengajar. Proses absensi dilakukan dengan memanfaatkan fitur *Quick Response* (QR) *Code* yang secara otomatis dihasilkan oleh sistem dan ditampilkan oleh guru pada saat proses pembelajaran berlangsung. Siswa kemudian melakukan pemindaian *QR Code* tersebut melalui aplikasi absensi yang telah disediakan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pemindaian *QR Code* berjalan dengan lancar, kode dapat dikenali dengan cepat, serta kehadiran siswa tercatat secara *real-time* dan tersimpan secara akurat dalam basis data. Selain itu, pengujian juga memastikan validasi waktu absensi berjalan dengan baik, sehingga *QR Code* tidak dapat digunakan di luar jadwal yang telah ditentukan. Sebagai sampel untuk pengujian ini penulis membuat satu sampel absensi mata pelajaran yang terlebih dahulu diaktifkan oleh guru lalu status pada aplikasi siswa akan berubah seperti pada tabel 3 selanjutnya siswa akan memindai *QR Code* yang tersedia.

Tabel 3 Pemindaian Absensi Mata Pelajaran

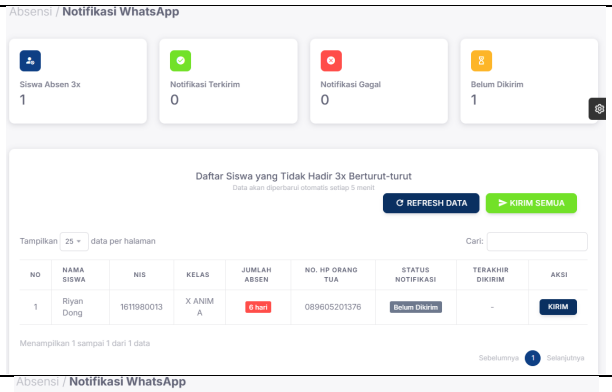
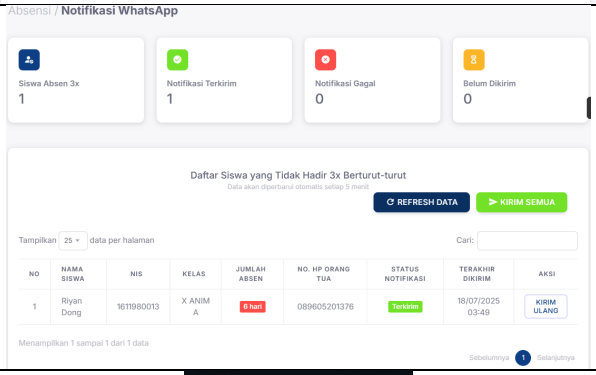
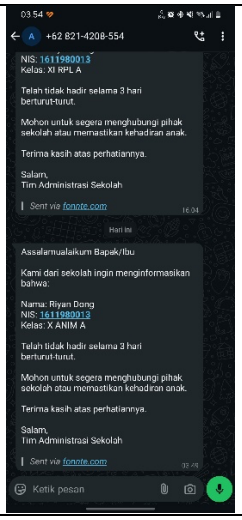
No	Dokumentasi Gambar	Status Pengujian
1		Berhasil
2		Berhasil

No	Dokumentasi Gambar	Status Pengujian
3		Berhasil
4		Berhasil

3.3.2 Pengujian Notifikasi *Whatsapp*

Pengujian fitur notifikasi *WhatsApp* dilakukan untuk memastikan sistem dapat secara otomatis mengirimkan pemberitahuan kepada wali kelas atau orang tua siswa ketika siswa tercatat tidak hadir dalam tiga kali pertemuan berturut-turut. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi ketidakhadiran siswa hingga mencapai batas pengiriman notifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan pesan secara *real-time* melalui *WhatsApp* API, dengan isi pesan yang informatif, mencakup nama siswa, kelas, dan keterangan ketidakhadiran. Selain itu, sistem juga menampilkan status pengiriman pesan untuk memastikan notifikasi benar-benar sampai kepada penerima. Sebagai sampel penulis sudah menyediakan data siswa yang tidak hadir sesuai ketentuan dapat dilihat pada tabel 4, sampel ini digunakan ketika sistem otomatis dimatikan jadi admin atau kurikulum bisa melakukan secara manual.

Tabel 4 Notifikasi Whatsapp

No	Dokumentasi Gambar	Status Pengujian
1		Berhasil
2		Berhasil
3		Berhasil

3.4 Pengujian Performa Sistem

Pengujian performa sistem dilakukan untuk mengukur sejauh mana sistem mampu merespon permintaan pengguna secara efisien dan andal. Meskipun pendekatan pengujian yang digunakan bersifat *black-box*, evaluasi performa tetap dapat dilakukan dengan mengamati waktu respon sistem terhadap permintaan pengguna, baik dalam bentuk akses halaman maupun pemanggilan API. Pengujian ini difokuskan pada fitur-fitur utama dalam sistem absensi, yaitu: pencatatan kehadiran menggunakan *face recognition*, pemindaian *QR Code* untuk absensi mata pelajaran, serta pengiriman notifikasi otomatis melalui *WhatsApp*. Pengujian dilakukan dengan mengakses *endpoint* API dan halaman antarmuka secara langsung untuk merekam waktu tanggap sistem terhadap berbagai skenario penggunaan. Hasil dari pengujian ini dapat memberikan gambaran sejauh mana sistem memenuhi kriteria efisiensi dan kecepatan respon dalam konteks penggunaan aktual. Pada tabel 5 menunjukan pengujian dilakukan dengan 10 percobaan per fitur menggunakan koneksi jaringan standar 100 Mbps dan perangkat klien berbasis web browser.

Tabel 5 Pengujian Performa

No	Fitur yang Diuji	Endpoint/Halaman	Rata-rata Waktu Respon (ms)	Kategori
1	Label (Face Recognition)	/api/attendance/get-labels	51	Cepat
2	Absensi Wajah (Face Recognition)	/api/attendance	63	Cepat
3	Absensi QR Code	/api/learning-attendances/hash-learning?learning_id=by-uuid	73	Cepat
4	Notifikasi WhatsApp	/api/send-notification	168	Cukup Cepat
5	Riwayat Absensi Wajah (App PWA)	/#/attendance-history	32	Cepat
6	Riwayat Absensi Mata Pelajaran (App PWA)	/#/learning-attendance-history	64	Cepat
7	Rekap Kehadiran (CI Web)	/report/attendances	128	Cukup Cepat
8	Rekap Pembelajaran (CI Web)	/report/attendances-learning	132	Cukup Cepat

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem mampu memberikan waktu respon yang relatif cepat dan stabil untuk setiap fitur utama. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan arsitektur sistem, termasuk pemisahan layanan melalui pendekatan *microservice*, telah berhasil mengoptimalkan distribusi beban kerja tanpa mengorbankan performa akses oleh pengguna akhir.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem absensi berbasis *microservice* dengan integrasi *face recognition*, *QR code*, serta notifikasi *WhatsApp* berhasil dikembangkan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan pada bagian Pendahuluan. Sistem ini mampu mengatasi permasalahan pada proses absensi manual di lingkungan SMK Negeri 2 Cimahi, dengan menghadirkan pencatatan kehadiran yang lebih cepat, akurat, serta mendukung pengawasan kehadiran melalui pengiriman notifikasi otomatis kepada orang tua atau wali kelas.

Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur utama, meliputi absensi menggunakan *face recognition*, absensi mata pelajaran menggunakan *QR code*, serta tampilan data rekap absensi berjalan secara fungsional sesuai dengan perancangan. Sistem juga mampu memberikan umpan balik langsung berupa informasi status absensi dan status pengiriman notifikasi, sehingga mendukung proses monitoring kehadiran yang lebih transparan dan efisien.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memiliki prospek pengembangan lebih lanjut. Sistem dapat ditingkatkan melalui penambahan fitur seperti validasi geolokasi, integrasi jadwal dinamis, serta pengembangan aplikasi *mobile native* guna meningkatkan kinerja di perangkat *smartphone*. Selain itu, penerapan sistem pada skala lebih besar, seperti integrasi ke dalam sistem informasi akademik sekolah secara menyeluruh, dapat menjadi arah penelitian lanjutan untuk menguji skalabilitas dan fleksibilitas sistem dalam berbagai skenario penggunaan.

REFERENSI

[1] S. Padmanabhan, “Digital Transformation in Higher Education: Advantages And Challenges In 2023,” 2024, p. 11. doi: 10.4018/979-8-3693-0433-4.ch005.

[2] A. M. Rashid, “Smart Campus: A Review On Smart Attendance Systems As An Efficient Approach,” *J. Eng. Technol. Adv.*, vol. 8, no. 2 SE-, pp. 16–24, Mar. 2024, doi: 10.35934/segi.v8i2.85.

[3] S. C. Hoo and H. Ibrahim, “Biometric-Based Attendance Tracking System for Education Sectors: A Literature Survey on Hardware Requirements,” *J. Sensors*, vol. 2019, no. 1, p. 25, Jan. 2019, doi: https://doi.org/10.1155/2019/7410478.

[4] C. A. Sugianto and S. Rahmawan, “Sistem Informasi Peminjaman Laboratorium Komputer Menggunakan Face Recognition Studi Kasus : Politeknik TEDC Bandung,” *J. Informatics Electron. Eng. Vol 1 No 1 Juni 2021*, pp. 1–6, 2021.

[5] A. Ropii, A. Imam, D. Hilmansyah, N. Muhtar, and A. Saifudin, “Perancangan Aplikasi Absensi Karyawan Berbasis Web Menggunakan Metode Spiral Pada Wahyoo Group,” *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 1764–1768, 2023.

[6] A. Mohd, M. R. Jamil, and N. Hassan, “Smart Attendance System for Educational Institutions: A Review,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 13, no. 1, pp. 636–642, 2022.

[7] S. Dassanayake and A. Wanniarachchi, *Challenges of Manual Attendance System Towards Student Motivation*. 2021.

[8] E. T. Luthfi, Z. Izzah, M. Yusoh, and B. M. Aboobaider, “BERT based Named Entity Recognition for Automated Hadith Narrator Identification,” vol. 13, no. 1, pp. 604–611, 2022.

[9] B. Santoso and R. P. Kristianto, “Implementasi Penggunaan Opencv Pada Face Recognition Untuk Sistem Presensi Perkuliahan Mahasiswa,” *Sistemasi*, vol. 9, no. 2, pp. 352–361, 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i2.822.

[10] A. Abdillah, “Perancangan Aplikasi Absensi Berbasis Web Menggunakan Algoritma Reed-Solomon Code Untuk Pembuatan Qr-Code,” *Institutional Repos. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.

[11] M. R. Tanjung, F. Annas, G. Darmawati, and Y. E. Yuspita, “Perancangan Sistem Presensi Siswa Berbasis Web Menggunakan

Notifikasi API WhatsApp," *Intellect Indones. J. Learn. Technol. Innov.*, vol. 2, no. 2, pp. 201–217, 2023.
[12] I. P. Sari, A. Azzahrah, I. F. Qathrunada, N. Lubis, and T. Anggraini, "Perancangan Sistem Absensi Pegawai Kantoran Secara Online pada Website Berbasis HTML dan CSS," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2022, doi: 10.56211/blendsains.v1i1.66.
[13] N. Dragoni *et al.*, "Microservices: Yesterday, Today, and Tomorrow BT - Present and Ulterior Software Engineering," M. Mazzara and B. Meyer, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 195–216. doi: 10.1007/978-3-319-67425-4_12.
[14] S. Luo *et al.*, "Optimizing Resource Management for Shared Microservices: A Scalable System Design," *ACM Trans. Comput. Syst.*, vol. 42, no. 1–2, pp. 1–28, 2024, doi: 10.1145/3631607.
[15] M. S. S. Lingolu and M. K. Dobbala, "A Comprehensive Review of Progressive Web Apps: Bridging the Gap Between Web and Native Experiences," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 11, pp. 1326–1334, Feb. 2022, doi: 10.21275/SR24517172948.
[16] A. Josephe, C. Chrysoulas, T. Peng, B. El Boudani, I. Iatropoulos, and N. Pitropakis, *Progressive Web Apps to Support (Critical) Systems in Low or No Connectivity Areas*. 2023. doi: 10.1109/GlobConET56651.2023.10150058.
[17] R. Moore, "What to Know About Microservices," IEEE Computer Society Tech News. Accessed: Jul. 17, 2025. [Online]. Available: https://www.computer.org/publications/tech-news/trends/what-to-know-about-microservices
[18] V. K. Thatikonda, "Assessing the Impact of Microservices Architecture on Software Maintainability and Scalability," *Eur. J. Theor. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 4, pp. 782–787, 2023.
[19] K. Bhatti, L. Mughal, F. Khuhawar, and S. Memon, "Smart Attendance Management System Using Face Recognition," *EAI Endorsed Trans. Creat. Technol.*, p. 159713, Oct. 2018, doi: 10.4108/eai.13-7-2018.159713.
[20] B. Pressman, Roger; Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach 8th Edition*, vol. 11, no. 1. 2015.
[21] I. Sommerville, *Software Engineering (9th ed.; Boston, Ed.). Massachusetts: Pearson Education.* 2011.
[22] A. Saravanos and M. X. Curinga, "Simulating the Software Development Lifecycle: The Waterfall Model," *Appl. Syst. Innov.*, vol. 6, no. 6, pp. 1–19, 2023, doi: 10.3390/asi6060108.