

DIGITALISASI SISTEM ABSENSI *REAL-TIME* BERBASIS QR CODE DENGAN VALIDASI LOKASI UNTUK MENINGKATKAN AKUNTABILITAS KEHADIRAN PERSONEL

Bayu Pamungkas¹, Raden Teddy Iswahyudi^{2*}, Nizirwan Anwar³, Hani Dewi Ariessanti⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul

⁴ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul

INFORMASI ARTIKEL

Diterima 21 Januari 2026
Direvisi 26 Januari 2026
Diterbitkan 4 Februari 2026

Kata kunci:

Sistem Absensi,
Kode QR,
Waterfall,
Black Box Testing,
Sistem Informasi

ABSTRAK

Transformasi digital mendorong institusi untuk mengadopsi sistem informasi yang lebih efisien, akurat, dan transparan, termasuk dalam pengelolaan kehadiran personel. Sistem absensi manual yang masih digunakan di banyak organisasi memiliki berbagai keterbatasan, seperti tingginya potensi kesalahan pencatatan, duplikasi data, manipulasi, serta rendahnya efisiensi proses rekapitulasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem absensi berbasis kode QR sebagai solusi digital yang mampu meningkatkan keandalan dan akuntabilitas pencatatan kehadiran. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Waterfall, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian. Perancangan sistem dilakukan menggunakan pemodelan *unified modeling language* (UML) dan *entity relationship diagram* (ERD) untuk memastikan struktur dan alur sistem terdefinisi secara jelas. Implementasi sistem memungkinkan proses absensi dilakukan melalui pemindaian kode QR yang terintegrasi dengan basis data secara *real-time*, dilengkapi dengan validasi masa berlaku QR, validasi lokasi berbasis nama lokasi atau radius GPS, pencegahan duplikasi pemindaian dalam batas waktu lima menit, serta penentuan status kehadiran HADIR atau TERLAMBAT. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memverifikasi kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai spesifikasi, mampu merespons berbagai skenario input secara tepat, serta menghasilkan data absensi dan log aktivitas yang konsisten dan dapat ditelusuri. Dengan demikian, sistem absensi berbasis kode QR yang dikembangkan dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi pengelolaan kehadiran serta layak untuk diimplementasikan dan dikembangkan lebih lanjut.

DIGITIZATION OF QR CODE-BASED REAL-TIME ATTENDANCE SYSTEM WITH LOCATION VALIDATION TO INCREASE ACCOUNTABILITY OF STAFF ATTENDANCE

ARTICLE INFO

Received January 21, 2026
Revised January 26, 2026
Published February 4, 2026

Keyword:

Attendance System,
QR Code,
Waterfall Method,
Black Box Testing,
Information System

ABSTRACT

Digital transformation has encouraged organisations to adopt information systems that are more efficient, accurate, and transparent, including in the management of personnel attendance. Conventional manual attendance systems still present significant limitations, such as high susceptibility to human error, data duplication, manipulation, and inefficiency in data processing and reporting. This study aims to design and develop a QR code-based attendance system as a digital solution to improve the reliability and accountability of attendance records. The software development process follows the Waterfall methodology, encompassing requirement analysis, system design, implementation, and testing stages. System modelling is conducted using unified modeling language (UML) diagrams and an entity relationship diagram (ERD) to clearly define system structure and operational workflows. The implemented system enables attendance recording through QR code scanning integrated with a centralised database in real-time, supported by QR validity checks, location validation based on location name or GPS radius, prevention of duplicate scans within a five-minute interval, and automatic determination of attendance status as PRESENT or LATE. System testing is performed using the Black Box Testing method to verify functional compliance from the user's perspective without examining internal code structures. The testing results demonstrate that all core system functions operate in accordance with the specified requirements and business rules, responding appropriately to both valid and invalid input scenarios. Furthermore, each successful transaction consistently generates attendance records and activity logs, ensuring data integrity, traceability, and accountability. Overall, the proposed QR code-based attendance system effectively enhances efficiency, accuracy, and transparency in attendance management and is considered suitable for operational implementation and further development.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Corresponding Author: Raden Teddy Iswahyudi, Email: raden.teddy@esaunggul.ac.id

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital yang berlangsung secara masif telah mendorong kebutuhan akan sistem informasi yang tidak hanya andal, tetapi juga efisien dan akuntabel dalam mendukung aktivitas operasional, termasuk institusi strategis. Salah satu aspek operasional yang krusial adalah pengelolaan kehadiran personel, karena data absensi berfungsi sebagai dasar penilaian disiplin, kinerja, serta perencanaan sumber daya manusia. Pada sistem absensi saat ini masih menghadapi kendala mendasar terkait kecepatan pemrosesan, akurasi pencatatan, dan transparansi informasi. Kondisi tersebut menegaskan urgensi penelitian dan pengembangan sistem absensi berbasis teknologi terkini guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen kehadiran secara menyeluruh [1].

Permasalahan utama yang teridentifikasi bersumber dari penggunaan sistem pencatatan kehadiran secara manual. Pendekatan konvensional ini memiliki keterbatasan signifikan, antara lain tingginya potensi kesalahan manusia, manipulasi data, serta terjadinya duplikasi informasi. Selain itu, sistem manual menyulitkan proses rekapitulasi dan analisis data absensi untuk evaluasi kinerja dan pengambilan keputusan manajerial. Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa sistem absensi yang ada belum mampu mendukung kebutuhan yang menuntut kecepatan, ketelitian, dan akuntabilitas. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi yang dapat meminimalkan intervensi manual dan meningkatkan kualitas data kehadiran, salah satunya melalui teknologi kode QR [2].

Penerapan teknologi kode QR dalam sistem absensi dipandang sebagai alternatif yang relevan dan adaptif terhadap kebutuhan modern. Kode QR memiliki keunggulan berupa tingkat akurasi tinggi, proses pemindaian cepat, serta kemudahan implementasi bagi pengguna. Melalui mekanisme pemindaian yang terhubung langsung dengan basis data, setiap personel dapat melakukan pencatatan kehadiran secara *real-time* tanpa melalui proses administrasi manual yang berlapis. Implementasi ini tidak hanya mempercepat proses absensi, tetapi juga meningkatkan keandalan data, mengurangi peluang kecurangan, serta mendorong transparansi dalam pengelolaan kehadiran [3], [4]. Dengan demikian, sistem absensi berbasis kode QR dapat dipandang sebagai bentuk adaptasi teknologi yang selaras dengan tuntutan efisiensi dan tata kelola modern [5]. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut, tujuan utama dari proyek akhir ini adalah merancang dan membangun sistem absensi berbasis kode QR bagi personalia menggunakan pendekatan pengembangan perangkat lunak Waterfall. Metode Waterfall dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan yang terstruktur dan sistematis, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik yang menuntut disiplin prosedural, dokumentasi yang komprehensif, serta proses validasi ketat pada setiap tahapan pengembangan. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi tersedianya sistem absensi yang lebih akurat, cepat, dan transparan, peningkatan efisiensi administrasi kehadiran, serta data yang lebih andal bagi evaluasi kinerja dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, penerapan metode Waterfall diharapkan mampu menjamin keandalan dan kesesuaian sistem absensi yang dikembangkan dengan kebutuhan operasional institusi.

2. METODE DAN KAJIAN LITERASI

Penjelasan terkait subbab ini berkaitan dengan ilustrasi pada Gambar 1.

2.1 Metode dan Tahapan Penelitian

Tahapan ini berperan sebagai fondasi epistemologis dan operasional yang membingkai keseluruhan proses pengembangan sistem absensi berbasis kode QR secara ilmiah, sistematis, dan dapat dipertanggungjawabkan. Pada tahap ini ditetapkan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) yang berorientasi pada perancangan dan validasi artefak teknologi, dipadukan dengan pendekatan *Design Science Research* (DSR) dan/atau *mixed-method* [9] untuk mengintegrasikan bukti empiris, kebutuhan pengguna, serta evaluasi kinerja sistem. Metodologi juga menguraikan teknik

pengumpulan data (misalnya wawancara kebutuhan, observasi proses absensi, dan analisis dokumen serta metode analisis (analisis kebutuhan, pemodelan sistem, dan evaluasi berbasis indikator kinerja), sehingga setiap keputusan desain memiliki dasar rasional yang terukur dan dapat direplikasi. Penetapan metodologi yang eksplisit menjadi krusial untuk menjamin validitas internal dan eksternal penelitian, konsistensi proses pengembangan, serta keterlacakan bukti ilmiah, sekaligus memastikan bahwa sistem absensi QR yang dihasilkan bukan sekadar aplikasi operasional, tetapi artefak ilmiah yang dapat dievaluasi, dibandingkan, dan dikembangkan lebih lanjut dalam komunitas riset [9]–[11].



Gambar 1. Langkah pengembangan sistem kehadiran kode QR [6]–[9].

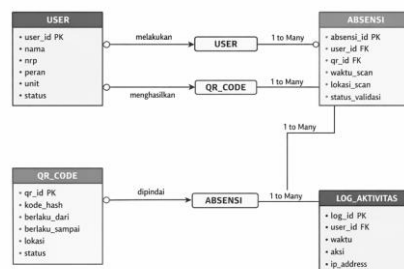
2.1.1 Tahap Analisis Kebutuhan

Fondasi strategis dalam pengembangan sistem absensi berbasis kode QR karena menentukan kesesuaian artefak teknologi dengan kebutuhan operasional, terutama dalam lingkungan yang memiliki standar keamanan dan tata kelola data yang ketat. Pada tahap ini, kebutuhan dipilah menjadi kebutuhan fungsional dan non-fungsional: kebutuhan fungsional mencakup kemampuan inti sistem seperti pemindaian QR yang akurat, pencatatan waktu kehadiran berbasis server, manajemen pengguna berbasis peran, serta pelaporan kehadiran otomatis dan *real-time*, sedangkan kebutuhan non-fungsional menekankan kualitas sistem berupa keamanan (enkripsi dan autentikasi berlapis), keandalan (toleransi terhadap gangguan jaringan), kinerja (waktu respons pemindaian yang rendah), serta kepatuhan terhadap regulasi internal. Pendekatan analisis kebutuhan yang sistematis dan partisipatif menjadi krusial karena kesalahan atau ambiguitas pada tahap ini merupakan salah satu penyebab utama kegagalan proyek sistem informasi, pembengkakan biaya, dan tingkat adopsi pengguna [10], sementara integrasi aspek kualitas sejak awal desain terbukti meningkatkan keberhasilan implementasi di lingkungan berisiko tinggi [1], [12].

2.1.2. Tahap Perancangan Sistem

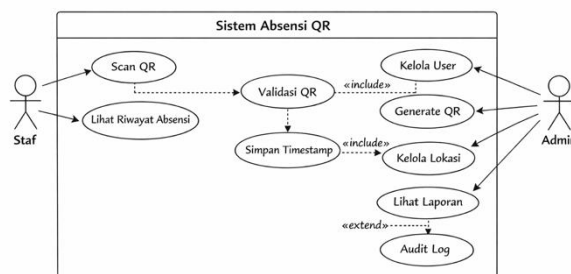
Perancangan sistem berfungsi sebagai jembatan konseptual dan teknis yang mentransformasikan kebutuhan fungsional dan nonfungsional menjadi spesifikasi arsitektur yang operasional, terstruktur, dan siap diimplementasikan secara sistematis. Pada tahap ini dirumuskan arsitektur client-server yang memisahkan lapisan presentasi, logika aplikasi, dan pengelolaan data guna meningkatkan skalabilitas, keamanan, serta kemudahan pemeliharaan sistem [13], [14]. Perancangan juga mencakup penyusunan skema basis data relasional yang berorientasi pada integritas, konsistensi, dan keterlacakan data, khususnya untuk menjamin akurasi rekam jejak

kehadiran dan auditabilitas sistem dalam lingkungan organisasi yang menuntut tata kelola ketat [12], [15]. Selain itu, ditetapkan mekanisme autentikasi dan otorisasi berbasis peran (Role-based Access Control) untuk memastikan pengendalian akses sesuai dengan hirarki organisasi serta meminimalkan risiko penyalahgunaan sistem [13]. Integrasi teknis antara modul pemindaian kode QR di sisi klien dengan layanan backend berbasis *Application Programming Interface* (API) dirancang untuk mendukung proses validasi, pencatatan waktu (*timestamp*), dan sinkronisasi data secara *real-time*, yang terbukti meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem absensi digital modern [1], [2]. Penggunaan artefak pemodelan seperti diagram konteks, diagram alur data, dan *entity-relationship diagram* (ERD) berperan penting dalam memvisualisasikan batas sistem, aliran informasi, serta struktur data, sehingga mengurangi ambiguitas desain, meningkatkan komunikasi antar pemangku kepentingan, dan menurunkan risiko kesalahan implementasi pada tahap pengembangan berikutnya [12], [16].



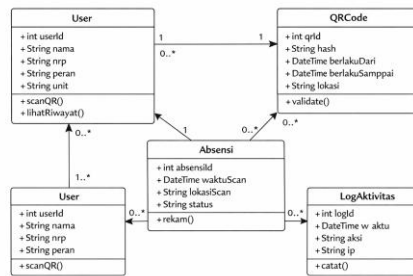
Gambar 2. Diagram ERD

Struktur data sistem direpresentasikan dalam ERD (Gambar 2), yang memetakan hubungan antar tabel seperti User, QRCode, Absensi, LogAktivitas, dan Lokasi, sehingga memastikan integritas, konsistensi, dan keterlacakan data dalam implementasi basis data.



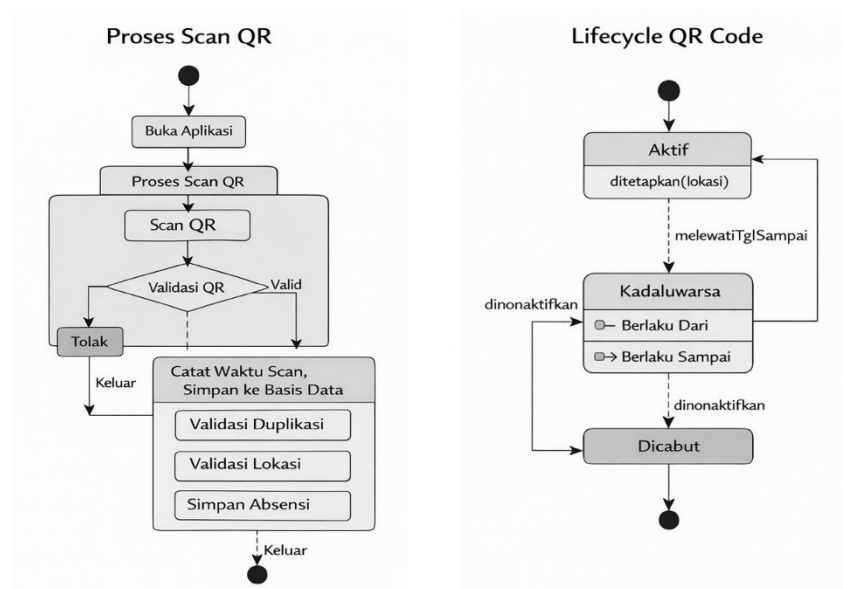
Gambar 3. Use Case Diagram

Sistem absensi berbasis QR dirancang untuk mengotomatisasi pencatatan kehadiran personel secara akurat, cepat, dan terdokumentasi. Dari sisi fungsional, aktor utama (personel) berinteraksi dengan aplikasi untuk melakukan pemindaian QR, melihat riwayat kehadiran, serta memperoleh konfirmasi status absensi, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3. Aktor & peran; [1] personel: hanya memindai dan melihat riwayat. [2] admin: mengelola sistem dan laporan, [3] sistem: melakukan validasi otomatis.



Gambar 4. Class Diagram

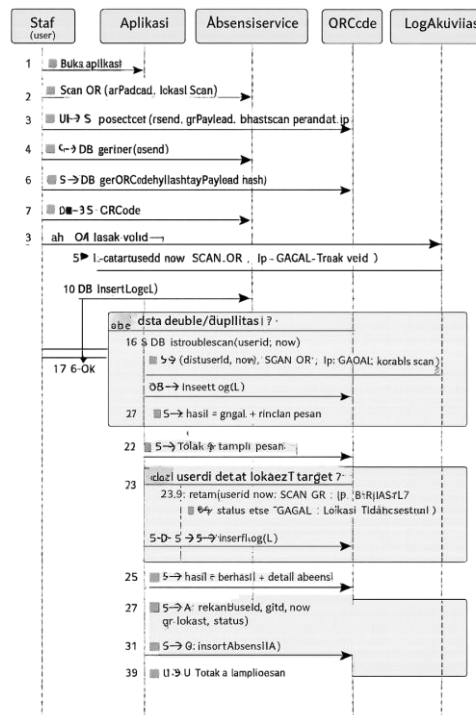
Secara struktural, sistem dimodelkan melalui Class Diagram (Gambar 4) yang menunjukkan relasi inti antara entitas User, QRCode, Absensi, dan LogAktivitas, di mana setiap proses scan menghasilkan satu rekaman absensi dan satu jejak log aktivitas untuk keperluan audit dan akuntabilitas.



Gambar 5. Activity Diagram

Alur operasional sistem divisualisasikan pada Activity Diagram (Gambar 5), dimulai dari pembukaan aplikasi, pemindaian QR, proses validasi, pencatatan *timestamp*, penyimpanan ke basis data, pembaruan log aktivitas, hingga tampilan konfirmasi kepada pengguna.

Interaksi dinamis antar komponen diperjelas melalui Sequence Diagram (Gambar 6), yang menggambarkan komunikasi berurutan antara pengguna, aplikasi, layanan absensi, validasi QR, dan basis data, termasuk penanganan kondisi QR valid maupun tidak valid.



Gambar 6. Sequence Diagram

2.1.3 Tahap Implementasi dan Pengujian Sistem

Implementasi merupakan fase realisasi teknis di mana rancangan konseptual dan arsitektural menjadi perangkat lunak berbasis web, aplikasi mobile, atau keduanya sesuai kebutuhan. Pada tahap ini, modul pemindaian kode QR di sisi klien diintegrasikan secara terstandar dengan layanan *backend* melalui API, sehingga setiap hasil pemindaian di validasi, diberi *timestamp*, dan disimpan ke basis data secara otomatis, konsisten, serta mendekati *real-time*. Implementasi dilakukan secara modular dan berlapis (*layered architecture*) untuk memisahkan presentasi, logika aplikasi, dan manajemen data, sehingga meningkatkan keterpeliharaan (*maintainability*), skalabilitas, serta kemudahan pengembangan lanjutan, termasuk penambahan fitur keamanan, analitik kehadiran, atau integrasi dengan sistem kepegawaian lain. Pendekatan yang terstruktur dan terdokumentasi juga meminimalkan risiko kesalahan teknis, memfasilitasi pengujian bertahap, serta mendukung keberlanjutan siklus pengembangan sistem [10].

Pengujian sistem, merupakan mekanisme verifikasi dan validasi yang memastikan sistem absensi berbasis QR berfungsi sesuai spesifikasi, memenuhi kebutuhan pengguna, serta aman untuk dioperasikan dalam lingkungan sensitif. Pada tahap ini dilakukan pengujian berlapis yang mencakup *black-box testing* untuk memeriksa fungsi tanpa melihat kode sumber, usability testing guna menilai kemudahan penggunaan, kejelasan antarmuka, dan efisiensi alur kerja bagi petugas serta personel, serta security testing untuk mendeteksi kerentanan seperti kebocoran data, manipulasi QR, atau akses tidak sah. Selain itu, pengujian juga dapat melibatkan skenario stres (*stress testing* dan *reliability testing*) guna memastikan sistem tetap stabil pada kondisi beban tinggi atau gangguan jaringan. Pendekatan pengujian yang sistematis dan terdokumentasi menjadi kunci untuk meminimalkan risiko kegagalan operasional, meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan, dan menjamin bahwa sistem memenuhi standar kualitas serta keamanan yang dipersyaratkan institusi [17].

2.1.4 Tahap Analisis dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan mekanisme verifikasi dan validasi yang memastikan sistem absensi berbasis kode QR berfungsi sesuai spesifikasi, aman, dan layak dioperasikan dalam lingkungan militer yang sensitif. Pengujian dilakukan secara berlapis dan terstruktur, meliputi *black-box testing* untuk memeriksa kesesuaian fungsi tanpa melihat kode sumber, *usability testing* untuk menilai kemudahan penggunaan, kejelasan antarmuka, dan efisiensi alur kerja bagi petugas serta personel, serta *security testing* untuk mengidentifikasi potensi kerentanan seperti manipulasi QR, kebocoran data, atau akses tidak sah. Selain itu, pengujian dapat diperluas dengan *stress testing* dan *reliability testing* guna memastikan stabilitas sistem pada kondisi beban tinggi atau gangguan jaringan. Pendekatan pengujian yang sistematis, terdokumentasi, dan berbasis skenario nyata menjadi kunci untuk meminimalkan risiko kegagalan operasional serta meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan terhadap sistem [17]. Evaluasi sistem berfungsi untuk menilai sejauh mana sistem absensi berbasis kode QR telah mencapai tujuan penelitian serta memberikan manfaat nyata bagi organisasi. Evaluasi mencakup penilaian teknis dan organisasional, seperti peningkatan akurasi pencatatan kehadiran, percepatan layanan, transparansi data, serta tingkat penerimaan pengguna, menggunakan indikator kinerja utama (KPI) seperti tingkat kesalahan absensi, waktu respons pemindaian, ketersediaan sistem (*uptime*), dan integritas data, dilengkapi dengan survei kepuasan pengguna serta analisis log aktivitas sistem untuk mengidentifikasi pola penggunaan dan area perbaikan. Pendekatan ini sejalan dengan model keberhasilan sistem informasi yang menekankan bahwa kualitas sistem, kualitas informasi, dan kepuasan pengguna secara bersama menentukan manfaat bersih yang diperoleh organisasi, sehingga hasil evaluasi menjadi dasar pengambilan keputusan untuk penyempurnaan, skalabilitas, dan keberlanjutan sistem [3], [10], [11].

2.2 Kajian Literasi Penelitian

Kajian literatur terkait sistem absensi berbasis teknologi menunjukkan bahwa digitalisasi pencatatan kehadiran merupakan bagian penting dari transformasi sistem informasi modern. Berbagai penelitian menegaskan bahwa sistem absensi manual memiliki keterbatasan serius, seperti akurasi data, tingginya ketergantungan pada faktor manusia, serta lemahnya mekanisme pengendalian dan audit. Pada kajian buku bahwa sistem informasi manajemen menekankan berbasis komputer [8],[15], dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional, akurasi pencatatan, serta transparansi proses bisnis, termasuk pengelolaan sumber daya manusia. Otomatisasi proses administratif seperti absensi, mampu mengurangi risiko kesalahan pencatatan dan memperkuat kualitas informasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan manajerial [6], [18].

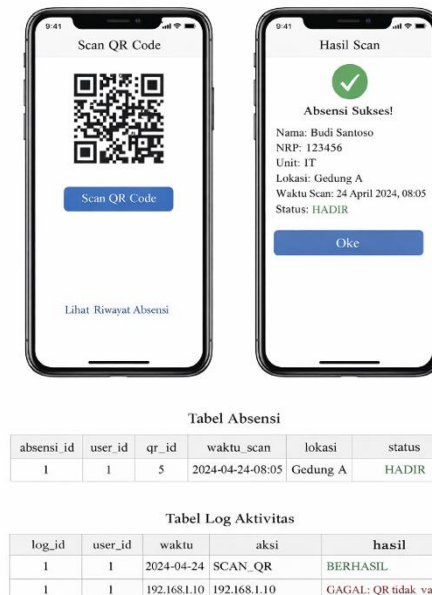
Pemanfaatan teknologi kode QR dalam sistem absensi telah banyak dikaji dalam penelitian empiris, baik pada sektor pendidikan, pemerintahan, maupun formal lainnya. Kajian studi menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis kode QR mampu meningkatkan kecepatan proses pencatatan kehadiran secara signifikan serta menghasilkan data yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional [3]. Dengan merujuk hasil kajian integrasi kode QR dengan basis data terpusat dapat meminimalkan potensi kecurangan, meningkatkan transparansi, dan mempermudah proses rekapitulasi kehadiran [4]. Selain itu, sistem absensi berbasis kode QR efektif dalam mengurangi beban administratif karena proses pencatatan dan pelaporan dilakukan secara otomatis dan *real-time* [2].

Dari perspektif rekayasa perangkat lunak, pemilihan metode pengembangan sistem menjadi aspek penting yang banyak dibahas dalam literatur, bahwa model Waterfall [11], masih relevan digunakan pada proyek dengan kebutuhan yang relatif stabil dan lingkungan yang menuntut dokumentasi formal serta kontrol proses yang ketat. Pendekatan Waterfall cocok diterapkan pada dengan struktur hirarki dan prosedur baku, karena setiap tahapan pengembangan harus diselesaikan dan diverifikasi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya [10]. Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem absensi berbasis kode QR dengan

pendekatan Waterfall memiliki landasan teoritis yang kuat dan didukung oleh temuan empiris dari berbagai sumber ilmiah yang valid dan legal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Input dan Output



Gambar 7. Hasil Mockup (absensi dan log)

Gambar 7 menunjukkan alur antarmuka aplikasi absensi QR dari sisi pengguna dan luaran sistem. Layar pertama menampilkan beranda aplikasi dengan tombol Scan QR sebagai input utama. Layar kedua memperlihatkan proses pemindaian kode QR secara *real-time*. Layar ketiga menampilkan hasil pemindaian berupa konfirmasi keberhasilan absensi lengkap dengan *timestamp* dan lokasi. Layar keempat memperlihatkan luaran berbasis data berupa tabel rekam absensi dan log aktivitas yang mencatat setiap aksi pengguna beserta status berhasil atau gagal. Secara keseluruhan, desain ini menggambarkan transisi yang jelas dari input pengguna → pemrosesan sistem → output visual → rekam data dalam basis data.

3.2 Pengujian Metode Black Box Testing

Pengujian sistem absensi QR dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, yang berfokus pada pemeriksaan fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna tanpa meninjau struktur kode internal. Pengujian dirancang berdasarkan kebutuhan fungsional yang tergambar pada diagram *use case*, khususnya fungsi utama seperti pemindaian QR, validasi kehadiran, pencatatan absensi, serta perekaman log aktivitas.

Skenario pengujian diselaraskan (sinkron) dengan alur operasional pada *activity diagram*, mulai dari membuka aplikasi, melakukan scan QR, proses validasi, pencatatan *timestamp*, penyimpanan data ke basis data, hingga munculnya konfirmasi berhasil atau pesan penolakan. Setiap langkah diuji dengan berbagai kondisi, seperti QR valid, QR kedaluwarsa, lokasi tidak sesuai, atau pemindaian berulang. Interaksi antar komponen sistem yang divisualisasikan pada sequence diagram menjadi dasar untuk menguji aliran pesan dan respons sistem, misalnya apakah aplikasi menampilkan pesan yang tepat saat QR tidak valid, serta apakah data absensi dan log aktivitas benar-benar tersimpan di basis data.

Struktur data yang dimodelkan dalam class diagram dan ERD digunakan untuk memverifikasi luaran sistem, yakni memastikan bahwa setiap transaksi scan menghasilkan satu rekaman pada

tabel Absensi dan satu rekaman pada tabel LogAktivitas, serta tetap menjaga integritas relasi dengan entitas User, QRCode, dan Lokasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons berbagai skenario input secara tepat: menerima dan mencatat kehadiran saat QR valid, serta menolak dan memberikan notifikasi yang jelas saat terjadi kesalahan. Dengan demikian, *Black Box Testing* membuktikan bahwa fungsi utama sistem berjalan sesuai spesifikasi dan kebutuhan pengguna.

Tabel 1. Skenario Uji Black Box (*)

ID	Fitur	Masukan (Data Uji)	Proses (Langkah Uji)	Luaran yang Diharapkan
TC-01	Scan QR (berhasil)	QR valid; user aktif; lokasi cocok nama "Gedung A"; waktu 07:55	Buka aplikasi → Scan QR	Konfirmasi sukses + status HADIR; Absensi & Log tersimpan
TC-02	QR tidak terdaftar	qrPayload/hash tidak ada di DB	Scan QR	Pesan gagal QR tidak valid; tidak ada record Absensi; Log gagal tercatat
TC-03	QR kedaluwarsa	now > berlakuSampai	Scan QR	Pesan gagal QR kedaluwarsa; Absensi tidak tersimpan; Log gagal tercatat
TC-04	QR belum aktif	now < berlakuDari	Scan QR	Pesan gagal QR belum berlaku; Absensi tidak tersimpan; Log gagal tercatat
TC-05	Validasi lokasi (nama cocok)	lokasiScan = "Gedung A"; QR.lokasi = "Gedung A"	Scan QR	Lolos validasi lokasi; lanjut simpan absensi
TC-06	Validasi lokasi (GPS dalam radius)	lokasiScan berbeda nama, tetapi jarak GPS = 30 m ≤ 50 m	Scan QR	Lolos validasi lokasi via GPS; lanjut simpan absensi
TC-07	Validasi lokasi gagal	lokasiScan ≠ "Gedung A" dan jarak GPS = 120 m > 50 m	Scan QR	Pesan gagal Lokasi tidak sesuai; Absensi tidak tersimpan; Log gagal tercatat
TC-08	Anti duplikasi (≤5 menit)	Scan 1: 08:05; Scan 2: 08:08 (selisih 3 menit) user sama	Scan QR → ulang scan	Scan 2 ditolak: Duplikasi (≤5 menit); tidak buat Absensi baru; Log gagal tercatat
TC-09	Tidak duplikasi (>5 menit)	Scan 1: 08:05; Scan 2: 08:11 (selisih 6 menit) user sama	Scan QR → ulang scan	Scan 2 diproses normal (boleh); Absensi baru dibuat (jika kebijakan memang mengizinkan multi-scan)
TC-10	Status HADIR	Jam masuk 08:00; waktu scan 07:59	Scan QR valid	Status Absensi = HADIR; tersimpan ke DB
TC-11	Status TERLAMBAT	Jam masuk 08:00; waktu scan 08:01	Scan QR valid	Status Absensi = TERLAMBAT; tersimpan ke DB
TC-12	Batas tepat jam masuk	Jam masuk 08:00; waktu scan 08:00	Scan QR valid	Status Absensi = HADIR (batas inklusif)
TC-13	User tidak aktif	User status nonaktif/blokir; QR valid	Scan QR	Pesan gagal Akun tidak aktif; Absensi tidak tersimpan; Log gagal tercatat
TC-14	Simpan Absensi (cek field)	QR valid; lokasi valid; waktu 08:05	Scan QR sukses	Tabel Absensi terisi: user_id, qr_id, waktu_scan, lokasi/nama_lokasi, status(HADIR/TERLAMBAT)
TC-15	Simpan Log sukses	Aksi SCAN_QR sukses	Scan QR sukses	LogAktivitas: aksi=SCAN_QR, hasil=BERHASIL, waktu, ip, (opsional lokasi)
TC-16	Simpan Log gagal	Aksi SCAN_QR gagal (lokasi/QR/duplikasi)	Scan QR gagal	LogAktivitas: aksi=SCAN_QR, hasil=GAGAL + alasan (mis. "QR kedaluwarsa")

ID	Fitur	Masukan (Data Uji)	Proses (Langkah Uji)	Luaran yang Diharapkan
TC-17	Riwayat Absensi (filter)	Rentang tglMulai- tglSampai	Menu Riwayat → filter	Data tampil sesuai filter; status HADIR/TERLAMBAT terbaca jelas
TC-18	Audit Log (Admin)	Filter user/aksi/tanggal	Admin → Audit Log	Log tampil sesuai filter (BERHASIL/GAGAL + alasan)
TC-19	Generate QR (Admin)	Input lokasi "Gedung A"; radius 50 m; berlaku 07:00- 10:00	Admin generate QR	QR tersimpan; atribut berlaku & lokasi benar; dapat dipakai scan
TC-20	Uji pesan output UI	Skenario gagal & sukses	Jalankan TC- 01/07/08/03	Pesan UI konsisten: sukses menampilkan detail; gagal menampilkan alasan

(*) batas duplikasi 5 menit, status HADIR/TERLAMBAT, serta validasi lokasi berdasarkan nama lokasi atau radius GPS.

3.3 Analisis Pengujian dan Implementasi

Pengujian *Black Box Testing* pada sistem absensi berbasis QR dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi utama berjalan sesuai spesifikasi tanpa meninjau struktur kode internal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memproses berbagai skenario input secara tepat, termasuk validasi QR, pemeriksaan masa berlaku, verifikasi lokasi berbasis nama atau radius GPS, pencegahan duplikasi scan dalam batas 5 menit, serta penentuan status kehadiran HADIR/TERLAMBAT. Respons sistem dinilai konsisten, informatif, dan sesuai dengan alur operasional yang telah dimodelkan dalam *use case*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*.

Dari sisi luaran data, setiap transaksi scan yang berhasil menghasilkan rekaman yang valid pada tabel Absensi dan LogAktivitas, sehingga menjamin integritas, keterlacakan, dan akuntabilitas data. Secara keseluruhan, hasil *Black Box Testing* mengindikasikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dan aturan bisnis yang ditetapkan, serta layak untuk dilanjutkan ke tahap implementasi operasional atau pengujian lanjutan seperti *User Acceptance Testing* (UAT) dan uji kinerja sistem.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem absensi berbasis kode QR sebagai solusi atas keterbatasan sistem absensi manual yang selama ini rentan terhadap kesalahan pencatatan, duplikasi data, serta rendahnya transparansi dan efisiensi administrasi. Melalui penerapan teknologi QR Code yang terintegrasi dengan basis data terpusat, proses pencatatan kehadiran dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan *real-time*. Perancangan sistem yang didukung oleh pemodelan UML (*use case*, *class*, *activity*, *sequence diagram*) serta ERD menunjukkan bahwa struktur dan alur sistem telah dirancang secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan operasional organisasi.

Implementasi sistem menggunakan pendekatan pengembangan perangkat lunak Waterfall memungkinkan setiap tahapan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian dilakukan secara terstruktur dan terdokumentasi dengan baik. Hasil pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* membuktikan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai spesifikasi dan aturan bisnis yang ditetapkan, termasuk validasi QR, pemeriksaan masa berlaku, validasi lokasi berbasis nama atau radius GPS, pencegahan duplikasi scan dalam batas lima menit, serta penentuan status kehadiran HADIR atau TERLAMBAT. Selain itu, setiap transaksi absensi berhasil dicatat secara konsisten pada tabel Absensi dan Log Aktivitas, sehingga menjamin integritas, keterlacakan, dan akuntabilitas data.

Secara keseluruhan, sistem absensi berbasis kode QR yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang ditetapkan, serta mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi pengelolaan kehadiran. Dengan hasil pengujian yang menunjukkan tingkat keandalan sistem yang baik, sistem ini dinilai layak untuk diimplementasikan dalam

lingkungan operasional serta dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya melalui integrasi dengan sistem kepegawaian, analitik kehadiran, atau pengujian lanjutan seperti UAT dan uji kinerja guna mendukung keberlanjutan dan skalabilitas sistem di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. P. Tumanggor, E. Asril, and Guntoro, "Employee Attendance Information System Using QR Code at PT. Redes Jaya Persada," *JITACS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–29, 2022.
- [2] A. Ayuliana, F. V. Nurfitriana, and F. Dirayati, "Analysis and Design of Employee Attendance System Using QR Code with Webcam (Case Study: PT. Adhicon Perkasa)," *Eng. Math. Comput. Sci. J.*, vol. 7, no. 1, pp. 127–133, 2025.
- [3] B. H. Irawan, D. Prihadi, and D. D., "Designing a QRCode Model Examination System With The Zachman Framework," *J. Int. Ling. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 156–168, 2023.
- [4] Y. T. Bilqis and H. Herdianto, "Sistem Absensi Karyawan Berbasis Web Menggunakan Metode QR Code pada Kantor Desa Cinta Raja," *J. Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 86–93, 2025.
- [5] G. T. Permono and S. S., "Penerapan Aplikasi Absensi Berbasis QR Untuk Meningkatkan Akurasi dan Efisiensi Waktu," *J. Ris. Inform. dan Inov.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [6] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, 16th ed. New York: Pearson Education, 2022.
- [7] V. K. Vaishnavi and W. Kuechler, *Design Science Research Methods and Patterns*. Boca Raton: CRC Press, 2015.
- [8] S. Petter, W. H. DeLone, and E. R. McLean, "Measuring Information Systems Success: Models, Dimensions, Measures, and Interrelationships," *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 17, no. 3, pp. 236–263, 2008.
- [9] J. W. Creswell and J. D. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 5th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.
- [10] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston: Pearson Education, 2016.
- [11] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- [12] A. Zein et al., *Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak*. Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
- [13] R. Baskerville, M. D. Myers, and Y. Yoo, "Digital-First: The Ontology of Digital Systems," *MIS Q.*, vol. 44, no. 2, pp. 509–523, 2020.
- [14] M. Wessel, "Digital Transformation: Quo Vadit?," *Inf. Syst. J.*, vol. 35, no. 1, pp. 15–32, 2025.
- [15] Indrajani, *Database Design*. Elex Media Komputindo, 2015.
- [16] M. Subekti, Lukman, D. Indrawan, and G. P., "Perancangan Case Tools untuk Diagram Use Case, Activity, dan Class untuk Permodelan UML Berbasis Web Menggunakan HTML5 dan PHP," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 5, no. 2, pp. 625–635, 2014.
- [17] G. J. Myers, C. Sandler, and T. Badgett, *The Art of Software Testing*, 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
- [18] M. B. Romney and P. J. Steinbart, *Accounting Information Systems*, 14th ed. New York, 2021.