

IMPLEMENTASI PRESENSI QR CODE PADA SISWA SMKS PARIWISATA PUSPA WISATA PGRI SERPONG

Frida Devia^{1*}, Muhammad Gattan Effendi², Joko Suwarno³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Pamulang

E-mail: fridadeviavia@gmail.com^{1*}, gatanefendi01@gmail.com², jokosuwarno2206@gmail.com³

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima : 21/06/2026

Direvisi : 29/06/2026

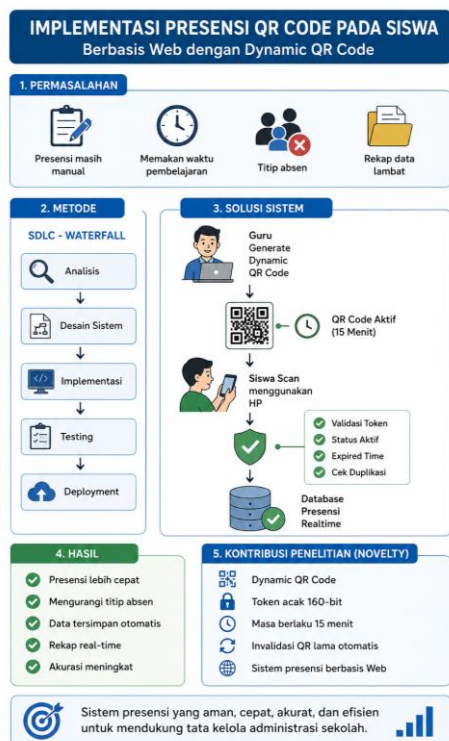
Diterbitkan : 20/06/2026

*Corresponding author

fridadeviavia@gmail.com

DOI: 10.70247/jumistik.v5i1.335

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

The student attendance recording system at SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong is currently conducted conventionally, which consumes classroom learning time and is prone to manipulation and data loss. This study aims to design and build a web-based student attendance information system using Quick Response (QR) Code technology to address these issues. The system development method employed is the Software Development Life Cycle (SDLC) using the Waterfall model, which includes the stages of requirements analysis, design, implementation, and testing. Unlike static QR Code implementations, this system is designed with a dynamic workflow in which teachers display a QR Code generated in real-time through a web interface in front of the class, after which students perform scanning using their respective smartphones. The results of Black Box testing indicate that the system's primary features, such as QR Code generation, scanning, and data recapitulation, function properly according to user requirements. The conclusion of this study is that the web-based attendance system using dynamic QR Code has been successfully implemented and is capable of improving the efficiency, accuracy, and transparency of student attendance reporting at SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong.

Keywords: Attendance, QR Code, Web-Based Information System, Dynamic QR Code, Waterfall, SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI.

ABSTRAK

Sistem pencatatan kehadiran siswa di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong saat ini masih dilakukan secara konvensional, yang memakan waktu kegiatan belajar mengajar dan rentan terhadap manipulasi serta kehilangan data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi presensi siswa berbasis web menggunakan teknologi Quick Response (QR) Code guna mengatasi permasalahan tersebut. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC) dengan model Waterfall, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian. Berbeda dengan implementasi QR Code statis, sistem ini dirancang dengan alur dinamis di mana guru menampilkan QR Code yang di-generate secara real-time melalui antarmuka web di depan kelas, kemudian siswa melakukan pemindaian menggunakan perangkat *smartphone* masing-masing. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa fitur utama sistem, seperti pembuatan QR Code, pemindaian, dan rekapitulasi data, berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan pengguna. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem presensi berbasis web menggunakan QR Code berhasil diimplementasikan dan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi pelaporan kehadiran siswa di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong.

Kata kunci: Presensi, QR Code, Sistem Informasi Berbasis Web, Kode QR Dinamis, Waterfall, SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era digital saat ini telah membawa transformasi yang sangat masif dan mendasar dalam berbagai sektor kehidupan, tak terkecuali pada bidang Pendidikan [1]. Pemanfaatan teknologi di lingkungan sekolah menengah kini tidak hanya terbatas pada inovasi media pembelajaran interaktif di dalam kelas, tetapi juga telah merambah dan menjadi kebutuhan mutlak pada aspek sistem administrasi dan tata kelola institusi. Digitalisasi administrasi pendidikan menjadi salah satu pilar penting untuk mewujudkan sekolah yang modern, efektif, dan akuntabel. Salah satu elemen fundamental dalam sistem administrasi akademik yang membutuhkan sentuhan teknologi digital adalah manajemen pengelolaan presensi atau pencatatan kehadiran siswa. Presensi bukanlah sekadar rutinitas administratif harian, melainkan sebuah instrumen vital yang berfungsi sebagai indikator utama dalam mengukur tingkat kedisiplinan, tanggung jawab, serta komitmen partisipasi aktif siswa dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar [2]. Data kehadiran yang terekam secara valid, komprehensif, dan akurat sangat krusial bagi pihak sekolah. Data tersebut digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja akademik siswa, pemantauan perilaku, hingga bahan pelaporan berkala yang transparan kepada wali murid maupun pemangku kepentingan lainnya [3]. Di era modern ini, pengelolaan data presensi yang lambat dan rentan manipulasi akan sangat menghambat produktivitas institusi pendidikan secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil observasi mendalam dan wawancara yang dilakukan selama pelaksanaan Kerja Praktik (KP) di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong, teridentifikasi bahwa proses pencatatan presensi siswa di lingkungan sekolah tersebut masih berjalan secara konvensional dan sepenuhnya mengandalkan metode manual. Dalam praktiknya, setiap guru mata pelajaran yang mengajar di kelas harus mengalokasikan waktu khusus untuk memanggil nama siswa satu per satu berdasarkan buku absensi cetak, atau mengedarkan selebar kertas presensi fisik ke setiap meja untuk ditandatangani oleh para siswa. Prosedur konvensional semacam ini terbukti memicu berbagai hambatan operasional yang sangat merugikan. Pertama, metode ini sangat tidak efisien dari segi waktu. Memanggil nama atau menunggu lembar presensi beredar memotong durasi efektif Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) yang seharusnya dapat dimaksimalkan untuk penyampaian materi akademik oleh tenaga pendidik [1]. Kedua, pencatatan absensi yang dilakukan secara manual menggunakan media kertas memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi terhadap kesalahan manusia (*human error*). Guru bisa saja salah memberikan tanda centang pada kolom nama siswa yang salah, atau siswa bisa saja lupa menandatangani lembar kehadiran meskipun ia

berada di dalam kelas pada saat jam pelajaran berlangsung [4].

Selain masalah inefisiensi waktu dan *human error*, metode absensi berbasis kertas di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong juga membuka celah kecurangan yang cukup lebar di kalangan siswa. Praktik manipulasi data kehadiran, seperti "titip absen" dengan cara memalsukan tanda tangan teman yang tidak hadir atau membolos pada jam tertentu, sering kali sulit dideteksi oleh guru yang sedang fokus pada materi pembelajaran di depan kelas [5], [2]. Akibatnya, data presensi yang terkumpul tidak merepresentasikan kondisi kehadiran siswa yang sesungguhnya. Di sisi lain, dari perspektif manajerial dan tata usaha sekolah, pengelolaan data presensi fisik ini menimbulkan beban kerja administratif yang sangat berat. Staf tata usaha harus merekapitulasi ratusan hingga ribuan lembar kertas presensi setiap akhir bulan secara manual ke dalam sistem pelaporan akademik sekolah [6]. Proses rekapitulasi data ini tidak hanya memakan waktu sehari-hari, tetapi juga berisiko fatal jika dokumen fisik tersebut terselip, basah, rusak, atau hilang akibat kelalaian staf maupun faktor lainnya. Lebih jauh lagi, penggunaan kertas secara masif untuk presensi harian seluruh kelas dari awal hingga akhir semester menimbulkan pembengkakan biaya operasional sekolah yang sebenarnya dapat ditekan semaksimal mungkin melalui proses digitalisasi.

Untuk mengatasi kelemahan pada pencatatan manual tersebut, diperlukan sistem informasi presensi yang bekerja secara otomatis, terintegrasi, dan real-time [1]. Dibandingkan teknologi identifikasi otomatis lain seperti sensor sidik jari (*fingerprint*) atau Radio Frequency Identification (RFID) yang memerlukan biaya pengadaan dan perawatan perangkat keras, teknologi Quick Response (QR) Code relatif lebih ekonomis dan praktis dengan tingkat akurasi yang memadai [2]. QR Code merupakan pengembangan dari barcode satu dimensi menjadi matriks dua dimensi. Struktur matriks ini memungkinkan QR Code menyimpan data teks maupun alfanumerik dalam kapasitas lebih besar dan dapat dipindai dari berbagai sudut menggunakan kamera smartphone standar [1]. Pemanfaatan QR Code pada sistem presensi memungkinkan digitalisasi proses pencatatan kehadiran siswa. Data hasil pemindaian dikirim dan disimpan ke basis data server secara real-time, sehingga mengurangi proses perekaman manual dan menekan kesalahan input oleh staf tata usaha [7], [3].

Penelitian terdahulu telah banyak yang sukses mengimplementasikan QR Code untuk sistem presensi, namun sebagian besar masih menggunakan pendekatan QR Code statis, di mana kode dicetak secara permanen pada kartu pelajar siswa atau ditempel secara fisik di dinding kelas [4], [8]. Sistem statis semacam ini masih memiliki celah kerentanan keamanan, karena kode tersebut dapat difoto dan dibagikan melalui pesan instan kepada siswa yang berada di luar area sekolah untuk melakukan presensi jarak jauh tanpa terdeteksi oleh guru. Berangkat dari

kesenjangan penelitian (*research gap*) tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan inovasi (*novelty*) dengan merancang mekanisme presensi QR Code yang bersifat dinamis. Dalam sistem informasi presensi berbasis web yang diusulkan ini, QR Code tidak dipegang oleh siswa secara fisik, melainkan diproduksi (*generate*) secara langsung dan acak oleh sistem melalui akun *dashboard* guru yang sedang mengajar. Guru akan menampilkan QR Code dinamis tersebut melalui layar proyektor di depan kelas. Selanjutnya, para siswa yang benar-benar hadir secara fisik di dalam ruang kelas diwajibkan untuk memindai kode tersebut menggunakan perangkat *smartphone* masing-masing melalui antarmuka pemindai web (*scanner*) yang telah disediakan oleh sistem [2], [9]. Alur presensi dinamis ini terbukti jauh lebih aman dan akurat dalam memitigasi manipulasi lokasi maupun praktik titip absen di kalangan siswa [10].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian berjudul "Implementasi Presensi QR Code Pada Siswa SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong" ini bertujuan merancang, membangun, dan menguji sistem informasi presensi berbasis web yang terintegrasi secara *real-time*. Dengan sistem terkomputerisasi, sekolah dapat menekan biaya operasional alat tulis sekaligus memantau rekap kehadiran siswa secara lebih cepat dan akurat. Administrator dan guru dapat mengunduh laporan rekapitulasi absensi dalam format digital tanpa menghitung ulang data secara manual. Melalui sistem yang responsif dan transparan ini, diharapkan tingkat kedisiplinan siswa SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong dapat meningkat dan mendukung lingkungan pendidikan vokasi yang adaptif terhadap teknologi digital [11].

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Presensi Digital Berbasis QR Code di Lingkungan Akademik

Penerapan teknologi Quick Response (QR) Code dalam lingkungan sekolah dan perguruan tinggi telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi pendataan secara signifikan. Pada tingkat sekolah menengah, penelitian [3] membahas permasalahan sistem presensi manual yang sangat rentan terhadap kesalahan perekaman dan risiko kehilangan data absensi siswa. Melalui metode pengembangan perangkat lunak *waterfall*, penelitian tersebut menghasilkan aplikasi presensi berbasis web terintegrasi yang terbukti mampu meningkatkan akurasi. Hal serupa diteliti oleh penelitian [4] yang mengembangkan aplikasi presensi tatap muka berbasis web menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP) untuk mengurangi kontak fisik dan meminimalisir waktu berkumpul di dalam kelas. Penggunaan model identifikasi visual juga diimplementasikan oleh peneliti [11] melalui sistem absensi bermodel *barcode* untuk mengatasi keluhan guru terkait ketidakefektifan absensi manual menggunakan buku jurnal di instansi sekolah. Sementara itu, penelitian [7] mengimplementasikan

sistem presensi web bagi dewan guru di tingkat sekolah dasar untuk mempercepat pelaporan kehadiran secara otomatis dan terintegrasi penuh ke dalam basis data.

Di tingkat perguruan tinggi, penelitian [5] merancang sistem presensi mahasiswa berbasis QR Code yang diintegrasikan dengan notifikasi *real-time* untuk mempercepat proses rekapitulasi dan meminimalisir kecurangan. Penelitian [12] menerapkan metode *Agile* untuk membangun absensi QR Code mahasiswa guna memangkas waktu yang terbuang dan mengurangi risiko kesalahan data. Validasi tambahan juga diinisiasi oleh penelitian [13] dengan mengombinasikan pemindaian matriks dan geolokasi agar keberadaan fisik peserta didik dapat dipantau secara akurat dari titik pemindaian.

Optimalisasi Pencatatan Kehadiran pada Instansi dan Program Magang

Dalam konteks kerja praktik dan magang, efisiensi pencatatan kehadiran menjadi fokus utama agar pemantauan dapat dilakukan secara jarak jauh. [10] mengembangkannya dalam bentuk aplikasi Android menggunakan *framework* Kodular dan basis data *spreadsheet* untuk memudahkan distribusi data absensi secara mandiri oleh peserta magang. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian [14] membuat sistem presensi otomatis berbasis web untuk mengatasi kesulitan pemantauan kehadiran secara *real-time* yang sebelumnya menggunakan kertas konvensional.

Optimalisasi QR Code juga terbukti efektif dalam memantau kedisiplinan di instansi pemerintahan maupun perusahaan swasta. Penelitian [15] menggunakan metode kerangka kerja PIECES untuk merancang absensi QR Code guna memantau kehadiran dan menilai kinerja karyawan secara presisi. Di lingkungan administrasi tingkat desa, penelitian [16] menerapkan *e-absensi* berbasis web menggunakan antarmuka *websocket* agar pengiriman data kehadiran staf dapat diproses secara *real-time*. Penerapan serupa dilakukan oleh penelitian [9] di sebuah grup perusahaan menggunakan kode *barcode* untuk meminimalisir kehilangan dan kesalahan pencatatan data kepegawaian.

Peningkatan Keamanan Data Tingkat Lanjut pada Sistem Absensi

Meskipun pemindaian dua dimensi menawarkan kecepatan dan efisiensi, aspek keamanan serta validasi lokasi menjadi tantangan tersendiri yang perlu diatasi dalam rekayasa perangkat lunak. Penelitian [1] mengembangkan sistem absensi cerdas menggunakan teknologi *Face Recognition* berbasis *face-api.js* yang dipadukan dengan pelacakan *Global Positioning System* (GPS) untuk memastikan validitas kehadiran teknis di lapangan dan mencegah manipulasi lokasi secara langsung. Untuk mengamankan sistem presensi dari celah keamanan, penelitian [2] menggabungkan QR Code dengan

teknologi *Time-based One-Time Password* (TOTP) sebagai autentikasi dua faktor, sehingga dapat dipastikan bahwa data kehadiran hanya dikirim oleh pengguna yang sah dan tervalidasi melalui aplikasi autentikator.

GAP Analysis dan State of the Art

Berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu di atas, dapat ditarik sebuah GAP Analysis (kesenjangan penelitian). Sebagian besar sistem absensi berbasis QR Code yang diterapkan pada lingkungan sekolah menengah masih menggunakan kode statis, yaitu QR Code dicetak permanen pada Kartu Tanda Pelajar (ID Card) siswa atau ditempelkan di kelas [3], [12]. Model statis ini memiliki celah: siswa dapat memotret QR Code miliknya dan mengirimkannya melalui aplikasi pesan instan kepada rekan untuk dipindai secara perwakilan, sehingga praktik "titip absen" masih mungkin terjadi. Di sisi lain, solusi pengamanan tingkat lanjut seperti Face Recognition [1] atau autentikasi TOTP [2] menuntut spesifikasi perangkat keras yang lebih tinggi atau alur yang lebih kompleks untuk ritme absensi harian yang cepat di kelas kejuruan.

Oleh karena itu, kebaruan (*state of the art*) yang diusung dalam penelitian ini terletak pada perancangan mekanisme QR Code dinamis yang terpusat (*centralized*) pada sisi pengajar dan dioptimalkan untuk kebutuhan instansi vokasi. Alih-alih mencetak kode statis pada kartu siswa, sistem membangkitkan (*generate*) QR Code yang berbeda secara *real-time* melalui *dashboard* guru, lalu diproyeksikan di depan kelas. Setiap kode memuat token acak dan memiliki masa berlaku terbatas. Siswa memindai kode yang terpampang di layar secara mandiri menggunakan kamera *smartphone* melalui antarmuka web. Konsep *Dynamic QR Projection* ini dirancang untuk menutup celah "titip absen" jarak jauh sekaligus mempertahankan kesederhanaan, kecepatan operasional, dan efisiensi anggaran sekolah.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diterapkan dalam perancangan dan implementasi sistem informasi presensi berbasis QR Code di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong dirancang secara terstruktur menggunakan siklus hidup pengembangan perangkat lunak (*Software Development Life Cycle*) dengan menerapkan model *Waterfall*. Alur pengerjaan sistem ini dilakukan secara linier dan sekuensial, yang diurai ke dalam beberapa fokus tahapan perancangan sebagai berikut:

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dirancang untuk memperoleh informasi yang valid dan akurat melalui pendekatan data primer dan sekunder sebagai landasan perancangan sistem di

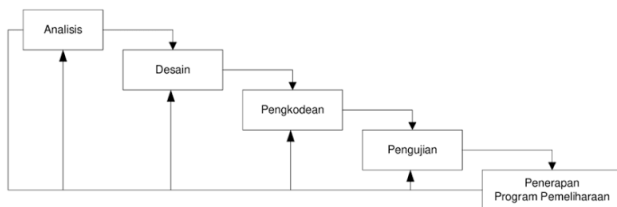
SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong. Pengumpulan data primer dilakukan secara langsung di lokasi penelitian melalui metode observasi terhadap proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) untuk memahami alur presensi manual, mengukur efisiensi waktu, dan mengidentifikasi celah operasional manipulasi data. Selain observasi, dilakukan pula wawancara terstruktur dengan para pemangku kepentingan (*stakeholder*), yakni staf tata usaha dan perwakilan dewan guru, guna menggali informasi mendalam mengenai kendala administratif, proses rekapitulasi bulanan, serta spesifikasi antarmuka sistem digital yang diharapkan. Sementara itu, pengumpulan data sekunder diperoleh secara tidak langsung melalui kajian dokumentasi dan studi literatur yang mencakup profil instansi, arsip laporan presensi fisik terdahulu sebagai instrumen komparasi, serta tinjauan pustaka dari berbagai jurnal ilmiah bereputasi terbitan lima tahun terakhir untuk merumuskan landasan teori sekaligus menemukan kesenjangan penelitian (*GAP analysis*).

Analisis Data

Proses analisis permasalahan dan kebutuhan sistem dalam penelitian ini diuraikan secara komprehensif dengan menerapkan instrumen evaluasi 5W1H (*What, Who, Where, When, Why, How*). Objek perancangan (*What*) dalam analisis ini adalah sebuah inovasi rekayasa sistem informasi presensi akademik berbasis web terintegrasi yang memanfaatkan teknologi proyeksi QR Code dinamis. Aktor utama (*Who*) yang terlibat dan menjadi sasaran operasional sistem adalah dewan guru yang memiliki otoritas penuh untuk membuka sesi kehadiran, serta para siswa sebagai subjek yang wajib melakukan pemindaian. Ruang lingkup implementasi perangkat lunak ini (*Where*) dibatasi secara spesifik pada area ruang kelas di lingkungan SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong, yang eksekusi penggunaannya difokuskan (*When*) secara *real-time* pada awal jam masuk sekolah, pergantian sesi mata pelajaran, dan selama Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) berlangsung. Pengembangan sistem ini menjadi sangat mendesak (*Why*) dilatarbelakangi oleh tingginya inefisiensi waktu pemanggilan absensi secara manual, rentannya pencatatan media kertas terhadap praktik manipulasi kehadiran ("titip absen"), serta beratnya beban staf tata usaha dalam merekapitulasi dokumen fisik secara manual di setiap akhir bulan. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut (*How*), sistem direkayasa secara logis agar pengajar dapat memproduksi kode matriks secara acak melalui *dashboard* untuk diproyeksikan di depan kelas, yang kemudian wajib dipindai oleh siswa menggunakan browser *smartphone* masing-masing, sehingga algoritma dapat langsung memvalidasi *timestamp* sesi dan mengirimkan status kehadiran secara otomatis ke dalam *database server*.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi pengembangan perangkat lunak berbasis *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan menerapkan model *Waterfall*. Pemilihan pendekatan *Waterfall* didasarkan pada karakteristik alur kerjanya yang terstruktur, sistematis, dan bersifat linier, di mana setiap fase harus diselesaikan secara utuh sebelum berlanjut ke fase berikutnya. Model ini dinilai sangat relevan dan cocok untuk diimplementasikan dalam perancangan sistem informasi presensi berbasis web di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong, mengingat seluruh kebutuhan fungsional maupun non-fungsional dari sistem dapat didefinisikan secara komprehensif dan jelas sejak awal masa penelitian [2]. Dengan pendekatan yang terarah ini, pengembangan aplikasi dipastikan berjalan sesuai dengan penjadwalan yang ketat guna menghasilkan produk akhir yang stabil dan aman.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian Model *Waterfall*

Sumber: Hasil Olah Data

Berdasarkan *framework* yang disajikan pada Gambar 1, penjelasan mendetail mengenai setiap tahapan penelitian dan penerapan metode dalam penyelesaian masalah diuraikan sebagai berikut:

Analisis Kebutuhan (*Requirements Analysis*)

Tahap pertama berfokus pada pengumpulan data riil di lapangan guna merumuskan spesifikasi teknis sistem. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses KBM di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong untuk memantau durasi dan prosedur pencatatan absensi manual. Selanjutnya, wawancara mendalam (*in-depth interview*) dilakukan bersama staf tata usaha dan perwakilan guru guna mengumpulkan umpan balik (*feedback*) mengenai kendala administratif dan fitur yang mereka butuhkan. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menghasilkan daftar kebutuhan fungsional (seperti kemampuan *men-generate QR Code*, memindai kode, dan mencetak laporan) serta kebutuhan non-fungsional (seperti keamanan data dan responsivitas antar-muka web).

Perancangan Sistem (*System Design*)

Fase ini merupakan inti dari pemodelan sistem, di mana kebutuhan pengguna diterjemahkan ke dalam rancangan arsitektur perangkat lunak. Pemodelan

sistem secara visual dirancang menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang mencakup:

Use Case Diagram

Menggambarakan pemetaan hak akses antara dua aktor utama. Aktor Guru/Admin memiliki otoritas penuh untuk mengelola master data siswa, membuka sesi kehadiran, *men-generate QR Code*, dan memantau rekapitulasi. Sementara aktor Siswa memiliki interaksi yang dibatasi hanya untuk mengakses modul pemindai (*scanner*) dan melihat riwayat kehadiran pribadi.

Activity Diagram

Memvisualisasikan alur kerja dinamis dari setiap proses, mulai dari tahapan autentikasi *login*, navigasi menu utama, pemrosesan pemindaian oleh kamera *smartphone*, hingga penyimpanan *log data* ke dalam *server*.

Class Diagram

Mendesain struktur basis data relasional yang memastikan entitas tabel (seperti tabel siswa, jadwal, dan *log_absensi*) saling terhubung dengan menggunakan *primary key* dan *foreign key* yang ternormalisasi.

Aturan Sistem (*Business Rules*) dan Algoritma Presensi

Pada tahap perancangan ini dikembangkan aturan (*rule*) dan algoritma untuk menghasilkan QR Code yang dinamis. Saat guru memulai sesi absensi pada dashboard, sistem membangkitkan sebuah token acak menggunakan fungsi kriptografis bawaan PHP, yaitu `bin2hex(random_bytes(20))`, yang menghasilkan string heksadesimal sepanjang 40 karakter (entropi 160 bit). Token tersebut disimpan pada tabel `tbl_sesi_qr` beserta atribut waktu kedaluwarsa (`waktu_expired`) dan status sesi. Aturan keamanan yang ditetapkan: setiap sesi QR memiliki masa berlaku 15 menit, dan ketika guru membangkitkan QR baru, seluruh sesi sebelumnya untuk jadwal yang sama otomatis dinonaktifkan (status 'nonaktif'). Ketika siswa memindai kode, server memvalidasi empat kondisi: kecocokan token, status sesi masih 'aktif', waktu pemindaian belum melewati `waktu_expired`, dan belum ada catatan presensi ganda. Jika seluruh kondisi terpenuhi, status kehadiran disimpan sebagai 'Hadir'; jika tidak, presensi ditolak.

Implementasi (*Implementation / Coding*)

Desain algoritma dan arsitektur basis data yang telah disusun kemudian ditranslasikan ke dalam bentuk baris kode program (*coding*). Perangkat lunak bagian *front-end* dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk memberikan pengalaman pengguna antarmuka yang adaptif dan interaktif, terutama pada pemanfaatan pustaka API kamera

peramban (webcam browser). Sedangkan pada sisi *back-end*, sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk mengontrol lalu lintas data, enkripsi sesi, dan manipulasi kueri pada basis data MySQL.

Pengujian Sistem (Testing)

Tahapan ini krusial untuk memastikan algoritma presensi dan fungsionalitas aplikasi bebas dari cacat program (*bug*). Evaluasi dilakukan menggunakan pendekatan *Black Box Testing*, di mana pengujian difokuskan pada validasi kesesuaian antara masukan (*input*) dan keluaran (*output*) pada antarmuka sistem. Skenario pengujian mencakup verifikasi skema *login*, respon sistem terhadap upaya pemindaian QR Code yang telah kedaluwarsa, pemindaian kode oleh siswa dari kelas yang salah, serta kemampuan sistem dalam mengeksport laporan rekapitulasi absensi secara otomatis. Hasil dari pengujian ini menjamin bahwa seluruh *rule* algoritma berjalan sesuai dengan arsitektur yang dirancang.

Pengoperasian dan Pemeliharaan (Deployment and Maintenance)

Fase terakhir dari siklus *Waterfall* adalah mengimplementasikan aplikasi yang telah lolos uji coba ke dalam *server hosting* yang sesungguhnya agar dapat diakses oleh seluruh elemen SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong. Tahapan ini juga mencakup proses pemeliharaan rutin untuk memantau optimasi *database*, melakukan pencadangan data (*backup*), serta perbaikan minor apabila ditemukan anomali pada saat aplikasi digunakan secara serentak (*high traffic*) oleh seluruh siswa pada jam masuk sekolah.

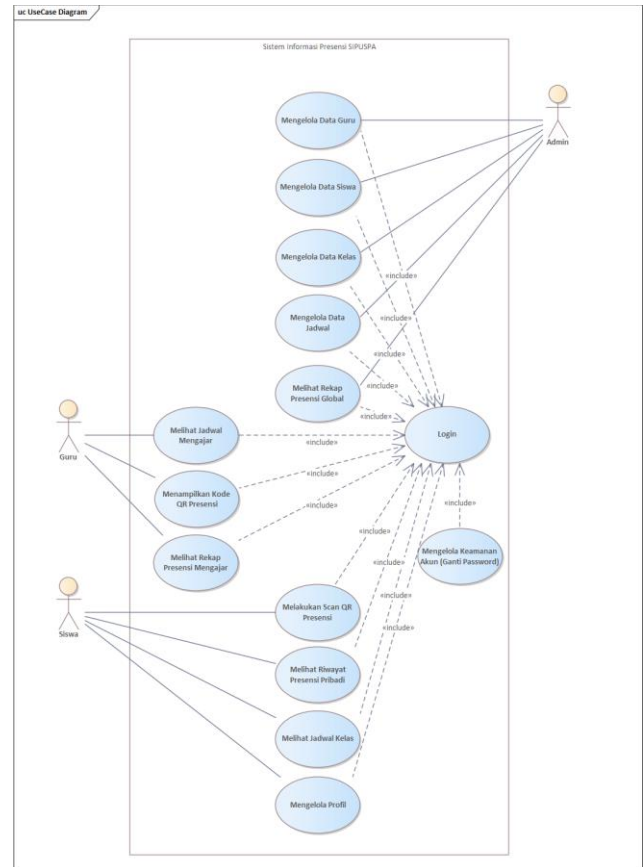
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Arsitektur Sistem

Perancangan sistem diimplementasikan ke dalam bentuk *Unified Modeling Language* (UML) untuk memvisualisasikan cetak biru (*blueprint*) interaksi antara entitas pengguna dan sistem.

Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk mendefinisikan batasan sistem dan hak akses fungsional bagi setiap aktor yang berinteraksi di dalam aplikasi presensi. Terdapat dua aktor utama dalam sistem ini, yaitu Guru (sebagai representasi entitas administrator di dalam kelas) dan Siswa.



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Presensi

Sumber: Hasil Perancangan Peneliti

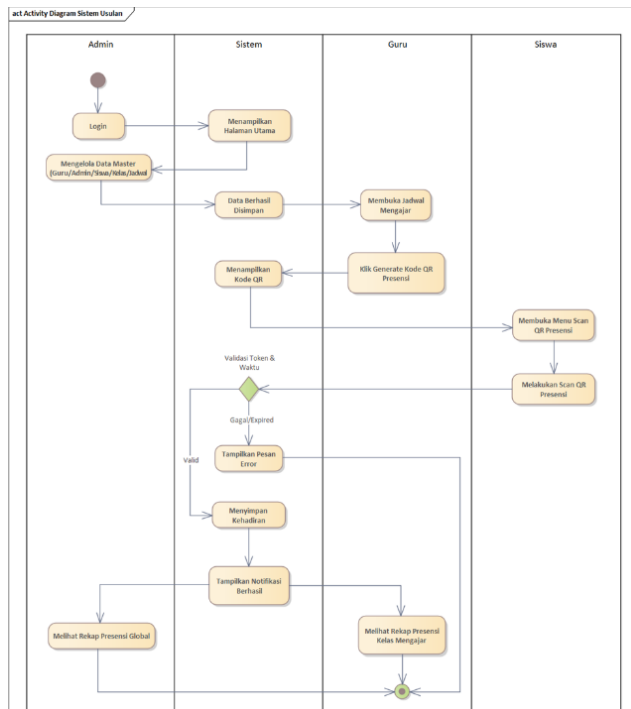
Use Case Diagram yang mendefinisikan batasan sistem serta memvisualisasikan interaksi fungsional antara aktor pengguna dengan Sistem Informasi Presensi SIPUSPA. Pemodelan ini melibatkan tiga entitas aktor utama dengan hak akses otoritatif yang tersegregasi secara jelas, yaitu Admin, Guru, dan Siswa. Sebagai lapis keamanan dasar, arsitektur sistem menerapkan dependensi autentikasi mutlak, di mana seluruh operasional dari ketiga aktor tersebut diikat oleh relasi <<include>> terhadap use case Login.

Dalam pembagian fungsionalitasnya, Admin memegang kendali administratif sentral untuk mengelola basis data master akademik—yang meliputi data guru, siswa, kelas, dan jadwal—serta memiliki kewenangan penuh untuk menarik data rekapitulasi presensi secara global. Sementara itu, aktor Guru diberikan hak akses operasional yang berfokus pada kegiatan belajar mengajar, yakni melihat jadwal mengajar, menginisiasi atau menampilkan QR Code presensi secara dinamis di kelas, dan memantau laporan rekapitulasi kehadiran khusus pada kelas yang diampunya. Pada sisi pengguna akhir, aktor Siswa dibatasi pada interaksi yang bersifat personal dan transaksional, yaitu melakukan pemindaian (*scan*) QR Code presensi, mengakses jadwal kelas, memantau riwayat kehadiran pribadi, serta memperbarui data profil. Di samping fungsionalitas spesifik tersebut, sistem juga

mengakomodasi fitur pengelolaan keamanan akun (penggantian kata sandi) yang bersifat universal bagi ketiga aktor. Pemisahan use case yang terstruktur dan terisolasi ini secara teknis dirancang untuk mencegah tumpang tindih wewenang (*privilege escalation*) sekaligus memastikan integritas data dalam sistem.

Activity Diagram Presensi Dinamis

Alur kerja yang membedakan sistem ini dengan penelitian terdahulu terletak pada proses pembuatan dan pemindaian QR Code.



Gambar 3. Activity Diagram Mekanisme Dynamic QR Code

Sumber: Hasil Perancangan Peneliti

Activity Diagram dari usulan sistem presensi berbasis QR Code yang mengilustrasikan alur interaksi dan kolaborasi terintegrasi antar aktor (Admin, Guru, dan Siswa) dengan entitas sistem. Siklus operasional diawali oleh Admin yang melakukan autentikasi (*login*) untuk kemudian mengelola data master akademik, yang selanjutnya diproses dan disimpan oleh sistem sebagai basis referensi utama. Pada tahap pelaksanaan kegiatan belajar mengajar, Guru mengakses jadwal mengajarnya dan menginisiasi pembuatan (*generate*) QR Code presensi. Sistem merespons instruksi tersebut dengan memproyeksikan kode QR dinamis di layar. Secara simultan, Siswa merespons dengan mengaktifkan menu pemindai pada perangkat keras mereka untuk memindai kode tersebut. Sistem kemudian mengeksekusi algoritma validasi silang terhadap token unik dan batas kedaluwarsa waktu (*expired time*). Apabila hasil komparasi dinyatakan tidak valid atau melewati batas

toleransi waktu, sistem secara preventif akan menolak masukan dan menampilkan pesan *error*. Sebaliknya, jika instruksi terverifikasi valid, sistem secara otomatis merekam transaksi kehadiran Siswa ke dalam basis data dan mengeluarkan notifikasi keberhasilan. Sebagai fungsionalitas pelaporan akhir, sistem mengakomodasi Guru untuk memantau rekapitulasi kehadiran spesifik pada kelas yang diampunya, sementara Admin diberikan kewenangan komprehensif untuk mengakses rekapitulasi presensi secara global. Alur kerja usulan ini dirancang untuk mendigitalisasi dan mengotomatisasi proses manual, sehingga secara signifikan mampu meningkatkan akurasi, efisiensi waktu pemrosesan, dan keamanan data kehadiran.

Implementasi Logika Algoritma Dynamic QR Code

Untuk menjaga keandalan (*reliability*) proses presensi, sistem tidak sekadar mengonversi teks statis menjadi matriks QR Code, melainkan menerapkan pembangkitan token dinamis (*dynamic token generation*) per sesi. Proses komputasi berjalan di sisi server (PHP) dan dieksekusi ketika guru menginisiasi sesi presensi di kelas.

Pada tahap pertama, sistem memanggil fungsi kriptografis `bin2hex(random_bytes(20))` untuk menghasilkan token acak sepanjang 40 karakter heksadesimal dengan entropi 160 bit pada setiap sesi. Token ini menjadi identitas unik yang membedakan satu sesi presensi dengan sesi lain. Payload yang dikodekan ke dalam matriks QR berformat `SIPUSPA-{id_jadwal}-{token}`, sehingga setiap kode terikat pada jadwal kelas tertentu.

Pada tahap kedua, token disimpan ke tabel `tbl_sesi_qr` bersama atribut `waktu_expired` yang dihitung dari waktu pembuatan ditambah durasi berlaku 15 menit (900 detik). Mekanisme invalidasi sesi diterapkan: saat guru membangkitkan QR baru untuk jadwal yang sama, seluruh sesi lama diset berstatus 'nonaktif' sehingga hanya satu sesi yang valid pada satu waktu. Antarmuka guru dapat memperbarui QR Code untuk menghasilkan token baru ketika sesi sebelumnya berakhir.

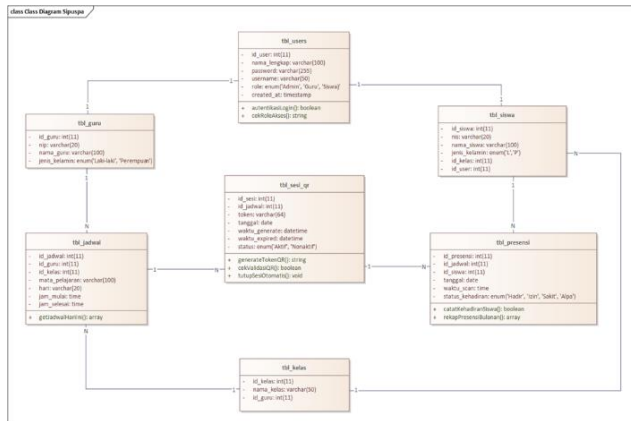
Mekanisme validasi yang menjadi inti kebaruan (*novelty*) sistem ini berjalan saat siswa melakukan pemindaian. Token hasil pemindaian dikirim ke server untuk diverifikasi oleh algoritma validasi pada berkas `simpan_absen`, yang mencocokkan token terhadap data pada tabel `tbl_sesi_qr`.

Algoritma validasi mengembalikan nilai `True` hanya jika empat kondisi terpenuhi: (1) token cocok dengan record pada `tbl_sesi_qr`; (2) status sesi bernilai 'aktif'; (3) waktu pemindaian belum melewati `waktu_expired`; dan (4) siswa belum memiliki catatan presensi pada sesi tersebut (*proteksi double-entry*). Jika seluruh kondisi terpenuhi, entitas `tbl_presensi` diperbarui dengan status 'Hadir'. Sebaliknya, apabila siswa memindai tangkapan layar (*screenshot*) dari QR lama, sesi tersebut sudah berstatus 'nonaktif' atau telah melewati `waktu_expired`, sehingga sistem

menolak presensi. Kombinasi token acak 160 bit, masa berlaku 15 menit, dan invalidasi sesi inilah yang menutup celah kecurangan “titip absen” pada sistem presensi konvensional.

Class Diagram (Struktur Basis Data)

Untuk mengelola manajemen relasi data, basis data dirancang secara terstruktur (*normalized*) menggunakan MySQL.



Gambar 4. Class Diagram Relasi Basis Data

Sumber: Hasil Perancangan Peneliti

Class Diagram yang merepresentasikan struktur logis dan arsitektur *back-end* dari sistem presensi SIPUSPA. Pemodelan ini mendeskripsikan secara komprehensif susunan atribut, metode operasional, serta relasi kardinalitas antar entitas yang membangun sistem. Pusat kendali keamanan dan hak akses sistem diisolasi secara khusus pada kelas *tbl_users*, yang secara eksklusif bertugas menjalankan fungsi *autentikasiLogin()* dan *cekRoleAkses()*. Kelas autentikasi ini memiliki relasi *one-to-one* terhadap kelas *tbl_guru* dan *tbl_siswa*, yang bertindak murni sebagai penyimpan data profil demografis pengguna. Dalam hierarki manajemen akademik, kelas *tbl_guru* memiliki relasi terhadap *tbl_kelas* dan *tbl_jadwal*, di mana kelas *tbl_jadwal* memuat atribut spesifik alokasi waktu dan dilengkapi dengan metode *getJadwalHarini()*.

Lebih lanjut, proses inti dari mekanisme presensi dinamis ditangani oleh kelas operasional *tbl_sesi_qr* yang memiliki relasi langsung dengan *tbl_jadwal*. Kelas *tbl_sesi_qr* bertanggung jawab penuh atas siklus hidup QR Code melalui serangkaian metode logis, meliputi *generateTokenQR()* untuk pembuatan kode acak, *cekValidasiQR()* untuk memverifikasi token dari perangkat pemindai, hingga *tutupSesiOtomatis()* guna memastikan batas kedaluwarsa (*expired*) tereksekusi dengan presisi. Sebagai muara dari seluruh transaksi pemindaian, kelas *tbl_presensi* akan merekam setiap aktivitas melalui metode *catatKehadiranSiswa()*. Seluruh data historis yang terkumpul pada entitas transaksional ini kemudian diproses dan diakumulasi menggunakan metode

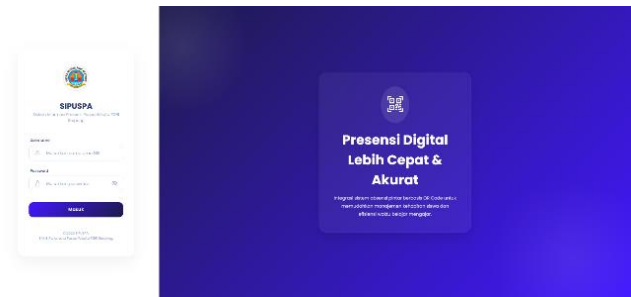
rekapPresensiBulanan(). Pemisahan fungsionalitas kelas yang sangat terstruktur ini menunjukkan bahwa arsitektur sistem telah memenuhi prinsip modularitas, sehingga menjamin tingkat keamanan, skalabilitas, dan kemudahan pemeliharaan (*maintenance*) perangkat lunak di masa mendatang.

Implementasi Antarmuka Pengguna (Interface)

Tahap implementasi merupakan realisasi dari desain menjadi purwarupa (*prototype*) aplikasi berbasis web yang fungsional.

Halaman Autentikasi (Login)

Halaman ini adalah gerbang keamanan pertama. Pengguna diwajibkan memasukkan kredensial yang valid. Sistem menerapkan pengelolaan sesi (*session management*) untuk mengarahkan pengguna ke *dashboard* yang tepat sesuai dengan level akses (Admin, Guru atau Siswa) setelah kredensial divalidasi oleh basis data.



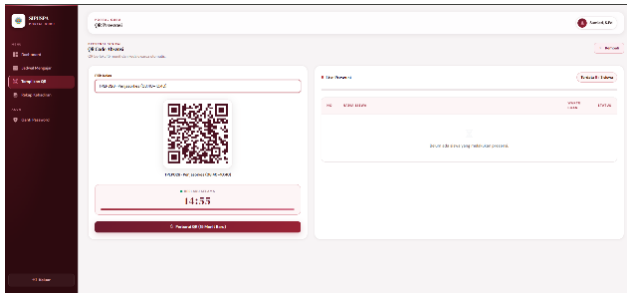
Gambar 5. Antarmuka Halaman Login

Sumber: Hasil Implementasi Peneliti

Desain antarmuka dirancang dengan pendekatan yang modern dan minimalis, membagi ruang visual layar menjadi dua seksi utama. Pada panel sebelah kiri, terdapat formulir *login* interaktif yang mewajibkan pengguna untuk memasukkan kredensial berupa *Username* dan *Password*, lengkap dengan tombol eksekusi “Masuk” serta fitur pengalihan visibilitas kata sandi guna meningkatkan kenyamanan pengalaman pengguna (*user experience*). Sementara itu, pada panel sebelah kanan, disajikan elemen visual berbasis gradien warna yang memuat tipografi informatif untuk menegaskan nilai guna aplikasi, yakni mewujudkan tata kelola presensi digital yang lebih cepat dan akurat melalui adopsi teknologi QR Code. Secara teknis, halaman ini bertindak sebagai lapisan keamanan pertama (*first line of defense*) yang akan memverifikasi kecocokan data masukan dengan rekaman pada basis data, sehingga sistem dapat menerapkan kontrol akses berbasis peran (*role-based access control*) dan mengarahkan pengguna menuju *dashboard* yang tepat sesuai dengan level otoritasnya (Admin, Guru, atau Siswa).

Halaman Dashboard Guru dan Pembuat QR Code

Pada antarmuka ini, guru dapat memilih kelas dan mata pelajaran yang sedang diampu. Ketika tombol inisiasi ditekan, layar akan menampilkan QR Code berukuran besar agar mudah dipindai oleh siswa dari berbagai sudut ruangan. QR Code ini bersifat temporer dan akan terus memperbarui token enkripsinya secara otomatis.



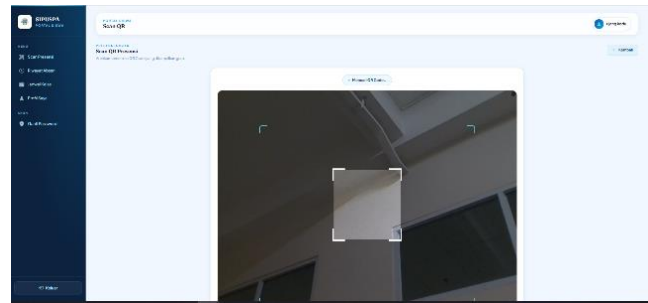
Gambar 6. Antarmuka QR Code Generator pada Akses Guru

Sumber: Hasil Implementasi Peneliti

Melengkapi mekanisme otomatisasi tersebut, Gambar 6 memperlihatkan tata letak antarmuka yang dirancang untuk memberikan visibilitas dan kendali operasional penuh kepada pengajar. Pada panel bagian kiri, sistem tidak hanya menampilkan matriks QR Code, tetapi juga menyertakan indikator penghitung mundur (*countdown timer*) secara visual untuk menginformasikan sisa waktu validitas sesi kepada audiens di kelas. Selain itu, sistem memfasilitasi tindakan preventif melalui tombol "Perbarui QR (Manual)", yang memberikan hak istimewa kepada pengajar untuk segera mengganti *token* enkripsi sebelum masa berlaku habis, guna memitigasi celah kecurangan seperti penyebaran foto QR Code ke luar ruang kelas. Sementara itu, panel sebelah kanan difungsikan sebagai dasbor pemantauan (*monitoring*) interaktif. Melalui tabel "Siswa Terpresensi", sistem secara *real-time* akan memuat dan memperbarui baris data—meliputi identitas siswa dan rekam jejak waktu pemindaian (*timestamp*)—sesaat setelah algoritma server berhasil memvalidasi masukan dari perangkat siswa. Integrasi visual antara proyektor presensi dinamis dan tabel pengawasan langsung ini memastikan tata kelola absensi berjalan secara transparan, efektif, dan terpusat.

Halaman Pemindai (Scanner) Siswa

Siswa mengakses halaman ini menggunakan peramban (*browser*) *smartphone*. Sistem akan meminta izin (*permission*) untuk mengakses kamera keras perangkat. Halaman ini didesain sangat minimalis dengan memfokuskan *viewport* pada tangkapan lensa kamera untuk mempercepat proses identifikasi pola matriks QR Code.



Gambar 7. Antarmuka Pemindai (Scanner) pada Smartphone Siswa

Sumber: Hasil Implementasi Peneliti

Halaman Rekapitulasi Laporan

Halaman ini menyajikan representasi data keluaran (*output*). Sistem secara otomatis mengonversi data mentah dari *tbl_absensi* menjadi tabel rekapitulasi yang informatif, menampilkan persentase kehadiran, izin, sakit, dan alpa. Guru dapat mengekspor data ini ke dalam format dokumen *spreadsheet* untuk keperluan arsip administrasi akademik sekolah.

No	Nama Siswa	Kelas	Bulan	Tahun	Hadir	Sakit	Izin	Alpa
1	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
2	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
3	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
4	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
5	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
6	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
7	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
8	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
9	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A
10	ADAM ALAN	IPA	Januari	2024	H	S	I	A

Gambar 8. Antarmuka Laporan Rekapitulasi Kehadiran

Sumber: Hasil Implementasi Peneliti

Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8, antarmuka rekapitulasi ini menyediakan instrumen penyaringan (*filtering*) data secara dinamis berdasarkan parameter spesifik, yaitu kelas, bulan, dan tahun pelaporan. Hasil agregasi data kemudian direpresentasikan ke dalam bentuk matriks tabel komprehensif yang merinci kalkulasi kuantitatif status kehadiran (*Hadir, Sakit, Izin, Alpa*) dari masing-masing siswa. Selain itu, integrasi tombol fungsional "Cetak Laporan" pada antarmuka ini bertindak sebagai jembatan eksekusi untuk mengekspor luaran data ke dalam dokumen fisik maupun digital, sehingga mengoptimalkan efisiensi alur kerja pengarsipan administratif.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian perangkat lunak dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk memverifikasi bahwa seluruh fitur dan algoritma berjalan sesuai spesifikasi rancangan. Pengujian dirancang mencakup skenario positif (*input valid*) dan

skenario negatif (input tidak valid) pada lima aspek utama: autentikasi dan kontrol akses peran, pembangkitan QR Code dinamis, invalidasi sesi, validasi pemindaian terhadap token kedaluwarsa serta upaya screenshot, dan ekspor laporan rekapitulasi. Rincian skenario dan hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, seluruh sepuluh skenario uji memberikan keluaran yang sesuai dengan hasil yang diharapkan (10 dari 10 skenario berstatus Berhasil). Skenario autentikasi memverifikasi bahwa sistem membedakan hak akses Guru dan Siswa melalui pengalihan halaman setelah kredensial divalidasi. Skenario pembangkitan QR memverifikasi bahwa setiap sesi menghasilkan token acak 40 karakter yang berbeda, dan membangkitkan QR baru menonaktifkan sesi sebelumnya. Skenario keamanan membuktikan sistem menolak pemindaian token yang telah melewati masa berlaku 15 menit maupun token dari sesi yang telah dinonaktifkan, termasuk upaya pemindaian screenshot. Untuk meninjau kinerja secara kuantitatif, parameter keamanan dan operasional sistem dirangkum pada Tabel 2, sedangkan posisi kebaruan sistem terhadap penelitian terdahulu dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login Guru (positif): kredensial valid	Redirect ke dashboard Guru	Berhasil
2	Login Siswa (positif): kredensial valid	Redirect ke halaman pemindaian	Berhasil
3	Akses lintas peran (negatif): Siswa akses URL Guru	Akses ditolak, redirect	Berhasil
4	Login salah (negatif): password tidak cocok	Pesan kesalahan, akses ditolak	Berhasil
5	Pembangkitan QR (positif): Guru mulai sesi	Token 40 karakter & QR tampil	Berhasil
6	Invalidasi sesi (positif): QR baru dibangkitkan	Sesi lama berstatus nonaktif	Berhasil
7	Pemindaian valid (positif): QR aktif dalam masa berlaku	Presensi tersimpan: Hadir	Berhasil
8	Token kedaluwarsa (negatif): scan setelah 15 menit	Presensi ditolak	Berhasil
9	Screenshot sesi nonaktif (negatif): scan QR lama	Presensi ditolak (sesi nonaktif)	Berhasil
10	Ekspor laporan (positif): Guru/Admin ekspor data	Dokumen rekapitulasi dihasilkan	Berhasil

Sumber: Hasil pengujian sistem oleh peneliti

Tabel 2. Evaluasi Kuantitatif Parameter Keamanan dan Operasional Sistem

Parameter	Nilai	Keterangan
Panjang token	40 karakter	bin2hex(random_bytes(20))
Entropi token	160 bit	2^{160} kemungkinan
Masa berlaku QR	15 menit	900 detik
Invalidasi sesi	Aktif	QR baru nonaktifkan sesi lama
Kondisi validasi	4 kondisi	Token, status, waktu, non-duplikat
Proteksi ganda	Aktif	Satu catatan per siswa per sesi
Skenario uji	10 skenario	6 positif, 4 negatif
Tingkat keberhasilan	100% (10/10)	Sesuai hasil yang diharapkan

Sumber: Hasil analisis parameter keamanan dan operasional sistem oleh peneliti

Tabel 3. Perbandingan Sistem yang Diusulkan dengan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Tipe QR	Mitigasi "Titip Absen"
1	Baiin dkk. [3]	Statis	Tidak ada
2	Nuraeni dkk. [4]	Statis	Verifikasi manual
3	Rety & Achmad [6]	Statis	Tidak ada
4	Herlina & Hidayatulloh [8]	Statis	Tidak ada
5	Prasetyo dkk. [11]	Statis	Tidak ada
6	Tamtelahitu dkk. [13]	Statis	Geolocation
7	Pangestu dkk. [15]	Statis	Tidak ada
8	Alfikri dkk. [16]	Statis	Tidak ada
9	Efridho dkk. [1]	Bukan QR	Face Recognition
10	Marsehan dkk. [2]	Dinamis	TOTP (tanpa invalidasi terpusat)
11	Sistem diusulkan	Dinamis	Token 160 bit + 15 menit + invalidasi sesi

Sumber: Hasil sintesis peneliti berdasarkan penelitian terdahulu [1], [2], [3], [4], [6], [8], [11], [13], [15], [16]

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem informasi presensi berbasis web dengan mekanisme Dynamic QR Projection di SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong. Sistem memitigasi praktik "titip absen" melalui kombinasi token acak 160 bit, masa berlaku 15 menit, dan invalidasi sesi otomatis. Sistem meningkatkan efisiensi durasi Kegiatan Belajar

Mengajar (KBM) dan menekan biaya operasional karena tidak memerlukan perangkat keras tambahan, meskipun masih bergantung pada kualitas kamera smartphone, stabilitas jaringan, dan kondisi pencahayaan yang memengaruhi akurasi pemindaian. Seluruh skenario pengujian Black Box menunjukkan fitur sistem berjalan sesuai spesifikasi, sehingga sistem layak digunakan untuk mendukung tata kelola administrasi akademik di sekolah kejuruan.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan mengintegrasikan deteksi lokasi berbasis Geofencing (GPS) untuk memvalidasi posisi fisik siswa, serta menerapkan Progressive Web App (PWA) agar data dapat disinkronkan saat koneksi tidak stabil. Selain itu, peningkatan algoritma pengolahan citra (image processing) diperlukan agar deteksi QR Code tetap akurat pada pencahayaan minim, dan penambahan integrasi WhatsApp gateway dapat dipertimbangkan untuk menyampaikan laporan kehadiran kepada wali murid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada SMKS Pariwisata Puspa Wisata PGRI Serpong yang telah memberikan izin, akses data, dan dukungan selama proses observasi serta implementasi sistem. Terima kasih juga ditujukan kepada dewan guru dan staf tata usaha yang telah memberikan masukan melalui sesi wawancara mengenai kendala administratif dan kebutuhan fitur sistem. Peneliti turut berterima kasih kepada Universitas Pamulang yang memfasilitasi penelitian ini sebagai bagian dari tugas akhir mahasiswa Teknik Informatika, serta kepada seluruh rekan tim KP yang berkontribusi dalam pengembangan perangkat lunak, perancangan basis data, dan pengujian sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Efridho, D. A. Mukti, dan Jupron, "Sistem Absensi Cerdas Teknisi PT Telkom Akses Menggunakan Face Recognition Berbasis Web," *JUMISTIK (Jurnal Multidisiplin Informatika dan Teknologi Sains)*, vol. 5, no. 1, hlm. 946–955, 2026, doi: 10.70247/jumistik.v5i1.307.
- [2] A. Marsehan, S. Ardilla, dan A. N. Putri, "Pengembangan Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis QR Code di Prodi Teknologi Informasi," *JUMISTIK (Jurnal Multidisiplin Informatika dan Teknologi Sains)*, vol. 4, no. 1, hlm. 332–339, 2025, doi: 10.70247/jumistik.v4i1.138.
- [3] A. Baiin, S. Mulyana, V. Cornelista, Erawaty, dan R. Maulana, "Rancang Bangun Aplikasi Presensi Siswa Menggunakan QR Code Pada SMK Negeri 3 Pontianak," *Indonesian Journal of Technology and Computer Science (IJTCS)*, vol. 1, no. 1, hlm. 34–46, 2024.
- [4] F. Nuraeni, R. Setiawan, dan R. I. Amal, "Aplikasi Presensi Siswa Berbasis Web dan QR-Code pada Pembelajaran Tatap Muka di Sekolah," *Jurnal Algoritma*, vol. 19, no. 1, hlm. 1–11, 2022.
- [5] A. Ridoh, Y. I. Putra, F. Yanti, D. H. Pitra, dan N. Selpiani, "Rancang Bangun Sistem Informasi Presensi Mahasiswa Berbasis QR Code dengan Integrasi Notifikasi Real-Time Berbasis Web," *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, vol. 7, no. 1, hlm. 476–488, 2026, doi: 10.52060/jipti.v7i1.4147.
- [6] A. Rety dan R. Achmad, "Sistem Informasi Absensi Menggunakan QR Code pada Fakultas Ilmu Komputer dan Manajemen USTJ Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi (JTI)*, vol. 12, no. 2, hlm. 40–47, 2024.
- [7] A. S. Dalimunthe, L. Marlina, dan B. Fachri, "Perancangan Sistem Informasi Absensi Guru Menggunakan QR Code Berbasis Web (Studi Kasus: SDN 44 Kecamatan Bilah Hulu)," *JUKTISI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 5, no. 1, hlm. 14–21, 2026, doi: 10.62712/juktisi.v5i1.889.
- [8] E. Herlina dan T. Hidayatulloh, "Penerapan QR Code Untuk Sistem Absensi Siswa SMP Berbasis Web," *Bianglala Informatika*, hlm. 102–112, 2017.
- [9] T. J. Putri dan H. Septanto, "Perancangan Sistem Absensi Berbasis Web Menggunakan Kode Barcode di PT Azhan Group," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 3, hlm. 3143–3150, 2024.
- [10] M. Alda, M. Juarsyah, A. Nugraha, dan L. R. Alfachry, "Aplikasi Absensi Mahasiswa Kerja Praktik Menggunakan QR Code Berbasis Android," *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, vol. 14, no. 1, hlm. 27–41, 2024, doi: 10.34010/jamika.v14i1.1175.
- [11] Y. A. Prasetyo, T. Andriyanto, dan R. Indriati, "Pengembangan Sistem Informasi Absensi Siswa Dengan Model Barcode (QRCode)," dalam *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi (SEMNAS INOTEK)*, vol. 7, hlm. 277–284, 2023.
- [12] M. Rafai, Solikhun, dan M. Safii, "Perancangan Absensi QR Code Mahasiswa Berbasis Website pada STIKOM Tunas Bangsa Pematang Siantar Menggunakan Metode Agile," *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, vol. 4, no. 1, hlm. 51–60, 2024, doi: 10.52362/jmijayakarta.v4i1.1303.
- [13] T. M. Tamtelahitu, J. Sambono, dan J. E. Unenor, "Perancangan Sistem Absensi Pintar Mahasiswa Menggunakan Teknik QR Code dan Geolocation," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 6, no. 1, hlm. 114–125, 2021.
- [14] B. H. Irawan, S. R. Riady, dan K. Sofi, "Penerapan Absensi Kuliah Berbasis QR Code dengan Modul Raspberry Pi3 Menggunakan Metode Arsitektur Zachman Framework," dalam *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, vol. 1, hlm. 718–723, 2018.
- [15] P. D. A. Pangestu, H. Permatasari, dan P.

Widyaningsih, "Sistem Informasi Presensi Karyawan Menggunakan QR Code Berbasis Web Pada PT Berkat Bagi Sesama Kota Surakarta," JEKIN (Jurnal Teknik Informatika), vol. 4, no. 3, hlm. 567–579, 2024, doi: 10.58794/jekin.v4i3.845.

- [16] A. Alfikri, D. Gusman, dan E. Azriadi, "E-Absensi Menggunakan QR-Code Berbasis Web di Kantor Desa Binamang," JITI (Jurnal Inovasi Teknik Informatika), vol. 9, no. 1, hlm. 19–27, 2024.