

Interoperabilitas Sistem Presensi Berbasis Web dengan Push Notification untuk Distribusi Informasi Real-Time

Krisna Widi Nugraha^{1*}, Arief Luqman Hadiyani²

¹Universitas Harapan Bangsa, Jawa Tengah, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia
Email: 'nugrahawidikrisna@gmail.com, 'luqmanarief237@gmail.com
Penulis Korespondensi*

(received: 13-03-26, revised: 26-03-26, accepted: 25-06-26)

Abstrak

Efisiensi pengelolaan data kesiswaan sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan ketepatan distribusi informasi, sementara sistem presensi berbasis web konvensional umumnya masih bersifat pasif dan bergantung pada akses manual pengguna. Kondisi ini berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam memperoleh informasi kehadiran yang dibutuhkan untuk pemantauan operasional dan pengambilan keputusan manajerial di lingkungan sekolah. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan dan menguji interoperabilitas sistem presensi berbasis web dengan layanan Telegram API melalui mekanisme *push notification* untuk mendukung distribusi laporan presensi secara lebih proaktif dan *real-time*. Sistem dikembangkan menggunakan arsitektur *client-server* dengan integrasi antarplatform melalui RESTful API. Setiap transaksi presensi yang tervalidasi melalui pemindaian QR Code secara otomatis memicu pengiriman notifikasi kehadiran ke platform Telegram. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengukuran latensi pengiriman notifikasi, yaitu selang waktu antara proses pemindaian QR Code hingga notifikasi diterima pada platform Telegram, pada beberapa skenario operasional dengan total 105 transaksi presensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendistribusikan informasi presensi dengan latensi rata-rata kurang dari dua detik. Temuan ini menunjukkan bahwa mekanisme *push-based notification* efektif dalam mengurangi jeda distribusi informasi dibandingkan pendekatan *pull-based* konvensional. Kontribusi penelitian ini terletak pada implementasi model interoperabilitas berbasis *event-driven* yang mengintegrasikan sistem presensi dengan layanan pesan instan sebagai media distribusi informasi *real-time*. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai komponen awal *Decision Support System* melalui penyediaan informasi presensi yang relevan, tepat waktu, dan terstruktur, khususnya pada lingkungan SMK Muhammadiyah Bobotsari.

Kata Kunci: Decision Support System, Manajemen Data Kesiswaan, Push Notification, QR Code, Sistem Informasi Presensi

Abstract

The efficiency of student data management is strongly influenced by the speed and accuracy of information distribution, while conventional web-based attendance systems generally remain passive and rely on manual user access. This condition may lead to delays in obtaining attendance information required for operational monitoring and managerial decision-making in educational environments. This study aims to implement and evaluate the interoperability of a web-based attendance system with the Telegram API using a push notification mechanism to enable proactive and real-time distribution of attendance reports. The system was developed using a client-server architecture with cross-platform integration through a RESTful API. Each validated attendance transaction via QR Code scanning automatically triggers the delivery of attendance notifications to the Telegram platform. System evaluation was conducted by measuring notification latency, defined as the time interval between QR Code scanning and notification receipt on Telegram, across multiple operational scenarios involving a total of 105 attendance transactions. The results indicate that the system is capable of distributing attendance information with an average latency of less than two seconds. These findings demonstrate that the push-based notification mechanism effectively reduces information delivery delays compared to conventional pull-based approaches. The main contribution of this study lies in the implementation of an event-driven interoperability model that integrates attendance systems with instant messaging platforms for real-time information dissemination. Consequently, the proposed system can serve as an initial component of a Decision Support System by providing relevant, timely, and structured attendance information, particularly in the context of SMK Muhammadiyah Bobotsari.

Keywords: *Attendance Information System, Decision Support System, Push Notification, QR Code, Student Data Management*

1. PENDAHULUAN

Manajemen kehadiran siswa merupakan salah satu komponen fundamental dalam ekosistem institusi pendidikan yang berfungsi sebagai indikator penting kedisiplinan, keterlibatan, serta keberlangsungan proses pembelajaran peserta didik. Kehadiran tidak hanya merepresentasikan aspek administratif, tetapi juga mencerminkan pola perilaku siswa yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi akademik maupun non-akademik. Di SMK Muhammadiyah Bobotsari, data kehadiran siswa memiliki peran strategis karena menjadi basis informasi penting dalam pengambilan keputusan manajerial, seperti penentuan tindak lanjut pembinaan, pemantauan tingkat partisipasi kelas, hingga evaluasi efektivitas kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, akurasi dan ketersediaan informasi presensi menjadi kebutuhan yang tidak dapat diabaikan dalam pengelolaan kesiswaan.

Seiring dengan percepatan digitalisasi di sektor pendidikan, banyak institusi telah beralih dari sistem pencatatan kehadiran konvensional berbasis kertas menuju sistem informasi presensi berbasis web. Transformasi ini secara konseptual menawarkan sejumlah keunggulan, antara lain efisiensi dalam penyimpanan data, kemudahan pengelolaan arsip historis, serta kemampuan rekapitulasi data secara otomatis [1]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi presensi berbasis QR Code dalam pendidikan mampu meningkatkan akurasi dan kecepatan proses presensi secara signifikan dibandingkan metode manual tradisional [2][3]. Selain QR Code, berbagai teknologi identifikasi otomatis seperti *Radio Frequency Identification* (RFID) dan biometrik juga telah banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran dalam berbagai konteks organisasi dan pendidikan [4][5].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian mengenai sistem presensi masih berfokus pada mekanisme pencatatan kehadiran dan penyimpanan data pada sistem terpusat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi sistem presensi dengan mekanisme notifikasi *real-time* mulai dikembangkan untuk mendukung pemantauan kehadiran siswa secara lebih cepat [3][6]. Namun dalam praktiknya, sebagian besar sistem presensi berbasis web masih beroperasi dengan pola penyajian informasi yang bersifat pasif, di mana pengguna harus secara aktif mengakses sistem untuk memperoleh informasi kehadiran [3]. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan dalam pemanfaatan informasi secara cepat dan kontekstual, terutama ketika data presensi diperlukan untuk pengambilan keputusan yang bersifat segera.

Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan informasi (*information gap*) antara waktu terjadinya transaksi presensi di lapangan dan waktu informasi tersebut diterima oleh pemangku kepentingan, seperti wali kelas, guru piket, atau pimpinan sekolah. Pada sistem presensi konvensional berbasis web, proses monitoring umumnya mengharuskan pengguna melakukan autentikasi dan akses manual ke dalam dashboard sistem sehingga respons terhadap kasus ketidakhadiran atau keterlambatan siswa sering kali bersifat tertunda. Dalam literatur sistem informasi pendidikan, mekanisme notifikasi *real-time* telah diidentifikasi sebagai pendekatan yang mampu meningkatkan keterlibatan pengguna dan respons terhadap peristiwa penting dalam sistem digital [7].

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama dalam sistem presensi berbasis web saat ini terletak pada keterbatasan mekanisme distribusi informasi yang masih bersifat pasif dan tidak responsif terhadap peristiwa presensi yang terjadi secara *real-time*. Keterlambatan dalam penyampaian informasi kehadiran menyebabkan adanya jeda antara kejadian presensi di lapangan dengan penerimaan informasi oleh pemangku kepentingan, sehingga menghambat proses monitoring dan pengambilan keputusan operasional yang membutuhkan respons cepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan sistem yang mampu menyediakan mekanisme distribusi informasi secara proaktif, *real-time*, dan terintegrasi antarplatform.

Dalam konteks pengembangan sistem presensi modern, interoperabilitas sistem menjadi aspek penting untuk memungkinkan pertukaran data antarplatform secara efisien. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah integrasi sistem melalui arsitektur RESTful *Application Programming Interface* (API), yang memanfaatkan protokol HTTPS dan format data JSON untuk mendukung komunikasi lintas platform secara stabil dan efisien [8][9]. Pendekatan ini memungkinkan sistem informasi untuk terhubung dengan berbagai layanan eksternal, seperti aplikasi *mobile* atau platform pesan instan, sehingga distribusi informasi dapat dilakukan secara lebih fleksibel dan responsif.

Salah satu mekanisme distribusi informasi yang semakin banyak digunakan dalam sistem informasi modern adalah *push notification*. Mekanisme ini memungkinkan sistem untuk mengirimkan informasi kepada pengguna secara proaktif tanpa memerlukan akses manual dari pengguna [9]. Dalam konteks pendidikan, penerapan *push*

notification telah terbukti mampu meningkatkan keterlibatan pengguna serta mempercepat proses penyampaian informasi akademik secara *real-time* [7]. Dengan mekanisme ini, informasi kehadiran siswa dapat didistribusikan secara langsung kepada pihak terkait segera setelah transaksi presensi terjadi.

Selain aspek distribusi informasi, keandalan pengelolaan data juga merupakan komponen penting dalam sistem presensi berbasis teknologi. Dalam sistem informasi transaksi, integritas data umumnya dijaga melalui penerapan prinsip *Atomicity*, *Consistency*, *Isolation*, dan *Durability* (ACID) yang menjadi dasar manajemen transaksi pada basis data relasional [10]. Penerapan prinsip tersebut memastikan bahwa setiap transaksi presensi diproses secara konsisten dan permanen meskipun terjadi gangguan teknis, sehingga data presensi tetap dapat digunakan sebagai sumber informasi yang dapat dipercaya dalam proses administrasi maupun pengambilan keputusan manajerial.

Lebih jauh lagi, dalam perspektif tata kelola organisasi pendidikan, sistem informasi yang terintegrasi memiliki peran penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Penelitian mengenai *Educational Management Information Systems* (EMIS) menunjukkan bahwa sistem informasi yang mampu menyediakan data operasional secara *real-time* dapat meningkatkan efisiensi operasional, transparansi informasi, serta kualitas pengambilan keputusan di institusi pendidikan [11]. Selain itu, konsep *Decision Support System* (DSS) dalam bidang pendidikan menekankan pentingnya penyediaan informasi yang relevan dan tepat waktu untuk membantu pemangku kepentingan dalam menentukan tindakan yang tepat dalam pengelolaan organisasi pendidikan [12][13].

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tantangan utama dalam pengelolaan presensi tidak hanya terletak pada akurasi pencatatan data kehadiran, tetapi juga pada efektivitas mekanisme distribusi informasi kepada pihak yang membutuhkan. Sistem informasi yang hanya berfungsi sebagai repositori data tanpa dukungan distribusi informasi yang proaktif berpotensi mengurangi nilai strategis informasi yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu menjembatani kesenjangan antara proses pencatatan data presensi dan kebutuhan informasi *real-time* bagi pihak manajerial.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penerapan teknologi presensi berbasis QR Code, RFID, maupun integrasi notifikasi *real-time* [2][6], sebagian besar masih berfokus pada aspek pencatatan kehadiran dan penyimpanan data, serta belum secara komprehensif mengintegrasikan mekanisme distribusi informasi berbasis push notification sebagai bagian dari arsitektur sistem. Selain itu, pemanfaatan interoperabilitas sistem melalui RESTful API dalam konteks distribusi informasi presensi secara *real-time* masih terbatas pada integrasi teknis, tanpa menempatkannya sebagai bagian dari kerangka pendukung pengambilan keputusan. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian dalam pengembangan sistem presensi yang tidak hanya mampu mencatat data secara akurat, tetapi juga mendistribusikan informasi secara proaktif dan mendukung fungsi DSS secara operasional.

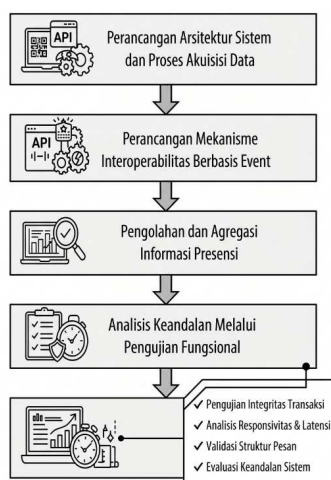
Penelitian ini menawarkan pendekatan melalui pengembangan model interoperabilitas sistem presensi berbasis web dengan layanan pihak ketiga menggunakan mekanisme *push notification*. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan model interoperabilitas berbasis *event-driven* yang mengintegrasikan proses pencatatan presensi dengan distribusi informasi secara *real-time* melalui platform pesan instan. Berbeda dengan pendekatan pelaporan konvensional yang mengandalkan mekanisme tarik data (*pull-based*), sistem yang diusulkan menempatkan distribusi informasi sebagai bagian integral dari proses bisnis presensi. Integrasi sistem dilakukan dengan memanfaatkan Telegram API sebagai media penyampaian notifikasi *real-time* yang memiliki latensi rendah serta tingkat keterjangkauan tinggi dalam lingkungan operasional sekolah.

Melalui integrasi antar-platform tersebut, setiap transaksi presensi yang tervalidasi akan secara otomatis memicu pengiriman informasi kehadiran kepada pihak terkait tanpa memerlukan intervensi manual. Dengan demikian, sistem presensi tidak lagi berfungsi semata-mata sebagai alat pencatat data, tetapi juga sebagai instrumen penyedia informasi yang mendukung proses pengambilan keputusan operasional secara lebih responsif. Implementasi model ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan presensi siswa serta menyediakan fondasi awal bagi pengembangan sistem pendukung keputusan DSS berbasis data pada lingkungan SMK Muhammadiyah Bobotsari.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental dengan pendekatan rekayasa sistem informasi (*system development-based experimentation*) yang berorientasi pada pengujian interoperabilitas antar-platform. Fokus utama metode ini adalah mengevaluasi keandalan integrasi antara aplikasi presensi berbasis web dengan layanan notifikasi pihak ketiga melalui mekanisme pertukaran data berbasis *Application Programming Interface* (API). Rangkaian metode penelitian dirancang secara bertahap untuk memastikan bahwa setiap proses, mulai dari akuisisi data hingga distribusi informasi, berjalan secara konsisten, terukur, dan dapat direplikasi sebagaimana

ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan metode penelitian sistem presensi berbasis QR Code

Secara konseptual, tahapan penelitian dibagi ke dalam empat komponen utama, yaitu: (1) perancangan arsitektur sistem dan akuisisi data, (2) perancangan mekanisme interoperabilitas berbasis peristiwa (*event-driven*), (3) pengolahan dan agregasi informasi presensi, serta (4) analisis keandalan sistem melalui pengujian fungsional. Pembagian tahapan ini dimaksudkan untuk memberikan batasan metodologis yang jelas antara aspek implementasi teknis dan aspek evaluasi kinerja sistem.

2.1. Arsitektur Sistem dan Proses Akuisisi Data

Tahap awal penelitian difokuskan pada perancangan arsitektur sistem yang mendukung proses akuisisi data presensi secara terstruktur. Instrumen utama yang digunakan dalam proses ini adalah perangkat pemindai *barcode* berbasis *Universal Serial Bus* (USB) yang terhubung langsung dengan stasiun kerja (*workstation*) server lokal. Perangkat ini berfungsi sebagai antarmuka input yang membaca media identitas siswa dalam bentuk QR Code dua dimensi.

Perancangan arsitektur sistem informasi berbasis web pada penelitian ini mengadopsi prinsip pengelolaan data operasional terpusat, di mana proses input, validasi, dan penyimpanan data dilakukan secara terintegrasi dalam satu lingkungan aplikasi. Pendekatan ini sejalan dengan pengembangan sistem informasi operasional berbasis web sebelumnya yang menekankan konsistensi alur data, efisiensi pemrosesan, serta keandalan penyimpanan data sebagai fondasi sistem informasi organisasi [14].

Pemilihan QR Code sebagai media identifikasi didasarkan pada karakteristiknya yang memiliki kapasitas penyimpanan data relatif tinggi serta kemampuan *error correction* yang memungkinkan proses pemindaian tetap berjalan secara responsif meskipun terjadi degradasi fisik pada media cetak. Informasi yang terkandung di dalam QR Code berupa string data unik yang telah melalui proses pengkodean dan berfungsi sebagai *key identifier* untuk memvalidasi identitas siswa pada basis data sistem.

Proses akuisisi data dilakukan secara *real-time*, di mana hasil pemindaian QR Code langsung dikirimkan ke server aplikasi untuk diverifikasi terhadap data master siswa. Pendekatan ini memastikan bahwa hanya data yang valid dan terdaftar yang dapat diproses lebih lanjut dalam sistem presensi.

2.2. Rancangan Interoperabilitas dan Mekanisme Pemicu Peristiwa

Interoperabilitas sistem dirancang menggunakan pendekatan *event-driven architecture*, di mana setiap peristiwa transaksi presensi menjadi pemicu (*trigger*) bagi proses lanjutan pada platform lain. Pendekatan ini sejalan dengan model integrasi sistem informasi pendidikan berbasis RESTful Web Services yang memungkinkan sinkronisasi data lintas platform secara *real-time* dan terstandar [15]. Dalam konteks penelitian ini, keberhasilan penyimpanan data presensi pada basis data lokal menjadi kondisi awal bagi inisiasi pengiriman notifikasi ke layanan eksternal.

Tahap pertama dalam mekanisme ini adalah validasi dan penyimpanan data (*data persistence*). Sistem melakukan pemeriksaan terhadap data hasil pemindaian melalui *query* pada basis data MySQL. Apabila data dinyatakan valid, sistem mengeksekusi perintah penyimpanan ke dalam tabel transaksi presensi. Penelitian ini

menerapkan prinsip *offline-first persistence*, yaitu memastikan bahwa data presensi tetap tersimpan secara lokal meskipun terjadi gangguan pada koneksi jaringan eksternal.

Tahap berikutnya adalah pemanggilan API (*API callback*) dan pemetaan data. Setelah proses penyimpanan data lokal selesai, sistem memulai komunikasi dengan layanan Telegram melalui Bot API. Informasi konfigurasi seperti API token dan Chat ID grup Telegram disimpan pada tabel khusus untuk memisahkan parameter operasional dari logika aplikasi utama [16]. Pendekatan ini bertujuan meningkatkan fleksibilitas pengelolaan konfigurasi sekaligus menjaga keamanan sistem.

Tahap akhir dalam mekanisme interoperabilitas adalah proses transmisi notifikasi berbasis *push notification*. Backend sistem yang dibangun menggunakan PHP 8 bertindak sebagai pengelola instruksi yang mengeksekusi pengiriman pesan ke endpoint Telegram API. Pertukaran data dilakukan melalui protokol HTTPS dengan format *JavaScript Object Notation* (JSON) untuk memastikan kompatibilitas serta efisiensi transmisi data antar-platform.

2.3. Pengolahan Informasi dan Teknik Agregasi Data

Data presensi yang telah tersimpan dan tervalidasi kemudian diproses lebih lanjut untuk menghasilkan informasi yang bersifat informatif dan analitis. Pengolahan data dilakukan di sisi server melalui serangkaian logika pemrograman sebelum informasi dikirimkan sebagai notifikasi kepada pengguna.

Struktur informasi yang dihasilkan mencakup beberapa lapisan. Lapisan pertama adalah entitas data individu yang memuat informasi dasar siswa, seperti nama, nomor induk siswa (NIS), kelas, serta penanda waktu (*timestamp*) transaksi presensi. Lapisan ini berfungsi sebagai representasi faktual dari setiap aktivitas presensi yang terjadi.

Lapisan berikutnya adalah agregasi analitik, di mana sistem melakukan perhitungan statistik secara otomatis menggunakan operasi agregasi basis data seperti COUNT, JOIN, dan GROUP BY. Hasil agregasi ini digunakan untuk menghasilkan indikator kehadiran kelas, rasio siswa hadir terhadap total populasi kelas, serta persentase partisipasi siswa secara *real-time*.

Selain itu, sistem juga menerapkan mekanisme identifikasi data pengecualian (*exception data*). Teknik ini dilakukan dengan membandingkan data master siswa dengan data presensi harian untuk mengidentifikasi siswa yang belum melakukan presensi. Informasi tersebut disajikan sebagai bagian dari laporan analitik guna mendukung fungsi pengawasan serta pengambilan keputusan oleh pihak sekolah.

2.4. Analisis Keandalan dan Pengujian Sistem

Tahap akhir penelitian difokuskan pada analisis keandalan sistem melalui serangkaian pengujian fungsional yang bertujuan memastikan bahwa sistem dapat beroperasi secara stabil dalam kondisi penggunaan nyata. Pengujian integritas transaksi dilakukan untuk memverifikasi bahwa alur kerja sistem mengikuti prinsip transaksi atomik, di mana proses penyimpanan data pada basis data lokal harus diselesaikan sepenuhnya sebelum sistem mengeksekusi pengiriman notifikasi ke layanan eksternal. Parameter ini digunakan untuk mengevaluasi apakah mekanisme interoperabilitas yang diterapkan mampu mendukung kebutuhan presensi dengan frekuensi transaksi yang tinggi tanpa menimbulkan penundaan yang signifikan. Pendekatan ini sejalan dengan temuan penelitian internasional yang menunjukkan bahwa arsitektur sistem informasi berbasis REST API mampu mempertahankan kinerja serta konsistensi layanan pada beban transaksi yang dinamis [17].

Selanjutnya, analisis responsivitas dan latensi transmisi dilakukan dengan mengukur selang waktu antara proses pemindaian QR Code hingga pesan notifikasi diterima oleh pengguna melalui platform Telegram. Parameter ini digunakan untuk menilai kemampuan sistem dalam mendistribusikan informasi presensi secara cepat dan responsif. Pengukuran latensi dalam penelitian ini didefinisikan sebagai selang waktu antara proses pemindaian QR Code hingga notifikasi diterima oleh pengguna pada platform Telegram. Secara matematis, *latency* (L) dirumuskan (1):

$$L = T_{receive} - T_{scan} \quad (1)$$

Dimana T_{scan} merupakan waktu saat QR Code dipindai oleh sistem, dan $T_{receive}$ merupakan waktu saat notifikasi diterima pada perangkat pengguna. Pengukuran dilakukan dalam satuan detik untuk setiap transaksi presensi yang terjadi yang diukur berdasarkan nilai rata-rata *latency* dari seluruh transaksi yang diuji.

Pengujian dilakukan dalam kondisi operasional nyata di lingkungan sekolah dengan melibatkan total 105 transaksi presensi yang dibagi ke dalam dua skenario utama, yaitu kondisi transaksi normal dan kondisi beban tinggi. Skenario pertama merepresentasikan pemindaian berurutan dengan intensitas stabil, sedangkan skenario kedua merepresentasikan pemindaian dengan intensitas tinggi dalam waktu yang berdekatan. Variasi skenario ini digunakan untuk mengevaluasi stabilitas dan responsivitas sistem dalam kondisi penggunaan yang berbeda.

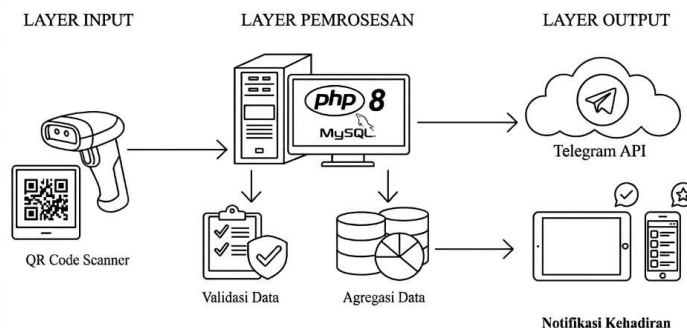
Tahap terakhir adalah validasi struktur pesan, yang dilakukan dengan membandingkan kesesuaian antara data yang tersimpan pada basis data dengan informasi yang ditampilkan dalam notifikasi Telegram. Proses validasi ini bertujuan memastikan bahwa algoritma agregasi dan pemetaan data menghasilkan informasi yang akurat, konsisten, serta dapat dipercaya sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil implementasi sistem presensi berbasis QR Code yang dikembangkan serta analisis terhadap kinerja dan implikasi penggunaannya dalam lingkungan operasional sekolah. Hasil penelitian disajikan dengan mengacu pada tahapan metode penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, sehingga setiap proses perancangan dan implementasi sistem dapat dianalisis secara sistematis. Pembahasan difokuskan pada empat aspek utama, yaitu implementasi arsitektur interoperabilitas sistem, analisis kinerja mekanisme *push notification*, evaluasi keandalan sistem berdasarkan prinsip *Atomicity*, *Consistency*, *Isolation*, dan *Durability* (ACID), serta implikasi manajerial dari pemanfaatan sistem presensi sebagai pendukung pengambilan keputusan kesiswaan. Melalui pendekatan ini, hasil penelitian tidak hanya menggambarkan implementasi teknis sistem yang dikembangkan, tetapi juga mengevaluasi kinerja operasional serta kontribusinya dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan informasi presensi di lingkungan sekolah.

3.1. Implementasi Arsitektur Interoperabilitas dan Alur Data Sistem

Gambar 2 menunjukkan hasil implementasi arsitektur sistem presensi yang mengintegrasikan tiga lapisan teknologi utama, yaitu perangkat input (QR Code scanner), server lokal sebagai pusat pengolahan dan penyimpanan data, serta layanan pihak ketiga berbasis cloud melalui Telegram API. Integrasi ketiga komponen tersebut membentuk suatu arsitektur interoperabilitas yang memungkinkan aliran data berlangsung secara berurutan, terkontrol, dan responsif. Melalui pendekatan ini, sistem presensi tidak hanya berfungsi sebagai aplikasi pencatatan kehadiran semata, tetapi menjadi bagian dari ekosistem sistem informasi yang mampu berinteraksi dengan layanan eksternal secara dinamis.



Gambar 2. Arsitektur interoperabilitas sistem presensi berbasis QR Code dan Telegram API

Secara arsitektural, sistem dirancang dengan pendekatan *layered system architecture* yang memisahkan fungsi akuisisi data, pengolahan data, dan distribusi informasi ke dalam komponen yang berbeda namun saling terintegrasi [16]. Lapisan pertama berfungsi sebagai antarmuka input yang menerima data identitas siswa melalui proses pemindaian QR Code. Lapisan kedua berperan sebagai pusat pengolahan data yang melakukan validasi, penyimpanan, serta pengolahan informasi presensi. Lapisan ketiga berfungsi sebagai mekanisme distribusi informasi yang mengirimkan notifikasi presensi kepada pengguna melalui platform Telegram. Pemisahan fungsi ini memungkinkan sistem bekerja secara lebih modular dan mempermudah integrasi dengan layanan eksternal tanpa memengaruhi proses inti pencatatan presensi.

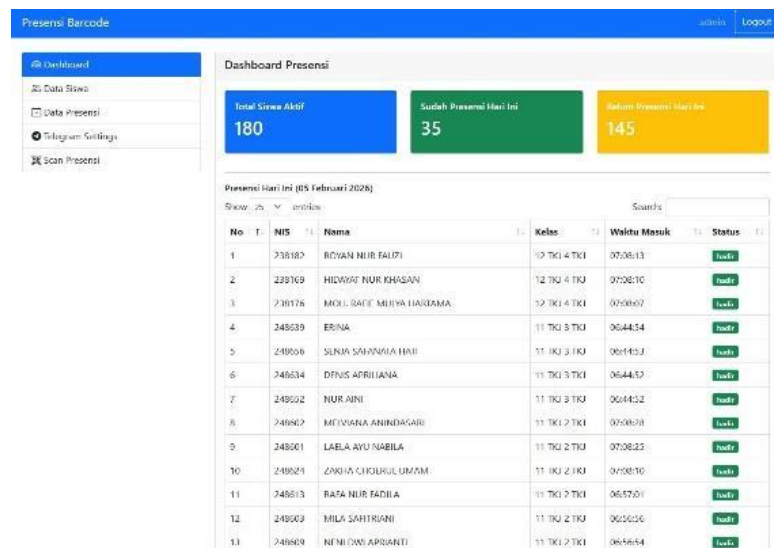
Setiap proses presensi diawali dengan pemindaian QR Code siswa menggunakan perangkat pemindai yang terhubung langsung dengan *workstation server*. QR Code yang digunakan dalam penelitian ini berisi identitas unik siswa yang berfungsi sebagai *key identifier* untuk mengakses data master siswa pada basis data sistem. Data hasil pemindaian dikirimkan secara langsung ke aplikasi web berbasis PHP 8 untuk dilakukan proses validasi terhadap basis data master siswa. Tahap validasi ini menjadi komponen penting dalam menjaga integritas sistem karena memastikan bahwa hanya data identitas yang sah dan terdaftar yang dapat diproses oleh sistem presensi.

Setelah proses validasi berhasil, sistem melakukan pembaruan status kehadiran pada tabel transaksi presensi

di basis data MySQL. Pada tahap ini diterapkan prinsip pemrosesan data atomik (*atomic transaction processing*), di mana setiap transaksi presensi harus diselesaikan sepenuhnya sebelum sistem melanjutkan ke proses berikutnya. Penerapan prinsip ini bertujuan untuk mencegah terjadinya inkonsistensi data yang dapat muncul akibat pemindaian ganda, kegagalan proses penyimpanan, maupun gangguan sistem selama transaksi berlangsung. Dengan mekanisme ini, setiap catatan presensi dipastikan tersimpan secara utuh dan dapat dipertanggungjawabkan secara administratif.

Selain berfungsi sebagai media pencatatan kehadiran, sistem juga secara langsung melakukan proses agregasi data presensi menggunakan operasi *query* basis data seperti COUNT, JOIN, dan GROUP BY. Operasi tersebut memungkinkan sistem menghasilkan statistik kehadiran siswa secara otomatis berdasarkan data transaksi presensi yang masuk. Proses agregasi ini dilakukan secara dinamis di sisi server sehingga informasi yang dihasilkan selalu mencerminkan kondisi presensi terkini. Dengan demikian, data presensi yang pada awalnya bersifat operasional dapat segera ditransformasikan menjadi informasi analitik yang lebih bermakna bagi pengguna.

Hasil agregasi data presensi kemudian ditampilkan dalam bentuk dashboard informasi yang dapat diakses oleh pihak manajerial sekolah. Dashboard ini menyajikan ringkasan kondisi kehadiran siswa secara *real-time*, termasuk jumlah siswa hadir, persentase kehadiran kelas, serta identifikasi siswa yang belum melakukan presensi. Penyajian informasi dalam bentuk visual bertujuan untuk mempermudah proses monitoring kondisi kehadiran siswa tanpa memerlukan analisis manual terhadap data mentah presensi.



Gambar 3. Dashboard rekapitulasi presensi dan statistik kehadiran siswa secara real-time

Gambar 3 menunjukkan hasil transformasi data presensi yang bersifat transaksional menjadi informasi analitik yang mudah dipahami. Informasi yang ditampilkan pada dashboard diperoleh melalui proses agregasi data otomatis di sisi server menggunakan operasi basis data relasional. Dengan mekanisme ini, pembaruan informasi dapat dilakukan secara dinamis seiring bertambahnya transaksi presensi yang terjadi di lapangan.

Keberadaan dashboard presensi *real-time* memberikan nilai tambah yang signifikan dalam konteks pengelolaan data kesiswaan. Informasi kehadiran yang sebelumnya hanya tersedia dalam bentuk catatan administratif kini dapat dimanfaatkan sebagai indikator operasional untuk memantau tingkat partisipasi siswa dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini memungkinkan pihak sekolah untuk mengidentifikasi kondisi kehadiran siswa secara lebih cepat dan melakukan tindakan tindak lanjut yang diperlukan apabila ditemukan pola ketidakhadiran yang berulang.

Selain itu, integrasi antara proses pencatatan presensi dan penyajian informasi secara langsung juga menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mengadopsi pendekatan *data-to-information transformation* dalam sistem informasi modern. Dalam pendekatan ini, data operasional tidak hanya disimpan sebagai arsip transaksi, tetapi diolah secara langsung menjadi informasi yang memiliki nilai guna bagi proses pengambilan keputusan.

Dengan demikian, sistem presensi yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak lagi berperan pasif sebagai repositori data kehadiran, melainkan aktif sebagai penyedia informasi yang mendukung proses

monitoring dan pengambilan keputusan operasional di lingkungan sekolah. Implementasi arsitektur interoperabilitas yang menghubungkan sistem presensi dengan platform komunikasi eksternal juga membuka peluang bagi pemanfaatan data presensi secara lebih luas dalam mendukung sistem informasi pendidikan berbasis data.

Secara keseluruhan, hasil implementasi pada tahap ini menunjukkan bahwa integrasi antara teknologi identifikasi QR Code, pengolahan data berbasis server, dan mekanisme distribusi informasi melalui API mampu menghasilkan sistem presensi yang tidak hanya efisien dalam pencatatan data, tetapi juga efektif dalam menyediakan informasi kehadiran secara *real-time* bagi pemangku kepentingan sekolah.

3.2. Analisis Kinerja Push Notification dan Responsivitas Sistem

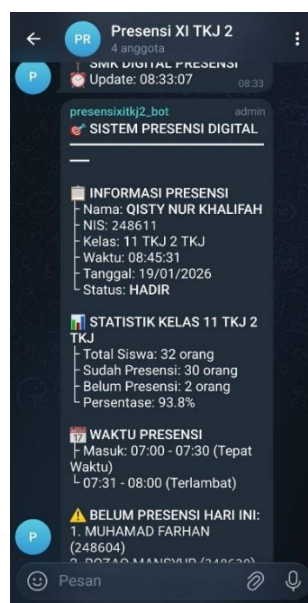
Implementasi mekanisme *push notification* pada sistem presensi berbasis QR Code menunjukkan peningkatan efektivitas dalam distribusi informasi kehadiran siswa. Berbeda dengan pendekatan sistem presensi berbasis web konvensional yang mengandalkan mekanisme *pull-based information*, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menerapkan pendekatan *event-driven*. Dalam pendekatan ini, setiap transaksi presensi yang tervalidasi secara otomatis memicu proses pengiriman notifikasi ke platform Telegram melalui API. Dengan demikian, distribusi informasi tidak lagi bergantung pada interaksi pengguna, melainkan dipicu langsung oleh peristiwa presensi yang terjadi secara *real-time*.

Pendekatan *event-driven* ini mengindikasikan adanya perubahan paradigma dalam distribusi informasi presensi, dari model reaktif menjadi proaktif [18]. Pada sistem konvensional, pengguna harus secara aktif mengakses sistem untuk memperoleh informasi kehadiran siswa. Sebaliknya, pada sistem yang dikembangkan, informasi dikirimkan secara otomatis kepada pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengurangi *information delay* serta meningkatkan ketersediaan informasi secara langsung setelah transaksi presensi terjadi.

Untuk mengevaluasi kinerja sistem, dilakukan pengujian responsivitas dengan mengukur latensi, yaitu selang waktu antara proses pemindaian QR Code hingga notifikasi diterima pada platform Telegram. Pengukuran ini digunakan sebagai indikator utama dalam menilai kemampuan sistem dalam mendukung distribusi informasi secara *real-time*. Pengujian dilakukan dalam kondisi operasional nyata di lingkungan sekolah dengan mempertimbangkan variasi intensitas transaksi presensi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi dengan latensi rata-rata di bawah dua detik, dengan variasi waktu pengiriman yang relatif stabil antar transaksi. Nilai latensi ini mengindikasikan bahwa mekanisme interoperabilitas yang diterapkan memiliki tingkat responsivitas yang tinggi dan mampu mempertahankan performa sistem dalam kondisi operasional normal.

Gambar 4 menunjukkan hasil pengiriman notifikasi presensi yang diterima pada platform Telegram setelah proses validasi data presensi dilakukan. Notifikasi yang dikirimkan bersifat otomatis dan *real-time*, yang mengonfirmasi bahwa integrasi antara sistem presensi dan layanan pesan instan berjalan dengan baik.



Gambar 4. Notifikasi presensi yang diterima melalui platform Telegram

Pengujian latensi pengiriman notifikasi pada Tabel 1 dilakukan pada dua skenario operasional, yaitu kondisi transaksi normal (pukul 09.00 WIB) dan kondisi beban tinggi (pukul 14.00 WIB). Kedua skenario ini digunakan untuk merepresentasikan variasi beban sistem dalam aktivitas presensi harian.

Tabel 1. Hasil pengujian latensi push notification sistem presensi

No	Skenario Pengujian	Waktu Pemindaian	Jumlah Transaksi	Rata-rata Latensi (detik)
1	Pemindaian Berurutan	09.00 - 09.10 WIB	10 transaksi	1,21
2	Pemindaian Berurutan	09.10 - 09.20 WIB	10 transaksi	1,28
3	Pemindaian Berurutan	09.20 - 09.30 WIB	10 transaksi	1,34
4	Jam Pulang Sekolah	14.00 - 14.10 WIB	25 transaksi	1,56
5	Jam Pulang Sekolah	14.10 - 14.20 WIB	25 transaksi	1,63
6	Jam Pulang Sekolah	14.20 - 14.30 WIB	25 transaksi	1,71

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, pada skenario transaksi normal pukul 09.00, sistem menunjukkan latensi yang stabil dengan rentang antara 1,21 hingga 1,34 detik. Stabilitas ini menunjukkan bahwa proses validasi data, penyimpanan basis data, dan pemanggilan API berjalan secara efisien dan konsisten. Sementara itu, pada skenario beban tinggi pukul 14.00, terjadi peningkatan latensi hingga kisaran 1,56 hingga 1,71 detik. Peningkatan ini menunjukkan adanya pengaruh intensitas transaksi terhadap waktu respons sistem, meskipun secara keseluruhan nilai latensi tetap berada dalam kategori rendah.

Secara kuantitatif, selisih peningkatan latensi antara kondisi normal dan beban tinggi relatif kecil (kurang dari 0,5 detik), yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat skalabilitas yang baik dalam menangani peningkatan jumlah transaksi. Hal ini mengindikasikan bahwa arsitektur sistem yang dirancang mampu menjaga stabilitas performa meskipun terjadi lonjakan aktivitas presensi dalam waktu yang berdekatan [19].

Temuan ini memperkuat bahwa pemisahan antara proses penyimpanan data dan distribusi notifikasi memberikan kontribusi signifikan terhadap keandalan sistem. Dengan memastikan bahwa data presensi terlebih dahulu tersimpan secara permanen sebelum proses pengiriman notifikasi dilakukan, sistem mampu menghindari terjadinya *bottleneck* pada proses input data serta menjaga integritas data presensi.

Selain aspek kecepatan, kualitas penyajian informasi dalam notifikasi juga menjadi faktor penting. Informasi yang dikirimkan tidak hanya berupa data mentah, tetapi telah diolah menjadi format terstruktur yang mencakup informasi transaksional, statistik kehadiran, dan data pengecualian. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai media distribusi informasi, tetapi juga sebagai penyedia informasi analitik yang siap digunakan oleh pengguna.

Dari perspektif operasional, mekanisme distribusi informasi secara *real-time* ini secara signifikan mengurangi kesenjangan informasi antara peristiwa presensi dan penerimaan informasi oleh pemangku kepentingan. Dengan demikian, pengguna dapat merespons kondisi kehadiran siswa secara lebih cepat, yang berimplikasi pada peningkatan efektivitas monitoring dan pengambilan keputusan operasional.

Secara keseluruhan, hasil pada subbagian ini menunjukkan bahwa mekanisme *push notification* tidak hanya meningkatkan kecepatan distribusi informasi, tetapi juga memperkuat peran sistem presensi sebagai penyedia informasi *real-time* yang mendukung fungsi monitoring dan pengambilan keputusan dalam lingkungan sekolah.

3.3. Evaluasi Keandalan Sistem Berdasarkan Prinsip ACID

Evaluasi keandalan sistem presensi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu menjaga integritas dan konsistensi data dalam kondisi operasional nyata, khususnya pada lingkungan sekolah dengan keterbatasan infrastruktur jaringan. Dalam sistem informasi yang menangani transaksi secara berkelanjutan, keandalan pengelolaan data menjadi aspek kritis karena setiap catatan presensi harus tersimpan dan dapat diakses kembali secara konsisten. Oleh karena itu, pengujian difokuskan pada penerapan prinsip *Atomicity*, *Consistency*, *Isolation*, dan *Durability* (ACID) sebagai fondasi pengelolaan transaksi basis data pada sistem presensi berbasis web yang terintegrasi dengan layanan eksternal [20].

Pengujian dilakukan secara langsung di lingkungan operasional sekolah dengan mempertimbangkan kondisi jaringan yang fluktuatif. Sistem dirancang menggunakan pendekatan *decoupling* antara proses penyimpanan data presensi dan distribusi informasi melalui layanan notifikasi eksternal. Pendekatan ini memungkinkan sistem memprioritaskan penyimpanan data sebelum melakukan komunikasi dengan layanan pihak ketiga.

Dari aspek *Atomicity*, hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap transaksi presensi diproses sebagai satu kesatuan utuh. Data presensi hanya disimpan apabila seluruh proses validasi berhasil dilakukan. Dalam kondisi kegagalan komunikasi dengan Telegram API, sistem tetap mempertahankan data yang telah tersimpan tanpa melakukan *rollback* terhadap transaksi utama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjamin keutuhan

data meskipun terjadi gangguan pada layanan eksternal.

Dari aspek *Consistency*, sistem memastikan bahwa setiap data presensi yang masuk selalu sesuai dengan aturan dan struktur basis data yang telah ditetapkan. Validasi terhadap data master siswa dilakukan sebelum transaksi dicatat, sehingga setiap perubahan status kehadiran tetap berada dalam kondisi konsisten. Hal ini penting karena data presensi digunakan sebagai dasar evaluasi akademik dan pengambilan kebijakan administratif di lingkungan sekolah.

Dari aspek *Isolation*, pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menangani transaksi presensi yang terjadi secara berurutan maupun paralel tanpa menimbulkan konflik data. Setiap transaksi diproses secara independen sehingga tidak terjadi *race condition* meskipun banyak siswa melakukan presensi dalam waktu yang hampir bersamaan. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme pengelolaan transaksi pada basis data telah berjalan secara optimal dalam kondisi beban tinggi.

Dari aspek *Durability*, sistem memastikan bahwa setiap data presensi yang telah tersimpan akan tetap permanen meskipun terjadi gangguan jaringan atau kegagalan pada proses pengiriman notifikasi. Data yang telah tercatat dapat diakses kembali untuk keperluan pelaporan, audit, maupun analisis lanjutan. Dengan demikian, sistem mampu menjamin keberlangsungan data dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa penerapan prinsip ACID pada sistem presensi yang dikembangkan mampu menjaga keandalan data dalam berbagai kondisi operasional. Pendekatan *decoupling* antara proses penyimpanan dan distribusi informasi terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan sistem terhadap gangguan teknis tanpa mengorbankan integritas data.

Dari perspektif manajerial, keandalan data presensi menjadi fondasi penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Data yang konsisten dan dapat dipercaya memungkinkan pihak sekolah melakukan monitoring kehadiran siswa secara akurat serta merumuskan kebijakan yang lebih tepat. Dengan demikian, sistem presensi yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek teknis keandalan sistem informasi, tetapi juga berkontribusi sebagai sumber data yang mendukung fungsi DSS dalam manajemen kesiswaan.

3.4. Diskusi dan Implikasi Manajerial: Peran Sistem Presensi sebagai Pendukung Keputusan Kesiswaan

Meskipun sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini belum menerapkan model analitik kompleks atau algoritma rekomendasi berbasis kecerdasan buatan, mekanisme penyajian informasi *real-time* yang teragregasi telah memenuhi fungsi dasar DSS [13]. Pendekatan DSS dalam sistem informasi pendidikan juga telah banyak diterapkan, termasuk pemanfaatan data mining untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data [21]. Sistem mampu menyediakan informasi yang relevan, tepat waktu, dan kontekstual bagi pihak yang bertanggung jawab dalam pengelolaan kegiatan kesiswaan. Informasi yang tersedia memungkinkan pengambil keputusan untuk memahami kondisi kehadiran siswa secara cepat dan mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan data yang tersedia.

Pembahasan pada subbagian ini difokuskan pada implikasi manajerial dari implementasi sistem presensi terintegrasi, khususnya dalam konteks tata kelola kesiswaan dan pengambilan keputusan berbasis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem presensi yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan kehadiran, tetapi juga sebagai mekanisme transformasi data operasional menjadi informasi yang memiliki nilai manajerial. Dengan demikian, sistem presensi telah mengalami pergeseran fungsi dari sekadar instrumen administratif menjadi komponen sistem informasi yang mendukung proses pengambilan keputusan [13][22].

Secara konseptual, sistem yang dikembangkan menerapkan mekanisme *vertical data transformation*, di mana data presensi diolah secara bertingkat dari level operasional hingga strategis. Data mentah hasil pemindaian QR Code merepresentasikan aktivitas presensi individu pada level operasional. Data tersebut kemudian diproses melalui mekanisme agregasi untuk menghasilkan informasi pada level taktis, seperti statistik kehadiran kelas dan tingkat partisipasi siswa. Selanjutnya, sistem menghasilkan informasi strategis berupa *exception list* siswa yang belum melakukan presensi, yang berfungsi sebagai indikator awal untuk tindakan pembinaan.

Transformasi bertingkat ini menunjukkan bahwa sistem telah mengimplementasikan prinsip dasar DSS, yaitu mengubah data operasional menjadi informasi yang relevan, terstruktur, dan kontekstual bagi pengambil keputusan. Meskipun sistem belum mengadopsi model analitik lanjutan atau algoritma prediktif, kemampuan dalam menyediakan informasi *real-time* yang teragregasi telah memenuhi fungsi dasar DSS dalam mendukung keputusan operasional di lingkungan sekolah.

Tabel 2 menunjukkan pemetaan hubungan antara data, informasi, dan dukungan keputusan pada sistem presensi yang dikembangkan.

Tabel 2. Pemetaan data–informasi–keputusan pada sistem presensi berbasis QR Code

Level Sistem	Bentuk Data	Informasi yang Dihasilkan	Dukungan Keputusan (DSS)
Operasi-onal	Data hasil pemindaian QR Code (NIS, nama, kelas, <i>timestamp</i>)	Status kehadiran individu siswa secara <i>real-time</i>	Validasi kehadiran siswa dan pencatatan administrasi harian
Taktis	Data transaksi presensi teragregasi per kelas	Statistik kehadiran kelas (jumlah hadir, persentase kehadiran)	Evaluasi kedisiplinan kelas dan pengawasan oleh guru piket atau wali kelas
Strategis	Data historis presensi dan <i>exception list</i> siswa	Daftar siswa berisiko tidak hadir dan pola ketidakhadiran	Dasar pengambilan keputusan pembinaan, peringatan dini, dan kebijakan kesiswaan

Berdasarkan Tabel 2, sistem presensi mampu memfasilitasi proses transformasi data menjadi informasi pada berbagai level manajerial. Pada level operasional, data presensi individu berfungsi sebagai dasar pencatatan administratif yang akurat. Pada level taktis, data agregat memungkinkan pemantauan kondisi kehadiran kelas secara menyeluruh. Sementara itu, pada level strategis, informasi historis dan *exception list* mendukung perumusan kebijakan pembinaan kesiswaan.

Dari perspektif operasional, penerapan mekanisme *push notification* memberikan perubahan signifikan dalam pola distribusi informasi. Informasi presensi tidak lagi diperoleh melalui akses manual terhadap sistem, melainkan didistribusikan secara otomatis kepada pengguna. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi *information gap* antara peristiwa presensi dan penerimaan informasi oleh pemangku kepentingan.

Implikasi manajerial dari mekanisme ini adalah peningkatan responsivitas dalam pengelolaan kehadiran siswa. Guru dan pihak manajemen sekolah dapat segera mengidentifikasi kondisi ketidakhadiran dan melakukan tindakan korektif secara lebih cepat. Dengan demikian, sistem berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas pengawasan kedisiplinan siswa serta kualitas pengelolaan kesiswaan secara keseluruhan.

Selain itu, sistem juga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas data presensi melalui penyajian informasi yang konsisten dan otomatis. Hal ini mengurangi potensi kesalahan pencatatan maupun manipulasi data yang sering terjadi pada sistem manual. Transparansi ini menjadi faktor penting dalam mendukung kepercayaan terhadap sistem administrasi kesiswaan.

Dari sudut pandang tata kelola organisasi, integrasi sistem presensi dengan distribusi informasi *real-time* mendukung penerapan konsep *data-driven governance*. Keputusan tidak lagi bergantung pada laporan periodik yang bersifat retrospektif, tetapi dapat didasarkan pada data aktual yang tersedia secara langsung. Hal ini memungkinkan organisasi pendidikan untuk merespons dinamika kehadiran siswa secara lebih adaptif dan berbasis data.

Dalam jangka panjang, sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi DSS yang lebih komprehensif. Data historis presensi yang tersimpan secara konsisten dapat dimanfaatkan untuk analisis pola kehadiran, identifikasi siswa berisiko, serta evaluasi kebijakan kedisiplinan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga menyediakan fondasi arsitektural dan data untuk pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis analitik di masa depan.

Secara keseluruhan, hasil pada subbagian ini menunjukkan bahwa integrasi sistem presensi dengan mekanisme distribusi informasi *real-time* tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memperkuat peran sistem sebagai komponen awal DSS dalam manajemen kesiswaan.

3.5. Sintesis

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis pada subbagian sebelumnya, dapat disintesis bahwa sistem presensi berbasis QR Code yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatat kehadiran siswa, tetapi juga sebagai sistem informasi terintegrasi yang memiliki nilai strategis dalam mendukung proses pengambilan keputusan di lingkungan sekolah. Sintesis temuan ini menunjukkan adanya keterkaitan yang konsisten antara aspek teknis sistem, kinerja operasional, serta implikasi manajerial yang dihasilkan dari implementasi sistem presensi tersebut.

Dari sisi teknis, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan interoperabilitas antar-platform melalui mekanisme RESTful API dan *push notification* mampu mengatasi keterbatasan sistem presensi berbasis web konvensional yang umumnya bersifat pasif. Integrasi antara aplikasi web, basis data lokal, dan layanan pesan instan membentuk suatu alur distribusi informasi yang responsif, adaptif, dan mampu menjangkau pengguna secara langsung melalui perangkat komunikasi yang mereka gunakan. Pendekatan ini memungkinkan informasi

presensi tidak lagi tersimpan hanya sebagai data administratif dalam sistem, tetapi dapat segera didistribusikan kepada pihak yang membutuhkan secara cepat dan terstruktur.

Selain itu, hasil pengujian latensi yang menunjukkan waktu respons di bawah dua detik memperlihatkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat responsivitas yang memadai untuk mendukung kebutuhan informasi secara *real-time*. Penerapan prinsip ACID pada pengelolaan transaksi basis data juga memastikan bahwa setiap data presensi yang tercatat memiliki tingkat integritas dan keandalan yang tinggi. Kombinasi antara arsitektur interoperabilitas, mekanisme distribusi informasi proaktif, serta pengelolaan transaksi basis data yang andal memungkinkan sistem beroperasi secara stabil dalam kondisi penggunaan nyata, termasuk pada lingkungan sekolah dengan keterbatasan konektivitas jaringan.

Dari sisi fungsional, temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan transformasi data presensi secara bertingkat. Data mentah yang dihasilkan dari proses pemindaian QR Code tidak berhenti pada tahap pencatatan administratif semata, tetapi diproses lebih lanjut menjadi informasi analitik yang relevan bagi berbagai level pengguna. Informasi yang dihasilkan oleh sistem mencakup status kehadiran individu siswa secara *real-time*, statistik kehadiran kelas yang teragregasi secara otomatis, serta identifikasi siswa yang memerlukan perhatian khusus melalui mekanisme *exception list*.

Transformasi data tersebut memperlihatkan bahwa sistem presensi yang dikembangkan telah mengadopsi prinsip dasar pengelolaan informasi dalam sistem informasi modern, yaitu mengubah data operasional menjadi informasi yang memiliki nilai guna bagi proses pengambilan keputusan. Dengan menyediakan informasi yang bersifat kontekstual dan tepat waktu, sistem presensi tidak lagi berfungsi hanya sebagai alat pencatat kehadiran, tetapi juga sebagai sumber informasi operasional yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak dalam organisasi sekolah.

Lebih lanjut, jika ditinjau dari perspektif sistem pendukung keputusan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem presensi yang dikembangkan telah memenuhi karakteristik dasar DSS. Sistem mampu menyediakan informasi yang terstruktur, *real-time*, dan relevan untuk mendukung pengambilan keputusan pada berbagai level manajemen di lingkungan sekolah. Informasi yang tersedia memungkinkan pihak sekolah melakukan pemantauan kedisiplinan siswa secara lebih efektif, mengidentifikasi pola ketidakhadiran yang memerlukan perhatian khusus, serta merumuskan langkah tindak lanjut yang lebih tepat berdasarkan kondisi aktual yang terjadi.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengintegrasian konsep interoperabilitas sistem informasi dengan fungsi pendukung keputusan dalam konteks pengelolaan presensi kesiswaan. Berbeda dengan sebagian penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada pengembangan teknologi identifikasi presensi atau digitalisasi proses pencatatan kehadiran, penelitian ini menempatkan mekanisme distribusi informasi serta pemanfaatannya dalam proses pengambilan keputusan sebagai bagian integral dari sistem presensi itu sendiri.

Dengan pendekatan tersebut, sistem presensi tidak lagi diposisikan semata-mata sebagai alat operasional untuk mencatat kehadiran siswa, tetapi sebagai komponen awal dalam ekosistem DSS kesiswaan. Sistem yang dikembangkan mampu menyediakan fondasi data operasional yang terstruktur dan dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk analisis yang lebih kompleks, seperti analisis pola kehadiran siswa, identifikasi risiko ketidakhadiran, serta evaluasi kebijakan kedisiplinan yang diterapkan oleh sekolah.

Secara keseluruhan, sintesis temuan penelitian ini menegaskan bahwa pengembangan sistem presensi dengan mekanisme distribusi informasi yang proaktif memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan efektivitas tata kelola kesiswaan di lingkungan pendidikan. Integrasi antara teknologi identifikasi digital, interoperabilitas sistem informasi, serta mekanisme distribusi informasi *real-time* memungkinkan sekolah memperoleh informasi yang lebih cepat, akurat, dan relevan untuk mendukung proses pengambilan keputusan.

Dalam jangka panjang, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini juga membuka peluang bagi pengembangan sistem pendukung keputusan yang lebih komprehensif di bidang manajemen kesiswaan. Data historis presensi yang tersimpan secara konsisten dapat dimanfaatkan sebagai basis analisis untuk mengidentifikasi pola perilaku kehadiran siswa, mengevaluasi efektivitas program pembinaan kedisiplinan, serta merancang kebijakan pendidikan yang lebih adaptif dan berbasis data. Dengan demikian, sistem presensi berbasis interoperabilitas yang diusulkan tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap permasalahan pencatatan presensi, tetapi juga menyediakan fondasi sistem informasi yang dapat mendukung pengembangan DSS pendidikan berbasis analitik di masa depan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa interoperabilitas sistem presensi berbasis web dengan layanan pihak ketiga melalui mekanisme *push notification* dapat diimplementasikan secara efektif untuk mendukung distribusi informasi presensi secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap transaksi presensi yang dipicu

melalui pemindaian QR Code mampu menghasilkan notifikasi dengan latensi rata-rata kurang dari dua detik, yang mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat responsivitas dan stabilitas yang memadai dalam kondisi operasional nyata. Secara fungsional, sistem mampu mentransformasi data presensi mentah menjadi informasi manajerial yang terstruktur, meliputi identitas presensi, statistik kehadiran kelas, serta daftar pengecualian siswa, sehingga tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan kehadiran tetapi juga sebagai komponen awal DSS yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Dari sisi keandalan, penerapan prinsip ACID pada basis data memastikan integritas dan konsistensi data presensi, meskipun terjadi gangguan pada konektivitas jaringan atau layanan notifikasi eksternal. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan model interoperabilitas berbasis *event-driven* yang mengintegrasikan proses pencatatan presensi dengan distribusi informasi secara proaktif sebagai bagian dari sistem pendukung keputusan. Meskipun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan pada ketergantungan terhadap satu platform notifikasi serta potensi pengaruh sinkronisasi waktu terhadap akurasi pelaporan. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada integrasi multi-platform serta pemanfaatan data historis presensi untuk analisis lanjutan berbasis analitik data atau *machine learning* guna mendukung sistem monitoring kesiswaan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Fauziah, H. Latifah, U. Rahardja, and N. Lutfiani, "Designing Student Attendance Information Systems," *Aptisi Trans. Technopreneursh.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–32, 2021.
- [2] H. M. Marwan Hakim, Fitriani, "Development of Student Attendance Application with QR Code Scan," *J. Krisnadana (Jurnal Komputer, Sist. Kendali Jaringan)*, vol. 4, no. 3, pp. 182–192, 2025.
- [3] M. Juansen, and S. Simatupang, "Integrasi Mesin Absensi dan Pusher Notification pada Sistem Informasi Akademik Sekolah Untuk Monitoring," *J. Comput. Syst. Informatics.*, vol. 4, no. 4, pp. 1028–1035, 2023.
- [4] M. Khaerudin, A. Sumantri, and E. Supriatna, "Development Of Employee Attendance Information System Using Quick Response Code In Bekasi City Education Office," *J. Inov. Inov. Teknol. Inf. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [5] I. Husni, A. Amin, V. Lusiana, B. Hartono, and D. Wahyu, "QR Code-Based Attendance System for Contact Tracking," *COGITO Smart J.*, vol. 10, no. 1, pp. 15–29, 2024.
- [6] U. Klabat and S. Utara, "Implementing QR code and Geolocation Technologies for the Student Attendance System," *COGITO Smart J.*, vol. 10, no. 1, pp. 221–232, 2024.
- [7] H. Wu, "Establish a Digital Real-Time Learning System With Push Notifications," *J. Front. Psychol.*, vol. 13, no. February, 2022.
- [8] S. Noor Falih, "Sistem Kehadiran Mahasiswa menggunakan QR Code berbasis RESTful API," *J. Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [9] S. Rifqi Helmi Fadhil, "Implementasi RESTful API dan Push Notifikasi pada Sistem Informasi Acara Kebudayaan di Indonesia Berbasis Android," *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 1, pp. 417–426, 2024.
- [10] D. M. Adeel Ehsan, Mohammed Ahmad M. E. Abuhaliqa, Cagatay Catal, "RESTful API Testing Methodologies: Rationale, Challenges, and Solution Directions," *Appl. Sci.*, 2022.
- [11] I. Ahmad, "Evaluation of the Implementation of Educational Management Information Systems in Supporting Strategic Decision-Making in Higher Education," *Contemp. J. Appl. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 461–470, 2024.
- [12] R. F. Amiruddin, Sania Nurhasanah, Ihsan Saraini, Cantika Amalia, Pitri Ristia Ningsih, "Sistem Informasi Pendukung Pengambilan Keputusan Manajemen Pendidikan," *Jural Model. Progr. Stud. PGMI.*, vol. 10, no. September, pp. 361–371, 2023.
- [13] R. A. Sunarjo, M. Heru, R. Chakim, and S. Maulana, "Management of Educational Institutions through Information Technology Systems for Enhanced Efficiency and Decision-Making," *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [14] K. W. N. Fauzan Ishlakhuddin, Megawati, "Sistem Informasi Pergudangan di Agro Arum berbasis Web menggunakan Framework CodeIgniter," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–45, 2021.
- [15] M. I. S. Riad Sahara, Syahid Abdullah, "Integration Model of Academic Information Systems and Learning Management Systems with REST Web Services Using External Databases," *J. Inf. Organ. Sci.*, vol. 47, no. 2, pp. 373–384, 2023.

- [16] O. Deborah, S. Falade, O. S. Osundare, W. E. Kedi, T. D. Bank, and T. Canada, "Developing crossplatform software applications to enhance compatibility across devices and systems," *Comput. Sci. IT Res. J.*, vol. 5, no. 8, pp. 2040–2061, 2024.
- [17] I. Prasetyo, A. A. Nugroho, A. Damayanto, and M. I. Fathoni, "Developing an Inclusive ICT-Based Academic Information System Using REST API to Promote Sustainable Development Goals (SDGs) in Higher Education," *ASEAN J. Sci. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 395–416, 2025.
- [18] C. S. Chennamsetty, "Real - Time Notifications and Event - Driven Architectures : Scaling Proactive Communication for Customer Retention," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 9686–9691, 2024.
- [19] S. Pallaprolu, "Event-driven architecture : A modern paradigm for real-time responsive systems," *World J. Adv. Eng. Technol. Sci.*, vol. 15, no. April, pp. 2860–2867, 2025.
- [20] M. S. O. Mazurova, A. Naboka, "Research Of Acid Transaction Implementation Methods For Distributed Databases Using Replication Technology," *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості.*, vol. 2, no. 16, pp. 19–31, 2021.
- [21] D. Franzely *et al.*, "Sistem Informasi Prediksi Mahasiswa Putus Kuliah Menggunakan Metode Data Mining Dengan Algoritma Chaid," *J. Ilm. FIFO.*, vol. XIII, no. 2, pp. 133–140, 2021.
- [22] A. Megawati and D. Gustina, "Membangun Sistem Informasi Monitoring Kegiatan Proyek Pemancar Sinyal BTS Berbasis Web Pada PT . Swatama Mega Teknik," *J. Ilm. FIFO.*, vol. X, no. 1, 2018.