

# Integrasi WhatsApp Gateway dan Cloud Computing pada Sistem Absensi Digital Terpadu Siswa (SAGITA)

<sup>1</sup>Gustiawan Maula Rizki, <sup>2</sup>Fathoni Dwiatmoko, <sup>3</sup>Agus Komarudin

<sup>1</sup>Informatika, Universitas Indonesia Mandiri, Lampung

<sup>1</sup>gustiawanmr@gmail.com, <sup>2</sup>fathonidwiatmoko03@gmail.com, <sup>3</sup>aguskomarudin689@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received March 26, 2026

Revised April 11, 2026

Accepted May 01, 2026

### Keyword:

Cloud Computing,  
Digital Attendance,  
Google Apps Script,  
School Administration,  
WhatsApp Gateway

### Kata Kunci:

Absensi Digital,  
Administrasi Sekolah,  
Google Apps Script,  
Komputasi Awan,  
WhatsApp Gateway

## ABSTRACT

*The integration of Information and Communication Technology (ICT) in vocational high schools demands agile and accurate administrative governance. Manual attendance monitoring often collides with data accuracy issues and recapitulation inefficiency. This study aimed to design, develop, and evaluate the Integrated Student Digital Attendance System (SAGITA) utilizing a cloud computing architecture at SMK NU Kaplongan, accommodating 1,186 students across 38 study groups. The system integrated the Google Workspace ecosystem (Google Forms and Sheets) with Google Apps Script (GAS) and a local WhatsApp Gateway API for real-time information broadcasting. Employing an applied research methodology with a prototyping approach, the evaluation was conducted through functional testing (Black-box) and administrative impact testing (Pre-test/Post-test). The results showed that the system successfully sent notifications with an average latency of 3-5 seconds. The administrative evaluation indicated a measurable efficiency in recapitulation time and a decrease in reporting delays. The system's continuity relies heavily on physical supporting infrastructure, including the availability of a Virtual Private Server (VPS), a Public IP, and an Uninterruptible Power Supply (UPS). This low-code model offers a cost-effective alternative administrative solution for large-scale educational institutions.*

Copyright © 2026 Jurnal JEETech.  
All rights reserved.

### Corresponding Author:

Gustiawan Maula Rizki,

Informatika, Universitas Indonesia Mandiri,

Jl. Trans Sumatera, Pisang, Penengahan, Tj. Heran, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung.

Email: [gustiawanmr@gmail.com](mailto:gustiawanmr@gmail.com)

*Abstrak*— Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di sekolah menengah kejuruan menuntut tata kelola administrasi yang tangkas dan akurat. Pemantauan presensi manual sering kali berbenturan dengan masalah akurasi data dan inefisiensi rekapitulasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi Sistem Absensi Digital Terpadu Siswa (SAGITA) menggunakan arsitektur komputasi awan di SMK NU Kaplongan, dengan populasi 1.186 siswa dalam 38 rombongan belajar. Sistem ini mengintegrasikan Google Workspace (Google Form dan Sheets) dengan Google Apps Script (GAS) dan API WhatsApp Gateway lokal untuk penyiaran informasi real-time. Menggunakan metode terapan dengan pendekatan *prototyping*, evaluasi dilakukan melalui pengujian fungsional (*Black-box*) dan pengujian dampak administratif (*Pre-test/Post-test*). Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengirim notifikasi dengan rata-rata latensi 3-5 detik. Evaluasi administratif mengindikasikan adanya efisiensi waktu rekapitulasi dan penurunan tingkat keterlambatan pelaporan secara terukur. Kelangsungan sistem ini bergantung pada infrastruktur penunjang fisik, meliputi ketersediaan *Virtual Private Server* (VPS), IP Publik, dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS). Model *low-code* ini menawarkan alternatif solusi administratif yang efisien secara biaya bagi institusi pendidikan berskala besar.

## I. Pendahuluan

Pesatnya gelombang transformasi digital dalam sektor pendidikan menuntut setiap institusi untuk mengadopsi konsep *Smart School*, di mana tata kelola administrasi dan akademik berjalan secara terintegrasi, transparan, dan terukur. Salah satu instrumen manajerial yang paling vital dalam ekosistem sekolah menengah kejuruan adalah sistem pengelolaan data presensi. Kehadiran fisik tenaga pendidik dan peserta didik di dalam ruang kelas merupakan indikator fundamental yang berbanding lurus dengan efektivitas capaian pembelajaran. Namun demikian, digitalisasi pada sektor ini sering kali mengalami anomali ketika dihadapkan pada skala operasional yang besar.

Di SMK NU Kaplongan, sebuah institusi pendidikan kejuruan berstatus Pusat Keunggulan, populasi peserta didik mencapai 1.186 siswa yang tersebar di 38 rombongan belajar. Dengan skala sebesar ini, pemantauan kehadiran menggunakan instrumen konvensional berbasis kertas (buku absensi kelas) memunculkan serangkaian celah operasional yang serius. Berdasarkan observasi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti, anomali utama yang kerap ditemui di lapangan adalah fenomena manipulasi kehadiran; di mana peserta didik secara administratif tercatat masuk di gerbang sekolah, namun pada kenyataannya mereka mangkir atau tidak berada di ruang kelas saat jam mata pelajaran spesifik berlangsung.

Lebih lanjut, beban administratif ini tidak hanya berimbas pada evaluasi kedisiplinan kesiswaan, melainkan juga merambat pada tata kelola tenaga pendidik. Manajemen sekolah, khususnya jajaran Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum, menghadapi hambatan teknis yang cukup pelik dalam melakukan inspeksi ketepatan waktu para guru. Memantau puluhan ruang belajar yang beroperasi secara serentak hampir mustahil dilakukan secara *real-time* tanpa bantuan teknologi. Keterlambatan arus distribusi informasi mengenai absennya seorang guru di kelas sering kali baru teridentifikasi setelah siklus rekapitulasi mingguan atau bahkan bulanan selesai dilakukan. Rantai informasi yang terputus ini tidak hanya menghambat proses evaluasi akademik internal, tetapi juga memicu keresahan psikologis di kalangan orang tua wali murid yang kehilangan visibilitas terhadap keberadaan anak-anak mereka selama berada di lingkungan sekolah.

Dalam upaya mengurai kebuntuan birokrasi dan administratif tersebut, sejumlah studi akademik terdahulu telah menawarkan berbagai purwarupa sistem presensi berbasis teknologi informasi. Pendekatan konvensional yang sering diusulkan adalah pemanfaatan sidik jari (biometrik), kartu RFID, hingga sensor presensi berbasis *Internet of Things* (IoT) [1], [2]. Namun, ketika model sistem yang sangat bergantung pada perangkat keras ini coba diadaptasi ke ekosistem sekolah menengah dengan ribuan entitas, tantangan utamanya selalu berujung pada tingginya pengeluaran awal (*capital expenditure*) dan beban biaya pemeliharaan rutin. Apabila pemindai rusak, proses presensi akan lumpuh total. Oleh karena itu, tren pengembangan sistem informasi akademik kini perlahan bergeser ke arah arsitektur komputasi awan (*cloud computing*) model *low-code*. Pemanfaatan ekosistem gratis seperti Google Workspace yang dipadukan dengan WhatsApp Gateway terbukti mampu memangkas birokrasi komunikasi menjadi lebih instan dan murah [3]–[11].

Secara konseptual, arsitektur *low-code* ini sangat menjanjikan karena mengoptimalkan platform yang sudah akrab dengan keseharian pengguna. Untuk merespons masalah di atas, penelitian ini merancang Sistem Absensi Digital Terpadu Siswa (SAGITA) dengan menggabungkan beberapa kerangka kerja utama: *Front-end* menggunakan Google Form untuk input data secara tertutup (*closed-ended*) agar seragam, pengolahan basis data (RDBMS) mengandalkan Google Sheets, logika pemrosesan dijalankan melalui Google Apps Script (GAS) dengan memanfaatkan pemicu otomatis onEdit/onSubmit, dan terakhir sebagai Broadcaster, digunakan API WhatsApp Gateway yang di-*hosting* mandiri pada *Virtual Private Server* (VPS) sekolah.

Kesenjangan penelitian (*research gap*) saat ini terletak pada minimnya publikasi yang menguji implementasi sistem absensi sekolah berskala besar yang murni mengawinkan platform *low-code* awan dengan *server gateway* lokal, tanpa memaksa sekolah melakukan investasi perangkat keras yang mahal. Kebaruan penelitian ini difokuskan pada perancangan arsitektur sistem *hybrid* tersebut, sekaligus menguji dampak langsungnya terhadap efisiensi administrasi sekolah secara empiris.

Guna membatasi ruang lingkup dan memastikan evaluasi berjalan objektif, penelitian ini menetapkan tiga batasan operasional variabel. Pertama, Efisiensi Administrasi, yang diukur dari perbandingan waktu yang dibutuhkan Guru Piket sebelum dan sesudah sistem diterapkan. Kedua, Latensi Sistem, yaitu jeda waktu transmisi data terhitung sejak tombol “submit” ditekan guru mata pelajaran hingga pesan WhatsApp diterima di grup walikelas dan orang tua/grup pimpinan sekolah. Ketiga, Kepatuhan Ketepatan Waktu, yang digunakan sebagai indikator kedisiplinan tenaga pendidik dalam mengisi absen di 10 menit pertama jam pelajaran (sesuai SOP standar sekolah).

Berdasarkan latar belakang dan kerangka konseptual tersebut, rekayasa sistem SAGITA dikembangkan dengan tiga tujuan utama: (1) Memangkas jeda waktu pelaporan kehadiran dari ruang kelas agar dapat langsung diterima oleh manajemen dan orang tua secara seketika (*real-time*); (2) Menyediakan rancang bangun arsitektur sistem absensi yang murah, mudah dikembangkan, dan terukur; serta (3) Mengevaluasi indikasi peningkatan kepatuhan jam mengajar melalui pemantauan digital yang responsif.

## II. Metode Penelitian

### 2.1. Metode Penelitian

#### 2.1.1. Pendekatan dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlandaskan pada paradigma penelitian terapan (*applied research*), sebuah metode ilmiah yang didesain secara spesifik untuk merumuskan solusi pragmatis atas permasalahan manajerial dan teknis yang sedang terjadi [12]. Seluruh tahapan mulai dari analisis, perancangan arsitektur, implementasi coding, hingga pengujian sistem dilaksanakan di infrastruktur jaringan mandiri SMK NU Kaplongan, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Rentang waktu pelaksanaan proyek ini berlangsung selama periode tahun ajaran baru, yakni dari bulan Agustus hingga September 2025.

#### 2.1.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam upaya menggali spesifikasi kebutuhan sistem secara akurat, pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan melalui tiga instrumen utama:

- Observasi Partisipatif: Peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap alur manual pengisian buku absensi kelas oleh guru, serta proses rekapitulasi data yang dilakukan oleh tenaga administrasi.
- Wawancara Terstruktur: Diskusi mendalam (*in-depth interview*) dilaksanakan bersama pimpinan sekolah, khususnya Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum dan beberapa perwakilan wali kelas, guna menjangkau keluhan terkait hambatan pengawasan.
- Studi Literatur: Mengkaji referensi akademis terkini, dokumentasi resmi Google Workspace, serta arsitektur API komunikasi untuk menyusun dasar teoretis pengembangan sistem *low-code*.

#### 2.1.3. Model Pengembangan Sistem (SDLC)

Guna memastikan siklus pengembangan piranti lunak (*Software Development Life Cycle / SDLC*) berjalan secara terstruktur dan responsif terhadap perubahan kebutuhan, peneliti mengadopsi model *Prototyping* [13]. Model ini sangat direkomendasikan untuk pengembangan aplikasi berbasis web dan *cloud* karena memungkinkan pengembang untuk merilis iterasi versi awal sistem secara cepat, guna dievaluasi secara berkelanjutan. Rincian fase metodologis yang dilalui meliputi:

- Analisis Kebutuhan (*Requirement Elicitation*): Mendefinisikan kebutuhan fungsional (sistem wajib memiliki formulir digital, basis data *cloud*, dan modul penyiaran pesan WhatsApp otomatis) serta kebutuhan non-fungsional (sistem diwajibkan memiliki uptime di atas 99%, antarmuka yang adaptif terhadap perangkat *mobile*, dan latensi pengiriman pesan di bawah 10 detik).
- Perancangan Sistem (*System Design*): Melakukan pemetaan aliran data dan *Unified Modeling Language* (UML) sederhana. Fase ini merancang tata letak frontend pada Google Form, merumuskan relasi tabel basis data pada Google Sheets, dan mendesain logika kondisional pemicu (*trigger*) pada lingkungan kerja Google Apps Script.
- Pengkodean dan Integrasi API (*Implementation*): Merupakan fase transmisi desain ke dalam baris kode fungsional. Proses ini melibatkan penyusunan skrip JavaScript di sisi server Google untuk mengekstraksi data dan membangun struktur *payload* JSON (*JavaScript Object Notation*). Skrip tersebut kemudian diintegrasikan dengan API milik WhatsApp Gateway lokal sekolah yang beroperasi pada *Virtual Private Server* (VPS).

- d) Pengujian Sistem (*System Testing*): Purwarupa yang telah rampung dievaluasi secara teknis menggunakan metode *Black-Box Testing* untuk memvalidasi keluaran fungsi (berhasil atau gagalnya pengiriman parameter pesan tanpa mempedulikan struktur internal kode). Setelah dinyatakan valid, dilakukan *User Acceptance Testing* (UAT) dalam bentuk uji coba langsung di jam pelajaran aktual. Detail metodologi pengujian dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Evaluasi dan Pengujian Sistem

Aspek Uji	Subjek/Sample	Druasi	Instrumen dan Skenario	Indikator Keberhasilan
Fungsional ( <i>Black-box</i> )	Ponsel	1 Minggu	Simulasi input data normal dan skenario kegagalan jaringan.	Latensi < 10 detik, <i>Payload JSON</i> valid.
Dampak Administratif	<i>Data log</i> Spreadsheets server (38 Rombel)	1 Bulan ( <i>Pre &amp; Post</i> )	Perbandingan data administratif pra-SAGITA (Agustus) dan implementasi SAGITA (September).	Reduksi waktu rekapitulasi, persentase keberhasilan pengiriman pesan.
<i>User Acceptance Testing</i> (UAT)	15 Guru Mata Pelajaran, Guru Piket dan Wakil Kurikulum	2 Minggu	Observasi penggunaan langsung di kelas dan <i>dashboard</i> .	Tidak ada <i>error input</i> , kemudahan akses formulir.

Catatan: Pengujian dampak pada kedisiplinan siswa belum menggunakan kuesioner psikometrik yang tervalidasi penuh, sehingga hasil dibatasi pada indikasi perubahan administratif (keterbatasan penelitian).

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Arsitektur Antarmuka dan Alur Basis Data

Konsep fundamental yang diusung oleh SAGITA bertumpu pada asas kemudahan penggunaan (*usability*). Mengingat rentang usia dan tingkat literasi digital tenaga pendidik yang cukup heterogen, sistem ini wajib meniadakan kurva pembelajaran yang curam. Oleh karena itu, antarmuka pengumpulan data dieksekusi murni melalui Google Form. Keputusan untuk menggunakan platform ini didasarkan pada karakteristik *zero-installation*-nya; guru tidak perlu mengunduh aplikasi native dari *App Store* atau *Play Store*, melainkan cukup mengklik tautan *hyperlink* statis atau memindai *QR Code* yang terpasang di setiap meja guru di kelas.

Sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) sekolah yang baru diundangkan, setiap tenaga pendidik berkewajiban untuk mengakses formulir SAGITA pada 10 menit pertama sesi pembelajaran. Struktur formulir dirancang sangat rigid. Sebagian besar *field* masukan menggunakan komponen antarmuka *dropdown list* (menu tarik-turun) dan *radio button*. Desain *closed-ended* ini bukan tanpa alasan; tujuannya adalah untuk mendikte kebiasaan pengguna agar terhindar dari galat pengetikan (*typographical error*) yang dapat merusak integritas sintaks data saat diproses oleh algoritma.

Variabel primer yang diwajibkan (bersifat *mandatory/required*) meliputi: (1) Nama Identitas Tenaga Pendidik; (2) Nomenklatur Mata Pelajaran; (3) Blok Jam Pelajaran secara temporal; serta (4) Detail Status Presensi Peserta Didik (diklasifikasikan menjadi Hadir, Izin, Sakit, atau Alfa). Setiap kali pengguna menekan tombol *submit*, mesin Google akan membungkus beban kerja HTTP (*HTTP Request*) tersebut dan memindahkannya secara rapi ke dalam matriks baris dan kolom di Google Sheets. Dokumen spreadsheet ini bermutasi menjadi *Relational Database Management System* (RDBMS) *pseudo-cloud* yang sangat tangguh, lengkap dengan penyematan *timestamp* atomik untuk membuktikan waktu persis terjadinya *input*.

#### 3.2. Rancang Bangun Logika Google Apps Script (GAS)

Dapur pacu sesungguhnya dari SAGITA beroperasi secara senyap (*invisible*) di belakang layar menggunakan Google Apps Script (GAS). Pendekatan *serverless computing* ini memungkinkan peladen infrastruktur Google yang masif mengambil alih beban komputasi pengekseskuan kode.

Peneliti memanfaatkan fungsionalitas pendengar peristiwa (*event listener*) bawaan dari ekosistem GAS, yang dalam konteks ini adalah metode pemicu (*trigger*) *onEdit* atau *onSubmit*. Cara kerjanya mensimulasikan pendekatan *real-time event-driven architecture*. Segera setelah suatu entitas baris data baru

ditambahkan ke bagian bawah *spreadsheet* oleh Google Form, pemicu mekanis ini akan “membangunkan” fungsi utama JavaScript dari masa jedanya.

Baris kode yang telah disusun kemudian mengeksekusi metode manipulasi *Document Object Model* (DOM) ala *spreadsheet* menggunakan perintah `SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getActiveSheet().getRange().getValues()`. Algoritma internal SAGITA lalu melakukan *looping* (perulangan) untuk membaca sel data mentah pada baris terakhir, mengabaikan kolom yang kosong (*null*), dan kemudian merajut (*concatenation*) sisa data valid tersebut menjadi satu kesatuan variabel *string* berbentuk teks pesan terformat (*message payload*).

Untuk menembakkan pesan ini ke dunia luar, skrip menggunakan kelas `UrlFetchApp`. Melalui sintaks `UrlFetchApp.fetch (url, options)`, GAS secara asinkronus menyusun sebuah *HTTP POST Request* yang mengandung parameter JSON. Permintaan transfer data ini dialamatkan langsung menuju *endpoint API* (yakni alamat URL mesin peladen lokal sekolah) tempat perangkat lunak pihak ketiga WhatsApp Gateway tertanam. Guna menjamin keamanan protokol dan mencegah *spam*, parameter header tersebut secara *hard-code* telah dilengkapi dengan kunci autentikasi rahasia (*API Key*).



Gambar 1. Sistem Kerja/Flowchart SAGITA

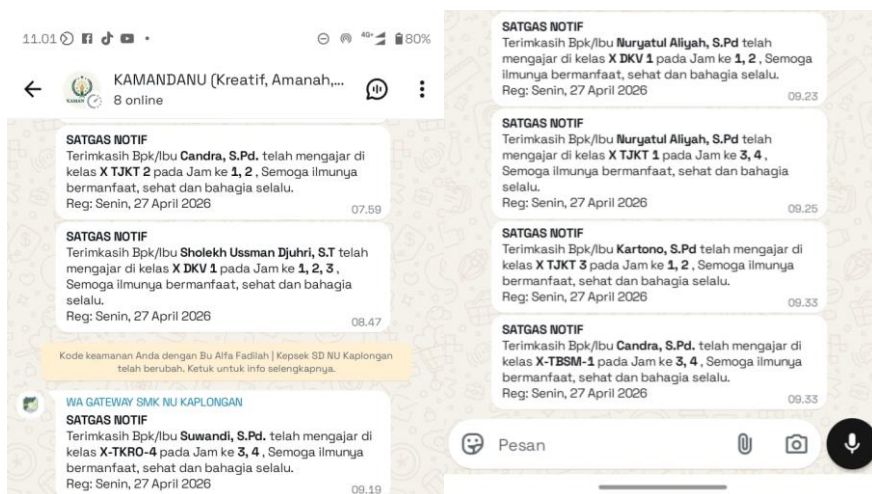
### 3.3. Algoritma Penjaluran Multi-Target (Dual-Routing)

Nilai tambah paling signifikan (*added value*) dan elemen kebaruan dari algoritma SAGITA adalah kemampuannya melakukan penjaluran ganda seketika (*instant dual-routing*). Ketimbang menyiarkan satu pesan homogen ke seluruh pihak, algoritma di dalam Apps Script dirancang untuk mengkloning dan memodifikasi payload menjadi dua cabang pesan dengan muatan taktis yang berbeda secara simultan (paralel) [14].

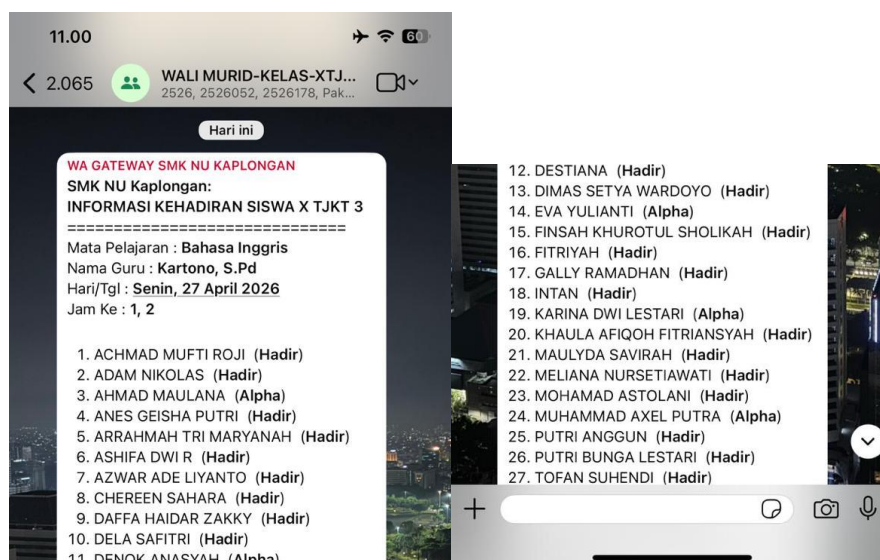
Mekanisme ini sangat krusial agar informasi tidak bercampur baur dan kehilangan relevansinya bagi penerima akhir. Detail rekayasa penjaluran ini dikonfigurasi pada pemetaan (*mapping*) variabel nomor tujuan (*Group ID WhatsApp*), yang dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Konfigurasi Penjaluran Notifikasi Multi-Target SAGITA

Penerima	Pesan yang Dikirim	Fungsi
Grup Kelas berisi Walikelas dan Walimurid	<p><b>SMK NU Kaplongan:</b>  <b>INFORMASI KEHADIRAN SISWA X TJKT 3</b></p> <hr/> <p>Mata Pelajaran: <b>Bahasa Inggris</b>                      Nama Guru: <b>Kartono, S.Pd</b>                      Hari/Tgl: <b>Senin, 27 April 2026</b>                      Jam Ke: <b>1, 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ACHMAD MUFTI ROJI (<b>Hadir</b>)</li> <li>2. ADAM NIKOLAS (<b>Hadir</b>)</li> <li>3. AHMAD MAULANA (<b>Alpha</b>)</li> <li>4. ANES GEISHA PUTRI (<b>Hadir</b>)</li> <li>5. ARRAHMAH TRI MARYANAH (<b>Hadir</b>)</li> </ol> <p>Dst...  <b>@DISPENSASI - Divisi Penyiaran dan Dokumentasi</b></p>	Menjawab tuntutan mutlak atas transparansi layanan sekolah modern, serta memberikan ketenangan psikologis bagi wali murid bahwa anak mereka telah tervalidasi keberadaannya di dalam ruang kelas.
Grup KAMANDANU (Kreatif, Amanah, Mandiri, Dakwah NU) berisi Kepala Sekolah, Kurikulum, Kesiswaan dan Guru Piket	<p><b>SATGAS NOTIF</b>                      Terimakasih Bpk/Ibu <b>Kartono, S.Pd</b> telah mengajar di kelas <b>X TJKT 3</b> pada Jam ke <b>1, 2</b>, Semoga ilmunya bermanfaat, sehat dan bahagia selalu.                      Reg: <b>Senin, 27 April 2026</b></p>	Berperan sebagai instrumen inspeksi jarak jauh ( <i>remote real-time monitoring</i> ). Pimpinan dapat langsung mengevaluasi tingkat kepatuhan jam mengajar tanpa harus membuang waktu melakukan patroli fisik menyusuri koridor sekolah.



Gambar 2. Penerimaan Notifikasi Real-Time di Perangkat Kurikulum melalui Aplikasi WhatsApp



Gambar 3. Penerimaan Notifikasi *Real-Time* di Perangkat Walimurid melalui Aplikasi WhatsApp

### 3.4. Evaluasi Kinerja Fungsional dan Skenario Kegagalan

Hasil *Black-Box testing* menunjukkan sistem berjalan optimal dalam kondisi ideal. Namun, pengujian skenario kegagalan (*Failure Scenarios*) mengungkap beberapa kerentanan operasional:

1. Kegagalan API *Timeout*: Saat bandwidth internet sekolah *drop/jitter*, skrip GAS mengalami kegagalan *handshake* dengan server lokal, menyebabkan antrian pesan gagal terkirim (*failed to fetch*).
2. *Human Error* (Duplikasi Data): Ditemukan kasus guru melakukan *double-submit* karena koneksi gawai lambat. Sistem mitigasi ditambahkan berupa validasi *timestamp* di Google Sheets untuk mengabaikan input ganda pada menit yang sama.

### 3.5. Evaluasi Dampak Administratif dan Kepatuhan

Implementasi SAGITA selama bulan September 2025 menghasilkan data kuantitatif terkait efisiensi. Dari total observasi pada 38 rombel (rata-rata 1.000+ input per minggu):

1. Persentase Keberhasilan Transmisi: 98,2% notifikasi berhasil terkirim dengan rata-rata/median latensi tercatat di angka 3 hingga 5 detik.
2. Waktu Rekapitulasi: Waktu yang dihabiskan Admin/Guru Piket untuk merekap presensi harian turun drastis dari rata-rata 3 jam/hari (manual) menjadi kurang dari 15 menit/hari.
3. Indikasi Kepatuhan Guru: Data log menunjukkan 87% tenaga pendidik berhasil melakukan input presensi tepat pada 10 menit pertama sesi pembelajaran, mengindikasikan adanya efek panoptik digital yang positif.

### 3.6. Analisis Risiko Keamanan dan Infrastruktur (*Security & Infrastructure Risk*)

Meskipun secara teoretis arsitektur komputasi awan menawarkan *Zero IT Maintenance* dari sisi aplikasi perangkat lunaknya, analisis teknis mendalam terhadap implementasi di lapangan menemukan bahwa napas kehidupan sistem ini secara ironis sangat bergantung pada kesehatan infrastruktur perangkat keras *on-premise* yang dimiliki sekolah [16]. Ketergantungan ini berakar dari keberadaan server WhatsApp Gateway yang beroperasi secara lokal. Perlindungan API Key ialah Kunci autentikasi API WhatsApp Gateway di-*hardcode* dalam GAS. Hak akses (*sharing settings*) Google script dibatasi ketat hanya untuk admin dan kurikulum guna mencegah kebocoran kredensial. Dalam keamanan Data Presensi, Database Google Sheets tidak dipublikasikan ke ranah publik dan akun dilindungi oleh autentikasi dua faktor (2FA).

Agar peranti gateway pihak ketiga ini mampu menerima “tembakan” instruksi asinkron (*HTTP POST*) dari *cloud server* Google di Amerika Serikat tanpa ditolak oleh firewall atau mengalami kegagalan waktu tunggu (*time-out connection*), SMK NU Kaplongan diwajibkan untuk menaruh server gateway tersebut pada sebuah *Virtual Private Server (VPS) Cloud* atau setidaknya menyewa layanan alokasi *Static/Dedicated Public IP Address* dari *Internet Service Provider (ISP)* langganannya mereka.

Lebih lanjut, dikarenakan layanan notifikasi komunikasi ini diwajibkan berada dalam mode siaga penuh (*standby mode*) selama rutinitas operasional sekolah berlangsung, fondasi perangkat keras jaringan tingkat pertama (*Core Router Mikrotik*) dan peranti lapis kedua (*Access Point/Switch* di ruang-ruang kelas) secara absolut membutuhkan topangan kelistrikan yang anti-interupsi. Oleh sebab itu, ketersediaan modul *Uninterruptible Power Supply (UPS)* bukan lagi sebuah opsi, melainkan kebutuhan primer. Sekali saja insiden pemadaman listrik terjadi secara mendadak, atau bandwidth pita lebar ISP mengalami penurunan drastis (*drop/jitter*), maka proses “jabat-tangan” keamanan

(*handshake*) antara peladen Google Apps Script dan API server WhatsApp lokal akan ditolak secara sepihak, yang berujung pada lumpuhnya distribusi pesan secara masal.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan tahapan komprehensif, mulai dari elisitasi kebutuhan, rekayasa arsitektur perangkat lunak, penyusunan algoritma, hingga pada pengujian lapangan (*deployment*) yang telah diselesaikan dengan saksama, riset terapan ini bermuara pada kesimpulan esensial sebagai berikut:

1. Integrasi platform *low-code* Google Workspace dengan WhatsApp Gateway berhasil diimplementasikan menjadi sistem presensi berskala besar yang murah, menekan waktu rekapitulasi administrasi dari hitungan jam menjadi hitungan menit.
2. Evaluasi log data mengindikasikan adanya peningkatan efisiensi dan kepatuhan jam mengajar secara administratif, didukung oleh tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi *real-time* sebesar 98,2% dengan latensi di bawah 5 detik.
3. Kelangsungan layanan (*High Availability*) model *hybrid* ini sangat rentan terhadap gangguan fisik, sehingga mutlak membutuhkan investasi pada stabilitas VPS, IP Publik terdedikasi, dan perlindungan daya (UPS). Sebagai rekomendasi pengembangan lanjutan, diperlukan audit keamanan berkala, uji coba longitudinal lintas semester, serta pengembangan dashboard analitik untuk membaca tren data kehadiran siswa.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] K. Ramadhani, "Aplikasi Absensi Karyawan Menggunakan Google Form dengan Fitur NFC (Near Field Communication) berbasis IoT (Internet of Things) pada Staff Penerimaan Mahasiswa Baru," *J. Ilm. Komput.*, vol. 23, no. 2, pp. 181–188, 2024, doi: 10.32409/jikstik.23.2.3541.
- [2] H. Hidayat, A. Fadlil, and A. Yudhana, "Sistem Absensi Kehadiran Terintegrasi RFID dan Sensor Sidik Jari dengan Database MySQL," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 24–31, 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i1.354.
- [3] M. Asqia and T. Nabarian, "Pemanfaatan Google Sheets dan Google Form untuk Layanan Administrasi Mahasiswa Menggunakan Konsep Electronic Service Quality," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, pp. 114–123, 2021, doi: 10.30646/jtt.v7i2.339.
- [4] S. Wijaya and R. Christianto, "Analisis dan Implementasi Sistem Administrasi Cloud Berbasis Google Workspace pada Institusi Pendidikan Vokasi," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Peradaban (JSITP)*, vol. 2, no. 1, pp. 12–19, 2021.
- [5] E. T. K. Suyatna, "Pengembangan Aplikasi Web Google Script sebagai Instrumen Assesment," *J. Didakt. Pendidik. Dasar*, vol. 6, no. 3, pp. 997–1016, 2022, doi: 10.26811/didaktika.v6i3.240.
- [6] R. A. Permana and M. R. Maulana, "Optimalisasi Layanan Cloud Computing dalam Pembuatan Web Apps Berbasis Google Apps Script (GAS)," *REMIK: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 201–210, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12154.
- [7] Y. S. Khoeriyah, R. N. Indah, and F. Ruqayah, "Pemanfaatan Layanan WhatsApp Gateway sebagai Sistem Notifikasi Pinjaman (SINOPI) di Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Kota Pekalongan," *Pustabiblia: J. Libr. Inf. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 97–118, 2021, doi: 10.18326/pustabiblia.v5i1.97-118.
- [8] D. Permadi, B. Nugroho, and A. Setyanto, "Penerapan API WhatsApp Gateway sebagai Media Komunikasi Broadcasting Sekolah Menggunakan Framework Codeigniter," *Jurnal JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 544–550, 2022.
- [9] U. K. W. W. Sumba, "Sistem Informasi Presensi Siswa Melalui Implementasi Berbasis WhatsApp Gateway di SMP Negeri 1 Kampera," in *Prosiding Seminar Nasional SATI*, 2024. [Online]. Available: <https://ojs.unkriswina.ac.id/index.php/semnas-FST/article/view/846>.
- [10] A. Rahman, S. Mulyana, and M. I. Rosadi, "Rancang Bangun Sistem Informasi Absensi Guru Berbasis Web Terintegrasi API WhatsApp," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 1, pp. 248–258, 2021.
- [11] M. Yusuf and A. A. Rismayadi, "Implementasi Sistem Peringatan Dini Akademik Menggunakan Integrasi WhatsApp Bot API," *Jurnal Informatika Terpadu*, vol. 8, no. 2, pp. 67–75, 2022.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [13] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. McGraw-Hill Education, 2020.
- [14] I. G. N. Suryantara, F. B. Setyawan, and D. W. Wibowo, "Pengembangan Sistem Notifikasi Multi-Channel menggunakan RESTful API pada Manajemen Event Kampus," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 781–788, 2021.

- 
- [15] N. Safitri, R. S. O. Tjandrakusuma, and M. S. Hasibuan, "Analisis Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Informasi Akademik menggunakan Teknik Equivalence Partitions," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 14, no. 1, pp. 43–52, 2020.
- [16] T. T. Utama and D. Kurniawan, "Evaluasi Keandalan Infrastruktur Jaringan On-Premise Terhadap Kinerja Sistem Layanan Cloud Hybrid," *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 112–118, 2022.