

Siabsensi: Rancangan Sistem Informasi Sekolah dengan Presensi Multimoda, Gamifikasi, dan Tutor Berbasis RAG Serta Rencana Evaluasinya di SMA

Indri Anjar Kartika Sari^{1*}, Waspodo Tjipto Subroto², Mustakim³, Syarifah Naurah Rizka Auliya Alhinduan³, Azzam Fadhil Susilo³, Gavin Rajata Hatami³, Jim Jafin³, Jovan Athallah Dimitri³

¹ Magister Ilmu Komunikasi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

² Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

³ SMA Negeri 2 Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Corresponding email: indrianjarkartikasari@sman2sby.com

Abstrak: Presensi dengan memanggil nama di SMA tidak dapat memverifikasi kehadiran fisik siswa, membuka peluang titip absen, dan menghasilkan data yang sulit diolah. Penelitian ini merancang *SiAbsensi*, sistem informasi sekolah berbasis web yang menyatukan empat moda presensi (kode QR, *geofencing* GPS radius 200 m, kamera, dan entri manual) dalam satu tabel yang dapat diaudit, gamifikasi yang dihitung langsung dari log presensi tanpa perubahan skema, serta *EduRAG*, tutor *retrieval-augmented generation* berbasis buku Kurikulum Merdeka dengan mekanisme penolakan pertanyaan di luar cakupan. Dengan pendekatan *design science*, penelitian ini menghasilkan arsitektur lima lapis, model data, logika tiap moda presensi, aturan gamifikasi, dan alur *EduRAG*. Protokol evaluasi disusun untuk uji coba satu semester di satu kelas X SMA Negeri 2 Surabaya, meliputi 48 skenario uji fungsional, metrik kepatuhan presensi, kuesioner kepuasan, dan 120 pertanyaan uji *EduRAG*. Hasil uji coba akan dilaporkan pada publikasi berikutnya.

Kata kunci: presensi digital, *geofencing*, gamifikasi, *retrieval-augmented generation*, sistem informasi sekolah, notifikasi orang tua

Abstract: Roll-call attendance in Indonesian high schools cannot verify physical presence, allows proxy attendance, and produces data that is hard to use. This study designs *SiAbsensi*, a web-based school information system that unifies four attendance modes (QR code, 200 m GPS geofencing, camera capture, and manual entry) in one auditable table, gamification computed directly from attendance logs without schema changes, and *EduRAG*, a retrieval-augmented generation tutor grounded in Kurikulum Merdeka textbooks that declines out-of-scope questions. Using design science, the study delivers a five-layer architecture, a data model, the logic of each attendance mode, gamification rules, and the *EduRAG* pipeline. An evaluation plan was prepared for a one-semester pilot in one Grade X class at SMA Negeri 2 Surabaya, covering 48 functional test scenarios, attendance compliance metrics, satisfaction questionnaires, and 120 *EduRAG* test questions. Pilot results will be reported in a follow-up publication.

Keywords: digital attendance, *geofencing*, gamification, *retrieval-augmented generation*, school information system, parent notification

PENDAHULUAN

Pencatatan kehadiran siswa adalah salah satu tugas administratif paling rutin di sekolah menengah, tetapi maknanya melampaui urusan administrasi. Meta-analisis tentang kehadiran di kelas dan prestasi akademik menunjukkan bahwa kehadiran merupakan prediktor kuat nilai (Credé dkk., 2010), dan bukti eksperimental memperlihatkan bahwa kehadiran dapat dipengaruhi dalam skala besar dengan memberikan informasi yang tepat waktu dan spesifik kepada orang tua tentang ketidakhadiran anaknya (Rogers & Feller, 2018; Bergman & Chan, 2021). Namun, di SMA Negeri 2 Surabaya (SMAN 2 Surabaya) presensi masih dilakukan dengan memanggil nama satu per satu. Cara ini menyita waktu awal pelajaran, tidak dapat memverifikasi kehadiran fisik siswa sehingga membuka peluang titip absen, dan tidak menghasilkan data yang mudah diolah untuk pemantauan.

Alternatif digital sudah tersedia. Sistem presensi berbasis kode QR telah dikembangkan untuk perguruan tinggi (Rafila dkk., 2020), dan penentuan posisi perangkat bergerak dapat dipakai untuk memeriksa keberadaan di kampus, meskipun akurasi GPS ponsel sangat bervariasi menurut lingkungan (Zandbergen & Barbeau, 2011). Gamifikasi, yaitu penggunaan

elemen desain permainan dalam konteks non-permainan (Deterding dkk., 2011), diusulkan sebagai cara menjaga keterlibatan, tetapi efeknya heterogen dan bergantung pada konteks (Hamari dkk., 2014; Sailer & Homner, 2020; Zainuddin dkk., 2020; Dichev & Dicheva, 2017). Pada saat yang sama, model bahasa besar (*large language model*, LLM) yang dilandaskan pada dokumen hasil penelusuran melalui *retrieval-augmented generation* (RAG) (Lewis dkk., 2020; Gao dkk., 2023) mulai dieksplorasi sebagai tutor (Lee, 2025), sementara kekhawatiran tentang halusinasi masih menonjol dalam pendidikan (Kasneci dkk., 2023; Ji dkk., 2023). Sebagian besar kajian tersebut membahas satu komponen saja. Kami tidak menemukan studi yang menggabungkan verifikasi presensi multimoda, notifikasi orang tua, gamifikasi, dan asisten AI berbasis kurikulum dalam satu sistem informasi sekolah yang dievaluasi di SMA di Indonesia. Integrasi ini penting secara praktis karena sekolah dengan kapasitas server dan staf terbatas harus mengoperasikan satu sistem, bukan empat.

Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan merancang *SiAbsensi*. Tiga tujuan rancangan ditetapkan: (1) mengintegrasikan presensi multimoda (kode QR, GPS, kamera, dan entri manual) dengan pelaporan dan gamifikasi dalam satu platform; (2) merancang asisten belajar *EduRAG* yang hanya menjawab berdasarkan buku Kurikulum Merdeka dan menolak pertanyaan di luar cakupan; dan (3) menyusun rencana evaluasi yang dapat menguji dampak sistem terhadap kepatuhan presensi, efisiensi administrasi, dan keterlibatan siswa.

Kontribusi penelitian ini adalah: (i) arsitektur yang menyatukan empat moda presensi dalam satu tabel relasional dengan jejak audit lengkap; (ii) desain gamifikasi yang seluruh metriknya diturunkan secara dinamis dari data presensi yang sudah ada (*zero table alteration*), termasuk aturan *streak* yang tidak menghukum ketidakhadiran berizin; (iii) asisten RAG terbatas konteks dengan perilaku penolakan eksplisit; dan (iv) protokol evaluasi uji coba yang menggabungkan log sistem, uji fungsional, kuesioner, dan evaluasi asisten dengan 120 pertanyaan.

LANDASAN TEORI

Kehadiran, Prestasi, dan Informasi kepada Orang Tua

Credé dkk. (2010) menyintesis bukti tentang kehadiran di kelas dan menemukan bahwa kehadiran berkorelasi kuat dengan nilai mata kuliah, sehingga kehadiran layak diukur secara akurat. Dua studi menunjukkan bahwa perilaku kehadiran responsif terhadap informasi. Rogers dan Feller (2018) menyasar keyakinan keliru orang tua tentang akumulasi ketidakhadiran anaknya melalui surat informasi dan berhasil mengurangi ketidakhadiran dalam skala besar, sedangkan Bergman dan Chan (2021) menunjukkan bahwa pesan teks otomatis berfrekuensi tinggi kepada orang tua meningkatkan capaian siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa kanal notifikasi bukan sekadar pelengkap kosmetik sistem presensi, melainkan mekanisme yang memungkinkan sistem memengaruhi perilaku.

Presensi Digital dan Verifikasi Lokasi

Rafila dkk. (2020) menjelaskan sistem presensi mahasiswa berbasis kode QR di sebuah perguruan tinggi. Sistem semacam ini menggantikan daftar hadir kertas, tetapi umumnya tidak memverifikasi lokasi. Verifikasi berbasis lokasi bergantung pada penentuan posisi ponsel yang akurasi horizontalnya dipengaruhi kondisi sinyal dan data bantuan (Zandbergen & Barbeau, 2011). Karena itu, radius *geofence* harus dipilih dengan margin yang melebihi galat GPS nominal, dan kasus kegagalan di dalam ruangan harus dilaporkan, bukan diabaikan.

Gamifikasi dalam Pendidikan

Deterding dkk. (2011) mendefinisikan gamifikasi sebagai penggunaan elemen desain permainan dalam konteks non-permainan. Tinjauan studi empiris menyimpulkan bahwa gamifikasi umumnya berdampak positif tetapi bergantung pada konteks, serta menyoroti

kemungkinan efek kebaruan (Hamari dkk., 2014). Sebuah meta-analisis menemukan efek positif pada hasil belajar kognitif, motivasional, dan perilaku (Sailer & Homner, 2020), dan tinjauan sistematis sampai pada kesimpulan yang umumnya positif tetapi heterogen (Zainuddin dkk., 2020). Tinjauan kritis mengingatkan bahwa banyak bukti belum konklusif dan menyerukan desain penelitian yang lebih ketat (Dichev & Dicheva, 2017). Oleh karena itu, gamifikasi diperlakukan di sini sebagai kontributor yang masuk akal tetapi belum terbukti terhadap kehadiran, dan klaim kausal dihindari.

Retrieval-Augmented Generation dan AI dalam Pendidikan

RAG menggabungkan model bahasa parametrik dengan indeks dokumen non-parametrik (Lewis dkk., 2020); Gao dkk. (2023) mensurvei evolusinya dari desain naif ke desain lanjutan dan modular, dan *retrieval* hibrida telah diusulkan untuk meningkatkan kualitas penelusuran (Sawarkar dkk., 2024). Tutor berbasis komputer yang memanfaatkan RAG baru-baru ini dikembangkan dan dievaluasi di pendidikan tinggi (Lee, 2025). Tinjauan tentang AI dalam pendidikan menekankan luasnya penerapan (Chen dkk., 2020; Zawacki-Richter dkk., 2019) dan perlunya keterlibatan pendidik (Zawacki-Richter dkk., 2019), sementara Kasneci dkk. (2023) membahas peluang dan tantangan LLM dalam pendidikan dan Ji dkk. (2023) mensurvei halusinasi pada pembangkitan bahasa alami. Dengan demikian, melandaskan jawaban pada kurikulum yang disetujui dan menolak pertanyaan di luar cakupan merupakan respons desain terhadap risiko yang terdokumentasi. Tabel 1 merangkum aliran bukti yang mendasari desain *SiAbsensi*.

Tabel 1. Aliran bukti yang mendasari desain *SiAbsensi* dan celah yang diisi

Aliran bukti	Studi representatif	Relevansi bagi penelitian ini
Kehadiran dan prestasi	Credé dkk. (2010)	Menjadikan kehadiran sebagai luaran yang dipantau
Informasi kepada orang tua	Rogers & Feller (2018); Bergman & Chan (2021)	Mendasari notifikasi orang tua secara waktu nyata
Presensi digital	Rafila dkk. (2020)	Presensi berbasis QR; tanpa cek lokasi maupun integrasi
Akurasi posisi	Zandbergen & Barbeau (2011)	Dasar penentuan radius <i>geofence</i> dan analisis kegagalan di dalam ruangan
Gamifikasi	Deterding dkk. (2011); Hamari dkk. (2014); Sailer & Homner (2020); Zainuddin dkk. (2020); Dichev & Dicheva (2017)	Bukti positif tetapi heterogen; mendorong interpretasi yang hati-hati
RAG dan LLM dalam pendidikan	Lewis dkk. (2020); Gao dkk. (2023); Lee (2025); Kasneci dkk. (2023); Ji dkk. (2023)	Pelاندasan (<i>grounding</i>) dan penolakan sebagai mitigasi halusinasi
Celah	–	Belum ada sistem terintegrasi presensi–notifikasi–gamifikasi–RAG yang dievaluasi di SMA di Indonesia

Singkatnya, penelitian terdahulu menyediakan bukti untuk setiap komponen, tetapi belum untuk integrasinya di sekolah dengan sumber daya terbatas. Kontribusi penelitian ini adalah desain terintegrasi dan evaluasi uji cobanya, bukan algoritma baru untuk komponen tunggal mana pun.

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini mengikuti pendekatan *design science* (Hevner dkk., 2004; Peffers dkk., 2007): sebuah artefak (*SiAbsensi* dengan *EduRAG*) dirancang untuk mengatasi masalah organisasi yang teridentifikasi, lalu disiapkan untuk dievaluasi dalam konteks penggunaannya.

Artikel ini melaporkan tahap identifikasi masalah, penetapan tujuan, serta perancangan dan pengembangan, beserta protokol tahap demonstrasi dan evaluasi. Hasil evaluasi lapangan akan dilaporkan setelah uji coba.

Lokasi dan Partisipan yang Direncanakan

Uji coba direncanakan di Kelas X-8 SMAN 2 Surabaya (36 siswa) bersama empat guru mata pelajaran selama satu semester. Sekolah berlokasi di $-7,265554^{\circ}$ LS, $112,750389^{\circ}$ BT. Data *baseline* dikumpulkan selama satu bulan sebelum sistem diperkenalkan, lalu dibandingkan dengan data selama penerapan.

Sumber Data dan Metrik

Empat sumber data direncanakan: (i) log presensi yang terekam otomatis; (ii) kuesioner skala Likert lima poin (40 butir untuk guru dan 35 butir untuk siswa) yang dimensinya selaras dengan konstruk penerimaan teknologi (Davis, 1989; Venkatesh dkk., 2003); (iii) wawancara semi-terstruktur dengan guru dan siswa (*purposive sampling*); dan (iv) pengujian fungsional *black-box* atas 48 skenario. EduRAG dievaluasi terpisah dengan 120 pertanyaan yang dinilai oleh guru. Tabel 2 mendefinisikan metrik luaran.

Tabel 2. Metrik luaran dan definisi operasional

Metrik	Definisi	Sumber
Kepatuhan presensi (%)	Proporsi siswa yang memiliki minimal satu rekaman presensi per hari sekolah	Log sistem / daftar hadir
Presensi tepat waktu (%)	Proporsi rekaman bercap waktu pada atau sebelum pukul 07.00.59 WIB	Log sistem
Presensi terlambat (%)	Proporsi rekaman bercap waktu setelah pukul 07.00.59 WIB	Log sistem
Alpa (%)	Proporsi hari-siswa tanpa rekaman dan tanpa keterangan	Log sistem
Waktu per sesi (menit)	Waktu sejak siswa pertama hingga siswa terakhir tercatat dalam satu sesi	Observasi / log
Kepuasan (1–5)	Rerata skor Likert per dimensi	Kuesioner
Akurasi, relevansi, penolakan, dan halusinasi EduRAG	Akurasi jawaban benar dari seluruh pertanyaan yang dijawab; relevansi (1–5); proporsi yang ditolak; proporsi jawaban yang memuat konten tanpa dukungan konteks	Penilaian dua guru secara independen, $n = 120$

Rencana Analisis Data

Nilai *baseline* dan akhir penerapan akan dibandingkan dengan uji-*t* berpasangan ($\alpha = 0,05$). Ukuran efek dilaporkan sebagai d_z untuk data berpasangan mengikuti Lakens (2013). Statistik deskriptif (rerata dan simpangan baku) dilaporkan untuk data kuesioner. Karena jumlah guru hanya empat, hasil pada tingkat guru bersifat deskriptif. Kesepakatan antarpenilai EduRAG dilaporkan dengan koefisien kappa.

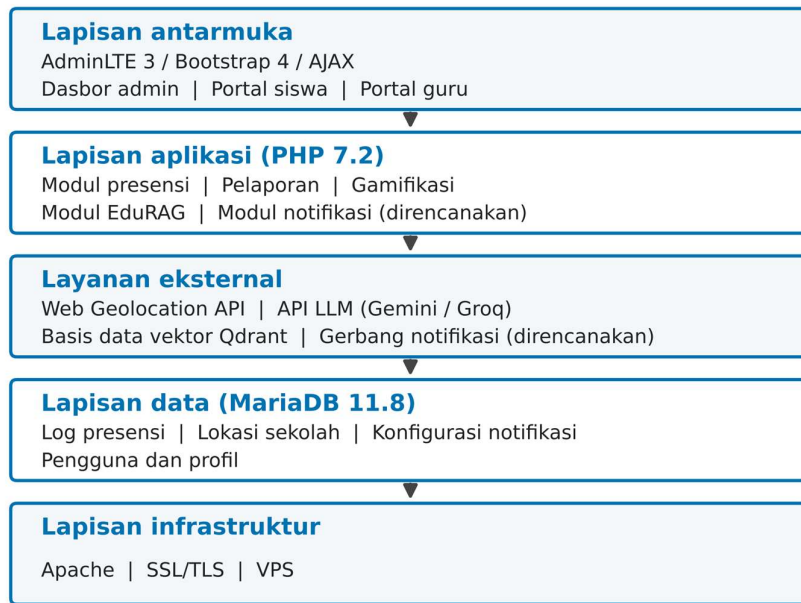
Etika Penelitian

Protokol penelitian telah memperoleh persetujuan komite etik. Persetujuan tertulis akan diminta dari orang tua/wali dan persetujuan (*assent*) dari siswa sebelum uji coba, termasuk untuk foto wajah dan wawancara. Foto wajah anak di bawah umur merupakan data pribadi menurut Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi; akses terhadap citra yang tersimpan dibatasi bagi staf berwenang, dan aspek retensi serta minimisasi data dibahas pada bagian Implikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur Sistem

SiAbsensi adalah aplikasi web monolitik modular pada *stack* LAMP (Linux, Apache, MariaDB, PHP). Arsitektur monolit dipilih karena keterbatasan sumber daya server dan kapasitas pemeliharaan sekolah. Sistem terdiri atas lima lapisan (Gambar 1): lapisan antarmuka (AdminLTE 3, Bootstrap 4, AJAX), lapisan aplikasi (modul presensi, pelaporan, gamifikasi, EduRAG, dan notifikasi), layanan eksternal (Web Geolocation API, API LLM, basis data vektor Qdrant, dan gerbang notifikasi yang direncanakan), lapisan data (MariaDB 11.8), dan lapisan infrastruktur (Apache, TLS, VPS). Teknologi yang digunakan tercantum pada Tabel 3. Kode sumber tersedia di <https://github.com/indri007/ORIGIN>.



Gambar 1. Arsitektur lima lapisan SiAbsensi dan EduRAG

Tabel 3. Teknologi yang digunakan

Kategori	Teknologi	Versi
Bahasa server	PHP	7.2.34
Basis data	MariaDB	11.8.8
Web server	Apache	2.4
Kerangka antarmuka	AdminLTE / Bootstrap	3.x / 4.x
Pemindaian QR	qr-scanner.js	1.4
Penentuan posisi	Web Geolocation API	–
Notifikasi	Direncanakan (kanal belum ditetapkan)	–
Antarmuka <i>e-learning</i>	PHP MVC kustom	–
Basis data vektor	Qdrant	1.9
LLM (utama / alternatif)	Gemini 1.5 Flash / Groq (Llama 3)	–
<i>Embedding</i>	Cohere	–

Model Data

Keempat moda presensi menulis ke satu tabel presensi sehingga pelaporan, notifikasi, dan gamifikasi bekerja pada satu sumber kebenaran (*single source of truth*). Setiap rekaman menyimpan identitas, cap waktu, status, jenis (masuk atau pulang), lokasi berkas foto,

koordinat, jarak terhitung dari sekolah (untuk audit), lokasi berkas surat dokter, keterangan, alamat IP, dan informasi perangkat. Tabel 4 merangkum tabel-tabel utama.

Tabel 4. Ringkasan tabel utama basis data

Tabel	Atribut utama
Data individu	Identitas, nama, telepon, foto, tempat dan tanggal lahir
Log presensi	ID individu, cap waktu, status, jenis, lokasi foto, lintang, bujur, jarak (m), lokasi surat dokter, keterangan, alamat IP, informasi perangkat
Lokasi sekolah	Nama titik acuan, lintang (−7,265554), bujur (112,750389), radius (200 m)
Konfigurasi notifikasi	Kredensial kanal, tujuan pengiriman, penanda aktif (direncanakan)
Pengguna	Nama pengguna, <i>hash</i> kredensial, status, login terakhir, IP, perangkat

Moda Presensi

Kode QR. Peramban memindai kode QR siswa melalui MediaDevices API dan mengirim identitasnya ke server. Server menentukan jenis rekaman berdasarkan jam server (masuk sampai pukul 12.00, selain itu pulang), mengabaikan duplikasi untuk orang, tanggal, dan jenis yang sama, menyimpan rekaman beserta informasi IP dan perangkat, lalu menyiapkan pemicu notifikasi (Tabel 5).

Tabel 5. Logika sisi server untuk presensi QR

Langkah	Operasi
1	Menerima identitas siswa dari muatan QR yang dipindai (JSON, HTTP POST)
2	Menentukan jenis: masuk bila jam server (Asia/Jakarta) pukul 12.00 atau lebih awal, selain itu pulang
3	Bila sudah ada rekaman dengan siswa, tanggal, dan jenis yang sama, kembalikan status sukses tanpa menyisipkan data (idempoten)
4	Jika belum, sisipkan rekaman (status “hadir”, jenis, cap waktu, alamat IP, informasi perangkat, keterangan “QR scanner”)
5	Simpan penanda rekaman baru untuk modul notifikasi (direncanakan)
6	Kembalikan respons sukses; klien membunyikan nada konfirmasi dan melanjutkan pemindaian setelah 3 detik

Geofencing GPS. Klien memperoleh koordinat perangkat melalui Web Geolocation API, lalu server menghitung ulang jarak d antara perangkat dan titik acuan sekolah menggunakan rumus *haversine* (Persamaan 1). Presensi diterima bila $d \leq r_{\text{maks}}$, dengan $r_{\text{maks}} = 200$ m yang dapat diatur administrator. Nilai d disimpan untuk audit. Radius 200 m sengaja dibuat melebihi galat posisi ponsel yang lazim di perkotaan (Zandbergen & Barbeau, 2011), dengan konsekuensi siswa yang berada di dekat tetapi di luar area sekolah tetap dapat diterima.

$$d = 2R \cdot \arcsin \sqrt{(\sin^2[(\varphi_2 - \varphi_1)/2] + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin^2[(\lambda_2 - \lambda_1)/2])} \quad (1)$$

dengan $R = 6.371$ km adalah jari-jari rata-rata Bumi, sedangkan φ dan λ adalah lintang dan bujur dalam radian.

Kamera. MediaDevices API mengambil foto yang disimpan di server dengan nama berkas berbasis cap waktu. Pada versi ini foto berfungsi sebagai rekaman audit; belum ada pengenalan wajah otomatis. **Entri manual.** Guru atau administrator dapat mencatat ketidakhadiran berizin dan melampirkan surat dokter (PDF/JPG) yang lokasinya disimpan bersama rekaman.

Notifikasi

Modul notifikasi kepada orang tua belum diimplementasikan pada versi ini dan direncanakan sebagai pengembangan berikutnya. Rancangannya mencakup pemberitahuan

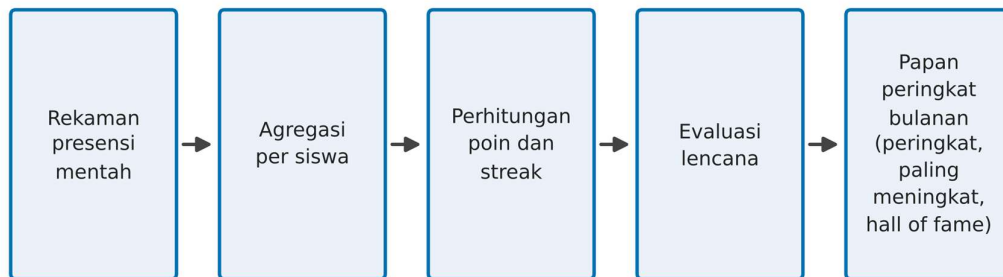
presensi masuk/pulang, ketidakhadiran tanpa keterangan pada hari yang sama, dan ringkasan kelas mingguan. Kredensial dan tujuan pengiriman akan disimpan dalam tabel konfigurasi yang dapat diubah dari panel administrasi, sehingga kanal pengiriman dapat dipilih tanpa mengubah kode sumber. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa informasi tepat waktu kepada orang tua dapat mengurangi ketidakhadiran (Rogers & Feller, 2018; Bergman & Chan, 2021), sehingga modul ini menjadi prioritas pengembangan.

Gamifikasi

Poin, *streak*, lencana, dan peringkat dihitung sesuai permintaan dari log presensi sehingga tidak diperlukan kolom maupun tabel baru (*zero table alteration*). Hanya dua indeks pendukung yang ditambahkan. Poin dan efek *streak* mengikuti aturan pada Tabel 6; lencana diberikan berdasarkan panjang *streak*. Alur perhitungannya ditunjukkan pada Gambar 2. Aturan bahwa ketidakhadiran berizin tidak memberi poin tetapi juga tidak mereset *streak* dipilih agar siswa tidak dihukum karena sakit.

Tabel 6. Aturan gamifikasi: poin, efek *streak*, dan lencana

Kondisi	Poin	Efek <i>streak</i>
Hadir tepat waktu ($\leq 07.00.59$ WIB)	+10	Berlanjut
Hadir terlambat ($> 07.00.59$ WIB)	+5	Berlanjut
Berizin (izin / sakit)	0	Tidak direset
Alpa (tanpa keterangan)	0	Direset ke 0
$Streak \geq 7$ hari	Lencana “Rajin Mingguan”	
$Streak \geq 30$ hari	Lencana “Konsisten Sebulan”	
$Streak \geq 90$ hari	Lencana “Legend Absen”	

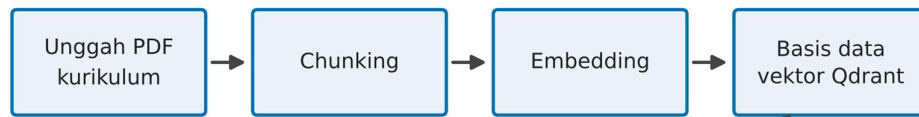


Gambar 2. Alur gamifikasi: seluruh metrik diturunkan dari rekaman presensi mentah

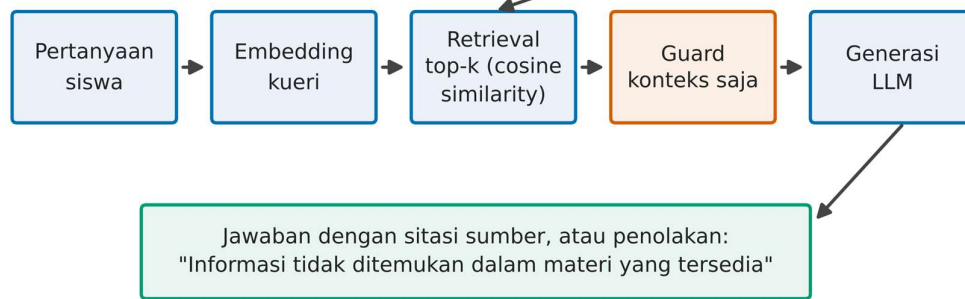
EduRAG

EduRAG adalah komponen *e-learning* dengan basis data terpisah dari basis data presensi agar dapat diterapkan secara independen. Alurnya (Gambar 3) terdiri atas empat bagian: (1) ingesti PDF buku Kurikulum Merdeka yang diunggah guru, *chunking*, dan *embedding* ke basis data vektor Qdrant; (2) penelusuran *top-k chunk* berdasarkan *cosine similarity* terhadap *embedding* kueri; (3) pembangkitan jawaban oleh LLM yang menerima *chunk* hasil penelusuran sebagai konteks dan diinstruksikan untuk menjawab hanya dari konteks tersebut; dan (4) *guard* yang mengembalikan pesan penolakan baku bila tidak ditemukan konteks yang relevan. Jawaban menyertakan sitasi sumber. Versi MVP juga memuat pembuat soal berbasis bab, dasbor kemajuan siswa, dan kumpulan kunci API dengan rotasi otomatis ketika batas laju tercapai.

Ingesti (luring)



Tanya-jawab (daring)



Gambar 3. Alur EduRAG: ingesti luring dan tanya-jawab daring dengan guard konteks saja

Rencana Pengujian Fungsional

Pengujian *black-box* dirancang mencakup 48 skenario dalam delapan kategori (Tabel 7). Skenario presensi GPS mencakup kasus di dalam gedung dengan perangkat tanpa *assisted* GPS, karena akurasi posisi ponsel sensitif terhadap lingkungan (Zandbergen & Barbeau, 2011).

Tabel 7. Rencana pengujian fungsional black-box (48 skenario)

Kategori	Skenario	Contoh kasus uji
Autentikasi dan sesi	6	Login gagal berulang, sesi kedaluwarsa, akses halaman admin oleh siswa
Presensi QR	8	Pemindaian ganda pada hari yang sama, QR tidak dikenal, batas pukul 12.00 masuk/pulang
Presensi GPS	7	Di dalam radius, tepat di batas 200 m, di luar radius, di dalam gedung tanpa assisted GPS
Presensi kamera	5	Izin kamera ditolak, foto tersimpan dengan nama berkas cap waktu
Presensi manual	4	Unggah surat dokter PDF/JPG, berkas melebihi batas ukuran
Gamifikasi (poin/lencana)	6	Streak tidak direset saat izin, direset saat alpa, lencana pada ambang 7/30/90 hari
Laporan dan ekspor	4	Filter tanggal, ekspor rekap kelas
Tutor AI EduRAG	8	Pertanyaan dalam cakupan, di luar cakupan, sitasi sumber, rotasi kunci API saat batas laju
Total	48	

Pembahasan Rancangan

Menyatukan empat jalur penulisan presensi ke satu tabel membuat pelaporan, gamifikasi, dan notifikasi yang direncanakan bekerja pada satu sumber data. Setiap rekaman menyimpan cap waktu, jarak lokasi, perangkat, dan IP sehingga dapat diaudit, sesuatu yang tidak dimungkinkan oleh panggilan nama. Radius *geofence* 200 m dipilih melebihi galat GPS

ponsel di perkotaan (Zandbergen & Barbeau, 2011), dengan konsekuensi siswa yang berada di dekat sekolah tetap dapat diterima; dampaknya akan diamati saat uji coba.

Gamifikasi tanpa perubahan tabel membuat poin, *streak*, dan rencana dapat dimatikan tanpa migrasi data. Konsekuensinya, setiap peringkat dihitung ulang dari rekaman mentah, sehingga skalabilitas untuk seluruh sekolah perlu diuji. Karena bukti efek gamifikasi positif tetapi heterogen dan rentan efek kebaruan (Hamari dkk., 2014; Sailer & Homner, 2020; Dichev & Dicheva, 2017), rencana evaluasi tidak akan mengatribusikan perubahan kehadiran secara kausal pada gamifikasi.

Pada EduRAG, *guard* konteks merupakan *trade-off* yang disengaja: penolakan membuat siswa tidak memperoleh jawaban, tetapi mencegah jawaban tanpa dasar, hal yang penting mengingat risiko halusinasi LLM yang terdokumentasi (Kasneci dkk., 2023; Ji dkk., 2023). Evaluasi direncanakan dengan dua penilai independen dan pelaporan kappa agar hasilnya tidak bergantung pada satu penilai. *Retrieval* hibrida (Sawarkar dkk., 2024) merupakan pengembangan lanjutan yang wajar.

Implikasi

Bagi pengelola sekolah, presensi multimoda berpotensi memangkas waktu presensi dan menghasilkan rekaman yang dapat diaudit. Bagi perlindungan privasi, foto anak di bawah umur perlu diminimalkan, disimpan dengan akses terbatas, dan hanya dipertahankan selama diperlukan; kebijakan retensi harus ditetapkan sebelum uji coba. Bagi tutor AI, pelandasan pada kurikulum memerlukan kurasi konten yang sistematis agar tingkat penolakan mencerminkan batas cakupan yang sesungguhnya, bukan kekosongan materi yang terindeks.

Keterbatasan dan Ancaman terhadap Validitas

- (1) **Belum ada data lapangan.** Artikel ini melaporkan rancangan dan protokol evaluasi; efektivitas sistem belum dapat disimpulkan.
- (2) **Desain evaluasi.** Rencana uji coba memakai satu kelas dengan perbandingan pra–pasca tanpa kelompok kontrol, sehingga hasilnya nanti bersifat indikatif, bukan kausal.
- (3) **Pengukuran.** *Baseline* berasal dari panggilan nama manual, sedangkan data penerapan berasal dari rekaman digital; akurasi kedua sumber dapat berbeda.
- (4) **Notifikasi.** Modul notifikasi orang tua belum diimplementasikan, sehingga mekanisme informasi kepada orang tua belum dapat diuji.
- (5) **Konektivitas dan GPS.** Semua moda bergantung pada akses internet, dan *fallback* posisi berbasis Wi-Fi belum tersedia.
- (6) **Tumpang tindih partisipan dan penulis.** Lima penulis adalah siswa kelas yang direncanakan menjadi lokasi uji coba; analisis sensitivitas tanpa respons mereka akan dilaporkan.

SIMPULAN

SiAbsensi dirancang untuk mengintegrasikan presensi QR, GPS, kamera, dan manual dengan gamifikasi dan asisten RAG berbasis kurikulum dalam satu sistem informasi sekolah. Penelitian ini menghasilkan arsitektur lima lapis, model data presensi tunggal yang dapat diaudit, logika tiap moda presensi, aturan gamifikasi tanpa perubahan tabel, alur EduRAG dengan *guard* konteks, serta protokol evaluasi. Langkah berikutnya adalah (i) mengimplementasikan modul notifikasi orang tua, (ii) menjalankan uji coba satu semester di Kelas X-8 SMAN 2 Surabaya sesuai protokol, (iii) mengevaluasi EduRAG dengan dua penilai independen, dan (iv) melaporkan hasilnya pada publikasi berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Kepala SMA Negeri 2 Surabaya atas izin penelitian dan dukungan infrastruktur, serta kepada para guru dan siswa Kelas X-8 atas dukungannya dalam

perancangan sistem. Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan publik, komersial, maupun nirlaba. Lima penulis adalah siswa kelas yang direncanakan menjadi lokasi uji coba; hubungan ini diungkapkan sebagai potensi bias.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergman, P., & Chan, E. W. (2021). Leveraging parents through low-cost technology: The impact of high-frequency information on student achievement. *Journal of Human Resources*, 56(1), 125–158. <https://doi.org/10.3368/jhr.56.1.1118-9837R1>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Credé, M., Roch, S. G., & Kieszczynka, U. M. (2010). Class attendance in college: A meta-analytic review of the relationship of class attendance with grades and student characteristics. *Review of Educational Research*, 80(2), 272–295. <https://doi.org/10.3102/0034654310362998>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, Article 9. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>
- Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Wang, M., & Wang, H. (2023). *Retrieval-augmented generation for large language models: A survey* (arXiv:2312.10997). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.10997>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025–3034). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y. J., Madotto, A., & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. *ACM Computing Surveys*, 55(12), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3571730>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, Article 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Lee, Y. (2025). Developing a computer-based tutor utilizing generative artificial intelligence (GAI) and retrieval-augmented generation (RAG). *Education and Information Technologies*, 30(6), 7841–7862. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13129-5>

- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. In *Advances in Neural Information Processing Systems 33* (NeurIPS 2020). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Rafila, A., Darmanto, T., & Kurniawan, R. (2020). QR code-based student attendance system in STMIK “AMIKBANDUNG.” *Journal of Information Technology*, 2(1), 31–38. <https://doi.org/10.47292/joint.v2.i1.006>
- Rogers, T., & Feller, A. (2018). Reducing student absences at scale by targeting parents’ misbeliefs. *Nature Human Behaviour*, 2(5), 335–342. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0328-1>
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Sawarkar, K., Mangal, A., & Solanki, S. R. (2024). Blended RAG: Improving RAG accuracy with semantic search and hybrid query-based retrievers. In *2024 IEEE 7th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)* (pp. 155–161). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MIPR62202.2024.00031>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, Article 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>
- Zandbergen, P. A., & Barbeau, S. J. (2011). Positional accuracy of assisted GPS data from high-sensitivity GPS-enabled mobile phones. *Journal of Navigation*, 64(3), 381–399. <https://doi.org/10.1017/S0373463311000051>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>