

SISTEM ABSENSI ONLINE MENGGUNAKAN KARTU RFID BERBASIS ESP32 DI SATUAN PENDIDIKAN MI AL-KHAIRIYAH PENGAMPELAN

Sahrul Gumilang, Abdul Halim, Rudianto

Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa
sahrulgumilang2010@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan Internet of Things (IoT) mendorong digitalisasi administrasi pendidikan, termasuk pengelolaan absensi guru. MI Al-Khairiyah Pengampelan masih menggunakan absensi manual yang berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dan keterlambatan rekapitulasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem absensi online menggunakan kartu Radio Frequency Identification (RFID) berbasis ESP32. Pengembangan sistem menggunakan model Waterfall melalui tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Sistem terdiri atas ESP32, RFID MFRC522, LCD 16×2 I2C, buzzer, aplikasi web, dan basis data MySQL. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing serta pengukuran response time, error rate, stabilitas, dan konektivitas. Hasil pengujian menunjukkan fungsi utama sistem berjalan sesuai rancangan. Rata-rata response time dari lima pengujian adalah 1,16 detik. Pada pengujian error rate, empat dari lima percobaan berhasil, sedangkan satu percobaan mengalami kegagalan. Pengujian stabilitas menunjukkan sistem tetap beroperasi pada durasi hingga 8 jam dengan 400 kali pemindaian. Sistem mampu mencatat dan menampilkan data kehadiran secara real-time melalui aplikasi web. Dengan demikian, sistem absensi RFID berbasis ESP32 dapat mendukung digitalisasi administrasi kehadiran guru di MI Al-Khairiyah Pengampelan.

Kata Kunci: Sistem Absensi Online, RFID, ESP32, Internet of Things, Guru, Website.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi digital pada berbagai sektor, termasuk pendidikan. Pemanfaatan teknologi digital tidak hanya mendukung proses pembelajaran, tetapi juga administrasi sekolah agar lebih efektif, efisien, dan akurat. Salah satu implementasinya adalah sistem absensi elektronik yang menggantikan pencatatan manual melalui proses identifikasi, penyimpanan, dan pemantauan data secara digital. Penerapan IoT dan sistem presensi otomatis di lingkungan pendidikan dapat mendukung administrasi yang lebih responsif dan berbasis data [1], [3].

Pada banyak sekolah, proses absensi guru masih dilakukan menggunakan buku kehadiran atau lembar tanda tangan. Cara tersebut sederhana, tetapi rentan terhadap kesalahan pencatatan, keterlambatan rekapitulasi, dan kesulitan monitoring. Penelitian terkini pada sistem presensi berbasis RFID menunjukkan bahwa otomatisasi dapat mengurangi pekerjaan administrasi manual serta mempercepat pencatatan kehadiran [3], [4].

Perkembangan Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk mengintegrasikan perangkat fisik, jaringan, dan layanan digital sehingga data dapat dipertukarkan secara otomatis dan dipantau secara real-time. Dalam bidang pendidikan, IoT telah digunakan untuk mendukung smart education, termasuk monitoring fasilitas dan otomasi administrasi kehadiran [1], [2].

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk identifikasi pada sistem presensi. Kartu atau tag memiliki identitas unik yang dibaca

oleh reader tanpa kontak fisik, sehingga proses autentikasi dapat dilakukan secara cepat dan diintegrasikan dengan sistem pencatatan daring [3], [5].

ESP32 mendukung implementasi sistem absensi digital karena memiliki kemampuan pemrosesan serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Karakteristik tersebut memungkinkan ESP32 menerima data dari RFID reader dan mengirimkan hasil pembacaan menuju server melalui jaringan internet [10].

Penelitian terkini menunjukkan bahwa integrasi RFID dan ESP32 efektif untuk otomasi presensi. Penelitian [3] mengembangkan sistem absensi otomatis berbasis ESP32 dan RFID dengan penyimpanan data digital. Penelitian [4] menerapkan RFID dan ESP32 untuk presensi guru berbasis web, sedangkan penelitian [6] mengintegrasikan RFID dengan IoT untuk monitoring kehadiran guru. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi RFID, mikrokontroler, dan aplikasi daring dapat mempercepat pencatatan dan mempermudah monitoring data kehadiran.

Meskipun demikian, kebutuhan setiap institusi pendidikan memiliki karakteristik yang berbeda. Penelitian lain telah mengembangkan presensi RFID berbasis IoT dengan notifikasi real-time [7], integrasi ESP32, RC522, MySQL, dan antarmuka web [8], serta penambahan verifikasi visual pada sistem RFID berbasis ESP32-CAM [9]. Pada konteks MI Al-Khairiyah Pengampelan, masih diperlukan evaluasi yang secara khusus mengukur fungsionalitas, response time, error rate, stabilitas operasi, dan

konektivitas sistem pada perangkat yang dikembangkan.

MI Al-Khairiyah Pengampelan merupakan salah satu satuan pendidikan yang masih menerapkan sistem absensi guru secara manual. Proses tersebut menyebabkan pencatatan kehadiran membutuhkan waktu relatif lama, rekapitulasi data dilakukan secara berkala, serta monitoring kehadiran belum dapat dilakukan secara langsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem administrasi kehadiran yang digunakan belum sepenuhnya mendukung kebutuhan digitalisasi administrasi sekolah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem absensi online menggunakan kartu RFID berbasis ESP32 yang mampu melakukan identifikasi pengguna secara otomatis, mengirimkan data ke server secara real-time, serta menampilkan informasi kehadiran melalui aplikasi berbasis web. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efektivitas proses absensi, meminimalkan kesalahan pencatatan, mempercepat pengelolaan data, serta mendukung digitalisasi administrasi di lingkungan MI Al-Khairiyah Pengampelan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan sehingga perangkat dapat mengumpulkan, bertukar, dan memproses data secara otomatis. Dalam pendidikan, IoT menjadi salah satu teknologi pendukung smart education dan dapat dimanfaatkan untuk monitoring serta otomatisasi administrasi [1], [2].

Penerapan IoT pada sistem absensi memungkinkan pencatatan data dilakukan secara cepat, informasi kehadiran tersedia lebih segera, dan basis data dapat diperbarui secara otomatis setelah identifikasi pengguna. Penerapan pendekatan tersebut telah digunakan pada berbagai sistem presensi pendidikan berbasis RFID [3], [7].

2.2. Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan komunikasi radio antara tag dan reader. Pada sistem presensi, identitas unik dari kartu RFID dibaca oleh modul reader dan diteruskan ke mikrokontroler untuk diproses. Implementasi RFID pada sistem absensi berbasis ESP32 telah banyak digunakan karena proses identifikasi dapat dilakukan secara cepat dan terintegrasi dengan pencatatan digital [3], [5].

Dalam sistem absensi, RFID berfungsi sebagai media autentikasi pengguna. Setelah UID kartu dibaca, sistem melakukan pencocokan identitas dan mengirimkan data kehadiran ke penyimpanan digital atau aplikasi monitoring. Pendekatan ini digunakan pada sistem presensi guru maupun siswa berbasis web dan IoT [4], [7].

2.3. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler dari Espressif Systems yang mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth serta berbagai antarmuka komunikasi untuk integrasi sensor dan modul eksternal. Kemampuan tersebut menjadikannya sesuai sebagai pusat kendali pada aplikasi Internet of Things [10].

Pada penelitian ini, ESP32 menerima UID dari RFID reader MFRC522, memproses informasi identitas pengguna, dan mengirimkan data absensi ke server melalui Wi-Fi. Arsitektur sejenis juga digunakan pada sistem presensi RFID yang mengintegrasikan ESP32 dengan basis data dan aplikasi web [3], [8].

2.4. Sistem Absensi Berbasis Web

Sistem absensi berbasis web merupakan aplikasi yang digunakan untuk menyimpan, mengolah, dan menyajikan data kehadiran secara digital. Integrasi perangkat presensi dengan aplikasi web memungkinkan administrator memantau data yang dikirim oleh perangkat secara lebih cepat dan terpusat [4], [8]. Pada penelitian ini, data disimpan menggunakan MySQL sebagai basis data [11].

Integrasi aplikasi web dengan perangkat IoT memungkinkan data absensi dikirim setelah pengguna melakukan autentikasi menggunakan kartu RFID. Data selanjutnya disimpan pada server dan ditampilkan pada halaman monitoring sehingga rekapitulasi tidak lagi bergantung pada pencatatan manual [3], [8].

2.5. Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terbaru menunjukkan efektivitas kombinasi RFID, ESP32, dan aplikasi daring. Penelitian [3] membangun sistem absensi otomatis menggunakan RFID dan ESP32 dengan tampilan LCD dan basis data. Penelitian [4] mengembangkan aplikasi presensi guru otomatis berbasis RFID dengan integrasi ESP32 dan aplikasi web. Penelitian [8] juga menerapkan ESP32, RC522, MySQL, dan antarmuka web untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan kehadiran.

Penelitian [7] menambahkan komunikasi real-time pada sistem presensi RFID berbasis IoT, sedangkan penelitian [9] menunjukkan pengembangan sistem RFID dan ESP32-CAM dengan notifikasi real-time. Berdasarkan penelitian tersebut, pengembangan pada penelitian ini difokuskan pada implementasi sistem untuk absensi guru di MI Al-Khairiyah Pengampelan sekaligus pengujian fungsional, response time, error rate, stabilitas, dan konektivitas sebagai indikator kinerja prototipe.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Waterfall. Model Waterfall dipilih karena memiliki tahapan berurutan dan

terdokumentasi, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga evaluasi. Pendekatan sekuensial tersebut sesuai untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan utama yang telah diidentifikasi pada awal proses [12], [13].

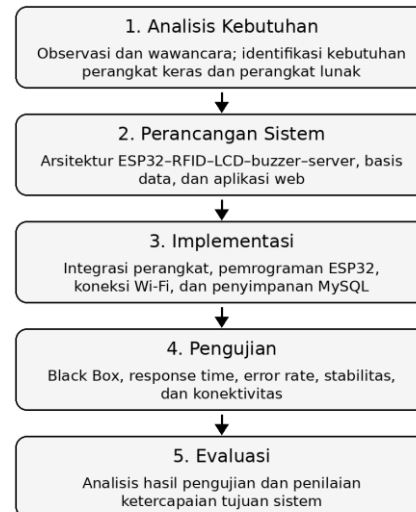
Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem absensi guru di MI Al-Khairiyah Pengampelan melalui observasi dan wawancara. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses absensi masih dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu yang relatif lama, berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, dan belum mendukung monitoring kehadiran secara real-time.

Tahap kedua adalah perancangan sistem, yang meliputi desain arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas ESP32 sebagai pusat kendali, RFID MFRC522 sebagai pembaca kartu, LCD 16×2 I2C sebagai media informasi, buzzer sebagai indikator, serta kartu RFID sebagai media identifikasi. Perangkat lunak dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web yang terhubung dengan basis data MySQL [11] melalui jaringan Wi-Fi. Pada tahap ini juga dirancang alur komunikasi data antara perangkat dan server sehingga proses absensi dapat berlangsung secara otomatis.

Tahap ketiga adalah implementasi sistem, yaitu proses integrasi seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak. ESP32 diprogram untuk membaca identitas kartu RFID, memproses data pengguna, kemudian mengirimkan informasi ke server melalui jaringan internet. Selanjutnya, data disimpan ke dalam database dan ditampilkan pada aplikasi web sehingga administrator dapat memantau kehadiran guru secara real-time.

Tahap keempat adalah pengujian sistem untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai kebutuhan. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan Black Box Testing, yaitu pengujian berdasarkan masukan dan keluaran sistem tanpa bergantung pada struktur internal kode [14], [15]. Selain pengujian fungsional, dilakukan pengujian response time, error rate, stabilitas sistem, dan integrasi komunikasi antara ESP32 dengan aplikasi berbasis web. Parameter tersebut digunakan untuk menilai keandalan prototipe dalam kondisi pengujian.

Tahap terakhir adalah evaluasi, yaitu menganalisis hasil pengujian untuk mengetahui apakah sistem telah memenuhi tujuan penelitian. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem, meliputi kecepatan proses absensi, ketepatan pencatatan data, kemudahan monitoring, serta efisiensi administrasi. Hasil evaluasi menjadi dasar untuk menyimpulkan tingkat keberhasilan sistem absensi online berbasis RFID dan ESP32 dalam mendukung digitalisasi administrasi kehadiran guru.



Gambar 1. Flowchart Metode Waterfall

Arsitektur sistem menghubungkan RFID reader MFRC522 dengan ESP32 sebagai pusat pemrosesan. Setelah UID kartu dibaca dan diverifikasi, ESP32 mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi ke server aplikasi, kemudian data disimpan pada basis data MySQL dan ditampilkan pada aplikasi web. Skema hubungan komponen perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Hasil implementasi sistem merupakan realisasi dari tahap perancangan yang telah dijelaskan pada Bab III. Sistem absensi online berhasil dibangun dalam bentuk perangkat yang terdiri dari ESP32 sebagai pengendali utama, RFID Reader MFRC522 sebagai perangkat pembaca kartu identitas guru, LCD 16x2 I2C sebagai media tampilan informasi, buzzer sebagai indikator suara, serta aplikasi web yang terhubung dengan database MySQL sebagai media penyimpanan dan monitoring data absensi. Seluruh komponen tersebut diintegrasikan melalui jaringan internet sehingga mampu membentuk sistem absensi yang bekerja secara otomatis dan real-time.

Secara umum, sistem yang dikembangkan telah mampu beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu melakukan pencatatan kehadiran guru secara otomatis menggunakan kartu RFID sebagai media identifikasi. Ketika kartu RFID ditempelkan pada RFID Reader, sistem akan membaca UID kartu, memverifikasi data pengguna melalui ESP32, kemudian mengirimkan data kehadiran ke database melalui jaringan Wi-Fi. Selanjutnya, informasi absensi ditampilkan pada LCD dan tersimpan secara otomatis pada database sehingga dapat dipantau melalui aplikasi web oleh pihak administrator sekolah. Dengan demikian, sistem absensi online berbasis RFID dan ESP32 ini mampu meningkatkan efektivitas, akurasi, dan efisiensi pengelolaan data kehadiran guru di MI Al-Khairiyah Pengampelan.

dibandingkan dengan metode absensi manual yang digunakan sebelumnya.

4.2. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merealisasikan rancangan sistem yang telah dijelaskan pada Bab III ke dalam bentuk perangkat absensi online berbasis RFID dan ESP32. Tahapan implementasi dimulai dari proses perakitan komponen elektronik, pengkabelan antar perangkat, pemasangan modul pada media yang telah disediakan, hingga pengujian fungsi setiap komponen untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan.

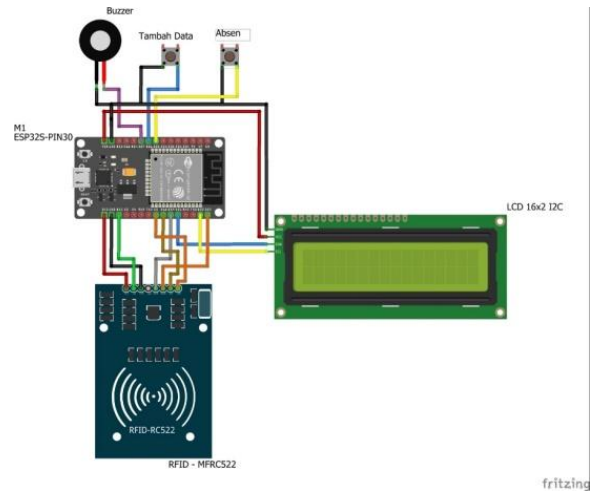
ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali sistem yang bertugas mengolah data dari RFID Reader, mengendalikan perangkat output, serta mengirimkan data absensi ke database melalui jaringan internet. ESP32 dihubungkan dengan RFID Reader MFRC522 menggunakan antarmuka SPI (Serial Peripheral Interface) yang memungkinkan proses komunikasi data berlangsung dengan cepat dan stabil. RFID Reader ditempatkan pada bagian depan perangkat absensi sehingga mudah digunakan oleh guru saat melakukan proses absensi menggunakan kartu RFID.

RFID Reader MFRC522 berfungsi membaca UID (Unique Identifier) yang terdapat pada kartu RFID. Ketika kartu RFID ditempelkan pada RFID Reader, data UID akan dikirimkan ke ESP32 untuk dilakukan proses verifikasi. Apabila UID yang terbaca sesuai dengan data yang telah terdaftar dalam sistem, maka proses absensi akan dilanjutkan dan data kehadiran guru akan dikirimkan ke database secara otomatis.

LCD 16x2 I2C digunakan sebagai media tampilan informasi pada sistem absensi. LCD dihubungkan ke ESP32 melalui jalur komunikasi I2C sehingga penggunaan pin menjadi lebih efisien. LCD berfungsi menampilkan berbagai informasi seperti status koneksi Wi-Fi, instruksi penggunaan sistem, nama guru yang melakukan absensi, serta notifikasi berhasil atau gagal saat proses absensi berlangsung.

Selain LCD, sistem juga dilengkapi dengan buzzer sebagai indikator suara. Buzzer akan menghasilkan bunyi pendek ketika proses absensi berhasil dilakukan dan data berhasil tersimpan pada database. Sebaliknya, buzzer akan memberikan bunyi peringatan apabila kartu RFID yang digunakan tidak terdaftar dalam sistem atau terjadi kesalahan saat proses pembacaan kartu.

Push button digunakan sebagai tombol kontrol yang berfungsi untuk membantu proses pengaturan sistem, seperti pendaftaran kartu RFID baru atau pengoperasian menu tertentu yang terdapat pada perangkat absensi. Penggunaan push button memudahkan administrator dalam melakukan pengelolaan sistem secara langsung tanpa harus mengubah program utama.



Gambar 2. Skema Hardware

Seluruh komponen dirangkai menggunakan kabel jumper dan dipasang pada PCB Dot Matrix agar susunan rangkaian menjadi lebih rapi dan stabil. Penggunaan PCB juga bertujuan untuk mengurangi risiko terjadinya gangguan koneksi yang dapat mempengaruhi kinerja sistem selama digunakan.

Sumber daya sistem berasal dari adaptor DC yang digunakan untuk menyuplai kebutuhan tegangan seluruh komponen elektronik. Tegangan tersebut kemudian didistribusikan ke ESP32, RFID Reader, LCD, dan buzzer sesuai dengan kebutuhan masing-masing perangkat sehingga sistem dapat beroperasi secara optimal.



Gambar 3. Implementasi Perangkat Keras Sistem

Hasil implementasi perangkat keras menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. RFID Reader mampu membaca UID kartu RFID secara akurat, ESP32 dapat memproses data dan mengirimkannya ke database melalui jaringan Wi-Fi, LCD mampu menampilkan informasi absensi secara jelas, serta buzzer dapat memberikan notifikasi sesuai kondisi sistem. Dengan demikian, perangkat keras sistem absensi online berbasis RFID dan ESP32 yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan dan siap digunakan untuk mendukung proses absensi guru secara otomatis di MI Al-Khairiyah Pengampelan.

4.3. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi pada sistem absensi online berbasis RFID dan ESP32 berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian meliputi aspek fungsionalitas aplikasi, kecepatan pengiriman data (response time), tingkat kesalahan (error rate), stabilitas sistem, serta konektivitas antara perangkat keras dan aplikasi berbasis web. Seluruh pengujian dilakukan setelah proses implementasi perangkat keras dan perangkat lunak selesai sehingga hasil yang

diperoleh dapat menggambarkan performa sistem secara menyeluruh.

4.4. Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk mengetahui apakah setiap fitur sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi. Pengujian difokuskan pada pembacaan kartu RFID, autentikasi pengguna, pengiriman data ke server, penyimpanan data pada basis data, serta penampilan informasi kehadiran melalui aplikasi web [14].

Tabel 1. Hasil Pengujian Aplikasi Web

No	Pengujian	Aksi	Respon	Waktu	Keterangan
1	Absensi Masuk	Tap RFID	Data tersimpan & tampil di web	±1 detik	Berhasil
2	Absensi Keluar	Tap RFID	Data update ke database	±1 detik	Berhasil
3	Tampilan Dashboard	Refresh halaman	Data terbaru muncul	Real-time	Berhasil
4	Validasi Guru	RFID tidak terdaftar	Ditolak sistem	±1–2 detik	Berhasil
5	Koneksi Internet Terputus	WiFi mati	Data tidak terkirim	-	Gagal

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik. Ketika kartu RFID ditempelkan pada RFID reader, sistem berhasil mengenali identitas pengguna, memproses data menggunakan ESP32, kemudian mengirimkan data ke server melalui jaringan Wi-Fi. Selanjutnya, data absensi tersimpan pada database MySQL dan langsung ditampilkan pada halaman monitoring berbasis web tanpa ditemukan kesalahan fungsional.

4.5. Pengujian Response Time

Pengujian response time bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem sejak kartu RFID dibaca hingga informasi kehadiran tersimpan dan ditampilkan pada aplikasi web. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk memastikan konsistensi kinerja sistem pada kondisi operasional.

Tabel 2. Hasil Response Time

No	Pengujian	Waktu (detik)
1	Pengujian 1	1.2
2	Pengujian 2	1.1
3	Pengujian 3	1.3
4	Pengujian 4	1.0
5	Pengujian 5	1.2

Berdasarkan lima kali pengujian, waktu respons berada pada rentang 1,0–1,3 detik dengan rata-rata 1,16 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa pada kondisi pengujian, komunikasi antara ESP32, jaringan Wi-Fi, server, dan basis data dapat mendukung pencatatan kehadiran secara real-time. Nilai tersebut berlaku pada konfigurasi jaringan yang digunakan selama pengujian dan dapat berubah apabila kualitas koneksi berbeda.

4.6. Pengujian Error Rate

Pengujian error rate dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam

membaca kartu RFID dan mengirimkan data ke database tanpa mengalami kegagalan proses. Parameter yang diamati meliputi keberhasilan pembacaan kartu, proses autentikasi, serta pengiriman data menuju server.

Tabel 3. Hasil Pengujian Error Rate

No	Pengujian	Status / Catatan
1	Absensi	Berhasil
2	Absensi	Berhasil
3	Absensi	Gagal (penyebab spesifik tidak dicatat)
4	Absensi	Berhasil
5	Absensi	Berhasil

Dari lima percobaan pada Tabel 3, empat percobaan berhasil dan satu percobaan gagal, sehingga tingkat keberhasilan pada sampel pengujian ini sebesar 80%. Penyebab spesifik kegagalan pada percobaan ke-3 tidak dicatat sebagai variabel terpisah, sehingga penelitian ini tidak menetapkan satu penyebab secara definitif. Berdasarkan rancangan dan hasil pengujian koneksi pada Tabel 1, proses absensi bergantung pada dua tahap utama, yaitu keberhasilan pembacaan kartu oleh RFID reader dan keberhasilan pengiriman data melalui Wi-Fi. Karena itu, jarak atau posisi kartu terhadap reader serta kestabilan koneksi merupakan variabel operasional yang perlu dikontrol pada pengujian lanjutan. Temuan satu kegagalan ini dicatat sebagai keterbatasan prototipe, bukan diabaikan sebagai hasil yang tidak signifikan.

4.7. Pengujian Stabilitas Sistem

Pengujian stabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam beroperasi secara terus-menerus tanpa mengalami gangguan fungsi maupun penurunan performa. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem secara berulang menggunakan beberapa kali proses absensi.

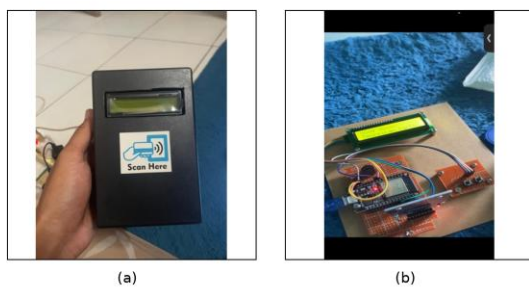
Tabel 4. Hasil Pengujian Stabilitas

No	Durasi	Jumlah Scan	Status
1	1 Jam	50	Stabil
2	2 Jam	100	Stabil
3	4 Jam	200	Stabil
4	8 Jam	400	Stabil

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa sistem tetap dapat membaca kartu RFID, memproses data, dan mengirimkan informasi ke server selama skenario pengujian hingga 8 jam dengan total 400 kali pemindaian. Tidak ditemukan gangguan fungsi pada skenario stabilitas tersebut. Hasil ini menunjukkan stabilitas prototipe pada kondisi pengujian, namun pengujian jangka panjang dan pada variasi kualitas jaringan masih diperlukan sebelum penerapan operasional yang lebih luas.

4.8. Pengujian Koneksi Sistem

Pengujian koneksi bertujuan memastikan komunikasi data antara ESP32, jaringan Wi-Fi, server, dan basis data berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengamati proses sejak kartu RFID dipindai hingga data diterima aplikasi web. Dokumentasi unit dan kondisi perangkat saat pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dokumentasi Pengujian Perangkat

Hasil pengujian koneksi menunjukkan bahwa sistem dapat mengirimkan data melalui jaringan internet menuju server ketika koneksi Wi-Fi tersedia. Sebaliknya, skenario Wi-Fi terputus pada Tabel 1 menyebabkan data tidak terkirim. Temuan tersebut menunjukkan bahwa konektivitas jaringan merupakan dependensi penting sistem dan perlu dipertimbangkan, misalnya melalui mekanisme penyimpanan sementara (buffer) atau sinkronisasi ulang pada pengembangan berikutnya.

5. KESIMPULAN

Sistem absensi online berbasis RFID dan ESP32 berhasil diimplementasikan untuk mencatat kehadiran guru dan menampilkan data melalui aplikasi web. Pengujian fungsional menunjukkan fitur utama bekerja sesuai skenario ketika koneksi tersedia. Rata-rata response time dari lima pengujian sebesar 1,16 detik, sedangkan pengujian error rate menghasilkan empat keberhasilan dari lima percobaan. Pengujian stabilitas menunjukkan prototipe tetap beroperasi hingga 8 jam dengan 400 kali pemindaian pada

kondisi pengujian. Satu kegagalan pada pengujian error rate dan kegagalan pengiriman data ketika Wi-Fi terputus menunjukkan bahwa keandalan pembacaan RFID dan konektivitas jaringan masih perlu diperhatikan. Dengan demikian, prototipe dapat mendukung digitalisasi administrasi absensi guru di MI Al-Khairiyah Pengampelan, tetapi pengujian lanjutan dengan jumlah percobaan lebih besar, variasi jarak pembacaan, kondisi jaringan berbeda, dan mekanisme penyimpanan sementara diperlukan sebelum penerapan operasional yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Badshah, A. Ghani, A. Daud, A. Jalal, M. Bilal, and J. Crowcroft, "Towards Smart Education through Internet of Things: A Survey," *ACM Computing Surveys*, vol. 56, no. 2, Art. no. 26, 2024, doi: 10.1145/3610401.
- [2] A. Ferreira, W. Oliveira, R. de Amorim Silva, J. Hamari, and S. Isotani, "Internet of Things for Smart Education: A Systematic Literature Review," in *Proc. 2024 IEEE Int. Conf. Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2024, pp. 179–181, doi: 10.1109/ICALT61570.2024.00058.
- [3] S. Kahar and T. Thamrin, "Sistem Absensi Otomatis menggunakan Radio Frequency Identification berbasis Mikrokontroler ESP32," *TSAQOFAH*, vol. 5, no. 4, pp. 3539–3550, 2025, doi: 10.58578/tsaqofah.v5i4.6397.
- [4] D. M. Huda, S. Fitri, and S. Sarmidi, "Rancang Bangun Aplikasi Presensi Guru Otomatis dengan Menggunakan Teknologi Radio Frequency Identification (RFID)," *Computer Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 98–107, 2025, doi: 10.58477/cj.v3i2.316.
- [5] A. Yadav, P. Dalvi, and H. Juwale, "RFID-Based Attendance Management System Using ESP32 and Google Sheets," *The Voice of Creative Research*, vol. 7, no. 2, pp. 419–429, 2025, doi: 10.53032/tvcr/2025.v7n2.51.
- [6] Jupriyanto, L. Maulana, K. Udayono, and E. Permana, "Implementasi Sistem Presensi Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan Platform Blynk di SMK Cendikia Rancakalong," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 17, no. 1, pp. 14–29, 2024, doi: 10.47561/a.v17i1.259.
- [7] M. Y. Widsono and Nuroji, "Perancangan Teknologi Radio Frequency Identification Dalam Sistem Presensi Peserta Didik Berbasis Internet of Things di Sekolah Menengah Pertama Sejahtera 2 Cileungsi," *Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, pp. 125–147, 2025, doi: 10.29240/arcitech.v5i1.13968.
- [8] P. A. Hutabarat, O. Pribadi, and Hendri, "Implementation of RFID Technology for an Efficient Student Attendance and Presence Management System at STMIK TIME

- Campus,” *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, vol. 5, no. 1, pp. 511–517, 2025, doi: 10.59934/jaiea.v5i1.1381.
- [9] F. I. Azmi and E. I. H. Ujianto, “Sistem Absensi Otomatis Menggunakan RFID dan ESP32-CAM dengan Real-Time Notification,” *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 7, no. 2, pp. 479–489, 2025, doi: 10.30865/json.v7i2.9312.
- [10] Espressif Systems, *ESP32 Series Datasheet, Version 5.0*, Shanghai, China, 2024.
- [11] Oracle Corporation, *MySQL 8.4 Reference Manual*. Austin, TX, USA: Oracle Corporation, 2024.
- [12] M. Al Fajar, M. H. Dar, and Rohani, “Application of Waterfall Model in Development of Family Planning Participants Information System,” *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 679–686, 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i2.11387.
- [13] R. D. Irawan, M. Adha, M. P. Sadana, Z. D. K. Washilatul Arba’ah, and E. Utami, “Modeling of the IDRESM Electronic Journal Publication Portal Using the Waterfall Model,” *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 3, no. 6, pp. 1539–1547, 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.6.349.
- [14] M. N. Huda, M. Burhan, A. Satibi, H. A. Pradita, A. Saifudin, and I. Kusyadi, “Implementasi Black Box Testing pada Aplikasi Sistem Kasir dengan Menggunakan Teknik Equivalence Partitions,” *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, vol. 5, no. 2, pp. 120–127, 2022, doi: 10.32493/jtsi.v5i2.17645.
- [15] D. Corradini, A. Zampieri, M. Pasqua, E. Viglianisi, M. Dallago, and M. Ceccato, “Automated Black-Box Testing of Nominal and Error Scenarios in RESTful APIs,” *Software Testing, Verification and Reliability*, vol. 32, no. 5, Art. no. e1808, 2022, doi: 10.1002/stvr.1808.