



Sistem Presensi Otomatis untuk Gereja dengan Teknologi RFID dan Penyimpanan Data Terstruktur

Andra Matarisman*, Khoirur Rozikin, Toni Wijanarko Adi Putra

Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Indonesia

Email: matarismanandra@gmail.com*, khoirur@stekom.ac.id, toni.wijanarko@stekom.ac.id

Keywords:

ESP32; Firebase Realtime Database; Internet of Things; Radio Frequency Identification; Attendance System

Abstract

The Sidang Jemaat Kristus Church (GSJK) Palangkaraya still implements a manual attendance system where officers record congregation attendance during worship services and then input it into the system manually after the service is over. This process is prone to recording errors (human error), data duplication, and complicates periodic recapitulation. This study aims to design and build an automatic attendance system based on Radio Frequency Identification (RFID) using an ESP32 microcontroller integrated with the Firebase Realtime Database and a web-based monitoring dashboard. The development method used is a prototype model. The hardware is designed using an RC522 RFID module, ESP32, a 16x2 I2C LCD, and a piezo buzzer. The software consists of C++-based ESP32 firmware and a web dashboard based on HTML, CSS, and JavaScript. System testing was carried out using the black box testing method in 48 scenarios with a 100% success rate. The results of the feasibility validity test by expert lecturers obtained an average score of 4.0 out of 4.0 (Very Feasible), and the user acceptance test (UAT) obtained a score of 3.93 out of 4.00 (Very Feasible). This system successfully recorded congregation attendance in less than one second with an average data sync latency to Firebase of 0.6 seconds, eliminating manual data entry.

Kata Kunci:

ESP32; Firebase Realtime Database; Internet of Things; Radio Frequency Identification; Sistem Presensi

Abstrak

Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya masih menerapkan sistem presensi manual di mana petugas mencatat kehadiran jemaat saat ibadah berlangsung lalu menginputnya ke sistem secara manual setelah ibadah selesai. Proses ini rentan terhadap kesalahan pencatatan (*human error*), duplikasi data, serta menyulitkan rekapitulasi secara berkala. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem presensi otomatis berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan *Firebase Realtime Database* dan dashboard monitoring berbasis web. Metode pengembangan yang digunakan adalah model prototype. Perangkat keras dirancang menggunakan modul RFID RC522, ESP32, LCD 16x2 I2C, dan piezo buzzer. Perangkat lunak terdiri dari firmware ESP32 berbasis C++ dan dashboard web berbasis HTML, CSS, dan JavaScript. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* pada 48 skenario dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil pengujian validitas kelayakan oleh dosen pakar memperoleh skor rata-rata 4.0 dari 4.0 (Sangat Layak), dan uji penerimaan pengguna (UAT) memperoleh skor 3,93 dari 4,00 (Sangat Layak). Sistem ini berhasil mencatat kehadiran jemaat dalam waktu kurang dari satu detik dengan rata-rata latensi sinkronisasi data ke Firebase sebesar 0,6 detik, serta mengeliminasi entri data manual.

PENDAHULUAN

Penerapan teknologi informasi kini meluas ke berbagai organisasi keagamaan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan data (Laudon & Laudon, 2021). Namun, pencatatan kehadiran jemaat di Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya saat ini masih dilakukan secara manual oleh petugas dengan mencatat kehadiran jemaat pada lembar daftar hadir dan kemudian akan diinputkan pada sistem saat ibadah selesai. Dengan jumlah jemaat terdaftar yang melebihi 100 orang, metode manual ini dinilai tidak efisien karena memicu pekerjaan ganda (*double-work*), rentan terhadap kesalahan *input* nama, menyulitkan rekapitulasi data secara berkala, serta menghambat majelis gereja dalam memantau keaktifan jemaat guna menyusun program pelayanan berbasis data (Kusuma Wardana dkk., 2024; Dethan dkk., 2024; Aji dkk., 2020).

Untuk mengatasi kendala tersebut, diusulkan integrasi teknologi Radio Frequency Identification (*RFID*) berbasis mikrokontroler ESP32 dengan Firebase *Realtime Database* dan *dashboard* pemantauan berbasis *web* (Finkenzeller, 2020; Moroney, 2021). Integrasi ini terbukti andal dalam mempercepat sinkronisasi data presensi secara *real-time* di berbagai sektor (Sari & Utami, 2024; Kahar & Thamrin, 2025; Akbar dkk., 2023). Meskipun demikian, studi presensi berbasis *IoT* pada organisasi keagamaan masih sangat terbatas karena mayoritas penelitian sistem informasi gereja hanya berfokus pada manajemen *database* jemaat berbasis *web* (Ananta & Somya, 2023; Simanjuntak dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan merancang sistem presensi otomatis yang ramah pengguna (*user friendly*) bagi seluruh usia jemaat, mulai dari anak-anak hingga lansia.

Berdasarkan analisis tersebut, penelitian ini bertujuan merancang purwarupa perangkat keras presensi berbasis ESP32 dan *RFID* RC522 yang terintegrasi secara *real-time* dengan Firebase *cloud database*, serta membangun *dashboard web* pemantauan jemaat yang fungsional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam penerapan *IoT* untuk tata kelola organisasi keagamaan, sekaligus mempermudah pengurus gereja dalam mengelola data kehadiran secara akurat, meminimalkan *human error*, serta memotong birokrasi entri data manual.

Sistem Presensi dan *Internet of Things* (IoT)

Sistem presensi merupakan komponen krusial dalam tata kelola administrasi organisasi modern untuk merekam tingkat kehadiran dan keaktifan anggotanya. Di era globalisasi saat ini, efisiensi administrasi menjadi salah satu indikator penting keberhasilan pengelolaan organisasi, baik profit maupun non-profit seperti lembaga keagamaan (Laudon & Laudon, 2021). Penerapan teknologi *Internet of Things* (*IoT*) hadir sebagai solusi disruptif yang mampu menghubungkan berbagai perangkat fisik, seperti sensor dan mikrokontroler, ke jaringan internet secara mulus tanpa interaksi langsung manusia (Sianturi & Sitio, 2025). Integrasi *IoT* dalam sistem kehadiran terbukti dapat memotong jalur birokrasi, mempercepat pencatatan data, serta menyediakan pengolahan data yang tersentralisasi secara otomatis.

Namun, pada Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya yang memiliki jumlah jemaat aktif terdaftar lebih dari 100 orang, proses pencatatan kehadiran saat ibadah hari Minggu masih dilakukan secara manual. Petugas administrasi harus mencatat kehadiran jemaat satu per satu pada lembar kertas daftar hadir di pintu masuk. Setelah ibadah selesai, petugas memerlukan waktu tambahan sekitar 20 hingga 30 menit untuk menginput ulang data dari kertas tersebut ke dalam komputer sekretariat. Metode manual ini tidak hanya memicu beban kerja ganda (*double-work*) bagi staf, tetapi juga rawan terhadap kesalahan pencatatan (*human error*) seperti salah pengetikan nama atau salah memasukkan tanggal, serta menyulitkan pengurus gereja untuk melakukan rekapitulasi data keaktifan jemaat secara berkala guna merancang program pembinaan rohani yang tepat sasaran (Kusuma Wardana dkk., 2024; Dethan dkk., 2024; Wicaksono & Lestari, 2024).

Radio Frequency Identification (RFID) dan Mikrokontroler ESP32

Untuk mengatasi kendala pencatatan manual tersebut, teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)* dapat diintegrasikan sebagai media pemindai kehadiran otomatis. *RFID* bekerja menggunakan modul transceiver untuk memancarkan gelombang radio dan membaca identitas unik (UID) dari kartu atau *tag* jemaat secara nirkabel tanpa kontak fisik (Finkenzeller, 2020). Penggunaan kartu *RFID* sangat ramah pengguna (user-friendly) untuk seluruh usia jemaat, dari anak-anak hingga lansia. Data UID dari modul pembaca kartu (*reader*) kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32, sebuah chip murah dengan konsumsi daya rendah yang telah dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* bawaan terintegrasi (Chandra & Amrizal, 2023). Hal ini memungkinkan ESP32 mengirimkan data kehadiran jemaat langsung ke *cloud database* tanpa memerlukan komputer perantara (Pratama & Handoko, 2022).

Firestore Database dan Dashboard Web

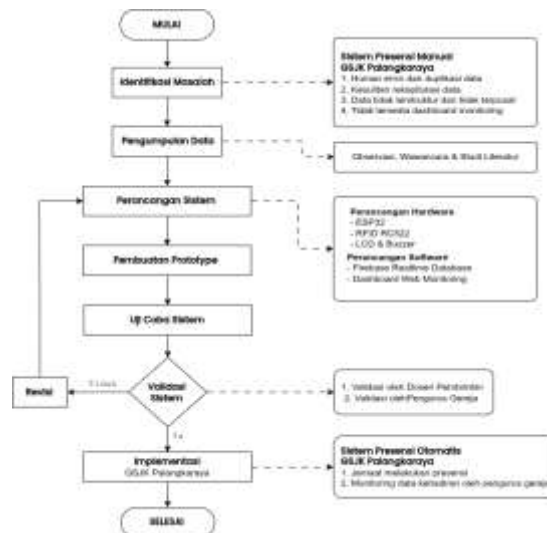
Sebagai media penyimpanan data terpusat, *Firestore Realtime Database* digunakan karena kemampuannya dalam melakukan sinkronisasi data secara *real-time* melalui protokol WebSockets. *Firestore* menyajikan data dalam struktur *NoSQL* berbasis *JSON Tree* yang sangat fleksibel dan efisien dalam pertukaran data (Moroney, 2021). Data presensi yang masuk kemudian divisualisasikan melalui *dashboard web* administrator yang dirancang interaktif menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript terintegrasi *Firestore Web SDK* (Sari & Utami, 2024). *Dashboard* ini memungkinkan pengurus gereja memantau kehadiran jemaat yang masuk secara instan, mengelola *database* jemaat secara dinamis melalui fitur CRUD, mendaftarkan kartu baru, serta mengunduh laporan bulanan secara otomatis (Sari & Gunawan, 2023).

Kajian Penelitian Relevan

Penelitian mengenai sistem presensi berbasis *IoT* telah banyak dikembangkan. Penelitian oleh Akbar dkk. (2023) menggunakan *RFID* untuk absensi mahasiswa, namun sistem tersebut belum memiliki fitur deteksi duplikasi kehadiran pada hari yang sama dan tidak dirancang untuk pengguna lintas usia. Selanjutnya, penelitian oleh Aji dkk. (2020) merancang alat presensi pegawai dengan ESP8266, namun memiliki kelemahan pada latensi pengiriman data yang lambat dan ketiadaan fitur manajemen registrasi kartu baru di *dashboard*. Di sisi lain, digitalisasi presensi gereja oleh Dethan dkk. (2024) dan Kusuma Wardana dkk. (2024) membuktikan efisiensi administrasi, namun sistem mereka masih mengandalkan entry data semi-manual di website dan belum menggunakan *hardware* pemindai kartu otomatis di lapangan (Simanjuntak & Siregar, 2024). Penelitian oleh Sari dan Utami (2024) serta Pradiptayasa Agustana (2025) menegaskan keandalan integrasi *RFID* dengan *Firestore*, namun pengujian hanya dibatasi pada fungsional dasar tanpa menganalisis batasan skalabilitas *database* dan proteksi keamanan aturan *database rules*.

Kerangka Berpikir

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat research gap di mana penelitian sebelumnya belum menyajikan integrasi sistem presensi *IoT* yang memiliki sistem manajemen registrasi kartu belum terdaftar (kartu pending) secara langsung di *dashboard*, fitur pencegahan presensi ganda otomatis (anti-duplikasi), serta pembatasan keamanan *database rules* yang ketat untuk melindungi privasi data jemaat. Novelty penelitian ini terletak pada integrasi sistem presensi *RFID* berbasis ESP32 dengan fitur penampung kartu pending otomatis dan pencegahan tap ganda dalam satu hari, yang dibungkus dalam antarmuka *dashboard web* yang dirancang dengan navigasi sederhana agar ramah untuk pengguna lintas usia di GSJK Palangkaraya (Wibowo & Saputra, 2025). Urgensi penelitian ini adalah memotong durasi *input* manual jemaat dari 20-30 menit menjadi instan (< 1 detik per tap), menghasilkan basis data kehadiran jemaat yang valid untuk mendukung pengambilan keputusan pengurus gereja, serta memberikan implikasi praktis berupa otomatisasi administrasi keagamaan yang andal.



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian
Sumber: Olahan Penulis, 2026

METODE PENELITIAN

Tempat, Objek, dan Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya yang berlokasi di Jl. Pangeran Samudra III, Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874. GSJK Palangkaraya merupakan organisasi keagamaan yang secara rutin menyelenggarakan kegiatan ibadah dengan jumlah jemaat terdaftar lebih dari 100 orang. Saat ini, proses pencatatan kehadiran jemaat di GSJK Palangkaraya masih dilakukan secara manual oleh petugas. Petugas mencatat nama-nama jemaat yang hadir saat ibadah berlangsung, kemudian data tersebut dilaporkan kepada pengurus gereja dan diinput ke dalam sistem administrasi gereja secara manual. Metode ini dinilai kurang efektif karena melibatkan dua tahap pekerjaan yang sama (double work) dan berisiko terjadi kesalahan *input* data. Pemilihan GSJK Palangkaraya sebagai objek penelitian didasarkan pada kebutuhan akan sistem pencatatan kehadiran jemaat yang lebih efisien, akurat, dan terintegrasi sehingga dapat meminimalisir kesalahan pencatatan serta mempermudah pengurus gereja dalam melakukan rekapitulasi data kehadiran jemaat.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tiga pendekatan, yaitu observasi, wawancara, dan studi literatur. Pertama, observasi dilakukan secara langsung terhadap proses pencatatan kehadiran jemaat di GSJK Palangkaraya secara partisipatif. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses presensi yang berjalan saat ini, di antaranya: 1) waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *input* data kehadiran jemaat berkisar antara 20 sampai 30 menit setelah ibadah selesai; 2) terjadi kesalahan *input* data ketika terdapat jemaat dengan nama yang sama atau ketika petugas pencatat hanya menuliskan nama panggilan jemaat sehingga menyulitkan proses identifikasi; 3) terjadi inkonsistensi data ketika petugas yang melakukan pencatatan dan *input* data adalah orang yang berbeda, sehingga interpretasi terhadap nama jemaat dapat berbeda-beda; serta 4) adanya keterlambatan *input* data karena petugas sering lupa untuk menginput data pada hari ibadah yang sama akibat beban kerja yang menumpuk.

Kedua, Peneliti melakukan wawancara dengan penatua dan pengurus gereja yang berperan sebagai administrator data di GSJK Palangkaraya. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mendalam terkait proses presensi yang berjalan saat ini, kendala yang dihadapi dalam pengelolaan data kehadiran jemaat, serta kebutuhan terhadap sistem presensi baru yang akan dikembangkan. Hasil wawancara menjadi acuan dalam menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

Ketiga, Peneliti mengumpulkan referensi dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, dan dokumentasi resmi terkait teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)*, mikrokontroler ESP32, Firebase *Realtime Database*, serta pengembangan *dashboard* berbasis *web* sebagai dasar teori dalam pengembangan sistem.

Prosedur Pengembangan *Prototype*

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model *prototype*. Menurut Pressman & Maxim (2020), model *prototype* merupakan model prosedural yang bersifat deskriptif, yaitu model yang menggariskan langkah-langkah yang harus diikuti secara berurutan untuk menghasilkan sebuah produk sistem. Model *prototype* dipilih dalam penelitian ini karena memungkinkan peneliti untuk membangun versi awal sistem secara cepat, mengujinya, kemudian melakukan perbaikan secara iteratif berdasarkan hasil evaluasi hingga sistem mencapai kondisi yang diharapkan. Pendekatan ini sangat sesuai untuk pengembangan sistem berbasis *IoT* seperti sistem presensi otomatis, di mana pengujian komponen perangkat keras dan perangkat lunak perlu dilakukan secara berulang sebelum sistem siap diimplementasikan (Pressman & Maxim, 2020; Oktovialenta dkk., 2025). Selain itu, model *prototype* dipilih karena pengujian sistem dilakukan dalam skala terbatas menggunakan beberapa kartu *RFID* sebagai sampel, sehingga sistem yang dihasilkan merupakan purwarupa untuk pembuktian konsep, bukan produk yang langsung diimplementasikan secara menyeluruh di lingkungan GSJK Palangkaraya.

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini mengikuti tahapan model *prototype* yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan sistem presensi otomatis di GSJK Palangkaraya (Pressman & Maxim, 2020): 1) Identifikasi Masalah: mengidentifikasi permasalahan pada sistem presensi manual; 2) Pengumpulan Data: melalui observasi langsung, wawancara, dan studi literatur; 3) Perancangan Sistem: meliputi perancangan perangkat keras (ESP32, RC522, LCD, *buzzer*) dan perangkat lunak (program ESP32, Firebase, *dashboard web*); 4) Pembuatan *Prototype*: perakitan perangkat keras dan penulisan program ESP32; 5) Uji Coba Sistem: pengujian fungsionalitas menggunakan kartu *RFID* secara *real-time*; 6) Validasi Sistem: pengujian kelayakan oleh dosen pakar dan pengguna; dan 7) Implementasi *Prototype*: pemasangan *prototype* di gereja.

Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam pengembangan sistem presensi otomatis. Rincian kebutuhan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali utama sistem, modul *RFID* RC522 sebagai pembaca kartu *RFID* (frekuensi 13.56 MHz), layar LCD 16x2 I2C sebagai penampil status presensi, piezo *buzzer* sebagai media umpan balik suara (indikator sukses/gagal), *breadboard* sebagai media perakitan, kabel jumper, kabel USB Micro-B sebagai catu daya, serta komputer/laptop untuk menulis kode program.

2. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

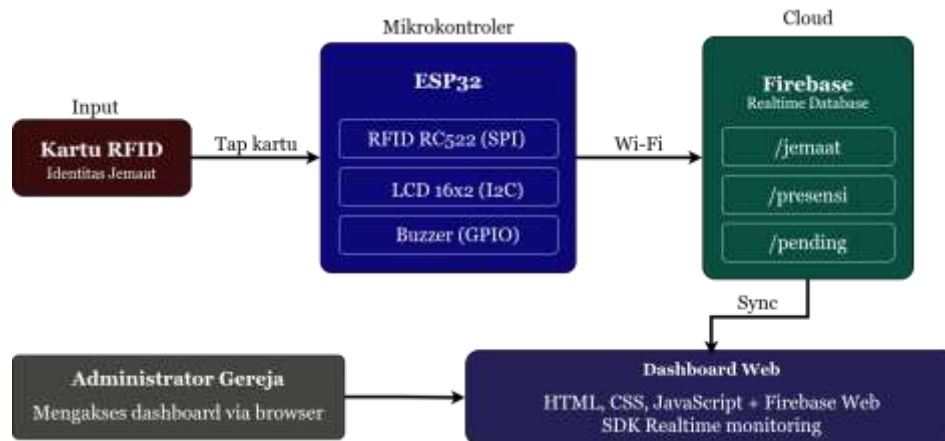
Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan terdiri dari sistem operasi Ubuntu 25.10 x86_64, Visual Studio Code dengan ekstensi *PlatformIO* IDE untuk pemrograman ESP32, Firebase *Realtime Database* untuk penyimpanan data terstruktur secara *real-time*, Firebase Authentication untuk keamanan *login* administrator, Firebase *Web* SDK, serta *web* browser (Google Chrome atau Mozilla Firefox) untuk mengakses *dashboard* monitoring.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dirancang secara menyeluruh meliputi arsitektur sistem, rangkaian perangkat keras, alur kerja perangkat lunak (*firmware*), struktur basis data, serta antarmuka pengguna *dashboard web*:

1. Perancangan Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem presensi otomatis berbasis *RFID* (Gambar 2) terintegrasi dalam empat lapisan utama. Pertama, lapisan *input* berupa kartu *RFID* (*tag*) yang memuat UID unik jemaat. Kedua, lapisan pemroses menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke sensor *RFID* RC522 (melalui SPI), LCD 16x2 I2C (melalui I2C) untuk umpan balik teks, dan piezo *buzzer* (melalui GPIO) untuk umpan balik suara. Ketiga, lapisan penyimpanan berupa *cloud* Firebase *Realtime Database* dengan struktur *NoSQL* terbagi dalam node */jemaat* (profil), */presensi* (kehadiran), dan */pending* (kartu belum terdaftar). Keempat, lapisan presentasi berupa *dashboard web* berbasis HTML, CSS, dan JavaScript terintegrasi Firebase *Web SDK* untuk pemantauan *real-time* oleh administrator gereja.

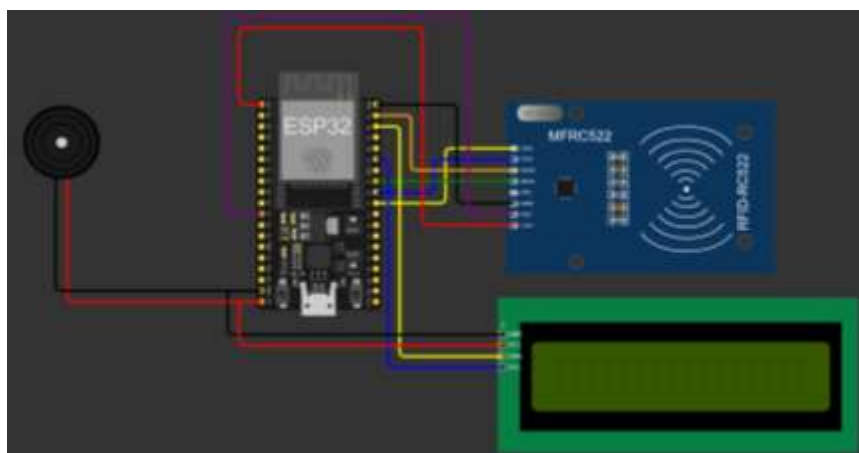


Gambar 2. Arsitektur Sistem Presensi Otomatis Berbasis *RFID*

Sumber: Olahan Penulis, 2026

2. Perancangan Rangkaian Perangkat Keras

Desain rangkaian perangkat keras (Gambar 3) menggambarkan konfigurasi pin hubungan antar komponen fisik. Modul *RFID* RC522 terhubung ke ESP32 menggunakan protokol SPI dengan rincian SDA ke GPIO 5, SCK ke GPIO 18, MOSI ke GPIO 23, MISO ke GPIO 19, dan RST ke GPIO 27. Layar LCD 16x2 I2C terhubung menggunakan protokol I2C (SDA ke GPIO 21, SCL ke GPIO 22). Piezo *buzzer* terhubung langsung ke GPIO 26 untuk memberikan umpan balik audio. Seluruh komponen fisik tersebut memperoleh suplai catu daya (VCC 3.3V/5V dan GND) langsung dari pin catu daya ESP32.

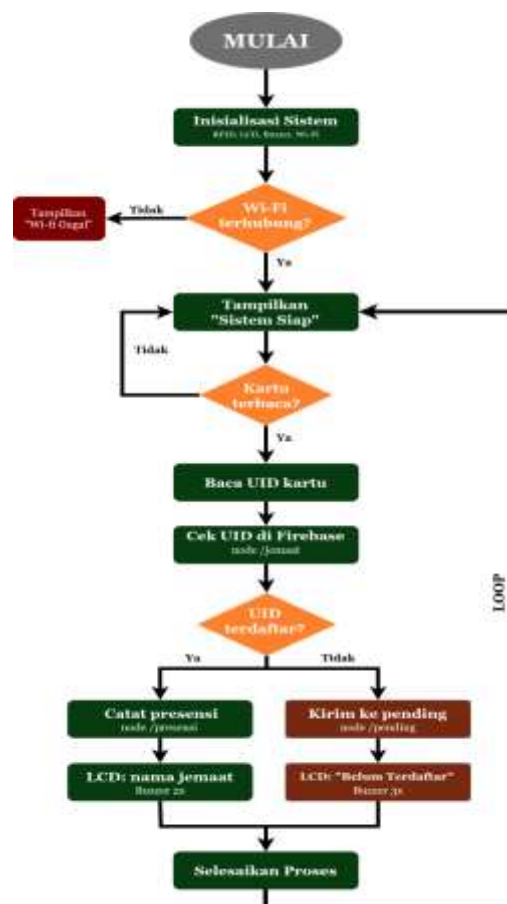


Gambar 3. Diagram *Wiring* Rangkaian *Hardware* Presensi

Sumber: Olahan Penulis, 2026

3. Perancangan Alur Kerja Perangkat Lunak

Desain proses menggambarkan alur kerja sistem dari awal pembacaan kartu *RFID* hingga data tersimpan di basis data dan ditampilkan pada *dashboard*. Alur kerja logika *firmware* ESP32 (Gambar 4) diawali dengan inisialisasi modul *RFID* RC522, LCD, *buzzer*, dan koneksi *Wi-Fi*. Jika inisialisasi *Wi-Fi* berhasil, sistem masuk ke status siap dan menampilkan "Sistem Siap" pada LCD. Saat kartu *RFID* didekatkan, ESP32 membaca UID kartu dan melakukan query pencocokan ke *database* Firebase di node /jemaat. Jika UID terdaftar, ESP32 mencatat kehadiran di node /presensi, menampilkan nama jemaat di LCD, dan membunyikan *buzzer* 2 kali (presensi sukses). Jika tidak terdaftar, UID disimpan ke node /pending, LCD menampilkan "Belum Terdaftar", dan *buzzer* berbunyi 3 kali (kartu pending). Sistem kemudian kembali ke status siap secara otomatis.



Gambar 4. Flowchart Logika Kerja Sistem Presensi
Sumber: Olahan Penulis, 2026

4. Perancangan Struktur Basis Data *NoSQL*

Penyimpanan data presensi jemaat menggunakan Firebase *Realtime Database* dengan struktur *NoSQL* berbentuk *JSON Tree*. Struktur ini dirancang secara terfragmentasi ke dalam tiga node utama, yaitu /jemaat untuk menyimpan profil jemaat terdaftar (nama, nomor jemaat, UID kartu), /presensi untuk menyimpan riwayat kehadiran harian berdasarkan tanggal ibadah, dan /pending untuk menampung UID kartu baru yang belum terdaftar agar dapat diidentifikasi secara otomatis oleh administrator.

5. Perancangan Antarmuka Sistem

Desain antarmuka dirancang untuk mempermudah interaksi antara pengguna dengan sistem presensi. Antarmuka ini terbagi menjadi antarmuka fisik pada perangkat keras (LCD 16x2 I2C) dan antarmuka *dashboard* monitoring berbasis *web*. Antarmuka perangkat keras

menampilkan status koneksi, instruksi tap, nama jemaat yang berhasil presensi, dan status kartu pending. Antarmuka *dashboard web* dirancang responsif menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript terintegrasi Firebase *Web SDK*, yang meliputi halaman *login* administrator, *dashboard* utama, data presensi jemaat, rekapitulasi kehadiran, manajemen data jemaat, serta kartu pending.

Skenario Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik sesuai skenario yang dirancang. Metode pengujian yang digunakan adalah *black box testing*, yaitu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas *input* dan output sistem tanpa menguji struktur kode program internal secara mendalam (Pressman & Maxim, 2020).

Partisipan dan Uji Validasi Kelayakan

Partisipan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu validator pakar teknis dan pengguna akhir (*User Acceptance Testing/UAT*). Uji kelayakan teknis melibatkan 1 orang dosen pakar di bidang teknologi informasi untuk memvalidasi integrasi *hardware* dan *software*. Sementara itu, uji penerimaan pengguna (*UAT*) dilakukan sebagai uji coba awal (*pilot testing*) skala terbatas dengan melibatkan 3 orang responden pengguna akhir yang terdiri atas 1 pengurus gereja (administrator *dashboard*) dan 2 orang jemaat gereja (pengguna alat presensi). Jumlah partisipan yang terbatas ini difokuskan untuk memvalidasi fungsionalitas dasar sistem sebelum diimplementasikan secara massal pada seluruh jemaat. Evaluasi menggunakan instrumen kuesioner dengan skala penilaian Likert 1 hingga 4 (1: Sangat Kurang, 2: Kurang, 3: Baik, 4: Sangat Baik). Rumus rata-rata skor dihitung menggunakan persamaan (1):

$$\text{Rata - rata Skor } X = \frac{\sum \text{Skor Jawaban}}{\text{Jumlah Indikator}} 1$$

Skor rata-rata diklasifikasikan ke dalam empat kriteria kelayakan untuk menarik kesimpulan: 3.26 - 4.00 (Sangat Layak), 2.51 - 3.25 (Layak), 1.76 - 2.50 (Cukup Layak), dan 1.00 - 1.75 (Tidak Layak). Kisi-kisi instrumen evaluasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Validasi Pakar dan Pengguna (*UAT*)

No	Kelompok Responden	Kriteria Evaluasi	Indikator Penilaian
1	Dosen Pakar Teknis (1 Orang)	Arsitektur & Integrasi	1. Stabilitas konektivitas Wi-Fi perangkat mikrokontroler ESP32. 2. Kelancaran pengiriman data presensi dari ESP32 ke Firebase. 3. Sinkronisasi data secara <i>real-time</i> pada antarmuka <i>dashboard web</i> .
2	Dosen Pakar Teknis (1 Orang)	Fungsi Hardware	1. Keandalan pembacaan kartu RFID (sensor RC522). 2. Performa output indikator fisik (tampilan LCD 16x2 dan bunyi piezo buzzer).
3	Pengurus gereja (1 Orang)	Kemudahan & Kegunaan	1. Kemudahan penggunaan alat presensi saat melakukan <i>tap</i> kartu. 2. Kecepatan respon balik alat (LCD & buzzer). 3. Kemudahan pengelolaan data jemaat di halaman <i>dashboard web</i> . 4. Efisiensi waktu pengolahan dan rekapitulasi data presensi dibandingkan metode manual.
4	Pengguna/Jemaat (2 Orang)	Visual, Informasi, & Fitur	1. Kejelasan visualisasi statistik dan data kehadiran pada <i>dashboard web</i> . 2. Keandalan fitur registrasi kartu <i>pending</i> dan mekanisme pencegahan duplikasi data (<i>anti-duplikasi</i>).

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Pengukuran Performa dan Proteksi Data

Pengukuran performa latensi sistem dilakukan melalui 50 kali pengulangan tap kartu *RFID* pada kondisi jaringan *Wi-Fi* lokal dengan kecepatan rata-rata 10 Mbps untuk mengukur durasi sinkronisasi data dari perangkat keras ESP32 hingga ter-update di basis data Firebase dan *dashboard web*. Dari aspek keamanan data dan etika penelitian, sistem dilengkapi dengan Firebase Authentication yang membatasi hak akses halaman *dashboard* hanya untuk administrator terdaftar. Keamanan Firebase *Realtime Database* diperketat menggunakan *database security rules* (*auth != null*) yang memverifikasi email admin (*auth.token.email = 'admin@gsjk.com'*) sehingga mencegah pihak luar yang tidak terotorisasi membaca atau menulis data secara langsung. Seluruh data jemaat dikumpulkan atas persetujuan pengguna (*user consent*) dan identitas jemaat dilindungi dengan hanya menyimpan informasi minimal berupa UID kartu dan nama jemaat tanpa mencantumkan data pribadi sensitif (Sari & Gunawan, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan Lapangan dan Analisis Masalah

Pada bagian ini disajikan uraian hasil temuan lapangan yang diperoleh melalui observasi langsung, wawancara mendalam, serta dokumen administrasi pada Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya sebelum pengembangan sistem. Temuan lapangan ini menjadi dasar ilmiah dan acuan spesifikasi fungsional dalam merancang model purwarupa alat presensi otomatis berbasis *RFID* serta *dashboard* pemantauan berbasis *web*. Berdasarkan observasi partisipatif yang dilakukan oleh penulis selaku petugas administrasi gereja, ditemukan beberapa karakteristik utama dari proses presensi manual yang saat ini berjalan, yaitu:

1. Alur pencatatan manual yang tidak efisien Jemaat harus mengantre untuk mencatatkan nama mereka pada lembar kertas kehadiran yang disediakan petugas di meja depan gereja sebelum ibadah dimulai, yang memicu antrean panjang sesaat sebelum ibadah dimulai.
2. Terjadinya pekerjaan ganda (*double-work*) bagi petugas Setelah ibadah selesai, petugas harus menginput ulang nama-nama jemaat dari lembar kertas tersebut secara manual satu per satu ke dalam komputer sekretariat, yang membutuhkan waktu rata-rata 20 hingga 30 menit per kegiatan ibadah.
3. Kerawanan terhadap kesalahan input (*human error*) Akibat variasi tulisan tangan jemaat pada kertas daftar hadir, petugas sering kali kesulitan membacanya sehingga berisiko salah menginput nama. Selain itu, terdapat jemaat yang memiliki nama panggilan atau nama belakang yang sama.
4. Risiko kehilangan data dan ketidakakuratan rekapitulasi Data kehadiran fisik berupa kertas rentan hilang atau rusak seiring berjalannya waktu, serta menyulitkan pengurus gereja melakukan rekapitulasi tingkat kehadiran berkala secara cepat karena data tidak terstruktur secara digital.

Rancang Bangun dan Pengembangan Sistem

Rancang bangun sistem diwujudkan melalui dua tahap pengembangan utama, yaitu perakitan purwarupa fisik perangkat keras dan pembangunan *dashboard* perangkat lunak berbasis *web*.

1. Pengembangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengembangan perangkat keras diawali dengan menghubungkan komponen fisik menggunakan kabel jumper pada *breadboard* sesuai dengan diagram *wiring* (konfigurasi *wiring*). Modul *RFID* RC522 terhubung ke ESP32 menggunakan komunikasi SPI, layar LCD 16x2 I2C terhubung melalui I2C (SDA ke GPIO 21, SCL ke GPIO 22), dan *buzzer* terhubung langsung ke pin digital GPIO 26. Hasil perakitan purwarupa fisik alat presensi ini diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Purwarupa Fisik Alat Presensi Berbasis *RFID*

Sumber: Olahan Penulis, 2026

2. Pengembangan Perangkat Lunak (*Software*)

Luaran akhir dari hasil pengembangan sistem presensi otomatis berbasis *RFID* pada Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya ini adalah berupa produk terintegrasi yang terdiri atas:

3. Purwarupa Alat Presensi Fisik Berbasis IoT

Berupa rangkaian elektronik yang dirakit secara terstruktur pada papan *breadboard*, berisi mikrokontroler ESP32, sensor *RFID* RC522, LCD 16x2 I2C, *buzzer*, dan ditenagai oleh power supply micro-USB 5V.

4. Sistem Web Dashboard Pemantauan Administrator

Sistem *web* interaktif yang terintegrasi penuh ke *database* Firebase secara *real-time* yang dapat diakses oleh pengurus gereja melalui peramban *web* desktop maupun *smartphone* untuk pengelolaan data presensi, data jemaat (CRUD), kartu pending, dan penarikan rekapitulasi laporan dalam format CSV/Excel. Tampilan antarmuka utama dari *dashboard web* administrator ditunjukkan pada Gambar 6.

ID	Nama	ID	Waktu	Status
1	Rudi Simanjuntak	JDM188	10/06/2026 08:22	Presensi
2	Rudi Situmorang	JDM185	10/06/2026 08:01	Presensi
3	Yudi Situmorang	JDM188	10/06/2026 08:03	Presensi
4	Fari Limbong	JDM182	10/06/2026 08:02	Presensi
5	Eka Pratama	JDM184	10/06/2026 08:02	Presensi
6	Sari Tampubolon	JDM185	10/06/2026 07:50	Presensi
7	Jaka Witom	JDM183	10/06/2026 07:49	Presensi
8	Yudi Surya	JDM188	10/06/2026 07:48	Presensi
9	Mega Pangaribuan	JDM188	10/06/2026 07:48	Presensi
10	Rini Wijaya	JDM180	10/06/2026 07:40	Presensi

Gambar 6. Tampilan Halaman Utama *Web Dashboard* Administrator

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Analisis Pembahasan dan Hasil Uji Coba

1. Alur Kerja dan Operasional Sistem

Alur operasional sistem presensi otomatis berjalan secara *real-time*. Pertama, administrator *login* ke *dashboard web* menggunakan akun Firebase Authentication yang terdaftar untuk membuka halaman utama pemantauan. Ketika jemaat tiba, mereka melakukan tap kartu *RFID* pada alat presensi fisik. Sensor *RC522* akan membaca *UID* kartu jemaat dan *ESP32* akan mengirimkan kueri pencocokan data ke *Firebase Realtime Database*. Jika *UID* terdaftar pada node */jemaat*, sistem mencatat kehadiran (waktu dan tanggal) ke node */presensi*, menampilkan nama jemaat pada layar *LCD 16x2*, dan *piezo buzzer* berbunyi 2 kali (presensi sukses). Apabila *UID* tidak terdaftar, data *UID* akan dikirim ke node */pending*, *LCD* menampilkan pesan "Kartu Belum Terdaftar!", dan *buzzer* berbunyi 3 kali. Administrator kemudian dapat melihat daftar kartu pending tersebut secara *real-time* di *web dashboard* dan langsung mendaftarkannya menjadi jemaat baru.

2. Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black Box Testing)

Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan seluruh fitur yang terdapat pada perangkat keras (*ESP32*, sensor *RFID*, *LCD*, *buzzer*) dan perangkat lunak (*dashboard web*, *database*, autentikasi) dapat berjalan dengan baik sesuai skenario yang direncanakan. Pengujian dilakukan terhadap 8 modul fungsional dengan total 48 skenario pengujian. Rekapitulasi hasil pengujian *black box* disajikan pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Modul Pengujian	Jumlah Skenario	Tingkat Sukses	Keterangan
1	Autentikasi (<i>Login</i>)	6	100%	Sistem <i>login</i> administrator sukses
2	Scan <i>RFID</i> (<i>ESP32</i>)	6	100%	Sensor, <i>buzzer</i> , dan <i>LCD</i> aktif
3	<i>Dashboard</i>	4	100%	Statistik ter-update secara <i>real-time</i>
4	Presensi Harian	7	100%	Pencarian, filter, & ekspor Excel sukses
5	Rekap Kehadiran	5	100%	Rekap periode ter-download dengan benar
6	Data Jemaat (<i>CRUD</i>)	7	100%	Tambah, edit, dan hapus jemaat berfungsi
7	Kartu Pending	5	100%	Pendaftaran & pembersihan kartu berhasil
8	Responsivitas <i>UI/UX</i>	8	100%	Tampilan responsif mobile & desktop

Sumber: Olahan Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian terhadap ke-48 skenario fungsionalitas sistem menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% (seluruh skenario berjalan dengan sukses tanpa adanya kegagalan fungsional). Pengujian detail menunjukkan bahwa *ESP32* berhasil menangani kondisi terputusnya *WiFi* dengan mencoba reconnect otomatis, menolak proses tap kartu berulang pada hari yang sama (anti-duplikasi), mendeteksi kartu belum terdaftar dan mengirimkannya ke node */pending*, serta menampilkan data *real-time* pada *dashboard web* secara instan.

3. Hasil Uji Validasi Kelayakan

Evaluasi kelayakan purwarupa sistem presensi dilakukan melalui uji validasi pakar teknis dan uji penerimaan pengguna *User Acceptance Testing* (*UAT*). Validator pakar teknis melakukan penilaian mendalam terhadap integritas *hardware*, *firmware* *ESP32*, dan sinkronisasi *real-time database* *Firebase* ke *dashboard web*. Skor penilaian kelayakan oleh pakar teknis disajikan secara terperinci pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Pakar Teknis

No	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1	Keandalan Pembacaan <i>RFID</i>	4.00	Sangat Layak
2	Pengiriman Data <i>ESP32</i> ke <i>Firebase</i>	4.00	Sangat Layak
3	Stabilitas Koneksi <i>Wi-Fi</i> Perangkat	4.00	Sangat Layak

4	Sinkronisasi <i>Real-time Dashboard</i>	4.00	Sangat Layak
5	Performa Indikator LCD & <i>Buzzer</i>	4.00	Sangat Layak
Rata-rata Skor		4.00	Sangat Layak

Sumber: Data Penelitian Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 3, hasil validasi kelayakan oleh pakar teknis mencapai skor rata-rata 4.00 dari 4.00, yang termasuk dalam kriteria "Sangat Layak". Pakar memberikan catatan bahwa integrasi perangkat keras presensi dengan Firebase telah berjalan stabil dan sinkronisasi data terjadi secara *real-time* tanpa adanya *delay* yang berarti. Setelah uji kelayakan pakar selesai, dilakukan pengujian *UAT* kepada pengguna akhir. Responden *UAT* terdiri dari 1 orang pengurus gereja (sebagai administrator *dashboard web*) dan 2 orang jemaat gereja (sebagai pengguna kartu *RFID*). Rincian skor penilaian *UAT* per indikator disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Penerimaan Pengguna (*UAT*)

No	Aspek Penilaian	Skor Admin	Skor User	Rata-rata	Kriteria
1	Kemudahan Penggunaan Alat Presensi (Tap Kartu)	4.00	4.00	4.00	Sangat Layak
2	Kecepatan Respon Alat (LCD & <i>Buzzer</i>)	4.00	4.00	4.00	Sangat Layak
3	Kemudahan Pengelolaan Data Jemaat di <i>Dashboard</i>	4.00	3.60	3.80	Sangat Layak
4	Kejelasan Visualisasi Statistik Kehadiran	4.00	4.00	4.00	Sangat Layak
5	Efisiensi Waktu Pengolahan Data Presensi	4.00	3.60	3.80	Sangat Layak
6	Keandalan Fitur Kartu Pending & Anti-Duplikasi	4.00	4.00	4.00	Sangat Layak
Rata-rata Skor		4.00	3.87	3.93	Sangat Layak

Sumber: Data Penelitian Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4, hasil pengujian *UAT* memperoleh skor rata-rata keseluruhan sebesar 3,93 dari 4,00, yang masuk dalam kriteria "Sangat Layak". Penilaian dari pengurus gereja selaku admin memberikan skor maksimal (4.00) pada seluruh aspek fungsionalitas *dashboard web*, efisiensi waktu, serta kegunaan fitur kartu pending dan anti-duplikasi. Sementara itu, responden jemaat memberikan nilai rata-rata 3.60 untuk aspek kemudahan *dashboard* (karena responden jemaat lansia masih memerlukan adaptasi visual sederhana) dan efisiensi waktu presensi jemaat. Nilai rata-rata global *UAT* sebesar 3,93 ini membuktikan bahwa sistem presensi otomatis ini sangat layak diimplementasikan untuk tata kelola administrasi gereja.

4. Hasil Implementasi Lapangan dan Analisis Perbandingan

Pengujian perangkat keras di lapangan dilakukan secara terbatas (*pilot testing*) pada ibadah hari Minggu di GSJK Palangkaraya dengan menggunakan beberapa sampel kartu *RFID* jemaat untuk menguji keandalan sensor *RFID* RC522, LCD, dan *buzzer* dalam kondisi operasional riil. Hasil pengujian menunjukkan alat dapat membaca UID kartu secara instan (di bawah 1 detik) dan langsung mengirimkannya ke Firebase Realtime Database dalam waktu rata-rata 0,6 detik. Pengujian penolakan tap berulang (anti-duplikasi) juga berhasil diverifikasi di mana alat menolak entri ganda untuk UID yang sama pada hari yang sama dan menampilkan pesan peringatan pada LCD.

Analisis efisiensi menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dibandingkan dengan metode manual sebelumnya. Dengan sistem manual, petugas membutuhkan waktu 20 hingga 30 menit setelah ibadah selesai untuk menginput ulang nama-nama jemaat dari lembar kertas ke komputer sekretariat. Dengan sistem *RFID* otomatis ini, pencatatan presensi jemaat terjadi secara instan (di bawah 1 detik per jemaat saat melakukan tap kartu) dan data langsung sinkron ke Firebase *cloud* dalam rata-rata waktu 0,6 detik. Petugas gereja tidak perlu lagi melakukan entri data manual (workload terpotong 100%), dan rekapitulasi data kehadiran dalam format Excel/CSV dapat diunduh seketika dari *dashboard web*. Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sistem ini menunjukkan keunggulan fitur yang signifikan. Penelitian Akbar dkk.

(2023) dan Aji dkk. (2020) hanya berfokus pada absensi kampus dan kantor tanpa adanya fitur registrasi kartu baru di *dashboard* (kartu pending) yang aman, sementara sistem ini menyediakan alur pendaftaran kartu pending terintegrasi yang memudahkan pengurus mendaftarkan jemaat baru langsung dari perangkat. Dibandingkan dengan sistem semi-manual Dethan dkk. (2024) dan Kusuma Wardana dkk. (2024), sistem ini sepenuhnya otomatis berbasis *hardware* di lapangan, mengeliminasi antrean *input* manual di website gereja.

5. Keterbatasan Sistem dan Analisis Risiko

Meskipun sistem presensi berbasis *RFID* dan ESP32 ini menunjukkan performa yang sangat baik, terdapat beberapa keterbatasan sistem yang berhasil diidentifikasi dalam uji coba lapangan: (1) Ketergantungan pada Jaringan *Wi-Fi*: Perangkat ESP32 memerlukan koneksi *Wi-Fi* konstan untuk mengirimkan data ke Firebase. Apabila terjadi kegagalan jaringan *Wi-Fi*, pengiriman data akan tertunda. Pengembangan selanjutnya perlu menambahkan modul penyimpanan *offline* berbasis memori flash internal ESP32 (LittleFS) untuk menampung data sementara saat *Wi-Fi* terputus. (2) Ketergantungan pada Sumber Listrik: Purwarupa alat presensi ini belum dilengkapi dengan baterai cadangan (UPS/baterai lithium). Jika terjadi pemadaman listrik di gereja, perangkat akan mati. (3) Penyalahgunaan Kartu (Card Lending): Sistem presensi *RFID* hanya memverifikasi keunikan UID kartu, bukan biometrik. Oleh karena itu, terdapat risiko jemaat menitipkan kartu presensinya kepada jemaat lain. (4) Keamanan UID Kartu: Kartu *RFID* MIFARE Classic yang digunakan rentan terhadap duplikasi UID menggunakan alat kloning kartu. Di masa depan, enkripsi data sector pada kartu perlu dipertimbangkan. (5) Skalabilitas Firebase Free Tier: Firebase *Realtime Database* gratis memiliki limitasi 100 koneksi simultan. Untuk kebutuhan jemaat skala besar, diperlukan migrasi ke paket berbayar.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan purwarupa sistem presensi jemaat otomatis berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi secara *real-time* dengan Firebase *Realtime Database* dan *dashboard* monitoring berbasis *web* untuk Gereja Sidang Jemaat Kristus (GSJK) Palangkaraya. Sistem ini terbukti secara praktis mampu memotong beban kerja administrasi pengurus gereja secara signifikan, menggantikan proses pencatatan kehadiran manual yang membutuhkan waktu 20-30 menit setelah ibadah menjadi pencatatan otomatis instan di bawah 1 detik dengan latensi sinkronisasi data ke *cloud* sebesar 0,6 detik. Hasil pengujian fungsionalitas dengan *black box testing* mencapai kesuksesan 100% pada 48 skenario pengujian, didukung oleh hasil validasi kelayakan dosen pakar dengan skor rata-rata 4.00 dari 4.00 (Sangat Layak), serta skor penerimaan pengguna (*UAT*) sebesar 3,93 dari 4,00 (Sangat Layak).

Namun demikian, hasil pengujian ini memiliki keterbatasan generalisasi karena baru diuji coba dalam skala *pilot* terbatas dengan menggunakan 100 data simulasi jemaat pada database serta uji coba fisik terbatas menggunakan beberapa kartu sampel di GSJK Palangkaraya, serta masih memiliki ketergantungan penuh pada stabilitas jaringan *Wi-Fi* lokal dan ketersediaan sumber daya listrik. Hasil penelitian ini memberikan implikasi ilmiah mengenai kegunaan integrasi IoT murah dan *cloud database NoSQL* dalam tata kelola administrasi keagamaan secara transparan, aman, dan efisien.

REFERENSI

- Aji, K. P., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Perancangan sistem presensi untuk pegawai dengan *RFID* berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(1), 25.
- Akbar, A., Zaenudin, Z., Yani, A., & Muslim, R. (2023). Design and implementation of IoT-based smart lecture attendance system at Mataram University of Technology. *Jurnal*

- Pilar Nusa Mandiri*, 19(2), 115–123.
- Ananta, J. S., & Somya, R. (2023). Perancangan dan pembangunan sistem informasi pengelolaan jemaat GBKP berbasis *web*. *Jurnal Komputer dan Informatika*, 11(1), 44–53.
- Chandra, H. D., & Amrizal. (2023). Sistem informasi absensi *RFID* berbasis *web* menggunakan ESP32 di PT Dharma Sentosa Marindo. *Jurnal Ilmiah Ilkominfo: Ilmu Komputer dan Informatika*, 6(1), 76–86.
- Dethan, M. A., Oematan, H. M., & Windya, Y. E. C. (2024). Aplikasi presensi jemaat berbasis digital pada Gereja Sion Oepura Kupang. *Jurnal Abdimas Musi Charitas*, 8(2), 134–141.
- Finkenzeller, K. (2020). *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication* (3rd ed.). Wiley.
- Hartono, B., & Wijaya, A. (2022). Penerapan teknologi *RFID* dan mikrokontroler berbasis *IoT* untuk sistem absensi. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(2), 85–92.
- Kahar, S., & Thamrin, T. (2025). Sistem absensi otomatis menggunakan *radio frequency identification* berbasis mikrokontroler ESP32. *TSAQOFAH*, 5(4), 3539–3550.
- Kusuma Wardana, H., Rumaksari, A. N., & Meganathan, H. C. (2024). Perancangan sistem pencatat kehadiran jemaat berbasis *IoT* untuk meningkatkan pembinaan jemaat di GKJ Harjosari Karanganyar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(1), 688–693.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2021). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson.
- Moroney, L. (2021). *The definitive guide to Firebase*. Apress.
- Nugroho, F., & Rahmawati, D. (2023). Rancang bangun sistem informasi manajemen jemaat berbasis *web* dan *cloud database*. *Jurnal Sistem Informasi*, 12(1), 34–42.
- Oktovialenta, T., Susilo, S., & Stepanus, S. (2025). Rancang bangun purwarupa smart attendance system berbasis *IoT*. *Lektrokom: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(1), 22–34.
- Pradiptayasa Agustana, K. A. (2025). Pengembangan sistem absensi berbasis *IoT*: Integrasi *RFID* dengan Google Firebase pada sekretariat HMJ Teknik Informatika Undiksha. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3).
- Pratama, D., & Handoko, T. (2022). Rancang bangun alat absensi dengan sensor *RFID* RC522 dan NodeMCU ESP8266 terintegrasi Telegram. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 10(1), 12–19.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Putra, R. A., & Setiawan, H. (2024). Monitoring presensi otomatis menggunakan sensor *RFID* dan ESP32 terintegrasi *database* realtime. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 8(3), 204–211.
- Sari, M. D., & Gunawan, R. (2023). Analisis performansi jaringan *Wi-Fi* pada perangkat presensi berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Jaringan dan Komunikasi*, 7(2), 98–105.
- Sari, R. P., & Utami, Y. T. (2024). Sistem presensi *real-time* berbasis *IoT* menggunakan ESP32 dan *database* Firebase. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 12(1), 45–53.
- Sianturi, F. A., & Sitio, A. S. (2025). Implementasi *IoT* dalam sistem absensi siswa berbasis *RFID* and *cloud computing*. *Jurnal Media Informatika*, 6(2), 1192–1196.
- Simanjuntak, A., Maulana, D., & Widodo, E. (2024). Sistem informasi pengolahan data jemaat Gereja HKBP Cikarang Kota berbasis website. *IDEALIS: InDonEsiA journal Information System*, 7(2), 248–257.
- Simanjuntak, H., & Siregar, M. (2024). Sistem informasi pemantauan kehadiran jemaat berbasis *cloud* pada gereja HKBP. *Jurnal Informatika*, 13(3), 180–188.
- Situmorang, J., & Hutagalung, S. (2023). Aplikasi presensi jemaat menggunakan teknologi *contactless smart card* di gereja. *Jurnal Abdimas Keagamaan*, 5(2), 112–119.

- Wibowo, A., & Saputra, E. (2025). Desain antarmuka sistem informasi presensi berbasis *IoT* ramah lansia menggunakan metode User Centered Design. *Jurnal Rekayasa Sistem*, 9(2), 145-152.
- Wicaksono, S., & Lestari, Y. (2024). Pengaruh digitalisasi sistem kehadiran terhadap efisiensi administrasi organisasi. *Jurnal Administrasi Publik*, 15(1), 45-53.