Blend Sains
Jurnal Teknik
https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/blendsains

Artikel Penelitian (Teknik Elektro)

Sistem Presensi Praktikum Berbasis Sidik Jari dan ESP32 dengan Monitoring Website Real-Time

Vega Satria[*], *Desriyanti, Didik Riyanto*

Teknik Elektro, Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 Oktober 2026
Revisi Akhir: 27 Oktober 2026
Diterbitkan *Online*: 31 Oktober 2026

KATA KUNCI

ESP32
Monitoring Website
Presensi Praktikum
Real-Time
Sidik Jari

KORESPONDENSI

Phone: +62 89-8211-1622
E-mail: vegasatria1234@gmail.com

A B S T R A K

Pencatatan presensi praktikum secara manual berisiko menimbulkan kesalahan, memperlambat rekapitulasi, dan menyulitkan pemantauan kehadiran secara real-time, sehingga diperlukan sistem presensi digital yang terintegrasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem presensi praktikum berbasis sidik jari yang terhubung dengan website monitoring secara *real-time*. Metode penyelesaian masalah dilakukan melalui studi lapangan di Laboratorium Teknik Elektro, studi literatur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian fungsional, serta evaluasi kinerja sistem. Sistem dibangun dari mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor sidik jari AS608 untuk autentikasi biometrik, modul *Real Time Clock* (RTC) DS3231 sebagai penanda waktu, LCD I2C 16×2, LED, dan *buzzer* sebagai indikator, serta website berbasis Laravel (PHP) dan MySQL untuk penyimpanan dan penampilan data yang dikirim melalui jaringan Wi-Fi. Tahapan penelitian meliputi studi lapangan di Laboratorium Teknik Elektro, studi literatur, perencanaan dan perancangan alat, pengujian, serta evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh percobaan identifikasi sidik jari berhasil (5 dari 5 percobaan) dengan waktu respons rata-rata 0,87 detik, pengiriman data ke website rata-rata 1,29 detik, dan waktu respons pada pengujian sistem keseluruhan berkisar 0,72–2,14 detik, sehingga memenuhi kriteria keberhasilan yang ditetapkan (akurasi ≥ 90% dan waktu pengiriman < 5 detik). Website mampu menampilkan data kehadiran, mengelola data mahasiswa, praktikum, dan nilai, serta mengekspor data ke Excel. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sidik jari berbasis ESP32 dan website monitoring presensi praktikum secara real-time, dengan kinerja yang dipengaruhi kondisi jari dan kualitas jaringan.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mendorong penerapan sistem digital dalam berbagai aktivitas pendidikan, termasuk pengelolaan kehadiran mahasiswa. Pada kegiatan praktikum di laboratorium, pencatatan kehadiran menjadi bagian penting karena berkaitan dengan administrasi dan keteraturan pelaksanaan kegiatan. Namun, pencatatan secara manual masih memiliki keterbatasan, seperti kesalahan pencatatan, proses rekapitulasi yang membutuhkan waktu, serta kesulitan dalam melakukan pemantauan kehadiran secara langsung. Penerapan *Internet of Things* (IoT) dapat mendukung proses pencatatan kehadiran melalui perangkat yang mampu mengirimkan data secara otomatis [20]. Fitria & Simbolon (2023) membahas pemanfaatan IoT dalam bidang pendidikan, sedangkan Panchbhai et al., (2024) mengembangkan konsep sistem presensi berbasis IoT yang terhubung dengan perangkat monitoring digital [1,2]. Kedua penelitian tersebut menunjukkan pemanfaatan IoT dalam mendukung digitalisasi pendidikan dan pencatatan kehadiran, tetapi integrasi autentikasi biometrik sidik jari, pencatatan waktu otomatis, dan monitoring berbasis website secara *real-time* pada praktikum laboratorium masih perlu dikaji lebih lanjut, sehingga penelitian ini mengembangkan sistem presensi terintegrasi menggunakan sensor fingerprint AS608, ESP32, RTC DS3231, dan website untuk mendukung pencatatan serta pemantauan kehadiran secara terpadu.

https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2092 Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi pengguna pada sistem presensi adalah sensor sidik jari. Penggunaan sidik jari memungkinkan proses identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik biometrik pengguna sehingga data kehadiran dapat dikaitkan dengan identitas pengguna yang melakukan presensi. Sitompul et al., (2024) membahas penerapan fingerprint attendance dalam pengelolaan kehadiran, sementara Bhandekar et al. (2024) mengembangkan sistem presensi berbasis fingerprint dengan ESP32/ESP8266 [3,4]. Kedua penelitian tersebut menunjukkan pemanfaatan biometrik dan mikrokontroler dalam sistem presensi, tetapi integrasi pencatatan waktu otomatis dan monitoring berbasis website secara real-time khusus untuk kegiatan praktikum laboratorium perlu ditelaah lebih lanjut. Penggunaan mikrokontroler ESP32 juga mendukung sistem karena perangkat tersebut memiliki konektivitas Wi-Fi yang dapat digunakan untuk komunikasi data. Radhi & Hussain (2023) menunjukkan pemanfaatan ESP32 dalam sistem yang melibatkan teknologi biometrik [5].

Selain proses identifikasi, data presensi yang telah diperoleh perlu disimpan dan dapat dipantau oleh pengelola. Integrasi dengan website memungkinkan data kehadiran disimpan dalam basis data dan ditampilkan melalui halaman monitoring sehingga proses pemantauan tidak harus dilakukan secara langsung pada perangkat presensi. Warman et al., (2024) membahas rancangan sistem absensi berbasis IoT yang memanfaatkan konektivitas internet untuk mendukung pengelolaan data kehadiran, sedangkan Amrullah & Chusyairi (2024) menerapkan sistem kehadiran berbasis IoT pada lingkungan pendidikan [6,7]. Dalam penelitian ini, website digunakan untuk menyimpan dan menampilkan identitas pengguna, waktu absensi, serta status kehadiran secara real-time.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Rahkoyo et al., (2024) telah mengembangkan sistem presensi berbasis fingerprint dan IoT dengan memanfaatkan sensor sidik jari untuk meningkatkan keamanan identifikasi pengguna [9]. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan sistem monitoring melalui website. [19] telah menerapkan monitoring berbasis web, tetapi proses autentikasi masih menggunakan kartu sehingga masih terdapat kemungkinan kartu digunakan oleh orang lain. Selanjutnya, Nguyen et al,. (2022) mengembangkan sistem presensi berbasis IoT dengan kemampuan monitoring, tetapi sistem masih menggunakan cloud dan belum menggunakan fingerprint sebagai metode identifikasi [8]. Sementara itu, Samaddar et al., (2023) telah menggunakan dashboard secara realtime dalam sistem presensi berbasis IoT, tetapi metode identifikasinya masih menggunakan RFID sehingga identitas pengguna masih bergantung pada kartu [10].

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa masing-masing penelitian telah menerapkan teknologi untuk membantu proses pencatatan dan monitoring kehadiran, tetapi teknologi yang digunakan masih memiliki perbedaan pada metode identifikasi dan media monitoring. Masih diperlukan pengembangan sistem yang mengintegrasikan autentikasi biometrik sidik jari dengan monitoring berbasis website secara *real-time* yang secara khusus diterapkan pada kegiatan praktikum di laboratorium. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem presensi praktikum yang menggabungkan sensor fingerprint AS608 sebagai alat untuk mengenali identitas mahasiswa, ESP32 sebagai mikrokontroler, RTC DS3231 untuk mencatat waktu kehadiran, serta website berbasis PHP dan MySQL untuk menyimpan dan menampilkan data presensi secara realtime. Sistem tersebut dirancang untuk digunakan pada kegiatan praktikum di laboratorium sehingga proses presensi dan monitoring kehadiran dapat dilakukan secara lebih terintegrasi.

Kebaruan penelitian terletak pada integrasi sistem presensi praktikum berbasis biometrik dengan monitoring berbasis website dalam satu sistem. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor fingerprint AS608 untuk identifikasi mahasiswa, ESP32 sebagai pengendali dan pengirim data, RTC DS3231 untuk pencatatan waktu, serta website berbasis PHP dan MySQL untuk penyimpanan dan pemantauan data presensi secara realtime. Integrasi tersebut diterapkan pada lingkungan laboratorium praktikum sehingga proses identifikasi, pencatatan waktu, pengiriman, dan monitoring kehadiran dapat dilakukan secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem presensi praktikum berbasis sidik jari dan ESP32 yang mampu melakukan identifikasi mahasiswa dan pencatatan waktu kehadiran secara otomatis. Penelitian ini juga bertujuan mengintegrasikan sistem presensi dengan website sehingga data kehadiran dapat dikirim, disimpan, dan dipantau secara realtime, serta mengevaluasi kinerja sistem melalui pengujian identifikasi fingerprint, pencatatan waktu, komunikasi data, dan monitoring website.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2092

TINJAUAN PUSTAKA

Presensi Elektronik dan IoT dalam Pendidikan

Penerapan *Internet of Things* (IoT) di bidang pendidikan berpotensi mengotomatisasi proses administratif, termasuk pencatatan kehadiran mahasiswa yang selama ini dikerjakan manual [1]. Sistem presensi cerdas berbasis IoT dapat bekerja otomatis dan terhubung langsung dengan perangkat pemantauan digital [2]. Keterhubungan dengan internet meningkatkan efisiensi pengolahan data kehadiran [7] dan efektivitas pemantauan kehadiran di lingkungan pendidikan [8]. Secara umum, arsitektur presensi IoT terdiri atas pembaca identitas, unit pemroses berbasis mikrokontroler, transmisi data nirkabel, dan penyimpanan pada basis data pusat [11].

Biometrik Sidik Jari dan Sensor AS608

Sidik jari bersifat unik bagi setiap orang sehingga sulit dipinjamkan atau ditiru, berbeda dengan kartu RFID yang berupa benda fisik sehingga titip presensi tetap mungkin terjadi [15,17]. Integrasi sensor sidik jari dengan IoT dilaporkan meningkatkan akurasi dan keamanan identifikasi dibandingkan metode konvensional [3], dan presensi sidik jari meningkatkan efisiensi pengelolaan kehadiran karena data pengguna sulit dimanipulasi [4].

AS608 adalah modul sidik jari optik yang memiliki pemroses internal dan memori untuk menyimpan templat sidik jari, serta berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui jalur serial. Pada tahap registrasi, sidik jari dipindai lalu disimpan sebagai templat; pada tahap identifikasi, hasil pindaian dicocokkan dengan templat yang tersimpan, dan mikrokontroler menerima ID templat yang cocok. Kinerja sensor optik umumnya dipengaruhi kondisi permukaan jari, misalnya jari yang terlalu basah atau kering.

Meskipun RFID dan kartu identitas menawarkan proses presensi yang praktis, penggunaan media fisik memungkinkan terjadinya penitipan atau peminjaman kartu sehingga identitas pengguna tidak selalu dapat diverifikasi secara langsung. Sebaliknya, teknologi fingerprint memanfaatkan karakteristik biometrik individu untuk meningkatkan keandalan verifikasi identitas, sehingga relevan diterapkan pada presensi praktikum yang membutuhkan kepastian kehadiran mahasiswa. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan karena proses identifikasi dapat dipengaruhi kondisi permukaan jari dan kualitas pembacaan sensor. Dengan demikian, pemilihan fingerprint dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan verifikasi identitas individual, bukan pada anggapan bahwa teknologi tersebut selalu lebih unggul daripada RFID dalam semua kondisi.

Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler berperan sebagai pusat pengendali yang menerima data masukan, mengolahnya, dan mengendalikan perangkat keluaran [16]. ESP32 dilengkapi Wi-Fi sehingga dapat mengirim data langsung ke peladen tanpa modul tambahan, dengan komunikasi jaringan yang dilaporkan stabil dan efisien untuk sistem pemantauan berbasis internet [9,18]. Kombinasi ESP32 dengan sensor sidik jari dilaporkan menghasilkan sistem presensi yang fleksibel dan mudah dikembangkan [5].

Modul RTC DS3231

DS3231 adalah modul pewaktu waktu nyata (*Real Time Clock*, RTC) yang berkomunikasi melalui jalur I2C dan dilengkapi baterai cadangan sehingga waktu tetap berjalan ketika catu daya utama terputus. Dengan modul ini, setiap data presensi memperoleh penanda tanggal dan waktu tanpa input manual dan tanpa bergantung pada sinkronisasi dengan peladen, sehingga waktu tetap tercatat meskipun jaringan sedang bermasalah. Ketepatan waktu tetap bergantung pada pengaturan awal modul.

Website Monitoring dan Komunikasi Data

Website monitoring menyimpan data kehadiran secara terpusat sehingga dapat diakses dosen dan laboran kapan saja. Integrasi pemantauan berbasis web pada sistem biometrik mempermudah validasi data dan pengawasan aktivitas pengguna secara *real-time* [6]. Perangkat IoT umumnya mengirim data ke peladen melalui protokol HTTP, yang pada sistem ini disediakan sebagai REST API oleh kerangka kerja Laravel berbasis PHP dengan penyimpanan pada basis data relasional. Sebagian penelitian terdahulu menyimpan data pada layanan awan [13,14,15] yang menambah ketergantungan pada infrastruktur dan koneksi internet eksternal.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan perancangan dan evaluasi sistem untuk mengembangkan serta menilai kinerja sistem monitoring absensi praktikum berbasis ESP32 dengan sensor fingerprint dan website. Pengembangan sistem didasarkan pada identifikasi kebutuhan pencatatan kehadiran dan pemantauan data absensi secara terintegrasi. Proses penelitian mencakup analisis kebutuhan, perumusan rancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta integrasi perangkat dengan website. Kinerja sistem selanjutnya dievaluasi melalui pengujian fungsional untuk menilai keberhasilan identifikasi pengguna, pencatatan kehadiran, dan pengiriman data ke website. Hasil pengujian dianalisis untuk menentukan kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada verifikasi proses identifikasi pengguna melalui sensor fingerprint, pencatatan kehadiran, pengelolaan waktu, serta pengiriman dan penyajian data melalui website. Dibandingkan dengan white-box testing yang menitikberatkan pada struktur internal kode program, pengujian fungsional lebih sesuai untuk menilai perilaku sistem berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan. Pengujian dilakukan melalui sejumlah skenario yang mewakili fungsi utama sistem, kemudian hasilnya dianalisis berdasarkan kesesuaian keluaran dengan hasil yang diharapkan.

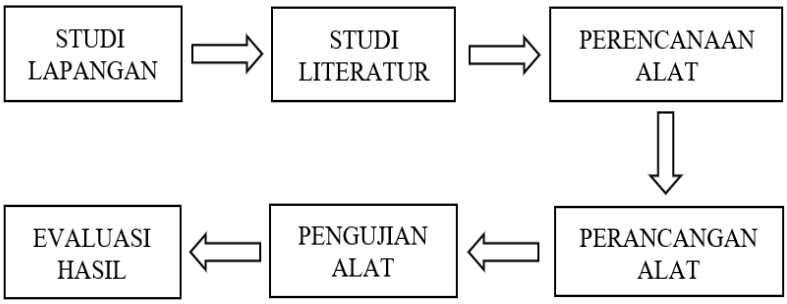
Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan studi lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam proses pencatatan dan pemantauan kehadiran mahasiswa pada kegiatan praktikum, serta menentukan kebutuhan sistem absensi yang dapat mendukung proses pencatatan secara terintegrasi.

Selanjutnya, studi literatur dilakukan dengan mengkaji referensi yang relevan mengenai teknologi fingerprint sebagai media identifikasi pengguna, ESP32 sebagai mikrokontroler utama, *Real-Time Clock* (RTC) untuk pengelolaan waktu, komunikasi Wi-Fi untuk transmisi data, serta *website* dan *database* sebagai media penyimpanan dan penyajian informasi absensi. Hasil dari kedua tahap tersebut digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem, termasuk penentuan kebutuhan perangkat, fungsi utama, dan mekanisme komunikasi antarkomponen.

Tahap perancangan mencakup penyusunan arsitektur perangkat keras, pengembangan perangkat lunak pada mikrokontroler, serta pengembangan website dan database untuk mendukung pencatatan, penyimpanan, dan pemantauan data kehadiran. Setelah rancangan diimplementasikan menjadi prototipe, pengujian dilakukan untuk menilai fungsi setiap komponen, keberhasilan identifikasi sidik jari, ketepatan pencatatan waktu dan data kehadiran, serta komunikasi antara perangkat dan website.

Pengujian sistem secara keseluruhan kemudian dilakukan untuk mengevaluasi keterpaduan fungsi dan kesesuaian kinerja sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian dianalisis sebagai dasar untuk menilai keberhasilan perancangan dan mengidentifikasi bagian sistem yang masih memerlukan perbaikan. Alur tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.

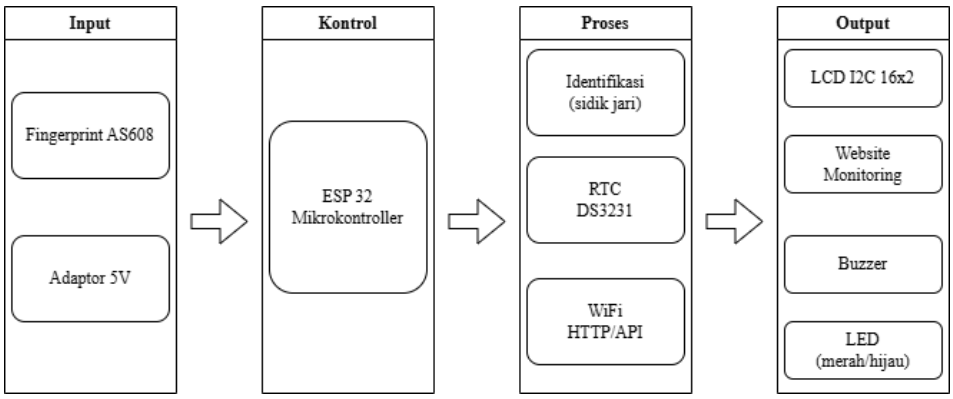


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Perencanaan dan Perencanaan Sistem

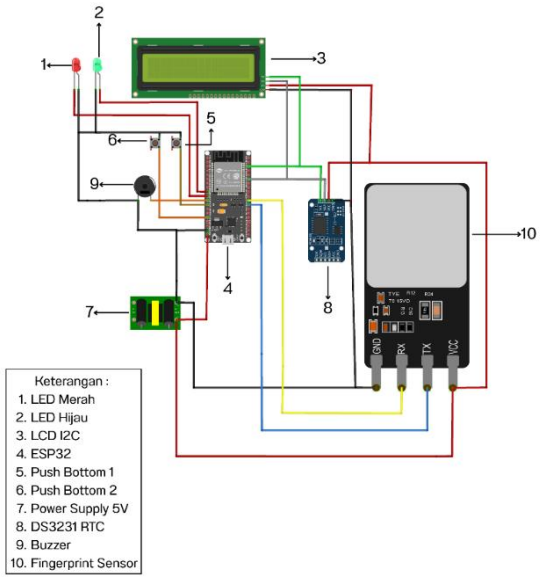
Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak agar proses absensi dapat berlangsung secara otomatis. Komponen utama yang digunakan terdiri atas ESP32, sensor fingerprint AS608, RTC DS3231, LCD I2C 16×2, LED indikator, buzzer, dan push button. Sensor fingerprint AS608 berfungsi membaca dan mengenali sidik jari pengguna. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali untuk mengolah data fingerprint, membaca waktu dari RTC, mengendalikan LCD, LED, buzzer, serta mengirimkan data absensi ke website melalui jaringan Wi-Fi.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2092



Gambar 2. Diagram Blok Perangkat Keras

Hubungan antar komponen kemudian direalisasikan melalui rangkaian wiring. Sensor fingerprint terhubung dengan ESP32 sebagai sumber pengolahan data, sedangkan LCD, RTC, push button, LED, dan buzzer digunakan sebagai perangkat pendukung sistem.



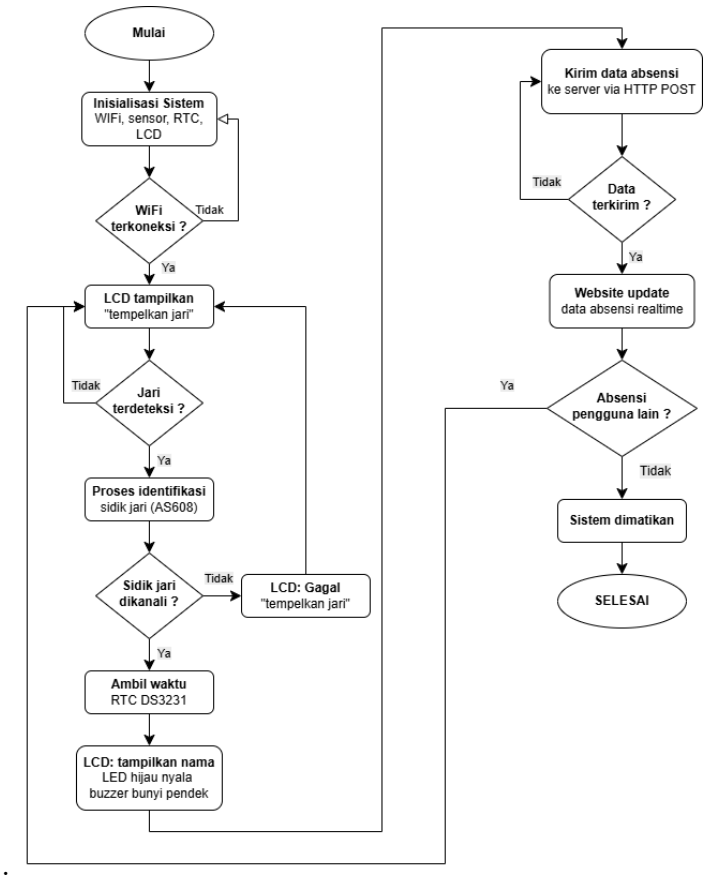
Gambar 3. Diagram Wiring

Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program pada ESP32 mengatur proses inisialisasi komponen, pembacaan fingerprint, registrasi dan penghapusan fingerprint, pembacaan RTC, pengoperasian LCD, push button, LED, buzzer, serta komunikasi dengan website.

Ketika sistem dinyalakan, ESP32 melakukan inisialisasi terhadap seluruh komponen. Setelah sistem berada dalam kondisi siap, pengguna dapat melakukan absensi dengan menempelkan sidik jari pada sensor. Sidik jari kemudian dicocokkan dengan template yang tersimpan pada sensor. Jika dikenali, sistem memperoleh Finger ID dan mencatat waktu absensi dari RTC. Jika tidak dikenali, sistem memberikan informasi kegagalan melalui LCD, LED merah, dan buzzer. Sistem kemudian memeriksa apakah terdapat pengguna lain yang akan melakukan presensi atau mengakhiri proses.

Alur proses perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Perangkat Lunak

Integrasi ESP32 dengan Website

Data absensi yang diperoleh dari sensor fingerprint dikirimkan oleh ESP32 ke website melalui koneksi Wi-Fi dan HTTP/API. Data yang dikirim mencakup identitas pengguna, waktu, dan status absensi. Selanjutnya data diterima oleh server dan disimpan pada database.

Website dikembangkan menggunakan Laravel dan digunakan untuk mengelola data mahasiswa, praktikum, peserta praktikum, jadwal, absensi, rekap kehadiran, serta nilai. Data absensi yang telah tersimpan dapat ditampilkan pada dashboard sehingga administrator dapat melakukan monitoring terhadap data kehadiran.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari pengujian komponen hingga pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian meliputi sensor fingerprint dan push button, indikator sistem, komunikasi ESP32 dengan website, serta integrasi seluruh sistem.

Parameter pengujian disesuaikan dengan fungsi utama sistem, yaitu akurasi pembacaan fingerprint, waktu identifikasi, keberhasilan pengiriman data, ketepatan waktu RTC, tampilan LCD, respons LED dan buzzer, serta kelengkapan data pada website. Variabel pengujian tersebut mengacu pada rancangan pengujian dalam skripsi.

Tabel 1. Variabel Pengujian Sistem

No.	Aspek Pengujian	Parameter	Metode
1	Akurasi fingerprint	Tingkat keberhasilan pembacaan sidik jari	Pengujian berulang
2	Kecepatan identifikasi	Waktu dari penempelan jari hingga respons sistem	Stopwatch
3	Pengiriman data realtime	Keberhasilan data terkirim ke website	Monitoring data
4	Akurasi waktu RTC	Selisih waktu RTC dengan waktu referensi	Perbandingan waktu
5	Tampilan LCD	Kesesuaian informasi dengan kondisi sistem	Observasi
6	Buzzer dan LED	Respons indikator berhasil/gagal	Observasi

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2092

7	Website monitoring	Kelengkapan data pada dashboard	Verifikasi browser

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi di Laboratorium Teknik Elektro menunjukkan presensi masih memakai lembar kertas yang diedarkan antarmeja. Prosesnya memecah konsentrasi mahasiswa dan memakan waktu terutama pada sesi berkapasitas penuh. Kendala lain berupa berkas terselip atau rusak dan titip tanda tangan. Di ruang administrasi, asisten laboratorium menginput ulang rekap ke komputer sehingga dosen dan laboran tidak dapat langsung melihat siapa yang hadir. Temuan ini sejalan dengan kelemahan metode konvensional yang dilaporkan pada penelitian terdahulu [3] dan menjadi dasar kebutuhan sistem yang diuraikan pada Bagian 3.

Realisasi Sistem

Observasi di Laboratorium Teknik Elektro (Gambar 5) menunjukkan bahwa kehadiran masih dicatat pada lembar kertas yang diedarkan antarmeja. Cara ini menyita waktu dan memecah konsentrasi mahasiswa saat praktikum, berisiko menyebabkan berkas terselip atau rusak, dan tidak mampu mencegah titip tanda tangan. Rekapitulasi masih harus diinput ulang oleh asisten laboratorium sehingga dosen dan laboran tidak dapat melihat kehadiran secara langsung, dan media presensi fisik tidak terhubung dengan basis data website laboratorium. Temuan ini menjadi dasar penentuan kebutuhan sistem: autentikasi yang tidak dapat dititipkan, pencatatan waktu otomatis, dan penyimpanan data digital yang dapat dipantau secara *real-time*.



Gambar 5. Hasil Reaalisasi Alat Presensi

Hasil Pengujian Sensor Sidik Jari dan Tombol Kontrol

Hasil pengujian sensor sidik jari ditunjukkan pada Tabel 1. Kelima sidik jari terdaftar berhasil diidentifikasi pada percobaan pertama dengan waktu respons 0,84–0,91 detik (rerata 0,87 detik). Keempat tombol tekan juga merespons sesuai fungsinya dalam 0,18–0,24 detik (rerata 0,21 detik; Tabel 2).

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Sidik Jari As608

Percobaan	ID sidik jari	Waktu respons (detik)	Hasil identifikasi
1	001	0,84	Berhasil
2	002	0,87	Berhasil
3	003	0,91	Berhasil
4	004	0,89	Berhasil
5	005	0,86	Berhasil

Tabel 2. Hasil Pengujian Tombol Tekan

Tombol	Fungsi	Waktu respons (detik)	Hasil
UP	Memindahkan menu ke atas	0,18	Berhasil
DOWN	Memindahkan menu ke bawah	0,19	Berhasil
OK	Memilih menu atau konfirmasi	0,21	Berhasil
DELETE	Menghapus data sidik jari	0,24	Berhasil

Pengujian indikator (Tabel 3) menunjukkan LCD, LED, dan *buzzer* memberi respons yang berbeda dan sesuai untuk kondisi sistem dinyalakan, sidik jari dikenali, dan sidik jari tidak dikenali, dengan waktu respons 0,72–0,91 detik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Indikator Sistem

Kondisi sistem	Waktu respons (detik)	Indikator aktif
Sistem dinyalakan	0,72	LCD menampilkan menu utama dan status siap
Sidik jari dikenali	0,91	LCD menampilkan ID/nama, LED hijau menyala, *buzzer* berbunyi pendek
Sidik jari tidak dikenali	0,88	LCD menampilkan pesan gagal, LED merah menyala, *buzzer* berbunyi panjang

Pada pengujian komunikasi (Tabel 4), kelima data presensi yang dikirim ESP32 diterima, disimpan, dan ditampilkan di website dengan waktu pengiriman 1,25–1,34 detik (rerata 1,29 detik). Ekspor data presensi ke format Excel juga berhasil.

Tabel 4. Hasil Pengujian Website dan Komunikasi ESP32

Percobaan	Waktu pengiriman (detik)	Status data pada website
1	1,28	Data berhasil ditampilkan
2	1,31	Data berhasil ditampilkan
3	1,25	Data berhasil ditampilkan
4	1,34	Data berhasil ditampilkan
5	1,29	Data berhasil ditampilkan

Pengujian sistem secara keseluruhan (Tabel 5) mencakup lima skenario. Presensi berhasil membutuhkan 2,14 detik sejak jari ditempelkan hingga data tersimpan di basis data. Pada skenario sidik jari tidak dikenali, sistem menolak dan tidak ada data baru yang masuk, yang menunjukkan penolakan tidak mengotori rekap kehadiran.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Skenario	Sidik jari	LCD	LED / buzzer	Website dan basis data	Waktu (detik)
Sistem dinyalakan	Siaga	Menu utama tampil	Mati	Terhubung	0,72
Registrasi sidik jari	Berhasil	ID tersimpan	Buzzer aktif	Basis data diperbarui	1,35
Presensi berhasil	Berhasil	Nama tampil	LED hijau aktif	Data tersimpan	2,14
Sidik jari tidak dikenali	Gagal dikenali	Pesan gagal	LED merah aktif	Tidak ada data baru	1,08
Hapus sidik jari	Berhasil	Data dihapus	Buzzer aktif	Basis data diperbarui	1,40

Evaluasi terhadap Kriteria Keberhasilan

Hasil pengujian dievaluasi terhadap empat kriteria keberhasilan yang ditetapkan pada metodologi (Tabel 6). Seluruh kriteria terpenuhi.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2092

Tabel 6. Evaluasi Hasil terhadap Kriteria Keberhasilan

Kriteria	Target	Hasil	Status
Akurasi pembacaan sidik jari	≥ 90%	100% (5 dari 5 percobaan)	Terpenuhi
Waktu data sampai ke website	< 5 detik	1,25–1,34 detik (komunikasi); maksimum 2,14 detik (sistem keseluruhan)	Terpenuhi
Kesesuaian informasi LCD	Sesuai kondisi	Sesuai pada seluruh skenario uji	Terpenuhi
Tampilan *real-time* pada website	Tanpa gangguan berarti	Data tampil pada setiap pengujian	Terpenuhi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi AS608, ESP32, RTC DS3231, dan website Laravel–MySQL mampu menjalankan alur presensi praktikum secara otomatis. Dibandingkan dengan presensi manual yang ditemukan pada studi lapangan, sistem ini menghilangkan kebutuhan lembar kertas dan penginputan ulang, serta membuat data kehadiran langsung tersedia bagi dosen dan laboran. Sementara itu, dibandingkan dengan sistem berbasis RFID atau kartu, penggunaan sidik jari menawarkan keunggulan dari sisi autentikasi identitas karena karakteristik biometrik melekat pada individu, sedangkan kartu dapat dipinjamkan atau digunakan oleh mahasiswa lain untuk melakukan titip absen. Penggunaan sidik jari sebagai autentikasi menutup celah titip absen yang masih terbuka pada sistem berbasis kartu seperti RFID [9], dan pembedaan indikator berhasil dan gagal memberi umpan balik langsung kepada pengguna.

Dari sisi operasional, RFID dan kartu cenderung lebih praktis dalam proses identifikasi karena pengguna cukup mendekatkan kartu ke pembaca, sedangkan fingerprint mengharuskan pengguna menempatkan jari pada sensor dengan posisi yang sesuai. Dengan demikian, fingerprint lebih relevan untuk praktikum yang membutuhkan verifikasi kehadiran individual, sedangkan RFID atau kartu dapat menjadi alternatif ketika kecepatan identifikasi dan kemudahan penggunaan menjadi prioritas.

Dari sisi kinerja, waktu pengiriman rata-rata 1,29 detik dan waktu presensi berhasil hingga data tersimpan 2,14 detik berada pada orde yang sebanding dengan sistem presensi IoT lain yang melaporkan pengiriman di bawah 3 detik [8] maupun waktu respons 1,8 detik dari kartu ditempelkan hingga tampil pada dashboard [9]. Perbandingan ini bersifat indikatif karena konfigurasi perangkat, jaringan, dan metode pengukuran berbeda. Keunggulan utama penelitian ini terhadap rujukan tersebut bukan pada kecepatan, melainkan pada keterpaduan fungsi: autentikasi biometrik, penanda waktu mandiri dari RTC, dan website yang memuat pengelolaan peserta, riwayat, dan nilai praktikum dalam satu sistem.

Evaluasi juga mencatat beberapa keterbatasan. Pertama, kelancaran pemindaian dipengaruhi kondisi fisik jari; jari yang terlalu basah, terlalu kering, atau posisinya kurang tepat membuat alat sering meminta pemindaian ulang. Kedua, ketepatan waktu bergantung pada konfigurasi awal RTC sehingga bila terjadi pergeseran waktu administrator perlu menyinkronkannya secara manual; besaran simpangan RTC belum diukur dalam penelitian ini. Ketiga, kecepatan transmisi bergantung pada kualitas jaringan; ketika jaringan tidak stabil pengiriman lebih lama, namun sistem dirancang agar tidak gagal kirim dan meneruskan pengiriman begitu sinyal kembali normal. Keempat, jumlah percobaan pada setiap skenario relatif sedikit (lima percobaan) dan dilakukan oleh pengguna terbatas, sehingga akurasi 100% belum dapat digeneralisasi; pengujian dengan lebih banyak mahasiswa, variasi kondisi jari, dan akses serentak perlu dilakukan. Kelima, keamanan transmisi data seperti enkripsi berada di luar ruang lingkup penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan sistem presensi praktikum berbasis sidik jari menggunakan ESP32 dan website monitoring *real-time*. Sistem yang terdiri atas ESP32, sensor AS608, RTC DS3231, LCD I2C, LED, *buzzer*, tombol, dan website Laravel berhasil direalisasikan untuk mendukung proses registrasi, identifikasi, penghapusan sidik jari, serta pencatatan presensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor AS608 mampu mengidentifikasi lima sidik jari terdaftar dengan rerata waktu respons 0,87 detik, sedangkan sidik jari yang tidak terdaftar dapat ditolak tanpa menghasilkan data presensi baru. Data presensi juga berhasil diterima dan ditampilkan pada website dalam waktu 1,25–1,34 detik dengan rerata 1,29 detik, sehingga memenuhi kriteria waktu kurang dari 5 detik dan mendukung pemantauan hampir *real-time*. Pengembangan selanjutnya disarankan untuk menguji sistem pada lebih banyak pengguna dan kondisi jari yang beragam, meningkatkan keamanan transmisi data melalui enkripsi dan autentikasi, mengintegrasikan data presensi dengan sistem informasi akademik, serta menambahkan fitur notifikasi otomatis kepada dosen dan mahasiswa. Penelitian ini mendukung digitalisasi pendidikan melalui sistem presensi biometrik yang lebih efisien dan dapat dipantau secara hampir real-time.

Sistem ini berpotensi dikembangkan dan diintegrasikan dengan sistem informasi akademik untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan presensi serta mendukung transformasi digital di lingkungan pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T. N. Fitria and N. E. Simbolon, "Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges," in Proc. Semin. Nas. Call for Papers STIE AAS, 2023. [Online]. Available: https://prosiding.stie-aas.ac.id/index.php/prosenas/article/view/241

[2] V. V Panchbhai, O. D. Waghmare, P. D. Tijare, M. H. Bhoyar, and V. K. Patle, "Smart Attendance System: An Internet of Things (IoT)-Enabled Concept," 2024, doi: 10.7759/s44389-024-00164-z.

[3] E. A. Sitompul *et al.*, "Implementing Fingerprint Attendance With Fuzzy Logic Enhances Employee Attendance Efficiency in a Modern Workplace," *Jasth*, vol. 1, no. 1, pp. 49–71, 2024, doi: 10.62535/hse2me63.

[4] S. Bhandekar, D. Lahane, V. Raut, A. Pundkar, and S. Manekar, "Fingerprint Based Attendance System Using ESP32ESP8266.," *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, 2024, doi: 10.56726/irjmets50473.

[5] B. M. Radhi and M. A. Hussain, "Smart Building Security Using ESP32 Based AES One Bio-Key and Owner's Biometrics Encryption Technology," *Basrah Res. Sci.*, vol. 49.2, no. 2, pp. 30–46, 2023, doi: 10.56714/bjrs.49.2.4.

[6] A. Warman, J. Jufrizel, A. Ullah, and H. Zarory, "Rancangan Alat Absensi Berbasis Internet of Things Dan Notifikasi Smartphone Menggunakan App Inventor," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 8, no. 3, p. 1354, 2024, doi: 10.30865/mib.v8i3.7720.

[7] R. Amrullah and A. Chusyairi, "Implementasi Sistem Kehadiran Guru Berbasis Internet of Thing Di SDIT Darul Hikmah," *Jikom J. Inform. Dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–13, 2024, doi: 10.55794/jikom.v14i1.118.

[8] V. D. Nguyen, H. V Khoa, T. N. Kieu, and E. N. Huh, "Internet of things-based intelligent attendance system: Framework, practice implementation, and application," *Electronics*, vol. 11, no. 19, p. 3151, 2022, doi: 10.3390/electronics11193151.

[9] E. Rahkoyo, S. Yangdol, and B. Kaur, "IoT-based fingerprint attendance system: Enhancing efficiency and security in educational and organizational settings," in *Proceedings on Advances in Information Technology*, IEEE, 2024. doi: 10.1109/10582124.

[10] R. Samaddar, A. Ghosh, S. D. Sarkar, and M. Das, "IoT & cloud-based smart attendance management system using RFID," 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/369613702

[11] P. Ana, U. J. Ekah, and E. Oyo-Ita, "IOT-based Biometric Attendance System for CRUTECH," *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 5, no. 1, pp. 39–50, 2022, doi: 10.30574/ijsra.2022.5.1.0035.

[12] K. Zeeshan, T. Hämäläinen, and P. Neittaanmäki, "Internet of things for sustainable smart education: An overview," *Sustainability*, vol. 14, no. 7, p. 4293, 2022, doi: 10.3390/su14074293.

[13] R. Arifin, Z. Rosyidin, M. Malyadi *et al.*, "Design and implementation of water pump control system for rice field irrigation," pp. 0–6, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1528/1/012002.

[14] S. W. Dali, H. Hadiwiyatno, and D. W. Illahi, "Design and Development of a Web-Based Compensation Information and Registration System Using Biometric Fingerprint Approval Delivery Using Telegram Bot Digital," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 13, no. 4, pp. 385–394, 2023, doi: 10.33795/jartel.v13i4.770.

[15] P. Divya, V. Devaraj, and V. Aswin, "Wi-Fi Door Lock Using Esp32 Cam and Blynk," *Eae*, vol. 2, no. 1, pp. 125–132, 2023, doi: 10.46632/eae/2/1/18.

[16] P. Ana, U. J. Ekah, and E. Oyo-Ita, "IoT-based biometric attendance system for CRUTECH," *International Journal of Science and Research Archive*, vol. 5, no. 1, pp. 39–50, 2022, doi: 10.30574/ijsra.2022.5.1.0035.

[17] S. S. Wakchoure, P. S. Shewale, J. G. Rajput, *et al.*, "Multiple approach of RFID-based attendance system using IoT," in *Soft Computing for Security Applications*, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1397, Singapore: Springer, 2021, pp. 487–499, doi: 10.1007/978-981-16-5301-8_36.

[18] E. M. Gabriel, A. B. Kelvin, and D. Ebregbe, "Development of an ESP32-microcontroller-based biometric system for classroom management," *International Journal of Engineering and Applied Information Sciences*, vol. 9, no. 10, pp. 112–127, Oct. 2025.

[19] A. Ramgopal, K. Jai Jothi, S. Godson, M. Aarush Jeimen, R. Babisha, and V. Jino Shiny, "IoT-enabled fingerprint biometric attendance system for secure and real-time student monitoring," *Asian Journal of Applied Science and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 147–161, Jul.–Sep. 2025, doi: 10.38177/ajast.2025.9314.

[20] E. T. Olawole, O. F. Adebayo, J. A. Adeshina, F. O. Ariba, and R. A. Ajayi, "Development of an internet of things-based fingerprint biometric attendance system," *LAUTECH Journal of Engineering and Technology*, vol. 19, no. 3, pp. 180–187, 2025.