



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 154 -170

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Perancangan Sistem Absensi Berbasis Internet of Things (IOT) dengan Fitur Keamanan Sidik Jari

Hayatul Ilmi¹, Khairuman², Rossiana Br Ginting³

^{1,2}Fakultas Sains Teknologi dan Ilmu kesehatan, Universitas Bina Bangsa Getsempena

¹hayatulilmi35@gmail.com, ²khairuman@bbg.ac.id, ³rossianabrginting@gmail.com

Abstract

Lecturer attendance is an essential aspect in maintaining the quality of the learning process in higher education. Although fingerprint-based attendance technology has been implemented, most existing systems still operate locally and are not yet integrated with the Internet, resulting in the inability to monitor attendance data in real time. This study aims to design and implement a lecturer attendance system based on the Internet of Things (IoT) equipped with a fingerprint security feature, which can automatically and accurately record attendance and display it online through a web-based monitoring interface. The research method used is Research and Development (R&D) with a descriptive qualitative approach. The system design integrates hardware components such as the NodeMCU ESP8266 microcontroller, R307 fingerprint sensor, 16x2 LCD, and buzzer, along with software developed using Arduino IDE and Google Spreadsheet as the online database. The system was tested based on response speed, error rate, and time accuracy parameters. The test results show that the system has an average error rate of 3.3% and an average response time of 2.9 seconds, indicating that the system performs responsively and stably. The fingerprint authentication feature ensures that only registered lecturers can record attendance, while IoT integration enables attendance data to be automatically stored and displayed on the web monitor in real time. Therefore, this system is considered effective, secure, and applicable for supporting academic administration processes in higher education environments.

Keywords: Internet of Things, Lecturer Attendance, Fingerprint, Microcontroller, Web Monitoring

1. Latar Belakang

Kehadiran dosen adalah salah satu elemen kunci dalam mempertahankan mutu proses pendidikan di perguruan tinggi. Pentingnya sistem pencatatan kehadiran yang tepat untuk memastikan bahwa kegiatan perkuliahan berlangsung sesuai dengan jadwal dan akuntabilitas akademik dosen dapat dipertanggungjawabkan. Oleh sebab itu, mekanisme absensi yang mampu merekam kehadiran secara akurat dan terkonfirmasi menjadi bagian krusial dalam pengelolaan akademis (Adi et al, 2025).

Dengan kemajuan teknologi, sistem absensi yang memanfaatkan sidik jari telah banyak diterapkan di berbagai lembaga pendidikan guna meningkatkan keamanan serta ketepatan data kehadiran. Teknologi ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi individu berdasarkan pola sidik jari yang khas (Sahara et al., 2024). Namun, sebagian besar sistem absensi sidik jari yang beredar saat ini cenderung berfungsi secara mandiri, yang berarti data kehadiran hanya disimpan di perangkat lokal tanpa terhubung ke internet atau sistem pemantauan berbasis web secara langsung.

Dalam system ini sensor sidik jari akan digunakan sebagai metode autentikasi utama, dimana pola unik sidik jari pengguna di pindai dan di verifikasi secara otomatis melalui perangkat seperti sensor fingerprint yang terhubung ke mikrokontroler IoT (NodeMCU ESP8266). Data kehadiran kemudian dikirim ke server cloud secara wireless, memungkinkan akses langsung melalui aplikasi web untuk pemantauan secara real-time (Adipta Martulandi, 2021).

Keterbatasan ini membuat pemantauan kehadiran dosen tidak dapat dilakukan secara langsung dan mengharuskan adanya proses rekap data secara manual dari alat absen. Tentu saja, hal ini tidak efisien, terutama bagi institusi yang memiliki banyak dosen dan ruang perkuliahan. Maka dari itu, diperlukan sistem yang tidak hanya bergantung pada teknologi biometrik, tetapi juga terhubung dengan Internet of Things (IoT) agar data kehadiran bisa dikirim dan ditampilkan secara real-time melalui pemantauan web (Nazuarsyah & Muzakir, 2022).

Dengan konsep IoT, perangkat absensi bisa diintegrasikan dengan jaringan internet sehingga setiap catatan absensi dosen akan secara otomatis tersimpan di server online. Data tersebut kemudian tersedia untuk diakses secara langsung melalui antarmuka web yang user-friendly. Internet of Things (IoT) menawarkan solusi terkini dengan menghubungkan perangkat fisik ke internet untuk bertukar data secara otomatis. IoT terdiri dari alat yang terhubung dan berinteraksi secara otomatis dalam pertukaran informasi melalui koneksi internet tanpa perlu campur tangan manusia (Nazuarsyah et al., 2022).

Standar internasional seperti yang ditetapkan oleh NIST (National Institute of Standards and Technology) atau FVC (Fingerprint Verification Competition), dimana error rate dibawah 5% dianggap acceptable/efektif untuk aplikasi keamanan tinggi, nilai ini menunjukkan kemajuan teknologi seperti deep learning dan federated learning yang dilakukan dalam kajian penelitian terkini. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Fauzi, A., 2022), error rate di bawah 5% tidak hanya meningkatkan akurasi hingga 97%, tetapi juga mengurangi resiko keamanan siber, sehingga mendukung adopsi IoT di sektor seperti pendidikan, Kesehatan, dan pertanian di Indonesia.

Error rate 5% dalam sistem fingerprint recognition pada IoT merujuk pada tingkat kesalahan total yang diukur melalui metrik seperti FAR (False Acceptance Rate) dan FRR (False Rejection Rate), dimana nilai di bawah 5% menunjukkan performa yang sangat baik dan efektif. FAR adalah persentase dimana sistem salah menerima identitas palsu sebagai valid, sedangkan FRR adalah persentase dimana sistem salah menolak identitas yang sah. Dalam konteks IoT, dimana perangkat seperti smart locks atau wearable devices harus memproses data biometrik secara real-time dengan keterbatasan daya dan bandwidth, error rate rendah seperti ini krusial untuk memastikan keamanan tanpa mengganggu pengalaman pengguna (Iqbal, M., 2024)

Dalam aplikasi spesifik seperti system absensi dosen berbasis IoT, error rate 5% memainkan peran penting untuk memastikan integritas data kehadiran tanpa gangguan operasional. Misalnya, jika FAR terlalu tinggi, resiko penipuan absensi meningkat, sedangkan jika FRR tinggi, system absensi akan sering menolak sidik jari yang benar benar terdaftar dan memiliki sidik jari yang valid meskipun mereka mencoba absen dengan benar. Hal ini dapat menyebabkan dosen frustrasi karena harus mengulangi proses absen beberapa kali (Fauzi, A., 2022).

Dengan error rate dibawah 5% system dapat diandalkan untuk pemantauan real-time melalui web, mengintegrasikan data dari berbagai perangkat IoT dikampus. Dalam system absensi Iot untuk dosen, FRR tinggi berlawanan dengan tujuan utama, yaitu memastikan kehadiran tercatat akurat tanpa kesulitan. Dibandingkan dengan FAR dimana system salah menerima sidik jari yang tidak dikenali/belum terdaftar, FRR tinggi lebih mengganggu pengguna sah yang sidik jari nya sudah terdaftar di system, sehingga perlu dioptimalkan agar tetap di bawah 5% untuk performa yang efektif (Iqbal, M., 2024).

Berdasarkan latar belakang ini, peneliti berminat untuk melakukan penelitian berjudul “Perancangan Sistem Absensi Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Fitur Keamanan Sidik Jari”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk kebutuhan sistem absensi yang modern, aman, dan terintegrasi dalam mendukung pengelolaan akademik di perguruan tinggi.

2. Metode Penelitian

Penelitian Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan Research and Development (R&D). Menurut Sugiyono (2019), metode R&D merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk tertentu serta menguji tingkat keefektifannya melalui tahapan yang sistematis, mulai dari identifikasi potensi dan masalah hingga uji coba produk di lapangan. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya menitikberatkan pada proses pengumpulan dan analisis data, tetapi juga pada pengembangan produk teknologi yang dapat diterapkan secara nyata, yaitu sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Bina Bangsa Getsempena, khususnya pada Program Studi Ilmu Komputer, yang memiliki kebutuhan akan sistem absensi otomatis bagi dosen. Pemilihan lokasi didasarkan pada kondisi riil di lapangan yang memerlukan sistem pencatatan kehadiran yang akurat, real-time, dan terintegrasi dengan web monitoring. Penelitian dilaksanakan selama periode September hingga Oktober 2025, yang mencakup tahapan perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, uji coba sistem, serta evaluasi kinerja sistem. Subjek penelitian adalah dosen Program Studi Ilmu Komputer yang berperan sebagai pengguna sekaligus evaluator sistem yang dikembangkan.

Dalam penelitian kualitatif ini, data diperoleh dari berbagai sumber yang relevan untuk mendukung proses analisis dan pengembangan sistem. Jenis data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi, wawancara, serta uji coba sistem absensi berbasis IoT dengan pihak-pihak yang terlibat, khususnya dosen sebagai pengguna sistem fingerprint. Observasi dilakukan untuk mengamati proses absensi yang berjalan sebelumnya dan mengidentifikasi permasalahan yang muncul. Wawancara dilakukan

dengan dosen dan staf administrasi untuk menggali informasi terkait kebutuhan sistem, kendala yang dihadapi, serta harapan terhadap sistem absensi yang baru. Selain itu, uji coba sistem menghasilkan data teknis berupa kecepatan respon sistem, tingkat kesalahan pembacaan sidik jari, serta stabilitas koneksi jaringan. Data sekunder diperoleh dari berbagai dokumen pendukung, seperti literatur ilmiah, jurnal penelitian terkait sistem absensi elektronik, dokumentasi kampus, data kehadiran dosen sebelumnya, serta teori-teori yang berkaitan dengan Internet of Things, sistem biometrik, dan keamanan data. Pemilihan sumber data ini bertujuan agar data primer dapat menggambarkan kondisi faktual di lapangan, sementara data sekunder digunakan untuk memperkuat landasan teori dan mendukung analisis hasil penelitian.

Untuk memperoleh data yang valid dan mendalam, penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap proses penggunaan sistem absensi di lingkungan kampus, mulai dari cara dosen melakukan absensi, proses pengiriman data ke server, hingga tampilan data pada web monitoring. Teknik ini memberikan gambaran nyata mengenai kinerja sistem dan permasalahan yang terjadi di lapangan. Wawancara dilakukan dengan dosen dan staf administrasi untuk memperoleh informasi terkait pengalaman penggunaan sistem, kendala yang dirasakan, serta tanggapan terhadap penerapan sistem absensi berbasis IoT. Teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data pendukung berupa rancangan sistem, foto perangkat keras, tampilan antarmuka web monitoring, serta catatan absensi yang dihasilkan oleh sistem. Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menerapkan teknik triangulasi data yang meliputi triangulasi sumber, triangulasi metode, dan triangulasi teori. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan hasil observasi dan wawancara dari berbagai pihak, triangulasi metode dilakukan dengan memadukan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, sedangkan triangulasi teori dilakukan dengan membandingkan temuan penelitian dengan teori pendukung terkait IoT, sistem biometrik, dan keamanan data.

Data yang diperoleh dari observasi, wawancara, dan dokumentasi dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif deskriptif. Proses analisis data dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi dan memfokuskan data yang relevan dengan tujuan penelitian. Penyajian data dilakukan dalam bentuk uraian naratif, tabel, maupun diagram untuk mempermudah pemahaman terhadap hasil penelitian. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan memberikan interpretasi terhadap hasil pengujian sistem dan menilai tingkat efektivitas sistem absensi yang dikembangkan. Tahapan penelitian R&D meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, evaluasi dan revisi, serta dokumentasi dan penyusunan laporan. Pada tahap perancangan, sistem dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor sidik jari R307, LCD 16x2 I2C, buzzer, serta Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan data. Seluruh tahapan ini digambarkan dalam diagram alur penelitian R&D. Dengan mengikuti tahapan tersebut, diharapkan sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari dapat berfungsi secara optimal dan layak diterapkan pada lingkungan pendidikan maupun instansi kerja.

3. Hasil

Gambaran Umum Objek Penelitian

Sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pencatatan kehadiran dosen secara otomatis. Sistem ini memanfaatkan sensor sidik jari sebagai media autentikasi utama untuk memastikan bahwa setiap data kehadiran hanya dapat di input oleh individu yang terdaftar. Data hasil pemindaian kemudian dikirim secara real-time melalui modul mikrokontroler berbasis Wi-Fi, seperti NodeMCU ESP8266, menuju server atau layanan penyimpanan berbasis cloud. Integrasi IoT memungkinkan sistem beroperasi secara terdistribusi dan online, sehingga kehadiran dapat dipantau secara langsung melalui antarmuka web yang telah di buat sediakan tanpa harus melakukan pencatatan manual.

Selain berfungsi sebagai sistem pencatatan kehadiran, rancangan ini juga menekankan aspek keamanan data biometric dan keandalan transmisi informasi. Proses autentikasi dilakukan melalui algoritma identifikasi sidik jari yang tertanam dalam modul sensor, sehingga hanya data hush atau kode verifikasi yang di kirim ke server, bukan template sidik jari yang mentah. Dengan cara ini, sistem mampu menjaga privasi pengguna sekaligus mengurangi resiko kebocoran data.

Fitur notifikasi otomatis dan pemantauan status kehadiran secara visual di dashboard web juga ditambahkan untuk mendukung transparansi dan akuntabilitas dalam proses absensi. Secara keseluruhan, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dan efisien dalam manajemen kehadiran berbasis teknologi IoT yang aman, cepat dan terintegrasi.

Profil Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Prodi Ilmu Komputer Universitas Bina Bangsa Getsempena (UBBG), Banda Aceh. Universitas ini merupakan Lembaga Pendidikan tinggi yang berkomitmen meningkatkan mutu akademik dengan pemanfaatan teknologi digital dalam berbagai bidang. UBBG memiliki visi menjadi universitas unggul dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berlandaskan nilai-nilai religious dan profesionalisme.

Dalam kegiatan akademik sehari-hari, UBBG telah menerapkan beberapa sistem berbasis teknologi seperti e-learning dan sistem informasi akademik. Namun, system absensi dosen yang digunakan sebelumnya masih menggunakan perangkat fingerprint konvensional (Stand-alone) yang menyimpan data secara local tanpa koneksi ke jaringan web.

Melihat permasalahan tersebut, peneliti melakukan pengembangan sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari (fingerprint) dan kemampuan monitoring melalui web. System ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan kehadiran dosen sekaligus menjadi contoh penerapan teknologi modern di lingkungan kampus.



Gambar 1 Prodi Ilkom UBBG Sebagai Lokasi Penelitian

Kebutuhan Sistem Absensi

Kebutuhan utama dari pengembangan system ini adalah untuk mengatasi keterbatasan system absensi konvensional yang tidak terhubung dengan jaringan internet. Pihak dosen membutuhkan system yang:

- a. Mampu mencatat kehadiran dosen secara otomatis dan akurat.
- b. Terhubung dengan jaringan Wi-Fi kampus sehingga data dapat dikirim secara real-time ke server.
- c. Menampilkan hasil kehadiran pada web monitor yang dapat di akses kapan pun.
- d. Menggunakan autentikasi sidik jari untuk memastikan validitas pengguna dan mencegah kecurangan.
- e. Menjamin keamanan data kehadiran dengan sistem berbasis IoT.
- f. Sistem ini tidak hanya menjadi alat absensi semata, tetapi juga berfungsi sebagai media digital monitoring yang terintegrasi dengan platform cloud melalui Soogle Spreadsheet API (Application Programming Interface). Dengan demikian, system ini tidak hanya berfungsi sebagai alat absensi biasa, tetapi juga sebagai media digitalisasi administrasi akademik yang terintegrasi dan transparan.

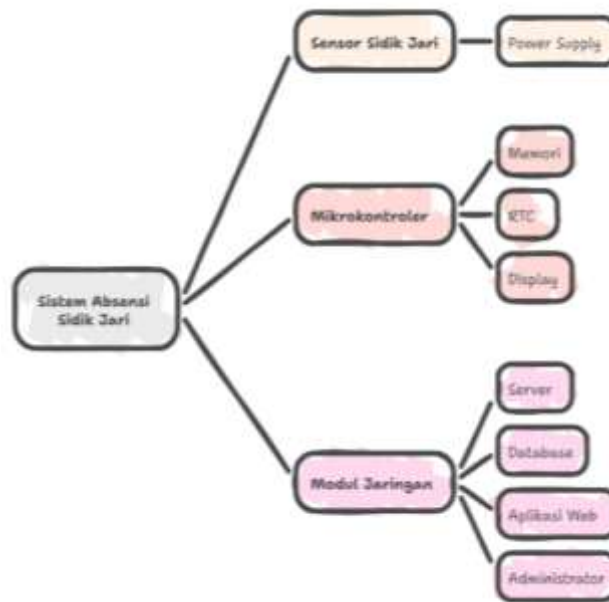
Deskripsi Umum Sistem

Sistem absensi yang dikembangkan dalam penelitian ini berbasis Internet of Things (IoT) dimana setiap perangkat keras yang terpasang dapat saling berkomunikasi melalui jaringan internet. System terdiri dari dua bagian utama yaitu perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software).

Secara umum, cara kerja system ini adalah sebagai berikut:

- a. Dosen menempelkan sidik jari pada sensor fingerprint.
- b. Mikrokontroler NodeMCU membaca dan memverifikasi identitas pengguna.
- c. Data absensi (ID, Waktu, dan Status) dikirimkan ke server menggunakan koneksi Wi-Fi.
- d. Server menyimpan data dalam Google Spreadsheet.

- e. Hasil kehadiran ditampilkan secara real-time melalui web monitor



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

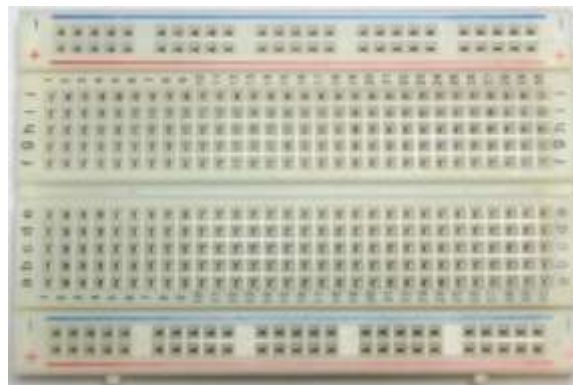
Diagram blok diatas menggambarkan hubungan antar komponen yang terdiri atas sensor sidik jari, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, LCD (liquid crystal display), buzzer, koneksi internet, dan server web.

Komponen Perangkat Keras (Hardware)

Penelitian ini menggunakan tujuh komponen utama perangkat keras yang saling terhubung dalam satu rangkaian. Berikut penjelasan masing-masing komponen:

1. Breadboard

Berfungsi sebagai tempat penyusunan rangkaian elektronik sementara tanpa perlu penyolderan. Komponen ini memungkinkan peneliti menghubungkan sensor, LCD, NodeMCU, dan Buzzer secara fleksibel untuk proses uji coba.



Gambar 3 Breadboard Sebagai Media Perakitan Sistem

2. Kabel Data USB (Universal Serial Bus)-C

Kabel USB-C digunakan untuk menghubungkan NodeMCU dengan computer. Fungsinya tidak hanya untuk mengalirkan daya, tetapi juga mengirimkan data saat proses upload program dari Arduino IDE ke mikrokontroler.



Gambar 4 Kabel USB-C Sebagai Penghubung NodeMCU dan Komputer

3. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan otak dari system ini. Komponen ini memiliki modul Wi-Fi bawaan sehingga dapat langsung terhubung dengan jaringan internet tanpa perangkat tambahan. NodeMCU bertugas mengatur logika program, membaca data sidik jari dari sensor, dan mengirim hasil absensi ke server.



Gambar 5 NodeMCU ESP8266 yang digunakan dalam system absensi

4. Sensor Fingerprint R307

Sensor Fingerprint berfungsi sebagai media input biometric. Sensor ini membaca pola sidik jari dosen, kemudian mencocokkannya dengan data yang tersimpan di memori untuk proses autentikasi. Jika cocok, NodeMCU akan mengirimkan data ke server dan LCD akan menampilkan status “Absen Berhasil”.



Gambar 6 Sensor Fingerprint R307

5. LCD 16x2

Lcd berfungsi untuk menampilkan informasi proses absensi, seperti “Scan Sidik Jari Anda”, “Absen Berhasil”, dan “Gagal Enroll”. Dengan adanya tampilan LCD, pengguna dapat mengetahui status system secara langsung.



Gambar 7 LCD 16x2 Menampilkan Status

6. Buzzer

Buzzer digunakan sebagai indikator suara. Ketika sidik jari dikenali dan berhasil, buzzer akan berbunyi satu kali pendek. Sebaliknya, jika absensi gagal, buzzer akan mengeluarkan bunyi Panjang sebagai tanda kesalahan.



Gambar 8 Buzzer yang terpasang pada sistem

7. Push Button

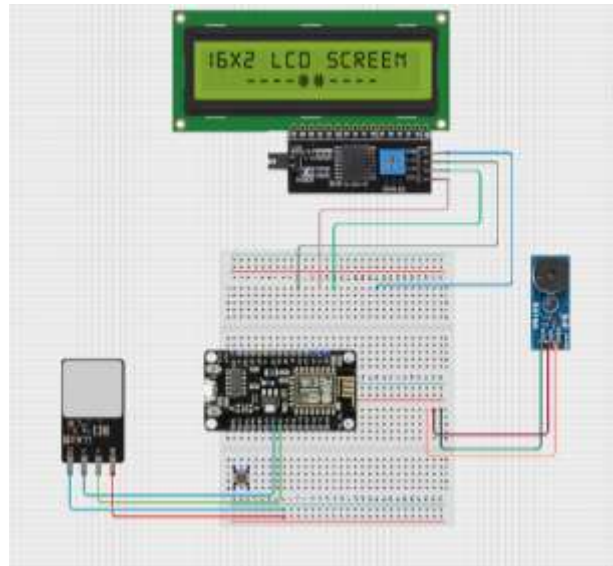
Push button berfungsi sebagai tombol daftar id baru dan reset system. Dengan menekan tombol ini, seluruh konfigurasi sementara akan di refresh, dan NodeMCU siap menerima perintah baru dari pengguna.



Gambar 9 Push button pada rangkaian alat

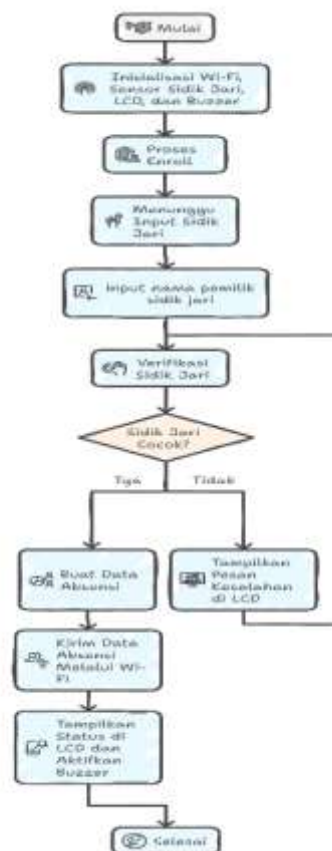
Desain dan Perancangan Alat

Desain alat ini menggambarkan integrasi seluruh perangkat keras dalam satu kesatuan sistem yang sederhana namun efektif. NodeMCU berfungsi sebagai pusat logika yang mengatur semua instruksi, sedangkan sensor fingerprint menjadi kunci autentikasi utama. LCD berperan memberikan umpan balik visual kepada pengguna, sementara buzzer menambah notifikasi suara sebagai indikator hasil proses. Push button digunakan untuk mengatur ulang sistem, khususnya ketika sistem tidak merespons dengan baik akibat gangguan koneksi atau kesalahan pembacaan sensor.



Gambar 10 Desain dan Perancangan Alat

Desain alat terdiri atas NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kontrol, sensor sidik jari R307 terhubung melalui pin RX dan TX, LCD 16x2 I2C pada pin D1 dan D2, buzzer dan push button masing-masing di pin digital terpisah, serta breadboard sebagai media sambungan seluruh komponen. Sistem mendapatkan daya dari kabel USB-C yang terhubung ke komputer atau adaptor 5V. Dalam desain ini, alur komunikasi berjalan satu arah dari input sensor, proses mikrokontroler, output tampilan LCD & buzzer, dan pengiriman data ke server web melalui Wi-Fi.



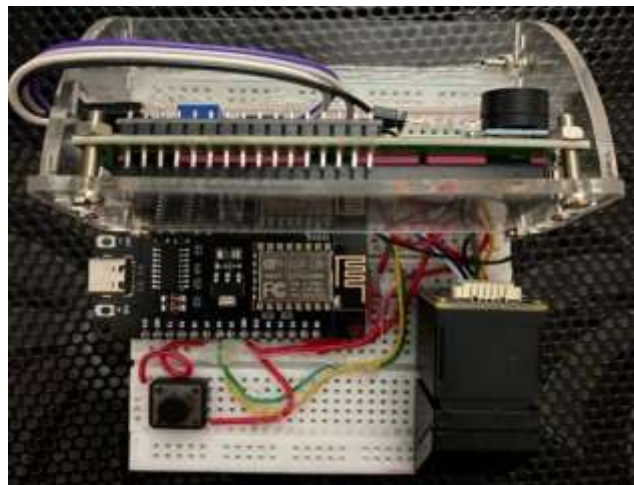
Gambar 11 Flowchart Program Sistem

Perangkat lunak sistem ini dibuat menggunakan Arduino IDE untuk program miktokontroler dan basis data online untuk penyimpanan data absensi. Langkah-langkah nya meliputi:

- a. Inisialisasi koneksi WiFi dan sensor sidik jari.
- b. Verifikasi data sidik jari pengguna yang tersimpan.
- c. Jika data cocok maka akan mengirimkan data absensi (id pengguna, nama, waktu, status kehadiran, dan jam absen).
- d. Menampilkan status kehadiran pada web, dan aktifkan buzzer.

Perakitan Alat

Perakitan alat merupakan tahap penggabungan seluruh komponen perangkat keras (hardware) yang telah di rancang pada tahap sebelumnya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membentuk satu sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan rancangan, yaitu sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari. Langkah pertama dalam proses perakitan adalah penyusunan dan pemasangan komponen utama, yang terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor sidik jari R307, LCD 16x2 I2C, buzzer, push button, dan sumber daya (power supply). Semua komponen ini dihubungkan menggunakan breadboard dan kabel jumper sesuai dengan rancangan diagram blok dan rangkaian sistem yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 12 Perakitan Alat

NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pusat kendali yang mengatur komunikasi antara sensor sidik jari, LCD, dan server berbasis web melalui koneksi Wi-Fi. Sensor sidik jari R307 dihubungkan pada pin digital NodeMCU untuk membaca dan mengidentifikasi data sidik jari pengguna. Hasil identifikasi kemudian di tampilkan di lcd sebagai informasi status absensi (“Scan Jari Anda”, “Absen Sukses”, atau “Sidik Jari Tidak Ditemukan”). sementara itu, buzzer berfungsi sebagai indicator bunyi saat proses absensi berhasil atau gagal, dan push button digunakan untuk melakukan pendaftaran (enroll) sidik jari baru.

Setelah semua komponen terpasang dengan benar, dilakukan pengujian koneksi dan kelistrikan untuk memastikan tidak ada kesalahan pada rangkaian, seperti pin yang terbalik atau jalur arus pendek (Short Circuit). Selanjutnya, sistem dihubungkan dengan computer untuk unggah (upload) program melalui Arduino IDE. Setelah program berhasil di unggah, alat diuji dengan beberapa sidik jari pengguna untuk memastikan proses pembacaan, verivikasi, dan pengiriman data ke server berjalan sesuai harapan.

Secara keseluruhan, hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja secara terintegrasi. Sistem mampu membaca sidik jari, menampilkan informasi pada LCD, memberikan respons suara melalui buzzer, dan mengirimkan data absensi ke google spreadsheet yang terhubung ke web monitor secara real-time melalui koneksi internet.

Hasil Implementasi Sistem di Lapangan

Implementasi sistem merupakan tahap penerapan hasil rancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) ke dalam bentuk sistem absensi yang berfungsi secara nyata. Tahap ini dilakukan setelah proses

perakitan alat selesai dan seluruh komponen terhubung dengan baik. Tujuan dari implementasi ini adalah untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan dan memenuhi kebutuhan pengguna, yaitu melakukan proses absensi dosen secara otomatis, aman, dan dapat dipantau secara real-time. Proses implementasi perangkat lunak dilakukan dengan cara mengunggah kode program menggunakan Arduino IDE ke dalam mikrokontroler NodeMCU.

Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, sistem diuji coba di lingkungan kampus. Pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk memastikan kestabilan koneksi dan keakuratan data. Setiap kali dosen melakukan absensi, data langsung muncul di tampilan web tanpa jeda yang signifikan.

Sistem absensi yang telah di implementasikan mampu mengirimkan data kehadiran dosen secara otomatis ke Google Spreadsheet, yang kemudian ditampilkan pada web monitor berbasis HTML dan Javascript. Web monitor menampilkan informasi seperti nama dosen, NIDN, waktu absensi, dan status kehadiran (Hadir/Tidak Hadir/Terlambat) secara real-time. Dengan demikian, pihak administrasi dapat langsung memantau kehadiran dosen secara transparan.

Data yang dikirim ke server mencakup ID pengguna, waktu absensi, dan status kehadiran (Hadir/Tidak Hadir/Terlambat). Semua hasil uji menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan stabil.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik sesuai rancangan. Proses absensi dapat dilakukan hanya dengan menempelkan sidik jari pada sensor, dan dalam waktu 3 detik data sudah tampil di halaman web monitoring. Sistem juga mampu memberikan respons yang tepat apabila sidik jari tidak dikenali, koneksi internet terputus, atau proses pendaftaran pengguna gagal.

Secara keseluruhan tahap implementasi membuktikan bahwa sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari telah berhasil dioperasikan dengan baik dan memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghadirkan sistem absensi yang otomatis, aman, dan terintegrasi secara online.

Perancangan Sistem (Hardware dan Software)

Sistem dirancang dengan menggabungkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 (yang memiliki modul Wi-Fi bawaan) dengan sensor sidik jari R307, LCD 16x2, buzzer, dan push button. NodeMCU berfungsi sebagai pusat kendali utama, karena memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi bawaan yang memungkinkan perangkat terhubung langsung dengan jaringan internet secara real-time tanpa memerlukan modul tambahan. NodeMCU dihubungkan dengan sensor sidik jari R307 yang berfungsi sebagai alat autentikasi utama untuk memverifikasi identitas dosen, serta dilengkapi dengan LCD 16x2 untuk menampilkan status proses absensi dan buzzer sebagai indikator suara keberhasilan atau kegagalan proses absensi.

Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem dimulai ketika dosen menempelkan jarinya pada sensor fingerprint. Sensor akan membaca pola sidik jari dan mengirimkan data ke NodeMCU untuk diverifikasi dengan data yang sudah tersimpan didalam memori sistem. Apabila data sidik jari cocok, NodeMCU akan menampilkan pesan "Absen Berhasil" pada layer LCD dan buzzer berbunyi singkat sebagai tanda keberhasilan. Selanjutnya, data absensi yang terdiri atas ID pengguna, nama dosen, NIDN, waktu absensi, dan status kehadiran akan di kirim secara otomatis melalui koneksi Wi-Fi ke server berbasis cloud menggunakan Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan daring (online).

Integrasi dengan Internet (IoT)

NodeMCU ESP8266 mengirimkan data kehadiran seperti ID, nama, NIDN, waktu absensi, sesi absensi, dan status kehadiran ke google spreadsheet yang difungsikan sebagai database berbasis cloud. Data yang telah tersimpan di cloud kemudian di tampilkan secara real-time pada web monitoring yang dibuat menggunakan HTML (Hypertext Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), dan JavaScript.

Implementasi Fitur Keamanan Sidik Jari

Proses implementasi di mulai dari tahap pendaftaran (enrolment), dimana setiap dosen mendaftarkan sidik jarinya ke dalam sistem. Sensor fingerprint R307 akan memindai pola sidik jari beberapa kali untuk mendapatkan data yang akurat, lalu menyimpannya dalam bentuk template digital di memori sensor, sehingga tetap menjaga kerahasiaan dan privasi pengguna.

Setelah pendaftaran selesai, sistem memasuki tahap verifikasi. Saat dosen melakukan absensi, sensor fingerprint akan membaca sidik jari dan mencocokkannya dengan template yang tersimpan. Proses ini berlangsung otomatis di dalam sensor dan hasilnya dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Jika sidik jari cocok, NodeMCU

akan mengonfirmasi keberhasilan absensi dengan menampilkan pesan “Absen Berhasil” pada LCD 16x2 dan menyembunyikan buzzer sebagai tanda validasi sukses.

Untuk menjaga keamanan data, NodeMCU hanya mengirimkan data hasil verifikasi (ID pengguna, waktu, dan status kehadiran) ke google Spreadsheet melalui koneksi Wi-Fi menggunakan protocol HTTP. Data dikirim melalui google Apps Script Web API (Application Programming Interface) yang berjalan di server HTTPS, sehingga proses transmisi data terlindungi dari akses pihak luar. Dengan metode ini, template sidik jari tidak pernah dikirim ke jaringan internet, melainkan hanya hasil verifikasi yang telah disahkan oleh sistem, sehingga resiko kebocoran data biometric dapat diminimalkan.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan push button yang digunakan untuk mendaftarkan pengguna baru atau mereset sistem jika diperlukan. Fitur ini hanya bisa di akses oleh administrator, sehingga proses pendaftaran dan pengelolaan data tetap terkontrol dengan baik. Dengan demikian, implementasi fitur keamanan sidik jari pada sistem absensi dosen telah berhasil memberikan lapisan keamanan tambahan yang memastikan bahwa data kehadiran hanya dicatat oleh pengguna yang sah. Serta menjamin proses absensi berjalan cepat, akurat, dan terlindungi dari manipulasi.

Mekanisme Autentikasi dan Validasi Data Kehadiran Dosen

Mekanisme autentikasi dan validasi data kehadiran dosen dalam sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari yaitu melalui proses autentikasi yang dimulai ketika dosen menempelkan jarinya pada sensor sidik jari R307 yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sensor ini akan membaca pola unik sidik jari dan membandingkannya dengan data yang sudah tersimpan dalam memori sistem. Setiap sidik jari dosen yang terdaftar memiliki ID khusus yang digunakan sebagai identitas unik untuk proses verifikasi. Sensor akan mencocokkan data baru dengan template sidik jari yang tersimpan menggunakan algoritma pencocokan.

Jika pola sidik jari cocok dengan data yang tersimpan, maka proses autentikasi dianggap berhasil. NodeMCU akan mengirimkan sinyal kepada LCD 16x2 untuk menampilkan pesan “Absen Berhasil”, serta membunyikan buzzer sebagai indikator suara bahwa verifikasi telah dilakukan dengan benar. Sebaliknya, apabila sidik jari tidak cocok atau pengguna belum terdaftar dalam sistem, LCD akan menampilkan pesan “Sidik Jari Tidak Ditemukan” dan buzzer akan berbunyi panjang sebagai tanda kegagalan autentikasi.

Setelah autentikasi berhasil, sistem akan memasuki tahap validasi data kehadiran. Pada tahap ini, NodeMCU mengirimkan data absensi yang telah diverifikasi berisi ID pengguna, nama dosen, NIDN, waktu absensi, dan status kehadiran (Hadir, Terlambat, atau Tidak Hadir) ke Google Spreadsheet melalui koneksi internet menggunakan protokol HTTP. Validasi data dilakukan pada dua tingkat, yaitu:

- a. Validasi identitas, di mana sistem memastikan bahwa hanya dosen yang memiliki template sidik jari sah yang dapat melakukan absensi
- b. Validasi Waktu, di mana sistem mencatat waktu absensi berdasarkan Network Time Protocol (NTP) agar waktu pencatatan seragam dan tidak bisa diubah secara manual.

Berdasarkan waktu tersebut, sistem secara otomatis menentukan status kehadiran: “Hadir” jika dalam rentang waktu normal, dan “Terlambat” jika melewati batas waktu absensi.

Analisis Keamanan Sistem Absensi Berbasis IoT

Analisis keamanan pada sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur sidik jari menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat keamanan yang tinggi karena menggabungkan autentikasi biometrik dan transmisi data terenkripsi. Proses identifikasi menggunakan sensor sidik jari R307 memastikan hanya dosen yang terdaftar yang dapat melakukan absensi.

Data hasil verifikasi tidak berupa citra sidik jari, melainkan hanya ID pengguna dan waktu kehadiran, yang kemudian dikirim secara otomatis melalui koneksi Wi-Fi NodeMCU ESP8266 menggunakan protokol HTTPS ke Google Spreadsheet sebagai server cloud. Dengan sistem ini, data absensi tidak dapat diubah secara manual karena setiap transaksi terekam secara digital dan diverifikasi secara waktu (timestamp).

Menampilkan Data Absensi dengan Web Monitor

Menampilkan data kehadiran dosen secara langsung melalui web monitor dilakukan dengan menghubungkan sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) ke database online menggunakan Google Spreadsheet dan Google Apps Script. Setiap kali dosen melakukan absensi melalui sensor sidik jari R307, data hasil verifikasi dikirim oleh NodeMCU ESP8266 ke Google Spreadsheet melalui koneksi Wi-Fi menggunakan protokol HTTP. Spreadsheet

ini berfungsi sebagai database cloud yang menyimpan seluruh data absensi secara otomatis. Selanjutnya, web monitor yang dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript mengambil data dari spreadsheet melalui API Google Apps Script. Dengan bantuan fungsi fetch () dan setInterval () pada JavaScript, web akan memperbarui tampilan data secara berkala, sehingga setiap absensi baru langsung muncul di halaman web tanpa perlu dilakukan penyegaran manual.

Perancangan dan Tampilan AntarMuka Web Monitor

Perancangan dan tampilan antarmuka web monitor dibuat sederhana dan responsif agar mudah diakses oleh pengguna. Web ini dibangun menggunakan **HTML, CSS, dan JavaScript**, yang terhubung langsung dengan **Google Spreadsheet** sebagai database cloud. Data kehadiran dosen ditampilkan dalam bentuk **tabel dinamis** berisi nama, waktu absensi, dan status kehadiran yang diperbarui secara **real time** melalui fungsi **auto-refresh**. Desain antarmuka dibuat **user-friendly**, dengan tampilan rapi, warna yang kontras, serta kompatibel di web monitor.

Proses Pemantauan Data Kehadiran Dosen Secara Real Time

Proses pemantauan data kehadiran dosen secara real time dilakukan melalui integrasi antara NodeMCU ESP8266, Google Spreadsheet, dan web monitoring. Setelah dosen melakukan absensi menggunakan sidik jari, data yang telah diverifikasi langsung dikirim melalui koneksi Wi-Fi ke spreadsheet sebagai database online. Web monitoring kemudian menampilkan data tersebut secara otomatis menggunakan JavaScript yang memperbarui tampilan setiap beberapa detik. Dengan sistem ini, pihak administrasi dapat melihat kehadiran dosen secara langsung tanpa perlu rekap manual, sehingga proses pemantauan menjadi cepat, efisien, dan akurat.

Pembahasan dan Analisis

Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Sistem absensi dosen berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari yang telah di rancang menunjukkan hasil yang baik dari sisi fungsionalitas. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen mampu bekerja sesuai peran dan system dapat beroperasi secara terintegrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Tabel berikut memperlihatkan hasil pengujian fungsional setiap komponen utama:

Tabel 1 hasil pengujian fungsional setiap komponen

No	Komponen	Fungsi	Hasil Uji	Keterangan
1.	Sensor Fingerprint R307	Mendeteksi dan memverifikasi identitas dosen	Berfungsi baik	Respon cepat dan akurat
2.	NodeMCU ESP8266	Mengolah data dan mengirim ke server	Berfungsi baik	Koneksi Wi-Fi stabil
3.	LCD 16x2	Menampilkan status proses absensi	Berfungsi baik	Tampilan jelas
4.	Buzzer	Memberikan notifikasi suara	Berfungsi baik	Suara indikator berfungsi
5.	Breadboard & Kabel Jumper	Media sambungan komponen	Stabil	Rangkaian Kuat
6.	Push Button	Tambah ID, Sidik Jari dan reset sistem	Berfungsi baik	Respon langsung
7.	Server Web & Spreadsheet	Penyimpanan dan tampilan data absensi	Berfungsi baik	Data tampil real-time

Dari hasil uji diatas, semua komponen berfungsi sesuai rancangan. Proses komunikasi antara sensor, NodeMCU, dan server web berjalan lancar tanpa gangguan serius. Koneksi Wi-Fi juga mendukung kecepatan transfer data yang baik sehingga waktu respon table165 rata-rata di bawah 3 detik.

Analisis Hasil Pengujian Kinerja Sistem (Error dan Responsif)

Analisis kinerja sistem dilakukan untuk mengukur tingkat error, tingkat responsive sistem, dan akurasi status kehadiran dosen berdasarkan 2 kondisi waktu absensi. Pengujian dilakukan sebanyak 30x percobaan dalam dua kondisi jaringan (stabil dan tidak stabil).

Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa baik sistem berjalan dalam kondisi nyata dan seberapa efisien data kehadiran dapat dikirim serta ditampilkan di web monitor. Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan fitur sistem bekerja sesuai dengan tujuan. Jenis pengujian meliputi:

- a. Pencatatan Tingkat Error Sistem. Tingkat error diukur dari jumlah kegagalan sistem dalam membaca sidik jari, mengirim data ke server, atau menampilkan hasil absensi di web monitor. Pengujian dilakukan sebanyak 30x percobaan pada kondisi jaringan Wi-Fi stabil dan tidak stabil.

Tabel 2 Pengujian Tingkat Error Sistem

No	Jenis Pengujian	Percobaan	Error	Persentase Error	Keterangan
1.	Pembacaan sidik jari	30	1	3,3%	Gagal jika jari kotor
2.	Pengiriman data ke server	30	2	6,6%	Delay jaringan
3.	Tampilan web monitor	30	0	0%	Stabil
Rata-rata Error	-	-	-	3,3%	Termasuk rendah

Tingkat error rata-rata sebesar 3,3% masih tergolong rendah dan diterima dalam standar sistem absensi berbasis IoT. Kesalahan terbanyak terjadi ketika sensor tidak dapat membaca sidik jari dengan jelas karena kondisi jari yang kotor atau basah. Sementara itu, tingkat responsif sistem diukur berdasarkan waktu proses dari deteksi sidik jari hingga data muncul di web monitor.

- a. Tingkat Responsif Sistem. Tingkat responsive dapat diukur berdasarkan waktu yang dibutuhkan sistem untuk memproses data dari saat sidik jari ditempelkan hingga data di tampilkan di web monitor.

Tabel 3 Tingkat Responsif Sistem

No	Kondisi Jaringan	Waktu Respon (detik)	Keterangan
1.	Stabil	1,8	Sangat cepat
2.	Sedang	2,9	Responsif
3	Lemah	4,1	Tertunda ringan

Berdasarkan tingkat pengujian rata-rata waktu respon sistem adalah 2,9 detik yang menunjukkan bahwa sistem cukup cepat untuk melakukan autentikasi dan pengiriman data ke server. Respon cepat terjadi saat jaringan stabil, sementara keterlambatan paling besar (lebih dari 4 detik) hanya muncul ketika koneksi internet melemah. Hal ini membuktikan NodeMCU ESP8266 mampu memproses data dengan baik walaupun dalam kondisi sinyal Wi-Fi yang bervariasi.

Analisis Dua Kondisi Kehadiran Dosen

Sistem absensi dosen ini memiliki kemampuan untuk membedakan dua kondisi kehadiran, yaitu “Hadir”, “Tidak Hadir”, dan “Terlambat”, berdasarkan waktu absensi yang dilakukan dosen. Sistem menggunakan waktu server NTP (Network Time Protocol) untuk sinkronisasi agar hasil lebih akurat.

Tabel 4 Analisis Kehadiran Dosen Sesi I

No	Nama Dosen	Waktu Absensi	Status Kehadiran	Kondisi
1.	Khairuman S.Kom., M.Kom	08.11 WIB	Hadir	Tepat waktu
2.	Mukhroji S.ST., MT	08.18 WIB	Hadir	Tepat waktu
3.	Teuku Muhammad Mirza Keumala S.Kom., M.T	08.23 WIB	Terlambat	Lewat batas waktu
4.	Mohd Iqbal Muttaqin	08.34 WIB	Terlambat	Lewat batas waktu
5.	Ulyly Muzakir, MT	-	Tidak Hadir	Tidak Absen
6.	Rossiana Br.Ginting S.Kom., M.Pd	-	Tidak Hadir	Tidak Absen
7.	Nazuarsyah ST., MT	-	Tidak Hadir	Tidak Absen

Tabel 5 Analisis Kehadiran Dosen Sesi II

No	Nama Dosen	Waktu Absensi	Status Kehadiran	Kondisi
1.	Khairuman S.Kom., M.Kom	14.12 WIB	Hadir	Tepat waktu
2.	Mukhroji S.ST., MT	14.07 WIB	Hadir	Tepat waktu
3.	Teuku Muhammad Mirza Keumala S.Kom., M.T	14.06 WIB	Hadir	Tepat waktu
4.	Mohd Iqbal Muttaqin	14.10 WIB	Hadir	Tepat waktu
5.	Ulyly Muzakir, MT	-	Tidak Hadir	Tidak Absen
6.	Rossiana Br.Ginting S.Kom., M.Pd	-	Tidak Hadir	Tidak Absen
7.	Nazuarsyah ST., MT	-	Tidak Hadir	Tidak Absen

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis IoT dengan autentikasi sidik jari memiliki tingkat error rata-rata sebesar 3,3% dan waktu respon rata-rata 2,9 detik. Nilai error di peroleh dari hasil 30x percobaan pembacaan sidik jari, pengiriman data ke server, dan tampilan pada web monitor. Dimana Sebagian kecil kesalahan terjadi akibat kondisi eksternal seperti jari kotor, lembab, atau koneksi internet tidak stabil.

Berdasarkan kajian puustaka dan hasil penelitian sebelumnya, sistem absensi berbasis IoT umumnya memiliki batas toleransi kesalahan maksimum sebesar 5% dan masih dianggap efektif apabila nilai error berada di bawah ambang batas tersebut. Menurut (Fauzi, A., 2022) dalam penelitian “implementasi sistem fingerprint recognition berbasis IoT untuk keamanan pintu pintar di Indonesia”, tingkat error 3.5% dikategorikan baik karena dipengaruhi oleh factor jaringan dan kondisi sensor. Demikian pula, (Rahman, 2023) dalam sistem absensi dosen berbasis IoT menggunakan sensor sidik jari dan web interface menyatakan bahwa sistem dinilai layak dan efektif apabila tingkat error tidak melebihi 5%.

Dengan demikian, hasil pengujian pada penelitian ini yang menunjukkan error sebesar 3,3% dapat di kategorikan sangat baik dan efektif, karena lebih rendah dari standar toleransi umum 5%. Hal ini meunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses autentikasi dan pengiriman data secara stabil, akurat, dan real-time.

Selain itu, waktu respon rata-rata 2,9 detik menunjukkan bahwa sistem responsive, karena waktu pemrosesan dibawah 3 detik tergolong cepat untuk sistem berbasis mikrokontroler dengan koneksi jaringan nirkabel. Waktu respon ini sejalan dengan hasil penelitian (Hidayat, 2021) yan gmenyebutkn bahwa sistem absensi IoT dengan NodeMCU ESP8266 dinilai baik apabila waktu respon berada antara 2-4 detik. Apabila tingkat error meningkat menjadi 5,5% atau lebih, maka kinerja sistem sudah menurun dan di kategorikan kurang efektif, karena telah melewati ambang batas ideal. Namun selama berada si bawah 5% sistem tetap dinilai layak dan stabil untuk digunakan dalam lingkungan Pendidikan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari yang dikembangkan memiliki kinerja yang efektif, kecepatan respon baik, dan keandalan yang sangat baik, serta dapat diterapkan untuk mendukung pencatatan kehadiran dosen secara otomatis dan real-time.

Perbedaan kondisi waktu 08.00-08.20 dan 14.00-14.20 “berhasil di analisis secara otomatis tanpa input manual”. Dengan demikian, sistem yang di rancang sudah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menciptakan sistem absensi yang aman, real-time, dan dapat di monitor melalui website.

Analisis Efektivitas Sistem

Analisis efektivitas dilakukan berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan pengujian lapangan. Dosen dan staf administrasi memberikan tanggapan positif terhadap sistem ini karena proses absensi menjadi lebih cepat dan tidak lagi memerlukan tanda tangan manual. Beberapa keunggulan sistem yang ditemukan selama penelitian:

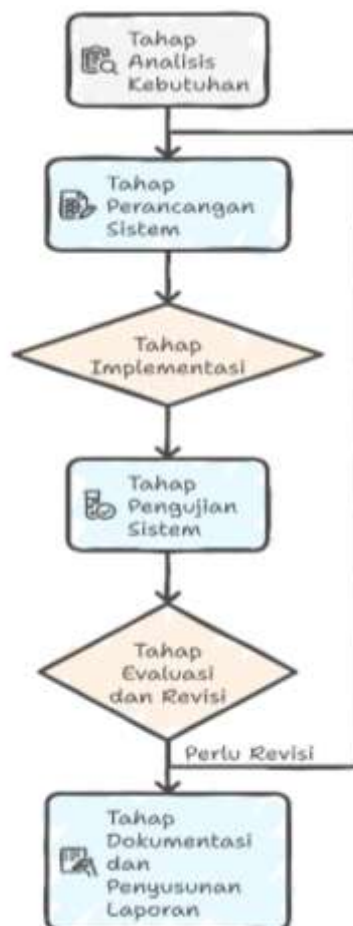
- a. Efisiensi waktu: proses absensi hanya memerlukan 2-3 detik per pengguna.
- b. Akurasi data: data absensi dikirim langsung ke server tanpa campur tangan manusia.
- c. Kemudahan akses: admin dapat memantau kehadiran dosen dari mana saja melalui web monitor.
- d. Keamanan data: sistem hanya dapat digunakan oleh dosen yang terdaftar dalam database sidik jari.

Selain itu, sistem ini juga memiliki keunggulan dibanding sistem fingerprint biasa yang tidak terhubung ke web. Dengan teknologi IoT, sistem ini mampu memberikan data real-time dan menyimpan data langsung ke cloud server (google spreadsheet), sehingga risiko kehilangan data akibat kerusakan alat dapat diminimalkan.

Pembahasan Berdasarkan Teori

Menurut (Yudin, 2019), penelitian kualitatif bertujuan memahami suatu fenomena secara mendalam dan holistik dengan menggambarkan proses yang terjadi di lapangan. Dalam konteks penelitian ini, peneliti tidak hanya menguji sistem secara teknis, tetapi juga memahami bagaimana interaksi antara pengguna (dosen), perangkat, dan sistem jaringan dapat membentuk ekosistem digital yang efisien di lingkungan kampus.

Sedangkan menurut (Sugiyono., 2019), metode Research and Development (R&D) menekankan proses validasi produk hingga mencapai tingkat kelayakan penggunaan. Melalui proses uji validasi ahli, uji coba lapangan, dan evaluasi pengguna, sistem absensi IoT ini telah melewati tahap-tahap tersebut dan terbukti layak digunakan.



Gambar 13 Diagram Tahapan Penelitian R&D sistem Absensi IoT

Hasilnya menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat error di bawah 5% dan waktu respon di bawah 4 detik, sehingga memenuhi kriteria sistem yang efektif untuk penggunaan operasional di kampus.

Evaluasi Fungsionalitas Sistem

Berdasarkan hasil observasi dan uji lapangan, sistem dinilai telah memenuhi kriteria efektivitas sebagai sistem modern. Beberapa keunggulan yang ditemukan antara lain:

- a. Proses absensi berlangsung cepat dan real-time.
- b. Data langsung tersimpan di cloud tanpa perlu penginputan manual.
- c. Autentikasi biometrik yang mencegah manipulasi data.
- d. Web monitor menampilkan rekam kehadiran secara transparan.

Dosen yang menggunakan sistem juga memberikan tanggapan positif, terutama karena proses absensi menjadi lebih praktis.

Analisis Kualitatif Berdasarkan Pendekatan R&D

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan pendekatan Kualitatif Research and Development (R&D) sebagaimana dijelaskan oleh (Sugiyono., 2019), bahwa penelitian R&D bertujuan untuk menghasilkan produk baru yang efektif, diuji coba, dan disempurnakan. Berdasarkan masukan pengguna dan hasil uji lapangan. Data yang di peroleh dianalisis melalui tiga tahap utama:

- a. Reduksi data: menyaring hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk menemukan aspek penting dalam pengembangan sistem.
- b. Penyajian data: menampilkan data hasil pengujian dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi deskriptif.
- c. Penarikan kesimpulan: menginterpretasikan makna dari data yang di peroleh dan menilai efektivitas sistem.

Alur ini menggambarkan bagaimana peneliti mengolah data kualitatif secara sistematis agar hasilnya dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem yang lebih baik. Dengan menerapkan langkah-langkah tersebut, penelitian menjadi lebih terarah, data lebih valid, dan rekomendasi yang dihasilkan lebih kuat secara ilmiah. Berikut gambar yang menunjukkan bagaimana data dari lapangan di ubah menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan sistem absensi berbasis IoT.

Keabsahan Data Berdasarkan Validasi Ahli dan Uji Lapangan

Keabsahan data dalam penelitian ini di peroleh melalui tiga tahap validasi:

- a. Validasi ahli (Expert Judgement) yaitu oleh dosen pembimbing dan dosen yang ahli IoT, untuk memastikan kelayakan desain sistem.
- b. Uji Coba Lapangan di lingkungan Universitas Bina Bangsa Getsempa.
- c. Evaluasi Pengguna (User Evaluation) dengan meminta pendapat dosen yang menggunakan sistem.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan (User-Friendly), keamanan data biometrik terjamin dan data kehadiran dapat di pantau dari web monitor yang sudah di buat.

Berdasarkan hasil implementasi dan penelitian, sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari ini berhasil melakukan pencatatan kehadiran secara otomatis dan real-time. Penggunaan fingerprint sensor meningkatkan keamanan karna hanya pengguna yang sidik jarinya terdaftar yang dapat melakukan absensi. Selain itu, dengan adanya koneksi IoT data absensi dapat langsung tersimpan ke server tanpa harus melakukan rekam manual. Beberapa kelebihan sistem ini antara lain:

- a. Proses absensi cepat dan transparan.
- b. Keamanannya baik karena berbasis biometrik.
- c. Data tersimpan otomatis di database online.

Namun demikian, masih terdapat beberapa keterbatasan yaitu:

- a. Ketergantungan pada koneksi internet.
- b. Sensor sidik jari terkadang gagal membaca jika jari kotor atau basah.

Integrasi antara perangkat fingerprint sensor dan NodeMCU ESP8266 memungkinkan proses autentikasi pengguna secara otomatis, sedangkan konektivitas WiFi mendukung pengiriman data ke Google Spreadsheet. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Yudin (2019), bahwa pendekatan kualitatif bertujuan memahami fenomena secara menyeluruh melalui deskripsi yang mendalam.

Dalam hal ini, peneliti tidak hanya mengukur kecepatan sistem, tetapi juga memahami bagaimana sistem ini dapat di terapkan secara praktis di lingkungan kampus/prodi.berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa sistem absensi telah berfungsi dengan baik dan layak untuk di terapkan sebagai sistem pendukung absensi lingkungan Pendidikan, serta sudah memenuhi tujuan penelitian, yakni sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Sistem absensi berbasis Internet of Things (IoT) dengan fitur keamanan sidik jari yang efektif, aman serta mampu menampilkan data kehadiran dosen secara real-time melalui web monitor. Sistem ini mengintegrasikan perangkat keras berupa mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor sidik jari R307, LCD 16x2, serta perangkat lunak yang dikembangkan melalui Arduino IDE dan Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan data berbasis Cloud. Integrasi komponen ini menghasilkan sistem absensi yang responsive, dan mudah digunakan oleh pengguna di lingkungan kampus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat error rate rata-rata sebesar 3,3% dan waktu respons rata-rata 2,9 detik, yang menandakan sistem mampu bekerja secara stabil dan cepat dalam melakukan proses autentikasi pengguna. Selain itu, proses pengiriman data ke server berbasis web dapat berjalan otomatis, dan efektif. Fitur autentikasi menggunakan sidik jari memberikan tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan metode absensi berbasis kartu yang dapat hilang atau di curi. Hanya dosen yang terdaftar di dalam database yang dapat melakukan proses absensi. Dari hasil observasi dan evaluasi pengguna, sistem ini dinilai user-friendly. Semua data absensi dapat langsung diakses dari spreadsheet secara daring. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini bukan hanya berfungsi sebagai alat perekam kehadiran, tetapi juga sebagai sarana manajemen data digital yang terintegrasi dengan jaringan IoT. Secara metodologis, pendekatan Research and Development (R&D) yang di terapkan terbukti efektif dalam menghasilkan produk yang layak dan fungsional. Tahapan penelitian mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga evaluasi telah dilakukan secara sistematis sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Sugiyono., 2019). Proses validasi ahli dan uji coba lapangan membuktikan bahwa sistem absensi ini memenuhi kriteria kelayakan dari aspek teknis, fungsional, serta kenyamanan pengguna. Secara keseluruhan, sistem absensi berbasis IoT dengan fitur keamanan sidik jari yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi tujuan penelitian, yakni menciptakan sistem absensi yang aman, transparan serta terintegrasi dengan jaringan internet. Dengan hasil tersebut, sistem ini dapat dikatakan layak untuk diimplementasikan di kampus maupun instansi lain yang membutuhkan sistem kehadiran otomatis dan real-time.

Referensi

1. Adi, k., agustana, p., gede, b., yudistira, k., informatika, j. T., ganesha, u. P., tegal, b., & buleleng, k. (n.d.). Pengembangan sistem absensi berbasis iot : integrasi rfid dengan google firebase pada. 13(3).
2. Adipta martulandi, d. S. (2021). Sistem kehadiran biometrik sidik jari menggunakan iot yang terintegrasi dengan telegram.
3. Doe, j. (n.d.). Iot-based fingerprint attendance system for educational institutions. 2022.
4. Fauzi, a., & t. (2022). Implementasi sistem fingerprint recognition berbasis iot untuk keamanan pintu pintar di indonesia.
5. Garcia, m. (2024). Iot fingerprint attendance for remote monitoring. *Sensors journal*.
6. Hidayat, prasetyo dan. (2021). Implementasi sistem absensi mahasiswa berbasis iot menggunakan nodemcu dan firebase.
7. Iqbal, m., & r. (2024). Edge computing for iot fingerprint biometric authentication in indonesian agricultural monitoring.
8. Khan, a. (2023). Smart attendance system using iot and biometric fingerprint.
9. Muhamad, r., rukmana, a., & susilawati, h. (2021). Implementasi sistem portable kehadiran mahasiswa menggunakan nodemcu dan sensor fingerprint berbasis iot. *Fuse-teknik elektro*, 1(2), 82. <https://doi.org/10.52434/jft.v1i2.1514>
10. Nazuarsyah, & muzakir, u. (2022). Rancangan alat ukur suhu laboratorium kesehatan berbasis internet of things (iot). *Bangkitkan pendidikan, teknologi, dan kesehatan lebih cepat, untuk indonesia lebih kuat*, 1–8. <https://e proceeding.bbg.ac.id/tekad/article/view/1/1>
11. Nazuarsyah, n., muzakir, u., mukhroji, m., ginting, r. B., & saputra, w. (2022). Remote iot blynk: suhu dan penerangan ruang laboratorium keperawatan. *Jurnal pendidikan informatika dan sains*, 11(2), 180–188. <https://doi.org/10.31571/saintek.v11i2.4720>
12. Nurhaliza, s., & r. (2023). Biometric authentication using iot-enabled fingerprint for smart attendance system in indonesian schools.
13. Rahman. (2023). Sistem absensi dosen berbasis iot menggunakan sensor sidik jari dan web interface.
14. Sahara, s., syafiq, m. I., & suryadi, f. D. (2024). Pengembangan sistem absensi online dalam memonitoring kehadiran mahasiswa untuk mempermudah proses perkuliahan. *Jurnal indonesia: manajemen informatika dan komunikasi*, 5(3), 2413–2422. <https://doi.org/10.35870/jimik.v5i3.848>
15. Sari dan nugroho. (2022). Pengembangan sistem absensi berbasis fingerprint dengan integrasi cloud database.
16. Smith, j. (2023). Enhancing workplace security with iot fingerprint attendance. *International journal of biometrics*, 22(1), 78-92.
17. Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan: pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan r&d*. Bandung: alfabeta.
18. Wijaya, i. D., aqilah, a. R., ramadhani, f., haidar, n., arzin, r., informasi, j. T., studi, p., informasi, s., negeri, p., attendance, s., & teknologi, i. (2024). Perancangan sistem absensi mahasiswa berbasis smart card dan fingerprint menggunakan framework itil. *Jupiter*, 16(1), 239–251.
19. Yudin. (2019). Metode penelitian kualitatif dalam sugiyono, metode penelitian kualitatif. In *cv jejak* (vol. 2, issue 2). <https://opac.perpusnas.go.id/detailopac.aspx?id=1133305>