

## BAB 2

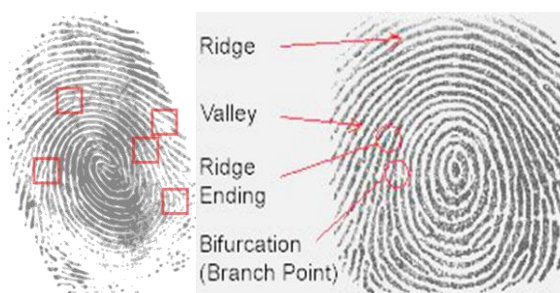
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Landasan Teori

##### 2.1.1. *Fingerprint Biometrik*

Fingerprint biometrik adalah metode autentikasi yang menggunakan pola unik dari sidik jari individu untuk proses identifikasi dan verifikasi. Sensor fingerprint, seperti FPM10A, bekerja dengan memindai fitur-fitur khas pada sidik jari misalnya ridge ending dan bifurcation yang kemudian dibandingkan dengan data yang tersimpan di database. Keunikan pola sidik jari memastikan bahwa tidak ada dua individu yang memiliki pola yang sama, menjadikannya metode yang andal dan aman dalam sistem absensi.

Teknologi fingerprint banyak diterapkan karena memiliki tingkat akurasi tinggi, cepat dalam proses identifikasi, serta sulit untuk dipalsukan. Selain itu, penggunaannya juga mudah dan tidak membutuhkan perangkat mahal seperti biometrik retina atau pengenalan wajah. Keunggulan ini menjadikan fingerprint cocok untuk sistem kehadiran di institusi pendidikan maupun perusahaan karena mampu mencegah manipulasi data kehadiran secara efektif (Sarwar Murshed et al., 2021).

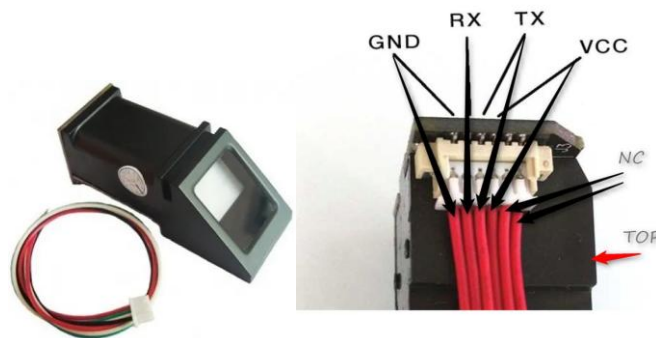


Gambar 2. 1 Fingerprint<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Sumber: <https://www.researchinventy.com/papers/v13i7/1307109114.pdf>

Pada gambar 2.1 adalah sensor sidik jari optik yang dapat membaca, mencocokkan, dan menyimpan data sidik jari secara mandiri. Sensor FPM10A ini mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP8266 karena menggunakan komunikasi serial. FPM10A memiliki empat pin utama, yaitu VCC (sumber daya 3.3V–5V), GND (ground), TX (pengiriman data ke mikrokontroler), dan RX (penerimaan data dari mikrokontroler), yang memudahkan proses koneksi dan komunikasi dalam sistem absensi berbasis IoT (Tri Saputra et al., 2023).



Gambar 2. 2 FPM10A<sup>2</sup>

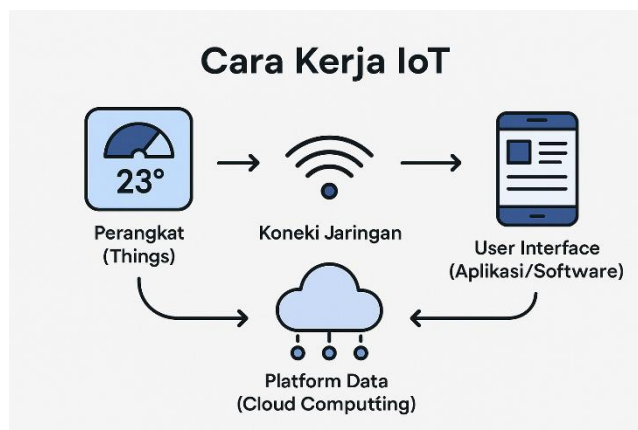
### 2.1.2. Sistem/Web

Sistem web merupakan aplikasi berbasis internet yang berjalan melalui browser dan menggunakan arsitektur client-server. Dalam konteks sistem absensi, sistem web berfungsi sebagai antarmuka monitoring bagi admin atau dosen untuk mengakses data kehadiran mahasiswa. Komponen frontend menangani tampilan pengguna, sedangkan backend menangani pemrosesan data, pengambilan dari database, dan komunikasi dengan perangkat IoT. Dengan sistem web ini, proses rekapitulasi kehadiran menjadi lebih baik karena informasi tersimpan secara terpusat dan dapat diakses kapan saja. Hal ini sangat bermanfaat untuk pengawasan jarak jauh dan laporan akademik (Setiawan et al., 2022).

<sup>2</sup> Sumber: <https://www.circuits-diy.com/interfacing-fpm10a-fingerprint-sensor-with-arduino-uno/>

### 2.1.3. *Internet of Things (IoT)*

IoT atau Internet of Things adalah konsep teknologi yang menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet sehingga mampu saling bertukar data secara otomatis. Dalam sistem absensi, IoT memungkinkan sensor fingerprint dan mikrokontroler seperti ESP8266 untuk mengirimkan data kehadiran secara real-time ke server tanpa perlu intervensi manusia secara langsung. Keuntungan dari penerapan IoT adalah efisiensi dalam pengumpulan data, otomatisasi proses, dan peningkatan akurasi. Sistem ini mampu mengurangi waktu pemrosesan dan meminimalisasi kesalahan manusia, serta memberikan kemudahan dalam pemantauan data kehadiran secara daring dan terdistribusi (Wirawan et al., 2025).



Gambar 2. 3 Cara kerja IoT<sup>3</sup>

### 2.1.4. *PHP*

PHP (Hypertext Preprocessor) adalah bahasa pemrograman server-side yang digunakan secara luas dalam pengembangan aplikasi web dinamis. Dalam proyek ini, PHP digunakan untuk menerima data absensi dari perangkat IoT, menyimpannya ke database MySQL, serta menampilkan data tersebut dalam antarmuka website monitoring. Kelebihan PHP antara lain fleksibilitas, kemudahan integrasi dengan database, serta kompatibilitas dengan berbagai sistem operasi. Penggunaan PHP juga

<sup>3</sup> Sumber: <https://upttik.undiksha.ac.id/internet-of-things/>

memungkinkan pengembangan website absensi menjadi lebih cepat, hemat biaya, dan mudah dalam pemeliharaan (Sinlae et al., 2024).



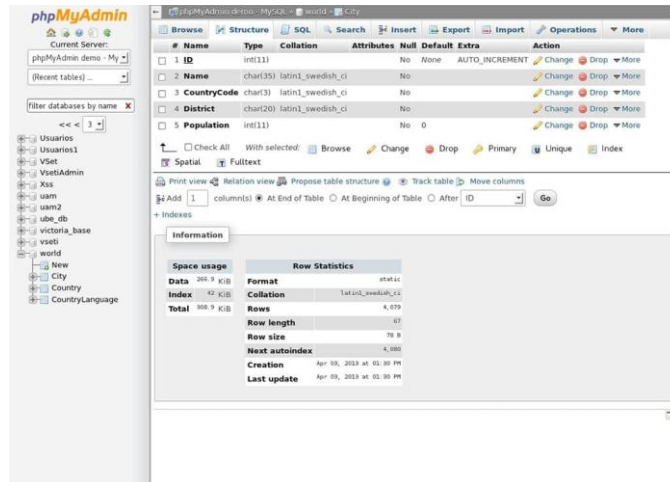
Gambar 2. 4 PHP<sup>4</sup>

#### 2.1.5. *MySQL*

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk tabel yang terstruktur. Pada sistem absensi, MySQL berfungsi menyimpan informasi seperti NIM, nama mahasiswa, waktu absensi, dan status kehadiran yang diterima dari perangkat fingerprint melalui API. MySQL sangat populer karena kecepatan eksekusi query-nya, kestabilan, dan kemudahan integrasi dengan berbagai bahasa pemrograman seperti PHP. Selain itu, sifat open-source dari MySQL membuatnya menjadi pilihan ideal dalam pengembangan aplikasi berbasis web seperti sistem absensi (Bahri, 2019).

---

<sup>4</sup> Sumber: <https://ids.ac.id/fakta-unik-dan-menarik-dari-bahasa-pemrograman-php/>

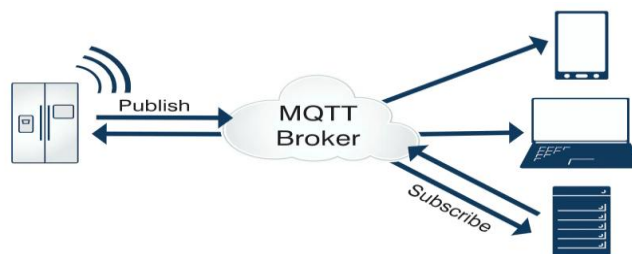


Gambar 2. 5 MySQL<sup>5</sup>

### 2.1.6. Protocol MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) adalah protokol komunikasi berbasis publish-subscribe yang ringan dan efisien untuk kebutuhan IoT. MQTT dirancang agar tetap handal meskipun berjalan di atas jaringan yang memiliki latensi tinggi atau bandwidth rendah, menjadikannya sangat cocok dalam sistem absensi yang mengandalkan koneksi WiFi.

Keunggulan MQTT meliputi overhead yang rendah, penggunaan daya yang efisien, serta dukungan untuk pengiriman pesan yang stabil bahkan dalam kondisi jaringan yang tidak ideal. MQTT memungkinkan komunikasi dua arah antara perangkat dan server berjalan lebih cepat dan efektif dibandingkan metode polling konvensional (G. Y. Saputra et al., 2017).



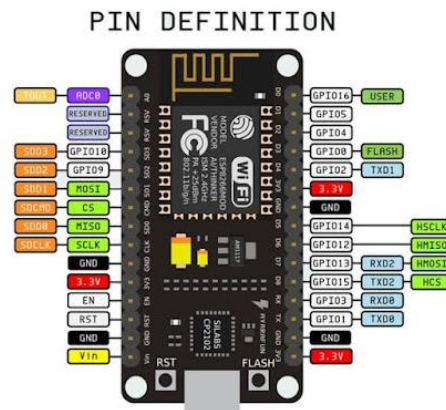
Gambar 2. 6 MQTT<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Sumber: <https://redclaycreative.com/glossary/what-is-mysql/>

<sup>6</sup> Sumber: <https://blog.ndfproject.my.id/2025/04/07/apa-itu-mqtt-panduan-lengkap-tentang-protokol-komunikasi-untuk-iot/?i=1>

### 2.1.7. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler open-source yang dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi, sangat populer dalam proyek berbasis IoT karena hemat biaya dan mudah digunakan. Dalam sistem ini, NodeMCU bertugas menghubungkan sensor fingerprint dengan server melalui jaringan WiFi dan menjalankan kode program yang mengatur alur proses absensi. Dengan kemampuan konektivitas yang baik dan dukungan terhadap berbagai protokol komunikasi, ESP8266 menjadi pilihan tepat dalam mengembangkan sistem absensi otomatis. Modul ini juga mendukung pemrograman melalui Arduino IDE, membuatnya mudah dipelajari oleh mahasiswa dan pengembang pemula (Fajar Wicaksono, 2017).

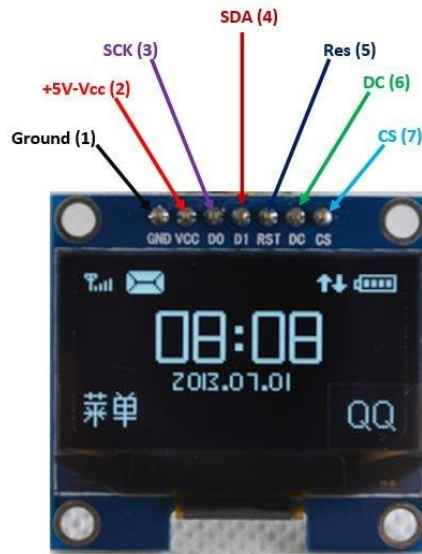


Gambar 2. 7 ESP8266<sup>7</sup>

### 2.1.8. OLED Display

OLED Display (Organic Light Emitting Diode) adalah jenis tampilan visual dengan pencahayaan sendiri, hemat daya, dan mampu menampilkan teks dengan kontras tinggi. Dalam sistem ini, OLED digunakan untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengguna terkait status absensi, seperti "Absensi Berhasil" atau "Gagal". Kelebihan OLED dibandingkan layar LCD adalah tampilannya yang lebih cerah dan sudut pandang yang lebih luas. Modul OLED juga memiliki ukuran kecil dan mendukung komunikasi I2C, membuatnya mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP8266 (Setyawan, 2017).

<sup>7</sup> Sumber: <https://www.arduino.biz.id/2020/10/apa-yang-dimaksud-dengan-nodemcu-esp8266.html>



Gambar 2. 8 OLED Display<sup>8</sup>

#### 2.1.9. Visual Studio Code (VS Code)

Visual Studio Code adalah editor kode sumber ringan namun powerful yang mendukung berbagai bahasa pemrograman dan ekosistem pengembangan. VS Code digunakan dalam proyek ini untuk menulis dan mengunggah kode program ke NodeMCU ESP8266 serta membangun antarmuka web absensi menggunakan PHP, HTML, dan CSS. Editor ini memiliki fitur seperti IntelliSense, debugging, dan integrasi dengan Git, yang sangat mendukung efisiensi dalam proses pengembangan perangkat lunak. VS Code juga kompatibel dengan ekstensi Arduino, sehingga memudahkan pemrograman mikrokontroler seperti ESP8266 (Wilyanto et al., 2023).

#### 2.1.10. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program berbasis C/C++ ke mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, dan ESP32. Arduino IDE menyediakan antarmuka yang sederhana, dilengkapi *Serial Monitor* untuk melihat

<sup>8</sup> Sumber: [https://microcontrollerslab.com.translate.goog/oled-display-pinout-interfacing-arduino-applications-features/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=imgs](https://microcontrollerslab.com.translate.goog/oled-display-pinout-interfacing-arduino-applications-features/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs)

data secara real-time, serta dukungan library yang memudahkan integrasi sensor dan modul IoT.

Dalam penelitian ini, Arduino IDE digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP8266, termasuk proses pembacaan fingerprint, koneksi WiFi, dan pengiriman data absensi melalui protokol MQTT. Arduino IDE menjadi alat utama yang mempermudah proses pengembangan dan pengujian sistem absensi berbasis IoT (Garudeswaran et al., 2018).



Gambar 2. 9 Arduino IDE<sup>9</sup>

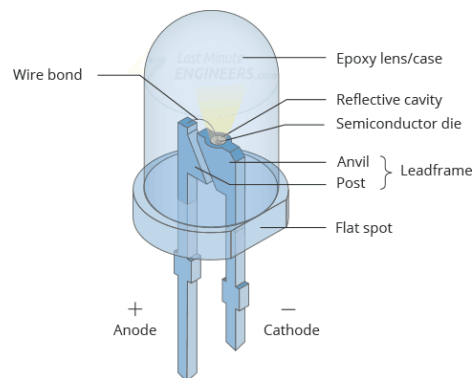
#### 2.1.11. LED

*Light Emitting Diode* (LED) adalah komponen elektronika semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Berbeda dengan lampu pijar biasa, LED memiliki efisiensi daya yang sangat tinggi, tahan lama, dan tidak menghasilkan panas berlebih, sehingga sangat ideal untuk digunakan dalam rangkaian mikrokontroler.

Dalam perancangan sistem absensi ini, LED digunakan sebagai antarmuka indikator visual tambahan (feedback) yang bekerja secara bersamaan dengan layar OLED. Sistem menggunakan dua warna LED yang berbeda untuk merepresentasikan status logika:

<sup>9</sup> Sumber: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v2/tutorials/getting-started-ide-v2/>

- LED Hijau: Berfungsi sebagai indikator keberhasilan (positif). Lampu akan menyala ketika sidik jari mahasiswa terdaftar di database dan akses absensi diterima (berhasil masuk atau keluar).
- LED Merah: Berfungsi sebagai indikator peringatan atau kegagalan (negatif). Lampu ini akan menyala ketika terjadi *error*, seperti sidik jari tidak dikenali (tidak terdaftar), mahasiswa belum memberikan otorisasi via web, atau terjadi kegagalan koneksi jaringan.



Gambar 2. 10 LED<sup>10</sup>

#### 2.1.12. Buzzer

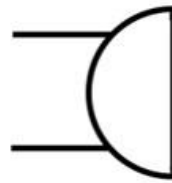
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen ini umumnya menggunakan prinsip elektromagnetik atau piezoelektrik untuk menghasilkan suara berupa beep atau tone pada frekuensi tertentu. Terdapat dua jenis buzzer, yaitu buzzer aktif yang dapat langsung menghasilkan suara hanya dengan diberikan tegangan arus searah, dan buzzer pasif yang memerlukan sinyal frekuensi untuk menghasilkan nada.

<sup>10</sup> Sumber: [https://lastminuteengineers-com.translate.goog/light-emitting-diode-led/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=imgs](https://lastminuteengineers-com.translate.goog/light-emitting-diode-led/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs)

Bentuk Buzzer



Simbol Buzzer

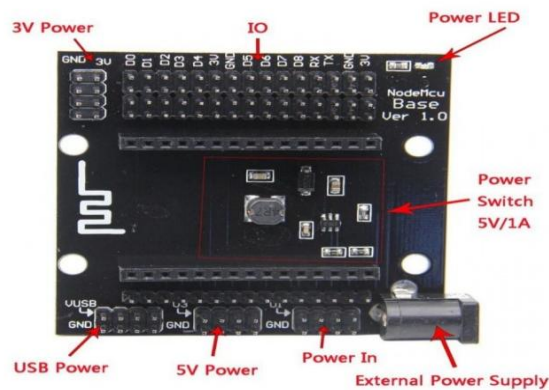
Gambar 2. 11 Buzzer<sup>11</sup>

### 2.1.13. Expansion Board NodeMCU ESP8266

Expansion Board atau sering disebut sebagai Baseboard NodeMCU adalah papan sirkuit ekstensi yang dirancang secara khusus sebagaiudukan (tempat menancap) bagi mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Papan ini dibuat untuk mengatasi kerumitan instalasi kabel pada breadboard standar, sekaligus mengatasi masalah distribusi daya listrik yang kurang stabil.

Baseboard ini mengurai setiap pin pada NodeMCU menjadi tiga baris jarum terpisah yang memiliki fungsi spesifik, yaitu jalur S (Signal/Data), V (VCC/Power), dan G (Ground). Dengan arsitektur ini, komponen eksternal seperti sensor fingerprint, layar OLED, LED, dan buzzer dapat dihubungkan menggunakan kabel jumper secara langsung tanpa perlu percabangan silang yang rumit. Dalam sistem absensi ini, penggunaan Baseboard sangat membantu mengatasi kelemahan pada purwarupa awal karena mampu memberikan sirkulasi tegangan daya yang lebih stabil baik 3.3V maupun 5V dan meminimalisasi potensi terjadinya kabel kendur yang dapat menyebabkan kegagalan sistem perangkat keras.

<sup>11</sup> Sumber: <https://www.edukasi elektronik.com/2022/10/pengertian-dan-penjelasan-tentang.html>



Gambar 2. 12 Expansion NodeMCU<sup>12</sup>

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini, akan dipaparkan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Hal ini bertujuan agar dapat dilakukan perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, serta pengambilan referensi yang mendukung penyusunan penelitian ini.

1. (Lubis, 2022) dalam penelitiannya mengembangkan sistem absensi berbasis fingerprint yang dikombinasikan dengan kamera sebagai validasi tambahan dan terintegrasi dengan penyimpanan cloud. Sistem ini meningkatkan keakuratan identifikasi dan mempermudah akses data secara jarak jauh. Namun, penelitian tersebut masih bergantung penuh pada koneksi internet dan belum menyediakan dashboard web yang interaktif untuk pengelolaan data kehadiran.
2. (Ballagi et al., 2025) mengembangkan sistem absensi biometrik mahasiswa berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan data kehadiran dosen pada sistem SIMAK menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi pencatatan kehadiran dengan mengotomatisasi proses identifikasi mahasiswa serta sinkronisasi data kehadiran secara terpusat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem

<sup>12</sup> Sumber: <https://www.rytronics.in/product/nodemcu-esp8266-serial-port-baseboard-lua-wifi-development-board/?srsltid=AfmBOooOisIdC8nC6oWFWXbtX9R2Baq9cEDf-QGrZ8-qZBH69J6wVTbx>

mampu meminimalkan kesalahan administratif dan potensi kecurangan absensi, serta mempermudah pengelolaan data kehadiran melalui integrasi langsung dengan sistem akademik. Namun, penelitian ini masih berfokus pada integrasi internal dengan SIMAK dan belum menekankan penggunaan database relasional terpisah seperti MySQL untuk pengelolaan data kehadiran secara mandiri dan real-time melalui dashboard web.

3. (Jama, 2025) dalam membuat penelitian sistem presensi yang memanfaatkan sensor sidik jari sebagai identifikasi utama dan modul ESP8266 untuk mengirimkan data kehadiran ke server berbasis website. Sistem ini dirancang sebagai pengganti metode absensi manual yang rentan terhadap kecurangan dan memerlukan waktu lama dalam proses rekapitulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi fingerprint dan ESP8266 mampu mempercepat pencatatan kehadiran serta menampilkan data secara terpusat melalui website. Namun, sistem masih menggunakan metode komunikasi berbasis HTTP standar, sehingga kecepatan dan efisiensi pengiriman data belum sepenuhnya optimal untuk mendukung kebutuhan pencatatan kehadiran secara real-time.
4. (Martulandi & Setiawan, 2021) mengembangkan sistem kehadiran berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan platform Internet of Things (IoT) dan memanfaatkan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi kehadiran melalui bot API. Sistem ini memungkinkan pemantauan status kehadiran secara langsung tanpa memerlukan dashboard atau aplikasi khusus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi IoT dengan Telegram mampu mempercepat penyampaian informasi dan mempermudah monitoring jarak jauh. Namun, sistem yang dikembangkan belum menyediakan dashboard web untuk rekapitulasi kehadiran secara terperinci, tidak menggunakan database relasional seperti MySQL untuk penyimpanan data jangka panjang, serta masih bergantung pada mekanisme komunikasi HTTP-API yang relatif kurang efisien dibandingkan protokol IoT modern seperti MQTT.
5. (M. Saputra et al., 2025) mengembangkan sistem absensi yang memanfaatkan sensor fingerprint sebagai autentikasi utama yang kemudian diintegrasikan dengan API WhatsApp. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan notifikasi

otomatis kepada orang tua setiap kali siswa melakukan absensi, sehingga memperkuat komunikasi antara sekolah dan wali murid. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa integrasi fingerprint dan IoT dengan WhatsApp dapat memberikan informasi kehadiran secara cepat dan tepat. Namun, sistem tersebut masih berfokus pada fungsi notifikasi dan belum menyediakan dashboard monitoring berbasis web yang dapat digunakan untuk analisis data kehadiran. Selain itu, sistem belum menggunakan protokol komunikasi IoT modern seperti MQTT yang lebih efisien untuk pengiriman data real-time.

Dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian ini mengembangkan sistem absensi mahasiswa berbasis fingerprint yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 dan menggunakan protokol MQTT untuk pengiriman data secara cepat dan real-time. Dashboard web berbasis PHP dirancang untuk menampilkan data presensi secara real-time dengan pembagian role pengguna (Admin dan Dosen) sehingga mendukung pengelolaan jadwal, mahasiswa, dan rekapan kehadiran. Sistem ini ditujukan untuk meningkatkan akurasi, kecepatan, dan efisiensi proses absensi di lingkungan kampus.

*Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu*

| Peneliti                        | Fokus Penelitian                                                                                                          | Perangkat/Algoritma                     | Hasil                                                                                        |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yuspan Lubis (2022)             | Sistem Absensi Fingerprint dan Kamera Berbasis Cloud                                                                      | Fingerprint, Kamera, Cloud Storage      | Sistem dapat menyimpan data absensi dan foto pengguna secara online melalui cloud.           |
| Muh Tino Kabarak Ballagi (2025) | Implementasi Sistem Absensi Biometrik Mahasiswa Terintegrasi Data Kehadiran SIMAK Dosen Menggunakan Mikrokontroller ESP32 | Sensor fingerprint, ESP32, sistem SIMAK | Sistem mampu Mengurangi kesalahan administratif dan meningkatkan transparansi data kehadiran |

| Peneliti                                                  | Fokus Penelitian                                                                                                                 | Perangkat/Algoritma                                      | Hasil                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ilmi Hadisyah<br>Jama (2025)                              | Sistem Presensi Siswa<br>Menggunakan ESP8266<br>& Fingerprint Berbasis<br>Website                                                | ESP8266, Fingerprint,<br>Website HTTP                    | Sistem berhasil<br>menampilkan data<br>presensi pada website<br>melalui komunikasi<br>HTTP.                                                                                                                                               |
| Adipta<br>Martulandi &<br>Dedi Setiawan<br>(2021)         | Sistem Kehadiran<br>Biometrik Sidik Jari<br>Menggunakan IoT yang<br>Terintegrasi dengan<br>Telegram                              | Fingerprint, IoT,<br>Telegram Bot API                    | Sistem berhasil<br>mengirim notifikasi<br>kehadiran secara real-<br>time melalui Telegram.                                                                                                                                                |
| Megi Saputra,<br>Makhsun, &<br>Ahmad<br>Musyafa<br>(2025) | Absensi Fingerprint<br>Berbasis IoT dengan<br>Integrasi API WhatsApp                                                             | Fingerprint, IoT,<br>WhatsApp API                        | Sistem berhasil<br>mengirimkan laporan<br>kehadiran secara<br>otomatis ke WhatsApp<br>orang tua.                                                                                                                                          |
| Calvin Jeconia<br>Gavrila Fence<br>(2025)                 | Implementasi Sistem<br>Absensi Mahasiswa<br>Berbasis Fingerprint<br>Biometrik Menggunakan<br>NodeMCU ESP8266,<br>MQTT, dan MySQL | NodeMCU ESP8266,<br>Fingerprint, MQTT,<br>MySQL, Website | Sistem dapat<br>mengirimkan data<br>absensi mahasiswa<br>setelah melakukan scan<br>fingerprint secara real-<br>time melalui MQTT,<br>menampilkan status<br>pada OLED, dan<br>menyediakan dashboard<br>web dengan role Admin<br>dan Dosen. |