

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laboratorium sebagai salah satu fasilitas akademik untuk mendukung proses penelitian dan percobaan yang dilengkapi dengan berbagai peralatan. Maka keberadaan laboratorium menjadi fasilitas yang penting di perguruan tinggi. Begitu pun Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia juga menyediakan laboratorium sebagai tempat untuk melakukan penelitian dan percobaan guna mendukung aktivitas akademik mahasiswa. Penggunaan laboratorium sebagai tempat pembelajaran aktif dan praktik ini tentu melibatkan banyak mahasiswa serta dosen yang membuat akses ke dalam laboratorium harus di kontrol dan presensi kehadiran harus dipantau untuk meningkatkan efektivitas dan keamanan laboratorium.

Namun, dalam operasionalnya sistem presensi yang digunakan masih secara manual yakni menggunakan tanda tangan pada kertas presensi yang diedarkan pada mahasiswa, hal ini tentu tidak menutup kemungkinan terjadinya rekayasa kehadiran (titip absen) dengan persentase kecurangan sekitar 60% [1]. Selain itu, tidak adanya kontrol akses membuat tingkat keamanan laboratorium yang sangat rendah dikarenakan siapa pun bisa mengakses laboratorium kapan saja, meski di luar batas toleransi keterlambatan sesuai jadwal praktikumnya. Hal ini tentunya perlu menjadi perhatian mengingat laboratorium sering digunakan untuk praktikum bersama. Dengan tidak adanya kontrol akses dan sistem presensi yang memadai tentu dapat menimbulkan tindakan kecurangan yang tidak diinginkan.

Presensi manual sendiri sudah tidak relevan dengan era digital saat ini. Presensi manual menggunakan kertas dianggap kurang efisien dan rawan kecurangan [2]. Selain itu data presensi manual sulit dipantau secara *real-time* yang tentu juga akan menyulitkan pada proses rekapitulasi kehadiran oleh dosen. Penggunaan ratusan bahkan ribuan kertas untuk mencatat kehadiran mahasiswa setiap minggunya dalam presensi manual tentu berdampak pada lingkungan. Kontrol akses yang tidak memadai menyebabkan tidak adanya teknik keamanan

mendasar yang bisa mengontrol siapa saja yang mengakses laboratorium sesuai aturan dan mekanisme yang sudah ditetapkan [3].

Permasalahan ini timbul karena tidak adanya kontrol akses dan sistem presensi yang bisa dipantau secara *real—time*. Penggunaan satu metode autentikasi saja tidak cukup untuk memvalidasi kehadiran mahasiswa secara valid. Selain itu, belum ada integrasi dengan *internet of things* (IoT) menyebabkan kesulitan dalam *monitoring* dan rekapitulasi kehadiran mahasiswa. Ketiadaan mekanisme *fail-safe* berpotensi menimbulkan risiko terjadi keadaan darurat yang ditimbulkan dari kelalaian prosedur praktikum. Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini ialah menerapkan kontrol akses dan sistem presensi dengan *multi-factor authentication* (MFA) yang diintegrasikan dengan IoT sehingga dapat di *monitoring* secara *real-time*.

Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan *study literature* terkait kontrol akses dan sistem presensi. Penelitian berjudul ***A New Model of The Student Attendance Monitoring System Using RFID Technology*** oleh Mutammimul Ula ddk pada *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1807, nomor 1 pada tahun 2021 [4]. Penelitian ini mengangkat permasalahan mengenai presensi manual menggunakan tanda tangan yang dinilai kurang efisien dan proses rekapitulasi data presensi memakan waktu. Penelitian ini menggunakan metode perancangan, pembuatan *ptototype* dilanjutkan dengan pengujian sistem untuk melihat kinerja pembacaan dan penyimpanan data presensi. Sistem ini menggunakan Arduino dan RFID *reader* untuk membaca kartu. Dengan sistem ini proses presensi menjadi lebih cepat dan data presensi langsung tersimpan dalam PC. Namun, sistem ini masih rawan kecurangan karena hanya menggunakan SFA dan tidak terintegrasikan dengan IoT, selain itu sistem ini belum terintegrasikan dengan kontrol akses. Hasil penelitian menunjukkan sistem presensi yang dirancang berhasil dan mampu mencatat data presensi secara otomatis ke *database*.

Di tahun 2022, Bukhari dkk melakukan penelitian berjudul ***Rancang Bangun Prototipe Pintu Cerdas Terintegrasi Sistem Absensi Berbasis Mikrokontroler Arduino*** dalam jurnal *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, volume 6, nomor 1, halaman 122-127 [5]. Penelitian ini mengangkat permasalahan tidak adanya pengendalian akses pada ruangan.

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pembuatan pintu cerdas berbasis mikrokontroler Arduino. Penelitian ini dilakukan dengan perancangan *hardware, software* serta pengujian sistem untuk memastikan alat bekerja dengan baik. Sistem ini mampu menggabungkan fungsi keamanan pintu dan presensi dalam satu perangkat dengan terintegrasi IoT yang memudahkan proses *monitoring*. Namun, sistem ini masih menggunakan SFA yakni RFID sehingga masih rawan kecurangan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik untuk mengontrol pintu dan mencatat presensi kehadiran berdasarkan hasil baca RFID.

Md. Saidur Rahman ddk melakukan penelitian lain berjudul ***Fingerprint Based Biometric Attendance System*** di tahun 2023 pada jurnal *Section A-Research paper of European Chemical Bulletin*, volume 12, nomor S3, halaman 184-190 [6]. Penelitian ini mengangkat permasalahan mengenai proses presensi manual yang dianggap tidak efisien serta berpotensi menimbulkan kecurangan dalam presensi dan proses pengelolaan data presensi secara manual juga menyulitkan dalam pencatatan dan pemantauan data kehadiran secara akurat. Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan implementasi berbasis *embedded-system* menggunakan Arduino Mega 2560, modul sidik jari, RTC untuk mencatat waktu. Sistem ini bekerja dengan cara mencocokkan sidik jari dengan yang tersimpan di *database* menggunakan metode pencocokan *minutiae*, data tersebut tersimpan di SD Card dan menggunakan GSM SIM800 untuk mengirimkan informasi berupa notifikasi SMS kepada orang tua. Penelitian ini menggunakan teknologi biometrik dan mampu mencatat kehadiran secara otomatis dan memungkinkan pengiriman notifikasi SMS kepada orang tua untuk memantau kehadiran siswa secara langsung. Namun, penelitian ini belum terintegrasi dengan IoT dan menggunakan modul tambahan untuk penyimpanan dan pengiriman data. Selain itu, RTC hanya digunakan untuk pencatatan waktu bukan untuk manajemen waktu. Hasil dari penelitian ini mampu melakukan proses identifikasi pengguna dengan mencocokkan titik *minutiae* dengan *database*, juga mampu mencatat waktu kehadiran dan mengirim notifikasi SMS kepada orang tua.

Ditahun 2024, Ahmad Anwar Zainuddin dkk juga melakukan penelitian dengan judul ***Innovative IoT Smart Lock System: Enhancing Security with Fingerprint and RFID Technology*** di tahun 2024 dalam *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, volume 4, nomor 4, halaman 360-365 [7]. Penelitian ini mengangkat masalah kunci pintu konvensional yang kurang aman dan mudah di duplikasi. Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pengembangan sistem berbasis purwarupa dengan mengintegrasikan RFID dan *fingerprint* dan dihubungkan dengan IoT. Tahapan penelitian ini dimulai dengan perancangan perangkat keras dan lunak, integrasi sistem hingga pengujian kinerja alat. Dengan mengintegrasikan dua metode autentikasi RFID dan *fingerprint* dapat meningkatkan tingkat keamanan. Namun, karena terintegrasi IoT untuk pemantauan *real-time* sistem ini sangat bergantung pada koneksi jaringan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan sistem ini menggabungkan RFID dan *fingerprint* dan terhubung IoT mampu meningkatkan keamanan akses dan dinilai lebih aman dan efisien.

Pada tahun 2025 Timothy Oktovialenta, Susilo dan Stepanus melakukan penelitian dengan judul ***Rancang Bangun Purwarupa Smart Attendance system Berbasis Teknologi Internet Of Things (Iot)*** dalam Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Elektro, volume 8, nomor 1, halaman 22-34 [8]. Penelitian ini mengangkat masalah mengenai presensi konvensional yang rentan terhadap kesalahan, manipulasi kehadiran dan kurang efisien dalam pengelolaan dan penyimpanan data. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui pemodelan simulasi dan uji eksperimental. Data yang dikumpulkan melalui observasi, studi literatur dan diuji secara eksperimental sebelum dianalisis untuk menarik kesimpulan. Penelitian ini menggabungkan RFID dan pengenalan wajah serta integrasi IoT melalui *Google Sheets* dan *Telegram* yang memungkinkan data kehadiran bisa dipantau dan dilengkapi dengan LCD dan *buzzer* sebagai indikator keberhasilan/kegagalan. Namun, penggunaan ESP32 *Cam* sangat dipengaruhi dengan cahaya dan penelitian ini tidak ada manajemen waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan sistem ini efisien dan memungkinkan transparansi pencatatan kehadiran. Sistem ini bekerja dengan baik dalam membaca UID, mengambil wajah dan mengirimkan data kehadiran.

Berdasarkan *study literature* tersebut terlihat beberapa *gap* antara penelitian terdahulu dengan kebutuhan saat ini yakni beberapa penelitian masih menggunakan *single-authentication* dan tidak terintegrasi dengan IoT. Ada juga penelitian yang hanya berfokus pada sistem presensi atau kontrol akses dan tidak mengintegrasikan keduanya. Selain itu tidak adanya mekanisme manajemen waktu akses serta fitur *fail-safe* untuk *emergency mode*.

Penelitian ini akan merancang purwarupa yang mengombinasikan kontrol akses dan presensi dengan *multi-factor authentication* berbasis RFID dan *fingerprint*, yang juga dilengkapi dengan fitur manajemen waktu berbasis RTC untuk pembatasan jadwal, serta mekanisme *fail-safe* menggunakan sensor asap yang aktif pada kondisi *emergency*. Seluruh komponen tersebut dirancang agar terhubung *platform* IoT sehingga memungkinkan *monitoring* dan pengaturan jadwal secara *real-time* melalui *website*. Dengan kombinasi ini, penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa integrasi menyeluruh antara autentikasi multi-faktor, manajemen waktu, keamanan darurat dan pencatatan berbasis IoT, yang belum banyak dikasi secara komprehensif pada penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan mengimplementasikan purwarupa sistem kontrol akses dan presensi laboratorium yang mengintegrasikan multi-autentikasi RFID-*fingerprint*, pembatasan jadwal RTC, presensi IoT *cloud*, mekanisme *fail-safe* sensor asap, serta evaluasi performa berbasis akurasi, waktu respons terkait IoT dan *interlock* dalam mekanisme *fail-safe*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Merancang dan mengimplementasi sistem kontrol akses pintu laboratorium dan presensi yang menggunakan multi-autentikasi dengan mekanisme pembatasan dan fitur keamanan darurat.

- b. Merancang tampilan web *dashboard monitoring*, meliputi data *user*, pencatatan presensi, kondisi sistem, serta fitur pengaturan jadwal yang ditampilkan secara *real-time*.
- c. Mengevaluasi performa sistem berdasarkan akurasi komponen autentikasi, pembatasan jadwal oleh RTC, keberhasilan MQ-2 dan waktu respons terkait IoT dan *interlock* dalam mekanisme *fail-safe*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

- 1. Memberikan solusi nyata untuk meningkatkan keamanan dan validitas presensi di laboratorium.
- 2. Mempermudah proses *monitoring* dan rekapitulasi data presensi melalui integrasi *cloud*.
- 3. Menyediakan sistem yang dapat diimplementasikan langsung di lingkungan akademik dan laboratorium riset.
- 4. Meningkatkan aspek keselamatan dengan adanya mekanisme *fail-safe* yang berbasis sensor asap.

2. Manfaat Teoritis

- 1. Menambah referensi dalam sistem kontrol akses dan presensi berbasis multi-autentikasi, seperti RFID dan *fingerprint*.
- 2. Memperkaya literatur mengenai penerapan IoT dalam pencatatan presensi *real-time*.
- 3. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan sistem kontrol akses dan presensi.

1.5 Batasan Penelitian

- 1. Hanya menggunakan metode autentikasi *smart card* (Kartu Tanda Mahasiswa) dan *fingerprint*.
- 2. IoT *monitoring* menggunakan *website* hanya mencakup informasi terkait data presensi, pengaturan jadwal serta kondisi sistem.
- 3. *Fail-safe* hanya menggunakan sensor asap sebagai pemicu.
- 4. Jumlah *user* uji coba dibatasi 5 orang untuk simulasi presensi dan akses.

5. Lingkungan pengujian dilakukan pada purwarupa pintu laboratorium skala kecil, bukan pada pintu laboratorium sesungguhnya yang terintegrasi penuh dengan sistem kampus.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun ke dalam lima bab utama yang saling berkaitan dan membentuk alur yang runtut.

1. Bab I Pendahuluan, mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.
2. Bab II Landasan Teori, mencakup teori atau konsep yang relevan dengan penelitian ini.
3. Bab III Metodologi Penelitian, mencakup pendekatan penelitian yang digunakan, instrumen penelitian, desain dan mekanisme kerja, serta evaluasi performa.
4. Bab IV Pengujian, Hasil dan Pembahasan, memaparkan pengujian performa sistem dan hasil serta pembahasan implementasi sistem yang telah dirancang.
5. Bab V Penutup, mencakup kesimpulan yang diperoleh dari penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.