

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perguruan tinggi modern saat ini menghadapi dua tantangan utama yang saling berkaitan dalam operasional sehari-hari, yaitu tuntutan transformasi digital dan penerapan manajemen keberlanjutan (*sustainability*). Dalam konteks infrastruktur kampus, dua aspek krusial yang sering menjadi sumber inefisiensi adalah penjadwalan ruang kelas dan konsumsi energi.

Permasalahan pertama terletak pada sistem penjadwalan yang seringkali masih dilakukan secara manual atau semi-digital namun tidak terintegrasi. Metode ini rawan menyebabkan bentrok jadwal, pemanfaatan ruang yang tidak optimal, serta kurangnya transparansi informasi bagi pengguna. Kondisi ini menyulitkan mahasiswa dan dosen dalam mengakses kepastian informasi ruang secara *real-time*.

Permasalahan kedua adalah pemborosan energi yang berarti peralatan elektronik seperti pendingin ruangan (AC), proyektor, dan lampu seringkali dibiarkan menyala di ruang kosong akibat kelalaian pengguna setelah kelas berakhir. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem kendali otomatis berbasis IoT pada instalasi listrik mampu menghasilkan efisiensi energi hingga 20% dibandingkan dengan pengendalian manual yang bergantung pada kedisiplinan manusia [1].

Akar dari kedua permasalahan tersebut adalah kurangnya integrasi antara sistem penjadwalan akademik dan pengelolaan fasilitas fisik, yang menyebabkan rendahnya akuntabilitas penggunaan ruang. Sistem manajemen ruang kelas yang komprehensif mengintegrasikan penjadwalan digital dengan kontrol akses fisik untuk mengatasi masalah bentrokan jadwal dan penggunaan ruang tanpa izin [2]. Sebagai solusi, teknologi *Internet of*

Things (IoT) menawarkan pendekatan terintegrasi untuk otomatisasi dan efisiensi manajemen bangunan. Penelitian ini menunjukkan potensi besar IoT dalam menciptakan lingkungan pendidikan yang berkelanjutan [3] [4].

Berdasarkan hal tersebut, skripsi ini mengusulkan pengembangan S-CLASS (*Smart Classroom Management System*). Sistem ini dirancang sebagai manajemen ruang kelas berbasis IoT yang menggabungkan platform penjadwalan akademik dengan pengendalian energi otomatis. Melalui mekanisme otentikasi kode unik pada perangkat kendali dan integrasi platform pemesanan, S-CLASS diharapkan dapat menghadirkan ekosistem pengelolaan ruang kelas yang cerdas, efisien, dan akuntabel.

Selain itu, sistem pemesanan ruangan yang murni mengandalkan *platform web* seringkali tidak fleksibel untuk kegiatan perkuliahan rutin yang sudah memiliki jadwal tetap. Dosen maupun mahasiswa membutuhkan akses yang cepat (*on-demand*) tanpa harus melewati proses birokrasi persetujuan (*approval*) berulang kali untuk jadwal yang sudah pasti. Oleh karena itu, diperlukan sebuah mekanisme validasi ganda yang mampu mengenali jadwal perkuliahan statis sekaligus mengakomodasi peminjaman ruangan secara dinamis [5].

Sebagai solusi konkrit penyelesaian masalah pemborosan energi tersebut, sistem S-CLASS berperilaku sebagai pengawas kendali aktif yang secara otonom memutus aliran listrik (*Auto-Cutoff*) melalui *Smart Relay* dan *Smart Circuit Breaker* tepat ketika jadwal peminjaman ruangan berakhir atau saat memasuki hari libur akademik. Perilaku pemutusan daya secara fisik ini dirancang untuk secara langsung mengeliminasi inefisiensi energi tanpa harus bergantung pada tingkat kedisiplinan manusia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem terintegrasi yang menghubungkan platform pemesanan berbasis web (Next.js dan Golang) dengan perangkat otentikasi fisik di dalam ruangan?
2. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme otentikasi ganda (*dual-validation*) pada perangkat ESP32 agar dapat memverifikasi Token Akses dari pemesanan web maupun Kode Mata Kuliah (Kode MK) secara *real-time*?
3. Bagaimana mengintegrasikan *Home Assistant* dengan modul *IR Blaster* dan *Smart Switch* untuk mengotomatisasi pengendalian AC, proyektor, dan lampu guna mengoptimalkan efisiensi energi?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam skripsi ini lebih terarah dan spesifik, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala purwarupa (*prototype*) yang diimplementasikan pada satu ruang kelas dan dengan jumlah 10 *user* sebagai model uji coba.
2. Perangkat antarmuka utama menggunakan mikrokontroler ESP32-S3 dengan layar sentuh 7 inci, di mana antarmuka grafisnya dirancang menggunakan perangkat lunak SquareLine Studio berbasis pustaka LVGL.
3. Aplikasi antarmuka pengguna (*frontend*) dikembangkan menggunakan *framework* Next.js, sedangkan aplikasi sisi server (*backend*) menggunakan bahasa pemrograman Golang dengan basis data PostgreSQL yang mencakup manajemen peminjaman (*bookings*) dan jadwal kuliah tetap (*class schedules*).
4. Pengendalian perangkat elektronik dibatasi pada:
 - A. AC dan Proyektor: Menggunakan simulasi sinyal *Infrared (IR) Blaster*.
 - B. Lampu Ruangan: Menggunakan modul saklar pintar (*Smart Switch/Relay*) berbasis IoT.
5. Sistem keamanan akun menggunakan enkripsi pada kata sandi dan token akses untuk perangkat, serta tidak membahas keamanan jaringan tingkat lanjut (*network security*).
6. Pemantauan daya dan analisis efisiensi energi kelistrikan dilakukan menggunakan perangkat *Smart Meter* komersial yang terintegrasi ke dalam sistem melalui *Home Assistant*.

1.4 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membangun prototipe "S-CLASS Controller" menggunakan ESP32 7-inch *Capacitive Display* sebagai terminal otentikasi fisik di ruang kelas.
2. Mengembangkan platform pemesanan web yang responsif dengan *backend* REST API menggunakan Golang dan *frontend* Next.js, yang mampu mengelola peminjaman insidental dan jadwal perkuliahan statis.
3. Mengintegrasikan sistem kendali otomatis melalui *Home Assistant* (via MQTT) untuk memicu aktivasi perangkat kelas berdasarkan validasi kode pemesanan.
4. Menganalisis efektivitas sistem S-CLASS dalam meningkatkan efisiensi energi listrik melalui perbandingan estimasi penggunaan daya antara sistem manual dan sistem otomatis.

1.5 Relevansi

Berdasarkan uraian pada latar belakang, skripsi ini mencoba membangun suatu sistem terintegrasi yang bisa membantu pihak pengelola kampus, untuk mempermudah manajemen peminjaman ruang kelas serta mengoptimalkan efisiensi energi melalui pengendalian perangkat elektronik secara otomatis.

Nilai eksklusivitas (*novelty*) dari sistem S-CLASS terletak pada integrasi penuh antara infrastruktur IoT dengan basis data akademik kampus. Berbeda dengan perangkat *Smart Home* komersial yang bekerja secara mandiri (*standalone*), S-CLASS menerapkan logika *Conditional Access* berbasis jadwal kuliah untuk menjamin akuntabilitas penggunaan aset. Lebih jauh lagi, sistem ini menghadirkan fitur *Bypass Code* khusus untuk staf kebersihan dan administrator, sehingga operasional pemeliharaan fasilitas dapat berjalan efisien tanpa mengganggu alur sistem pemesanan.

Dari sisi keberlanjutan, sistem dirancang dengan arsitektur modular untuk memudahkan pemeliharaan (*maintenance*). Kerusakan pada satu komponen aktuator (misal: *relay* lampu) bersifat terisolasi dan tidak akan melumpuhkan fungsi sistem lainnya. Selain itu, fitur *Watchdog Timer* pada *firmware* memastikan sistem dapat melakukan *restart* otomatis jika terjadi gangguan, meminimalkan kebutuhan intervensi teknisi secara fisik.

1.6 Metodologi Perancangan

Dalam proses perancangan alat dan penyusunan laporan, penulis menggunakan beberapa metode pendekatan, yaitu:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan informasi mengenai teknologi *Smart Classroom*, protokol MQTT, *Home Assistant*, serta implementasi Golang dan Next.js dari jurnal dan dokumentasi teknis.
2. Perancangan Sistem (*System Design*):
 - A. Merancang diagram blok dan topologi jaringan sistem.
 - B. Merancang skema basis data dan antarmuka pengguna (*User Interface*).
 - C. Merancang alur logika (*flowchart*) komunikasi antara perangkat keras dan server.
3. Pembuatan Alat dan Perangkat Lunak: Tahap implementasi kode program (*coding*) untuk *backend*, *frontend*, dan *firmware* ESP32, serta perakitan perangkat keras.
4. Pengujian dan Analisis: Melakukan uji fungsional sistem, uji kinerja (*latency*) komunikasi data, serta analisis komparasi efisiensi energi untuk memvalidasi penghematan daya yang dihasilkan alat.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan buku laporan skripsi ini disusun sebagai berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, relevansi, dan metodologi perancangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

BAB III METODE PERANCANGAN ALAT

Bab ini berisi diagram blok alat, flowchart, rangkaian interkoneksi modul peralatan serta realisasi pembuatan peralatan.

BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi hasil pengukuran dan pengujian alat serta analisis data yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi simpulan analisa kinerja peralatan hasil dari perancangan dan pembuatan sesuai dengan tujuan yang sudah di tuliskan.