

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Seiring perkembangan teknologi, konsep *Internet of Things (IoT)* menjadi solusi potensial dalam menciptakan sistem yang saling terhubung dan mampu beroperasi secara otomatis. *IoT* memungkinkan perangkat fisik saling berkomunikasi melalui jaringan, mendukung pengendalian perangkat secara efisien, real-time, dan berbasis data. Dalam konteks bangunan cerdas, IoT dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% dan biaya operasional hingga 20% dengan memanfaatkan sensor dan aktuator yang terintegrasi dalam sistem otomasi gedung (*smart building*) [1]. Berdasarkan potensi tersebut, penerapan *IoT* dalam pengelolaan fasilitas ruang kuliah dapat mendukung pengaturan perangkat berdasarkan data reservasi dan deteksi gerakan secara lebih terstruktur dan kontekstual.

Pengelolaan fasilitas ruang kuliah di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung belum didukung oleh sistem terintegrasi yang dapat menyesuaikan operasional perangkat dengan kondisi penggunaan ruangan. Perangkat elektronik seperti lampu, pendingin ruangan, dan layar *smart TV* masih dioperasikan secara terpisah oleh petugas, yang sering kali menimbulkan kendala, terutama ketika perangkat tetap aktif meskipun ruangan tidak lagi digunakan. Kondisi ini berdampak pada pemborosan energi dan rendahnya efisiensi pengelolaan fasilitas.

Dalam konteks ruang kuliah yang digunakan secara bergantian untuk berbagai kegiatan, kendala muncul ketika tidak terdapat kesesuaian antara jadwal peminjaman dan aktivitas aktual. Akibatnya, ruangan yang telah dipesan sering kali tidak digunakan secara optimal. Tidak adanya sistem verifikasi penggunaan juga menyebabkan perangkat di ruangan dibiarkan menyala tanpa pengawasan. Integrasi sistem *Internet of Things (IoT)* dalam manajemen energi bangunan cerdas dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi melalui pengendalian otomatis berbasis kondisi penggunaan aktual. Kerangka kerja manajemen energi berbasis

*IoT* mampu mengintegrasikan berbagai faktor konsumsi dan peningkatan efisiensi secara *real-time* melalui pemanfaatan teknologi *IoT* [2].

Penerapan sistem otomatisasi berbasis *IoT* yang terhubung dengan data peminjaman dan gerakan memungkinkan pengelolaan ruang kuliah yang lebih cerdas. Penggunaan *machine learning* dalam sistem manajemen energi *IoT* dapat meningkatkan efisiensi melalui pengambilan keputusan otomatis terhadap penggunaan perangkat ur *client-server*, sesuai dengan kebutuhan otomasi ruang cerdas.[3]. Penelitian lain juga menunjukkan efektivitas penggunaan *ESP32-CAM* untuk mendeteksi gerakan melalui analisis citra video pada sistem otomasi ruang, sehingga memungkinkan pengendalian fasilitas secara lebih akurat dan responsif dibandingkan pendekatan sensor gerak berbasis *infrared* [4].

Sebagai bagian dari analisis video, algoritma *frame differencing* menjadi pendekatan sederhana dan efisien untuk mendeteksi pergerakan berdasarkan perubahan antar *frame* video. Algoritma ini telah digunakan secara luas dalam sistem pengawasan dan otomasi karena kemampuannya mendeteksi aktivitas dalam lingkungan tanpa memerlukan model pelatihan yang kompleks, serta responsif terhadap perubahan gerakan .

Sebagai solusi, sistem ini dirancang untuk mengotomatisasi pengendalian perangkat berdasarkan dua parameter utama, yaitu jadwal peminjaman dan deteksi gerakan. Integrasi ini tidak hanya mengurangi pemborosan energi, tetapi juga meningkatkan akurasi pemanfaatan ruang dan mendukung efisiensi manajemen fasilitas secara berkelanjutan.

Dalam tugas akhir ini, pengembangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan *Arduino Uno* sebagai pengendali perangkat, *NodeMCU* sebagai penghubung data peminjaman, serta kamera *ESP32-CAM* untuk deteksi gerakan. Tujuan dari sistem ini adalah memastikan perangkat ruang kuliah hanya aktif saat ruangan dipakai sesuai jadwal dan terdapat aktivitas pengguna. Pendekatan ini didukung oleh temuan yang menunjukkan bahwa sistem *IoT* berbasis pemantauan dapat meningkatkan efisiensi energi secara signifikan melalui pemantauan status perangkat dan deteksi gerak di area yang tidak berpenghuni, untuk mencegah perangkat tetap aktif tanpa kehadiran pengguna [5].

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *frame differencing* untuk mendeteksi gerakan sebagai salah satu dasar pengendalian perangkat dalam sistem berbasis *IoT*?
- b. Bagaimana sistem dapat mengontrol perangkat fasilitas ruang kuliah berdasarkan data reservasi dan hasil deteksi gerakan di dalam ruangan?
- c. Bagaimana merancang sistem yang dapat terintegrasi dengan sistem informasi reservasi ruangan yang sudah berjalan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan dalam pengelolaan fasilitas ruang kuliah yang belum sepenuhnya efisien, terutama dalam kaitannya dengan penggunaan energi dan kedisiplinan pemanfaatan ruang berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)*, sistem ini dikembangkan agar dapat berintegrasi langsung dengan sistem reservasi ruangan yang sudah berjalan, sehingga mampu melakukan pengendalian otomatis terhadap perangkat-perangkat yang ada di dalam ruang kuliah. Secara khusus, tujuan dari penelitian ini adalah:

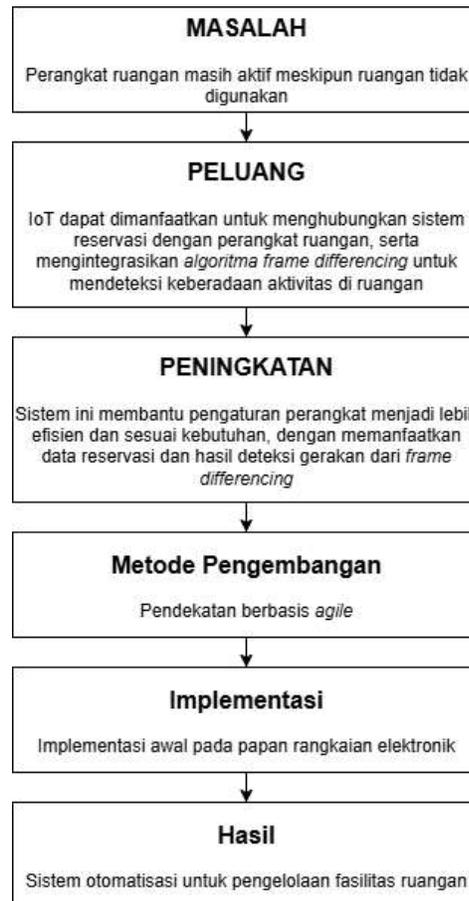
- a. Merancang dan membangun sistem kendali perangkat ruang kuliah yang dapat terintegrasi dengan sistem informasi reservasi ruangan yang telah digunakan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- b. Mengembangkan sistem otomatisasi berbasis modul *Arduino* untuk mengontrol perangkat seperti lampu atau pendingin ruangan, dengan mempertimbangkan jadwal peminjaman ruangan dan deteksi gerakan melalui kamera.
- c. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dengan memastikan perangkat hanya aktif ketika ruangan digunakan sesuai jadwal dan dinyatakan terisi oleh pengguna.
- d. Mewujudkan sistem kontrol otomatis yang mampu merespons data peminjaman dan kondisi aktivitas di ruang kuliah secara *real-time* sebagai bentuk penerapan solusi *IoT* dalam manajemen fasilitas.

#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan ruang lingkup penelitian agar tetap terarah, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

- Penelitian ini menggunakan studi kasus pada pengelolaan ruang kuliah di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, khususnya terkait integrasi perangkat IoT dengan sistem reservasi ruang yang telah tersedia.
- Sistem reservasi ruangan (*SIRARU*) yang digunakan adalah sistem yang sudah tersedia dan berjalan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Penelitian ini tidak membangun aplikasi reservasi dari awal, melainkan hanya menambahkan satu modul integrasi untuk menghubungkan perangkat *IoT* dengan data status ruangan melalui *API*.
- Komunikasi antara perangkat *IoT* dan server dilakukan menggunakan token *Sanctum* bawaan *Laravel* untuk memastikan otentikasi dan keamanan akses *API*, namun belum mencakup implementasi enkripsi *end-to-end*.
- Pengendalian fasilitas ruang kuliah dalam penelitian ini terbatas pada pemutusan dan penyambungan sumber listrik utama ruangan melalui sistem relay, tidak mencakup pengaturan individual terhadap perangkat di dalam ruangan.
- Deteksi gerakan dilakukan menggunakan *ESP32-CAM* yang menerapkan algoritma *motion detection* berbasis perbedaan antar frame (*frame differencing*). Algoritma ini mampu mengidentifikasi adanya pergerakan di dalam ruangan, namun belum dapat mengenali jenis objek atau mengidentifikasi identitas pengguna secara spesifik.
- Implementasi dan pengujian dilakukan dalam bentuk *prototype* berbasis *breadboard* dan belum diujicobakan pada kondisi nyata di ruang kuliah sebenarnya.

## 1.5 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

Di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, pengelolaan perangkat fasilitas ruangan seperti pencahayaan, pendingin udara, dan perangkat elektronik lainnya belum terintegrasi dengan sistem informasi yang mendukung penjadwalan penggunaan ruangan. Hal ini menyebabkan tidak sinkronnya penggunaan perangkat dengan kebutuhan aktual, terutama ketika ruangan sedang tidak digunakan namun perangkat tetap aktif.

Permasalahan tersebut menjadi dasar untuk merancang sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan sistem reservasi ruangan. Sistem ini dirancang untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat berdasarkan data penjadwalan dan deteksi keberadaan aktivitas dalam ruangan. Salah satu teknologi yang digunakan dalam sistem ini adalah kamera *ESP32-CAM*, yang mampu melakukan deteksi gerakan melalui analisis visual.

Dalam proses deteksi gerak, sistem ini menerapkan algoritma *frame differencing*, yaitu metode sederhana namun efektif yang membandingkan perbedaan antar *frame* video untuk mendeteksi perubahan visual. Algoritma ini memungkinkan identifikasi adanya aktivitas di ruangan tanpa memerlukan pelatihan model pembelajaran mesin yang kompleks.

Integrasi antara data jadwal dari sistem reservasi dengan hasil deteksi gerakan berbasis *frame differencing* dari kamera *ESP32-CAM* memungkinkan sistem untuk mengatur perangkat secara lebih kontekstual dan efisien. Perangkat keras utama dalam sistem ini meliputi *NodeMCU ESP8266* sebagai penghubung ke server dan pengendali perangkat, serta *ESP32-CAM* sebagai alat deteksi visual.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan *Agile Scrum*, di mana setiap iterasi pengembangan (*sprint*) difokuskan pada pencapaian fungsional tertentu. Implementasi awal dilakukan pada papan rangkaian elektronik untuk mensimulasikan fungsionalitas sistem secara modular sebelum diintegrasikan lebih lanjut.

Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mendemonstrasikan pengendalian perangkat ruangan berdasarkan kombinasi data penjadwalan dan deteksi aktivitas. Meskipun belum diterapkan langsung pada ruang kelas, pengujian dalam skala laboratorium ini bertujuan membuktikan validitas konsep serta kesiapan sistem untuk dikembangkan secara lebih luas.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun secara sistematis sebagai berikut:

### **Bab I – Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka pemikiran, serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi dasar utama untuk memahami konteks dan ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan.

### **Bab II – Kajian Literatur**

Bab ini membahas kajian pustaka dan teori-teori yang menjadi dasar dalam penelitian ini. Pembahasan mencakup penelitian terdahulu yang relevan terkait integrasi *Internet of Things (IoT)* dengan sistem reservasi dan pengelolaan fasilitas

ruangan. Selain itu, dijelaskan pula konsep-konsep teknis yang digunakan dalam penelitian, seperti *IoT*, kamera *ESP32-CAM*, *Arduino*, dan Algoritma *Frame Differencing*. Bab ini bertujuan untuk memberikan landasan teoretis yang kuat sebagai acuan dalam proses analisis dan pengembangan sistem.

### **Bab III – Metodologi Penelitian**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam pengembangan sistem, dimulai dari model pengembangan sistem yang diterapkan, analisis sistem dan kebutuhan, perancangan sistem, proses implementasi sistem, pengujian, hingga evaluasi. Bab ini menjadi panduan teknis dan sistematis dalam mewujudkan *prototype* sistem yang diusulkan berdasarkan kebutuhan dan kondisi lapangan.

### **Bab IV – Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menyajikan hasil dari proses implementasi dan pengujian sistem yang telah dikembangkan. Pada subbab temuan penelitian, diuraikan temuan utama yang diperoleh selama proses penelitian, termasuk data hasil pengujian deteksi gerakan menggunakan kamera, komunikasi antar modul, serta respons sistem terhadap skenario penggunaan. Selanjutnya, pada subbab pembahasan hasil penelitian, dilakukan analisis terhadap hasil tersebut dengan mengaitkannya pada tujuan penelitian dan teori yang relevan. Bab ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah sistem yang dibangun telah memenuhi kebutuhan yang telah dirumuskan sebelumnya.

### **Bab V – Simpulan dan Saran**

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pada subbab simpulan, disampaikan ringkasan dari hasil yang diperoleh terkait dengan tujuan penelitian dan rumusan masalah yang telah ditetapkan. Sementara itu, subbab saran memuat masukan bagi pihak-pihak terkait serta peluang pengembangan sistem di masa mendatang, baik dari aspek teknis maupun fungsional agar implementasi sistem dapat lebih optimal dan bermanfaat secara luas.