

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Konsumsi energi listrik di Indonesia menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan aktivitas ekonomi, pembangunan infrastruktur, serta meningkatnya penggunaan perangkat listrik di berbagai sektor. Berdasarkan *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2023*, sektor komersial dan bangunan merupakan salah satu penyumbang utama konsumsi energi listrik nasional, dengan penggunaan energi yang didominasi oleh sistem pencahayaan dan pendingin ruangan *Air Conditioner (AC)* (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia [ESDM], 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan energi listrik, khususnya pada sektor bangunan, masih menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian serius.

Efisiensi dalam penggunaan energi listrik menjadi salah satu fokus utama dalam pengelolaan gedung, terutama pada ruang kelas, laboratorium, dan perkantoran. Pada gedung pendidikan, konsumsi energi listrik sebagian besar berasal dari penggunaan AC dan pencahayaan. Namun, pengoperasian perangkat tersebut masih banyak dilakukan secara manual dan sangat bergantung pada kedisiplinan pengguna ruangan. Akibatnya, AC sering kali tetap menyala meskipun ruangan tidak lagi digunakan, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan energi listrik dan peningkatan biaya operasional. Penelitian terkait sistem monitoring dan kontrol energi listrik menunjukkan bahwa pengelolaan energi tanpa sistem otomatis cenderung tidak efisien, terutama pada ruang dengan tingkat mobilitas pengguna yang tinggi seperti ruang kelas (Yuniarto et al., 2023).

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik melalui pengendalian perangkat secara otomatis dan berbasis kondisi aktual. IoT memungkinkan perangkat elektronik untuk saling terhubung melalui jaringan komunikasi sehingga proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. Implementasi IoT dalam sistem manajemen energi

bangunan terbukti mampu membantu pengurangan konsumsi energi listrik dengan mengatur pengoperasian perangkat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi ruangan (Sujito et al., 2024).

Dalam sistem IoT, aspek komunikasi memegang peranan penting untuk memastikan pertukaran data antar perangkat berjalan dengan cepat dan andal. Salah satu protokol komunikasi yang banyak digunakan dalam sistem IoT adalah *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Protokol MQTT dirancang agar ringan, memiliki latensi rendah, serta sesuai digunakan pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Oleh karena itu, MQTT banyak dimanfaatkan pada sistem monitoring dan kontrol energi berbasis IoT, termasuk dalam pengiriman data sensor dan perintah pengendalian perangkat listrik (Yuniarto et al., 2023).

Selain itu, integrasi teknologi visi komputer dengan IoT dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem otomatisasi yang mampu mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan dan mengendalikan perangkat listrik sesuai dengan kondisi tersebut. Informasi keberadaan manusia (*occupancy*) merupakan parameter penting dalam pengendalian AC, karena memungkinkan perangkat hanya beroperasi saat ruangan digunakan. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam visi komputer untuk deteksi objek adalah *You Only Look Once* (YOLO). Penelitian oleh Sudharma et al. (2023) menunjukkan bahwa algoritma YOLO mampu mendeteksi keberadaan dan jumlah manusia secara efektif dalam konteks bangunan pintar, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem otomasi gedung.

Dengan memanfaatkan algoritma YOLO pada perangkat *embedded* seperti Raspberry Pi yang terhubung dengan kamera, sistem dapat mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan secara otomatis. Informasi hasil deteksi tersebut kemudian dapat dikirimkan melalui protokol MQTT ke modul pengontrol AC untuk menyalakan atau mematikan perangkat secara otomatis sesuai dengan kondisi ruangan. Pendekatan ini dinilai lebih adaptif dibandingkan pengoperasian manual karena mampu menyesuaikan penggunaan AC berdasarkan keberadaan penghuni secara aktual, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi energi listrik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring keberadaan manusia berbasis algoritma YOLO pada Raspberry Pi yang terintegrasi dengan protokol MQTT untuk mengontrol AC secara otomatis, serta menyediakan fitur monitoring melalui antarmuka web guna mendukung pengelolaan energi listrik yang lebih efisien pada ruang kelas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana merancang sistem deteksi keberadaan manusia menggunakan algoritma YOLO pada Raspberry Pi?
- b. Bagaimana merancang sistem kontrol AC menggunakan infrared?
- c. Bagaimana integrasi deteksi manusia dan sistem kontrol AC?
- d. Bagaimana integrasi sistem monitoring kamera dan kontrol AC menggunakan MQTT secara *real-time* melalui web?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terfokus, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Sistem deteksi objek hanya difokuskan pada kelas “person” (manusia).
- b. Perangkat pemrosesan utama menggunakan Raspberry Pi 3.
- c. Algoritma deteksi yang digunakan adalah YOLO versi ringan (YOLOv4-Tiny).
- d. Kontrol AC dilakukan melalui sinyal infrared (IR).
- e. Monitoring dilakukan melalui jaringan lokal (LAN/WiFi).
- f. Pengujian sistem dilakukan dalam skala ruangan terbatas (indoor).

## 1.4 Tujuan

- a. Mampu merancang sistem deteksi keberadaan manusia menggunakan algoritma YOLO pada Raspberry Pi
- b. Mampu merancang sistem kontrol AC menggunakan infrared

- c. Mampu mengintegrasikan deteksi manusia dan sistem kontrol AC
- d. Mampu mengintegrasikan sistem monitoring kamera dan kontrol AC menggunakan MQTT secara *real-time* melalui web

### **1.5 Manfaat**

- a. Membantu menghemat konsumsi energi listrik dengan mengotomatisasi penggunaan AC.
- b. Menjadi referensi pengembangan sistem *smart building* berbasis Raspberry Pi dan *deep learning*.