

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi listrik menjadi fondasi bagi berjalannya berbagai kegiatan, baik di sektor industri, dunia pendidikan, maupun pelayanan kepada masyarakat. Kebutuhan energi listrik yang terus bertambah setiap tahunnya menuntut pengelolaan yang lebih efisien agar pemborosan dapat ditekan, biaya operasional dapat dihemat, dan kelestarian lingkungan tetap terjaga. Pada lingkungan kampus, pemakaian energi di gedung-gedung perkuliahan tergolong tinggi dan cukup rumit karena mencakup berbagai jenis layanan dalam satu bangunan, mulai dari sistem penerangan, beban listrik dari berbagai peralatan (plug loads), hingga sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC) [1]. Pada gedung laboratorium khususnya, pemakaian energi listrik cenderung tinggi karena banyaknya perangkat yang beroperasi dalam waktu bersamaan, seperti komputer, pendingin ruangan (AC), dan lampu penerangan, dengan sistem pendingin udara diketahui menyumbang sekitar 40–60% dari keseluruhan konsumsi energi bangunan [2].

Kegiatan praktikum yang berjalan hampir sepanjang hari kerap membuat pemakaian perangkat listrik menjadi kurang terkendali. Salah satu masalah yang kerap dijumpai adalah perangkat yang tetap menyala walau ruangan sedang tidak terpakai, sehingga terjadi pemborosan energi dan menurunkan tingkat efisiensi operasional. Pendekatan berbasis tingkat hunian ruangan (occupancy-based) terbukti mampu menekan konsumsi energi yang sebenarnya tidak diperlukan, karena sistem dapat menyesuaikan operasi perangkat secara otomatis berdasarkan kondisi nyata di dalam ruangan [3].

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan metode berbasis okupansi guna menekan konsumsi energi yang tidak diperlukan. Sensor Passive Infrared (PIR) menjadi pilihan yang banyak digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia karena memanfaatkan perubahan radiasi inframerah akibat gerakan, sehingga responsnya cepat, biayanya murah, dan proses pengolahan datanya

sederhana [4]. Meski demikian, sensor PIR memiliki kelemahan mendasar berupa ketidakmampuannya mendeteksi keberadaan manusia secara akurat saat pengguna dalam kondisi diam (stationary), sehingga rawan menghasilkan false negative [5]. Bahkan, akurasi sensor PIR yang dipasang di bagian tengah plafon ruangan tercatat hanya sekitar 60% untuk mendeteksi kehadiran yang bersifat statis [6].

Guna mengatasi kelemahan tersebut, beberapa penelitian mencoba menggabungkan metode deteksi lain untuk meningkatkan akurasi sistem okupansi. Salah satu pendekatan yang mulai berkembang adalah pemanfaatan sensor karbon dioksida (CO_2), mengingat konsentrasi CO_2 dalam ruangan berkaitan erat dengan jumlah orang yang beraktivitas di dalamnya [7]. Model pembelajaran mesin (machine learning) berbasis CO_2 bahkan mampu memperkirakan jumlah penghuni dengan tingkat akurasi hingga 91,80% menggunakan sensor IoT [8]. Pendekatan fusi sensor yang memadukan PIR dan CO_2 juga terbukti memberikan hasil penghitungan penghuni yang lebih akurat dibandingkan penggunaan salah satu sensor saja [9].

Sistem SCADA berbasis IoT yang memanfaatkan ESP32 dan protokol MQTT terbukti dapat melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh secara andal dengan biaya yang relatif rendah [10]. Selain itu, integrasi antara PLC dengan sistem SCADA dan IoT turut memberikan peningkatan yang berarti terhadap efisiensi operasional pada lingkungan otomasi industri [11].

Penelitian ini mengusulkan perancangan sistem monitoring dan kontrol energi berbasis SCADA dengan mengintegrasikan sensor PIR dan sensor CO_2 . Sensor PIR digunakan untuk mengendalikan lampu berdasarkan keberadaan pengguna, sedangkan sensor CO_2 dimanfaatkan sebagai indikator tingkat okupansi untuk memberikan rekomendasi pengaturan suhu Air Conditioner (AC). Sistem ini didukung oleh ESP32, modul Elfin EW11, dan PLC Outseal sebagai pengendali, sehingga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik secara lebih optimal, adaptif, dan real-time pada ruangan laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol AC secara otomatis berbasis jadwal waktu menggunakan PLC Outseal pada ruangan gedung laboratorium?
2. Bagaimana mengembangkan sistem notifikasi real-time melalui platform SCADA untuk memantau status perangkat AC dan lampu di ruangan laboratorium?
3. Bagaimana menganalisis konsumsi energi listrik AC sebelum dan sesudah penerapan sistem kontrol otomatis pada ruangan gedung laboratorium?
4. Bagaimana merancang sistem pemantauan kadar CO₂ sebagai data pendukung analisis tingkat okupansi pada ruangan gedung laboratorium?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol AC berbasis jadwal waktu secara otomatis menggunakan PLC Outseal pada ruangan gedung laboratorium.
2. Mengembangkan sistem notifikasi real-time melalui platform SCADA untuk memantau dan memberikan informasi status perangkat AC dan lampu kepada pengguna.
3. Menganalisis dan membandingkan konsumsi energi listrik AC sebelum dan sesudah penerapan sistem kontrol otomatis pada ruangan gedung laboratorium.
4. Merancang sistem pemantauan kadar CO₂ sebagai data pendukung analisis pola penggunaan ruangan untuk pengembangan sistem kontrol yang lebih adaptif.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan skripsi ini terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Sistem diterapkan pada empat zona ruangan: Laboratorium Otomasi Industri, Ruang S-2, Ruang Kaprodi, dan Laboratorium Robotika & Sekretariat.
2. Kontrol AC dilakukan secara otomatis berbasis jadwal waktu menggunakan PLC Outseal, sedangkan kontrol lampu dilakukan secara manual melalui antarmuka SCADA.
3. Notifikasi status perangkat (on/off) dikirimkan secara real-time melalui platform Sekadar (Haiwell Cloud).
4. Sistem pemantauan kadar CO₂ telah dirancang dan diuji, namun belum diintegrasikan dengan sistem kontrol AC yang sudah diimplementasikan. Pengembangan kontrol berbasis okupansi CO₂ dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Struktur dan penyusunan penelitian ini disusun dalam beberapa bab dan dijelaskan melalui pembahasan sesuai dengan aturan standar penulisan. Adapun urutan penyusunan skripsi adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka: Memuat teori-teori dasar dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, meliputi konsep SCADA, PLC Outseal, sistem otomasi industri, sensor PIR, sensor CO₂, komunikasi LoRa, Modbus, dan manajemen energi listrik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode dan tahapan penelitian, meliputi diagram blok sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, konfigurasi PLC Outseal dan SCADA, serta proses integrasi sistem.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Berisi hasil implementasi sistem, pengujian, serta analisis kinerja sistem, termasuk evaluasi konsumsi energi listrik sebelum dan sesudah penerapan sistem kontrol, analisis data sensor CO₂, serta pengujian notifikasi real-time.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan sistem di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

[HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONGKAN]