

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Emisi karbon adalah salah satu gas rumah kaca utama yang berdampak buruk pada lingkungan hidup dan kesehatan manusia. Gas ini memerangkap panas di atmosfer, menyebabkan fenomena pemanasan global yang berkontribusi pada perubahan iklim, kenaikan permukaan air laut, kerusakan ekosistem, dan ketidakstabilan pangan[1]. Salah satu cara efektif untuk mengurangi emisi karbon adalah dengan meningkatkan efisiensi energi, khususnya dalam konsumsi listrik.

Namun, konsumsi energi listrik yang berlebihan masih menjadi tantangan besar, terutama di rumah tangga. Kebiasaan buruk, seperti membiarkan lampu menyala tanpa alasan atau tidak memanfaatkan teknologi hemat energi, menyebabkan pemborosan listrik[2]. Misalnya, lampu sering dibiarkan menyala di ruangan kosong karena pengguna lupa atau enggan mematikannya. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan biaya listrik, tetapi juga berkontribusi pada krisis energi dan kerusakan lingkungan.

Selain itu, terdapat fenomena unik dalam pengaturan intensitas cahaya lampu. Ketika manusia berada jauh dari lampu, diperlukan pencahayaan yang lebih terang agar mata dapat menangkap cahaya secara maksimal. Sebaliknya, ketika dekat dengan lampu, intensitas cahaya yang terlalu terang justru tidak diperlukan karena mata hanya membutuhkan pencahayaan normal. Sebagai contoh, saat membaca di bawah lampu, sebenarnya hanya diperlukan 300 lumen atau daya sekitar 4-6 watt pada lampu LED, yang berarti lampu bekerja dengan intensitas rendah. Namun, jika manusia berada jauh dari lampu, mata harus bekerja lebih keras untuk menerima cahaya secara maksimal, sehingga intensitas lampu perlu ditingkatkan[3]. Fenomena ini menunjukkan pentingnya pengaturan intensitas cahaya yang adaptif sesuai kebutuhan pengguna.

Sebagai solusi, teknologi *smart controller* berbasis mikrokontroler dan sensor ultrasonik menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi

energi. Sistem ini memungkinkan kontrol otomatis pada pencahayaan lampu berdasarkan keberadaan pengguna atau kondisi lingkungan. Lampu dapat diatur agar menyala atau mati secara otomatis sesuai kebutuhan, mengurangi pemborosan energi tanpa mengurangi kenyamanan pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *smart controller* menggunakan Arduino Uno sebagai *mikrokontroler* utama, sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan pengguna, dan lampu LED dengan fitur *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk mengatur intensitas cahaya. Efisiensi energi optimal memerlukan strategi pengaturan cahaya yang adaptif. Untuk itu, penelitian ini membandingkan dua pendekatan algoritma, yaitu *Exponential Scaling* dan *Fuzzy Logic Control*, yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda dalam merespons perubahan jarak objek. Perbandingan ini bertujuan untuk menemukan metode kontrol yang paling efisien dalam mengatur pencahayaan secara otomatis

Dengan membandingkan dua algoritma yang diterapkan pada sistem ini, yaitu *Exponential Scaling* dan *Fuzzy Logic Control*, mikrokontroler diharapkan mampu menyesuaikan pencahayaan secara otomatis sesuai jarak atau keberadaan objek di ruangan. Hipotesis penelitian ini adalah bahwa salah satu dari algoritma tersebut dapat secara signifikan lebih efisien dalam mengurangi konsumsi energi listrik pada sistem penerangan rumah tangga, sekaligus mendukung gaya hidup yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana algoritma dapat digunakan untuk mengefisienkan daya pada lampu?
2. Bagaimana merancang sistem yang dapat mengatur intensitas cahaya lampu secara otomatis berdasarkan jarak objek dan keberadaan pengguna di ruangan?
3. Algoritma manakah yang lebih efektif dalam hal efisiensi energi, akurasi

pengaturan pencahayaan, dan waktu respons sistem?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan agar fokus dan tujuan penelitian dapat tercapai, yaitu:

1. Sistem hanya menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi jarak objek atau keberadaan pengguna, tanpa melibatkan sensor lain seperti sensor cahaya, serta tidak melakukan pengukuran pencahayaan dalam satuan lux atau lumen.
2. Sumber pencahayaan yang digunakan adalah LED 5mm berdaya rendah sebagai simulasi, bukan lampu rumah tangga atau jenis lampu dengan daya tinggi.
3. Pengujian dilakukan dalam skenario sederhana dengan satu layout, tanpa memperhitungkan variasi pengguna atau pengaruh kondisi pencahayaan alami seperti siang dan malam.
4. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno, tanpa integrasi ke jaringan nirkabel, platform Internet of Things (IoT), atau antarmuka pengguna (UI/UX) maupun aplikasi monitoring eksternal.
5. Sistem hanya mengatur intensitas cahaya berdasarkan nilai PWM, dengan parameter pengujian terbatas pada efisiensi energi, akurasi pengendalian (Mean Absolute Error), dan waktu respons sistem.
6. Algoritma yang dibandingkan terbatas pada metode Exponential Scaling, Fuzzy Logic, dan gabungan keduanya (Hybrid), tanpa mengimplementasikan metode lain seperti kontrol adaptif, kecerdasan buatan, atau logika prediktif.
7. Sistem tidak dilengkapi dengan fitur keamanan listrik seperti proteksi arus lebih, stabilitas daya, atau pengamanan tegangan.
8. Prototipe yang dikembangkan berskala kecil dan ditujukan untuk simulasi konsep pengaturan pencahayaan otomatis, sehingga tidak mewakili kondisi implementasi pada skala rumah tangga atau industri secara langsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem penerangan otomatis berbasis sensor ultrasonik yang dapat mengatur intensitas cahaya lampu secara dinamis sesuai dengan keberadaan objek atau kebutuhan pencahayaan.
2. Mengimplementasikan teknologi *mikrokontroler* berbasis Arduino Uno untuk mendeteksi jarak dan keberadaan objek secara real-time guna meningkatkan efisiensi energi.
3. Mengurangi konsumsi energi listrik pada sistem penerangan dengan mengoptimalkan kontrol intensitas cahaya melalui algoritma Exponential Scaling dan Fuzzy Logic Control.
4. Mengukur indikator kinerja sistem, termasuk efisiensi energi, akurasi deteksi, pengaturan intensitas cahaya, dan waktu respons sistem.
5. Membandingkan performa algoritma Exponential Scaling dan Fuzzy Logic Control dalam pengaturan pencahayaan otomatis.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Lingkungan: Berkontribusi dalam pengurangan konsumsi energi listrik dan emisi karbon melalui penerapan sistem kontrol pencahayaan yang efisien dalam penggunaan energi.
2. Bagi Pengguna: Menyediakan sistem penerangan otomatis yang dapat menyesuaikan intensitas cahaya berdasarkan keberadaan pengguna, sehingga mengurangi kebutuhan kontrol manual.
3. Bagi Ilmu Pengetahuan: Menambah literatur terkait perbandingan algoritma Exponential Scaling dan Fuzzy Logic dalam penerapan sistem pencahayaan otomatis berbasis mikrokontroler.
4. Bagi Industri: Memberikan solusi sederhana, terjangkau, dan hemat energi untuk implementasi sistem pencahayaan pintar pada skala rumah tangga

atau ruangan kecil.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan permasalahan konsumsi energi listrik yang berlebihan serta perlunya sistem otomatisasi pencahayaan berbasis sensor. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, Bab ini membahas kajian pustaka dan teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk studi literatur terkait sistem pengaturan lampu otomatis, prinsip kerja sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino Uno, serta pemanfaatan algoritma Exponential Scaling dan Fuzzy Logic dalam sistem kontrol pencahayaan.

BAB III METODE PENELITIAN, Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari alur penelitian, analisis kebutuhan, pemilihan alat dan bahan, perancangan perangkat keras dan lunak, hingga metode pengujian dan analisis data berdasarkan parameter efisiensi energi, akurasi, dan waktu respons.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, Bab ini menyajikan implementasi sistem, proses perakitan perangkat, penulisan program, serta hasil pengujian dari kedua algoritma yang digunakan. Pembahasan difokuskan pada perbandingan kinerja antara metode Exponential Scaling dan Fuzzy Logic Control.

BAB V PENUTUP, Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan teknologi IoT atau peningkatan akurasi pengaturan pencahayaan otomatis.