



Rancang Bangun Sistem Kendali Penerangan Lampu Otomatis pada Ruang Laboratorium

Dicky Elfandi Ramadhan^{1*}, Timur Dali Purwanto²

Universitas Bina Darma ^{1,2}

e-mail: deramadhan58@gmail.com

Abstract

The use of manually controlled lighting systems in laboratory rooms often leads to electrical energy waste due to user negligence in turning off lights when the room is unoccupied or when sufficient natural lighting is available. This study aims to design and implement an automatic lighting control system for laboratory rooms based on the Internet of Things (IoT) to improve energy efficiency. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, a Light Dependent Resistor (LDR) sensor to detect ambient light conditions, an ultrasonic sensor to detect human presence, and an MLX90614 sensor for non-contact body temperature detection. A power supply unit is designed to provide stable voltage to ensure reliable system performance. Experimental results show that the power supply operates properly with an error rate below 1%. The lighting control system functions according to the designed logic with a 100% success rate, where the lights turn on only when the room is dark and human presence is detected. Temperature sensor testing shows a measurement difference of 0.1°C–0.2°C compared to a thermogun. These results indicate that the proposed system operates reliably and is suitable for implementation in laboratory environments.

Keywords: Lighting Control, Automatic Lighting, LDR, Ultrasonic, MLX90614.

Abstrak

Penggunaan sistem penerangan yang masih dikendalikan secara manual pada ruang laboratorium sering menimbulkan pemborosan energi listrik akibat kelalaian pengguna dalam mematikan lampu ketika ruangan tidak digunakan atau kondisi cahaya sudah mencukupi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kendali penerangan lampu otomatis pada ruang laboratorium berbasis Internet of Things (IoT) guna meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi kondisi cahaya ruangan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan orang, serta sensor MLX90614 untuk mendeteksi suhu tubuh secara non-kontak. Sistem catu daya dirancang untuk menghasilkan tegangan yang stabil guna mendukung kinerja seluruh komponen. Pengujian menunjukkan bahwa sistem catu daya bekerja dengan baik dengan persentase kesalahan di bawah 1%. Sistem kendali penerangan mampu bekerja sesuai logika yang dirancang dengan tingkat keberhasilan 100%, di mana lampu hanya menyala saat kondisi ruangan gelap dan terdapat orang. Pengujian sensor suhu menunjukkan selisih pengukuran sebesar 0,1°C–0,2°C dibandingkan thermogun. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara andal dan layak diterapkan pada ruang laboratorium.

Kata Kunci: Kendali Penerangan, Lampu Otomatis, LDR, Ultrasonic, MLX90614.

PENDAHULUAN

Pemborosan energi listrik masih sering terjadi akibat lampu yang tetap menyala meskipun ruangan tidak digunakan atau kondisi cahaya lingkungan sudah mencukupi. Hal ini disebabkan oleh sistem penerangan yang masih dikendalikan secara manual dan bergantung pada kesadaran pengguna. Pada ruang laboratorium, kondisi tersebut kerap terjadi karena aktivitas yang padat, sehingga pengendalian lampu yang kurang optimal berdampak pada rendahnya efisiensi penggunaan energi listrik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem kendali penerangan lampu otomatis berbasis mikrokontroler dan sensor. Sensor Passive Infra Red (PIR) digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia, sedangkan sensor Light Dependent Resistor (LDR) berfungsi mendeteksi intensitas cahaya lingkungan. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan lampu menyala dan padam secara otomatis sesuai kondisi ruangan, sehingga penggunaan energi listrik menjadi lebih efisien dan terkontrol, khususnya pada ruang laboratorium.

Sistem kendali penerangan lampu otomatis bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dengan mengurangi ketergantungan pada pengendalian manual. Sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama yang memproses data dari sensor untuk menentukan kondisi nyala atau padamnya lampu secara otomatis.

Sensor Passive Infra Red (PIR) digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan perubahan radiasi infra merah, sedangkan sensor Light Dependent Resistor (LDR) berfungsi mendeteksi intensitas cahaya lingkungan. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan lampu menyala hanya ketika terdapat aktivitas manusia dan kondisi cahaya kurang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali lampu otomatis berbasis PIR dan LDR efektif dalam menghemat energi listrik, khususnya pada ruang laboratorium dan fasilitas umum (Istanto, 2019; Yos et al., 2019).

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis untuk memastikan sistem kendali penerangan lampu otomatis dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Penelitian diawali dengan studi literatur terhadap penelitian terdahulu yang membahas sistem penyalaaan lampu otomatis, pemanfaatan sensor cahaya dan sensor gerak, serta penggunaan mikrokontroler dan teknologi Internet of Things (IoT). Studi literatur ini meliputi penelitian tentang sistem kendali lampu berbasis sensor cahaya dan gerak (Istanto, 2019; Yos et al., 2019), pemanfaatan sensor LDR untuk efisiensi energi listrik (Aribowo et al., 2022), penggunaan sensor PIR berbasis IoT (Afif et al., 2023), serta penerapan ESP32 pada sistem kendali dan monitoring berbasis IoT (Saputra & Surapati,

2024). Hasil kajian literatur tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode perancangan sistem dan pemilihan komponen yang digunakan.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang mencakup perancangan blok diagram, rangkaian perangkat keras (hardware), serta algoritma perangkat lunak (software). Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama karena memiliki kemampuan pemrosesan yang baik serta mendukung konektivitas IoT, sebagaimana diterapkan pada berbagai penelitian sistem otomasi dan monitoring berbasis IoT (Ariandi & Karua, 2023; Saputra & Surapati, 2024; Tri et al., 2023). Pada tahap ini juga ditentukan logika kendali sistem agar lampu dapat menyala dan padam secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan dan keberadaan manusia.

Dalam perancangan sistem sensor, sensor Light Dependent Resistor (LDR) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya ruangan sebagai dasar pengendalian penerangan agar penggunaan energi listrik lebih efisien (Aribowo et al., 2022; Yos et al., 2019). Sensor ultrasonik dan sensor Passive Infra Red (PIR) digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan sehingga lampu hanya menyala ketika terdapat aktivitas, sebagaimana konsep yang diterapkan pada penelitian sistem kendali penerangan dan sistem berbasis sensor gerak (Afif et al., 2023; Istanto, 2019; Yos et al., 2019). Selain itu, sensor MLX90614 digunakan sebagai fitur pendukung untuk mendeteksi suhu tubuh secara non-kontak dengan memanfaatkan prinsip sensor inframerah, mengacu pada penelitian pengukuran suhu tubuh berbasis sensor inframerah (Ja & Sulistiyowati, 2021). Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan perakitan prototipe dengan memasang seluruh komponen sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Tahap berikutnya adalah pemrograman sistem, di mana ESP32 diprogram untuk membaca data dari sensor, memproses logika kendali, serta mengendalikan modul relay sebagai aktuator lampu. Tahap akhir penelitian adalah pengujian dan analisis sistem untuk mengevaluasi kinerja catu daya, akurasi sensor, serta keberhasilan sistem dalam mengendalikan lampu secara otomatis sesuai dengan tujuan penelitian, sebagaimana metode pengujian yang umum digunakan pada penelitian sistem kendali dan otomasi (Istanto, 2019; Saputra & Surapati, 2024; Yos et al., 2019).

PEMBAHASAN

Hasil pengujian awal difokuskan pada kinerja rangkaian catu daya dan kestabilan tegangan sebagai dasar operasional sistem kendali penerangan (Yaved Pasereng Tondok et al., 2019). Berdasarkan hasil pengukuran pada beberapa titik pengujian, tegangan keluaran dari transformator, penyearah, filter kapasitor, hingga regulator IC 7805 menunjukkan nilai yang mendekati hasil perhitungan teoritis dengan persentase kesalahan di bawah 1%. Tegangan suplai yang dihasilkan berada dalam rentang kerja yang direkomendasikan

untuk ESP32, sensor, LCD, dan modul relay, sehingga seluruh komponen dapat beroperasi secara stabil tanpa gangguan akibat fluktuasi tegangan (Bawotong, 2015; Bramanta & Santosa, 2024). Kestabilan catu daya ini menjadi faktor penting dalam memastikan sistem kendali dan sensor bekerja secara optimal, sehingga pengujian selanjutnya dapat difokuskan pada evaluasi kinerja sensor dan respon sistem kendali penerangan secara keseluruhan.

Pengujian Respon Sistem Kendali Penerangan

Pengujian respon sistem kendali penerangan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor LDR dalam mendeteksi kondisi cahaya ruangan serta sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan orang. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan variasi nilai analog LDR dan kondisi ada atau tidaknya orang, guna memastikan sistem bekerja sesuai dengan logika kendali yang telah dirancang. Hasil pengujian respon sistem kendali penerangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1
Pengujian Respon Sistem Kendali Penerangan

No	Nilai Analog LDR	Kondisi Cahaya Ruangan	Deteksi Ada Orang	Status Modul Relay	Lampu
1	850	Gelap	Ya	ON	Hidup
2	1200	Gelap	Ya	ON	Hidup
3	2300	Terang	Ya	ON	Hidup
4	3500	Terang	Ya	ON	Hidup
5	1900	Gelap	Ya	OFF	Mati
6	4000	Terang	Ya	OFF	Mati
7	1500	Gelap	Ya	OFF	Mati
8	2700	Terang	Ya	OFF	Mati
9	950	Gelap	Tidak	OFF	Mati
10	3100	Terang	Tidak	OFF	Mati

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa ketika kondisi ruangan berada dalam keadaan gelap (nilai analog LDR 0–2047) dan terdapat orang yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, modul relay aktif sehingga lampu menyala. Sebaliknya, ketika kondisi ruangan terang (nilai analog LDR 2048–4095) atau tidak terdapat orang, modul relay tidak aktif dan lampu berada dalam kondisi mati. Seluruh hasil pengujian menunjukkan kesesuaian antara input sensor dan keluaran sistem, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor LDR dan sensor ultrasonik bekerja dengan baik

serta sistem kendali penerangan mampu beroperasi secara andal dengan tingkat keberhasilan 100%.

Pengujian Kinerja Sistem Deteksi Suhu

Pengujian kinerja sistem deteksi suhu dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor MLX90614 dalam mengukur suhu tubuh secara non-kontak. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor MLX90614 dengan alat ukur acuan berupa thermogun. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan variasi suhu tubuh yang berbeda. Hasil pengujian kinerja sistem deteksi suhu ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
Pengujian Kinerja Sistem Deteksi Suhu

No	Data Sensor (°C)	Suhu Thermogun (°C)	Selisih
1	36,5	36,7	0,2
2	37,2	37	0,2
3	38	37,8	0,2
4	36,9	36,8	0,1
5	36,6	36,5	0,1
6	37,8	37,7	0,1
7	36,3	36,4	0,1
8	37	37,1	0,1
9	36,7	36,6	0,1
10	38,1	38	0,1

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, suhu yang terdeteksi oleh sensor MLX90614 berada pada rentang 36,3°C hingga 38,1°C, sedangkan hasil pengukuran thermogun berada pada rentang 36,4°C hingga 38,0°C. Selisih pengukuran antara sensor dan thermogun berkisar antara 0,1°C hingga 0,2°C. Nilai selisih tersebut tergolong kecil dan masih berada dalam batas toleransi pengukuran suhu tubuh non-kontak. Konsistensi selisih yang relatif stabil menunjukkan bahwa sensor MLX90614 mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dan andal. Dengan demikian, sistem deteksi suhu yang dirancang layak digunakan sebagai fitur pendukung pada sistem kendali penerangan dan akses ruang laboratorium.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian Rancang Bangun Sistem Kendali Penerangan Lampu Otomatis Pada Ruang Laboratorium, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang mampu bekerja dengan baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil pengukuran tegangan menunjukkan bahwa sistem catu daya dan distribusi tegangan beroperasi secara stabil, di mana tegangan input rata-rata sebesar 218 VAC dan

tegangan pada ESP32, sensor, LCD, serta modul relay berada dalam rentang spesifikasi yang ditentukan dengan tingkat kesalahan pengukuran yang sangat rendah. Pengujian sensor LDR dan sensor ultrasonik menunjukkan kinerja yang optimal dalam mendeteksi kondisi pencahayaan dan keberadaan orang, sehingga lampu dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai dengan logika kendali yang dirancang dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian sensor suhu MLX90614 juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan nilai error maksimum sebesar 0,54%, sehingga sensor ini dapat diandalkan sebagai fitur pendukung untuk pemantauan suhu tubuh. Sistem kendali penerangan lampu otomatis berbasis IoT ini terbukti andal dan layak untuk diterapkan pada ruang laboratorium guna meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., Sanjaya, R., S, S., & Prasetyo, S. (2023). Sistem Perangkat Pengusir Hama Burung Emprit Atau Pipit Berbasis Sensor PIR Dan IoT. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 496–503.
- Ariandi, M., & Karua, I. (2023). Penerapan dan Pemantauan Pakan Ikan Lele Otomatis Menggunakan Keypad Shield Berbasis IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(4), 1655. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i4.6807>
- Aribowo, D., Priyogi, G., Islam, S., Elektro, P. T., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2022). Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan. 9(1).
- Bawotong, V. T. (2015). Rancang Bangun Uninterruptible Power Supply Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 1–7.
- Bramanta, H. R., & Santosa, Y. (2024). Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (SSR). 233–239.
- Istanto, S. T. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Lampu Berbasis Arduino (Studi Kasus Laboratorium Komputer Fakultas Teknik). 2(1), 318–325.
- Ja, W., & Sulistiyowati, I. (2021). Helm Pengukur Suhu Badan Berbasis Arduino Promini dengan Sensor. 15(3).
- Saputra, T., & Surapati, U. (2024). Analisis Efektivitas Sistem Kendali Otomatis PJU Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Metode Regresi Linier Abstrak. 5(3), 2582–2595.
- Tri, I. N., Putra, A., Made, I. G., Desnanjaya, N., Krishna, P., Saputra, G., & Sri, K. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT). 6, 154–164.
- Yaved Pasereng Tondok, Lily Setyowaty Patras, & Fielman Lisi. (2019). Perencanaan Transformator Distribusi 125 kVA. *Jurnal Teknik Elektro*

Dan Komputer, 8(2), 83-92.

Yos, J., Pabean, S., & Probolinggo, D. (2019). Perancangan dan Pembuatan Sistem Penyalan Lampu Otomatis Dalam Ruang Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor Cahaya. 9-16.