

## SISTEM KONTROL OTOMATIS LAMPU DENGAN PHOTODIODE MENGUNAKAN RANGKAIAN KOMPARATOR IC UA741

Aulia Nurfauziah\*, Syahid Febrian Anwar, Ahmad Rizki Amiruddin, Asrila, Fauzan Amri,  
Rahajeng Kurnianingtyas

Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Politeknik Negeri Indramayu, Jawa Barat

\*Email: aulianurfauziah24@student.polindra.ac.id

---

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received date:

7 July 2025

Received in revised form date:

25 July 2025

Accepted date

28 July 2025

Available online date

30 July 2025

---

### Abstract

*This research presents the design and implementation of an automatic lamp control system using a photodiode sensor and an IC UA741 comparator circuit. The aim is to develop a system capable of responding to changes in light intensity in real-time to control the ON/OFF state of the lamp. The method involves designing a light detection circuit with a photodiode, signal conditioning, and voltage comparison using the UA741 comparator. Experimental results show that the output voltage of the photodiode is directly proportional to the incident light intensity. During testing, a maximum voltage of 3.6 V was recorded when the photodiode was exposed to light from 5 LEDs, with the voltage decreasing as the number of light sources was reduced. The system successfully switches the lamp on automatically when the light intensity falls below a defined threshold and switches it off when the light exceeds this threshold. This design offers an energy-efficient lighting control system with simple architecture, low cost, and high responsiveness, making it suitable for household applications or small public areas.*

**Keywords:** Photodiode sensor, IC UA741, comparator, automatic control, light intensity.

---

### Kata kunci:

Sensor photodiode

IC UA741

Komparator

Kontrol otomatis

Intensitas cahaya

---

### Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem kontrol otomatis lampu berbasis sensor photodiode dan rangkaian komparator IC UA741. Tujuan penelitian adalah menciptakan sistem yang mampu merespons perubahan intensitas cahaya secara real-time untuk mengatur kondisi ON/OFF lampu. Metode yang digunakan meliputi perancangan rangkaian deteksi cahaya menggunakan photodiode, penguatan sinyal, serta perbandingan tegangan dengan ambang batas menggunakan komparator UA741. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran photodiode berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diterima. Pada uji coba, tegangan maksimum 3,6 V tercapai ketika photodiode menerima cahaya dari 5 LED, dan menurun seiring berkurangnya jumlah sumber cahaya. Sistem ini mampu mengaktifkan lampu secara otomatis ketika intensitas cahaya di bawah ambang referensi serta mematikannya ketika intensitas cahaya melebihi ambang batas. Rancangan ini efektif sebagai sistem kontrol pencahayaan hemat energi dengan desain sederhana, biaya rendah, dan responsivitas tinggi, sehingga cocok untuk diterapkan pada skala kecil.

---

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan sistem otomatisasi semakin meningkat, terutama dalam upaya meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks rekayasa, sistem otomatis adalah penerapan teknologi terintegrasi yang mencakup aspek

mekanik, elektronik dan komputer. Salah satu penerapan otomatisasi yang paling umum ditemukan adalah sistem pencahayaan otomatis. Sistem ini memungkinkan lampu menyala dan mati secara otomatis berdasarkan kondisi pencahayaan lingkungan, sehingga dapat menghemat energi dan meminimalis keterlibatan manusia [1].

Salah satu komponen penting dalam sistem pencahayaan otomatis adalah sensor cahaya. Dalam penelitian ini dipilih photodiode sebagai sensor cahaya. *Photodiode* merupakan suatu perangkat optoelektrik berbasis p-n yang menghasilkan arus fotolistrik ketika menerima radiasi cahaya arus keluaran akan meningkat terhadap intensitas cahaya yang diterima. Ketika intensitas cahaya di bawah ambang batas tertentu, sistem akan secara otomatis menyalakan lampu, dan sebaliknya. Untuk menerapkan fungsi ini, diperlukan rangkaian pengendali yang dapat membandingkan nilai ambang batas dengan input dari sensor [2].

Dalam proyek ini, digunakan komparator IC UA741 yang berfungsi untuk membandingkan tegangan output dari *photodiode* dengan tegangan referensi. IC UA741 merupakan operasional amplifier yang dikemas dalam bentuk dua in-line package (DIP). Ketika nilai tegangan dari sensor lebih rendah dari nilai referensi, komparator akan mengaktifkan output untuk menyalakan lampu. Sistem seperti ini sangat berguna untuk diterapkan di area publik seperti taman, jalan, atau bahkan di rumah sebagai sistem pencahayaan hemat energi [3].

Penelitian ini menghadirkan kebaruan pada aspek perancangan sistem kontrol lampu otomatis berbasis sensor photodiode dan komparator analog IC UA741 tanpa melibatkan mikrokontroler atau sistem digital. Sebagian besar penelitian terdahulu dalam lima tahun terakhir berfokus pada sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang memerlukan pemrograman mikrokontroler serta integrasi jaringan komunikasi, seperti yang dilakukan oleh Donaningrum et al. [4] yang mengandalkan Arduino serta konektivitas WiFi untuk memicu lampu otomatis. Studi lain oleh Yang et al. [5] menunjukkan sistem pencahayaan berbasis fotodetektor dan mikrokontroler STC89C52 yang terintegrasi dengan sensor inframerah dan koneksi WiFi. Sedangkan penelitian oleh Xie et al. [6] merancang sistem kendali pencahayaan ruang dalam dengan ATMEGA16 dan protokol ZigBee, yang meskipun efisien, membutuhkan perangkat keras dan lunak tambahan sehingga meningkatkan kompleksitas sistem.

Berbeda dari pendekatan tersebut, sistem ini menekankan pada kesederhanaan desain dengan konfigurasi analog murni yang memungkinkan pengoperasian real-time tanpa latensi digital. Komparator UA741 digunakan untuk membandingkan tegangan keluaran dari photodiode dengan tegangan referensi yang disesuaikan melalui potensiometer. Pendekatan ini sejalan dengan studi oleh Ahmad Ridhoi [7] yang menunjukkan keunggulan komparator analog dalam efisiensi biaya dan konsumsi daya rendah. Dengan meminimalkan kebutuhan akan perangkat lunak dan pemrograman, rancangan ini sangat cocok untuk implementasi sistem kontrol pencahayaan pada skala kecil seperti rumah, taman, atau area publik sederhana, serta menjadi alternatif menarik untuk pembelajaran dasar elektronika.

## **2. METODE PENELITIAN**

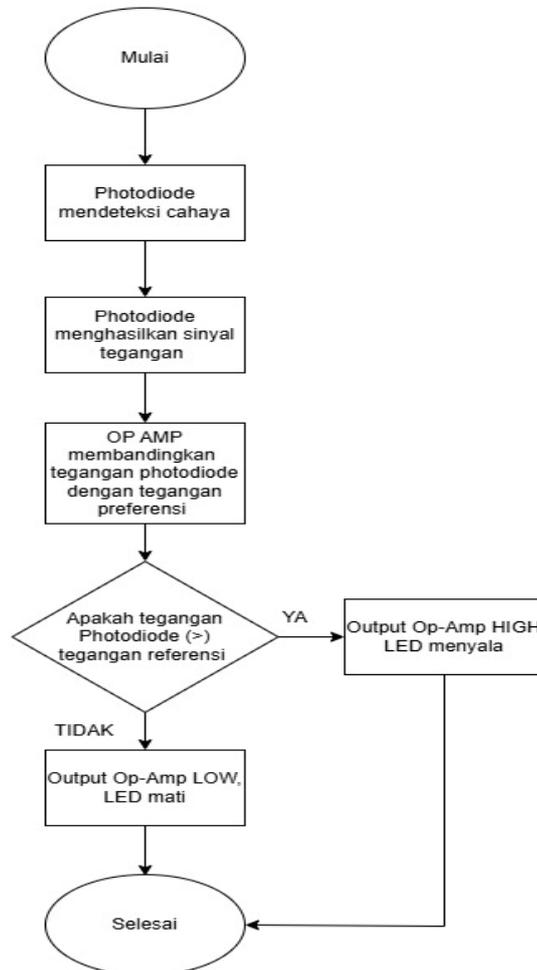
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan pendekatan rekayasa. Fokus penelitian adalah merancang, membuat, dan menguji prototipe sistem kontrol otomatis lampu berbasis photodiode dan komparator IC UA741. Metode eksperimen dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengamati kinerja sistem melalui proses perancangan rangkaian, pengujian parameter (tegangan, arus, intensitas cahaya), serta evaluasi hasil berdasarkan perubahan intensitas cahaya lingkungan [8].

### **2.1 Perancangan Mekanik**

Dalam proses perancangan perangkat, dilakukan beberapa tahap penting yang melibatkan teknologi dan perangkat lunak khusus. Pertama, desain box atau wadah perangkat dibuat menggunakan perangkat lunak desain 3D, kemudian hasil desain tersebut dicetak menggunakan printer 3D untuk mendapatkan bentuk fisik yang sesuai. Selanjutnya, dilakukan perancangan layout PCB (*Printed Circuit Board*) guna menentukan penempatan komponen elektronika secara optimal. Selain itu, skematik kelistrikan perangkat juga dirancang menggunakan perangkat lunak *EasyEDA* untuk memastikan koneksi antar komponen berjalan sesuai fungsi yang diinginkan.

## 2.2 Perancangan Elektrikal

Proses perancangan kelistrikan diawali dengan pembuatan skematik menggunakan perangkat lunak simulasi Proteus, yang memungkinkan analisis dan pengujian virtual terhadap rangkaian. Setelah skematik selesai, rangkaian awal dirakit dan diuji coba pada *project board* untuk memastikan bahwa semua fungsi berjalan sesuai rencana. Selanjutnya, dilakukan pemilihan komponen kelistrikan yang sesuai dengan spesifikasi teknis agar kinerja rangkaian optimal. Setelah semua komponen ditentukan, tahap akhir adalah pemasangan komponen pada PCB yang telah dirancang sebelumnya, kemudian seluruh rangkaian diintegrasikan ke dalam box yang telah dibuat untuk membentuk perangkat yang utuh dan siap digunakan [9].



Gambar 1. Diagram Flowchart

Diagram alir penelitian secara umum dimulai dari *photodiode* mendeteksi cahaya, menghasilkan sinyal tegangan, kemudian sinyal ini dibandingkan oleh Op-Amp (IC UA741) dengan tegangan referensi. Jika tegangan *photodiode* lebih besar dari tegangan referensi, output Op-Amp akan tinggi dan menyalakan LED. Jika tidak, output Op-Amp rendah dan LED mati.

Diagram blok sistem terdiri dari input berupa cahaya yang dideteksi oleh *Photodiode*, kemudian sinyal tegangan dari *photodiode* dibandingkan dengan set point (tegangan referensi dari potensiometer/resistor) oleh IC UA741, yang menghasilkan output berupa nyala atau padamnya LED. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi multimeter digital, solder, cairan pelarut PCB (HCl dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), timah, *power supply*, tang potong, lem tembak, soket IC, bor, mata bor, gerinda tangan, obeng, dan printer 3D.

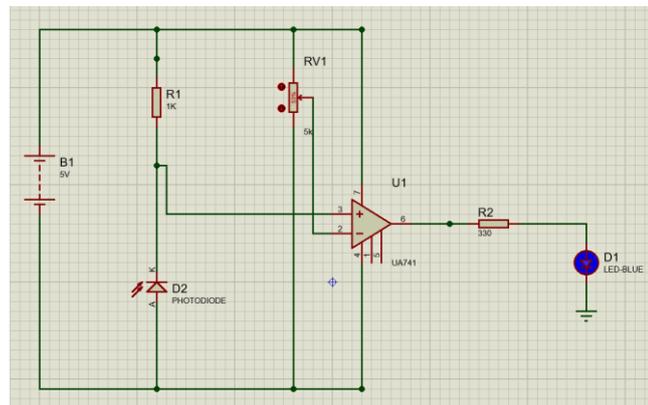
Bahan yang digunakan meliputi sensor *photodiode*, resistor 1k $\Omega$ , resistor 330 $\Omega$ , kabel jumper, PCB polos, holder baterai, IC UA741, LED, baterai, *project board*, dan potensiometer. Pengujian alat

dilakukan untuk memastikan bahwa sensor *photodiode* berfungsi dengan baik dalam mendeteksi cahaya dan untuk mengevaluasi keakuratan serta keandalannya dalam berbagai kondisi lingkungan.

### 2.3 Wiring Rangkaian

*Wiring* Rangkaian *system* dirancang untuk menghubungkan semua komponen secara terintegrasi dan efisien. Dengan mempertimbangkan kestabilan daya dan fungsionalitas masing masing elemen. Bagian sensor *photodiode* D2 dihubungkan secara seri dengan resistor R1 (1K OHM) dan diberi tegangan dari B1 (5V). Tegangan output dari titik antara *photodiode* dan R1 masuk ke pin *non inverting input* pin 3 dari op-amp U1. Bagian Referensi Potensiometer RV1 (1K OHM) diatur untuk memberikan tegangan referensi ke inverting input (pin 2) op-amp. RV 1 Disambungkan ke Vcc dan *Ground*, lalu tegangan Tengah (*Output* potensiometer) masuk ke pin 2.

Op-Amp IC UA741 dikonfigurasi sebagai komparator, membandingkan tegangan dari *photodiode* (pin 3) dengan tegangan referensi dari potensiometer (pin 2). Jika tegangan pada pin 3 > pin 2 Output Op-Amp (Pin 6) *high* (sekitar 5V). Jika tegangan pada pin 3 < pin 2 Output Op-Amp (pin 6) *low* (0V atau mendekati GND). Bagian Output (LED Indikator), Output dari pin 6 Op-Amp mengalir ke LED (D1) melalui resistor pembatas R2(330 OHM). LED menyala jika output HIGH (5V) menunjukkan bahwa intensitas cahaya cukup untuk membuat tegangan di *photodiode* lebih tinggi dari referensi.



Gambar 2. Rangkaian *Wiring*

### 2.4 Desain Box Penempatan Alat

Penempatan komponen sistem dirancang sedemikian rupa agar terlihat rapi, efisien, dan mudah diakses. Komponen utama dari box yang dibikin ini adalah seperti sensor *photodiode*, IC UA741, potensiometer, LED, yang di tempatkan dalam box hasil desain 3D yang dibuat menggunakan AutoCAD. Ukuran box disesuaikan dengan dimensi PCB yang telah dirancang, yaitu berukuran 4x6 cm, agar semua komponen dapat tertata dengan baik tanpa saling bertumpuk. Desain box mencakup lubang-lubang khusus untuk pemasangan saklar *on/off*, LED, *photodiode*, baterai, sehingga memudahkan proses pengoperasian dan pengujian alat.



Gambar 3. Desain 3D *Box*

Komponen dirakit pada PCB dan kemudian dipasang ke dalam *box* dengan posisi komponen menghadap ke arah lubang akses. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam mengamati LED, serta melakukan penyetelan pada potensiometer bila diperlukan. *Box* 3D ini dicetak menggunakan layanan cetak online dan berfungsi sebagai pelindung sekaligus penyangga fisik agar alat dapat digunakan secara praktis dan aman dalam lingkungan uji coba.

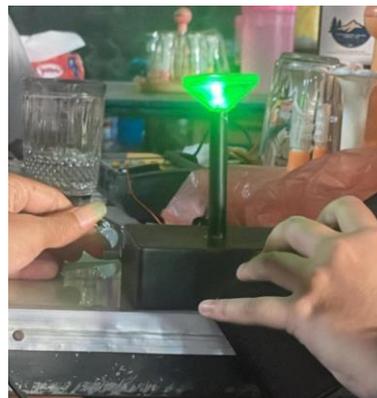
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis lampu otomatis berbasis sensor *photodiode* dan komparator IC UA741. Setelah proses perancangan dan pembuatan alat selesai, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Sistem ini bekerja dengan mengaktifkan lampu ketika intensitas cahaya berada di bawah ambang batas, dan mematikannya ketika intensitas cahaya melebihi ambang batas. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan Kondisi Cahaya dengan Kondisi Lampu

Kondisi Cahaya	Kondisi Lampu
Gelap / intensitas rendah	Menyala (ON)
Terang / intensitas tinggi	Mati (OFF)

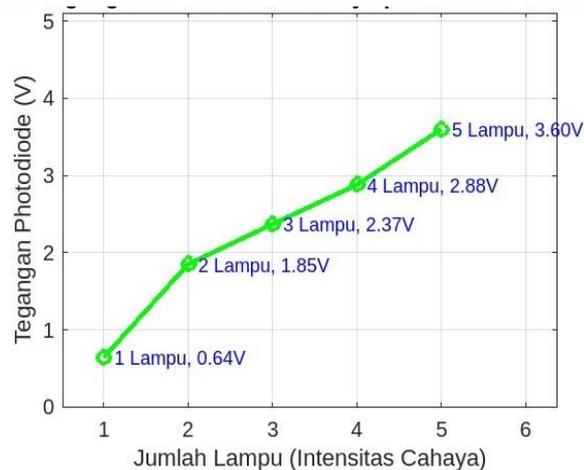
Dari tabel di atas, terlihat bahwa lampu akan menyala otomatis saat cahaya minim, dan lampu padam saat cahaya terang. *Photodiode* mampu mendeteksi api dengan baik jika posisi api tersebut tegak lurus dengan sensor *photodiode*, jika *photodiode* mendekati sumber api maka resistansi cahaya akan bernilai besar dan sebaliknya apabila jarak semakin jauh maka besar intensitas cahaya akan semakin menurun.



**Gambar 4.** Pengujian Alat

#### 3.1 Hasil pengukuran Tegangan dan Cahaya Menggunakan Multimeter

Pengukuran dilakukan dengan cahaya sekitar dari yang gelap hingga terang, mulai dari 1 lampu (0.64 V) hingga 5 lampu (3.60 V). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan *photodiode* dari cahaya yang terkena *photodiode* ketika terkena cahaya maka LED akan menyala dan Ketika tidak terkena cahaya maka LED tidak menyala. Setiap perubahan yang dihasilkan *photodiode* berubah sesuai dengan jumlah lampu yang di tambah dari yang 1 lampu sampai 5 lampu. Data pengukuran disajikan pada Tabel 2.



**Gambar 5.** Grafik Hasil Pengukuran Dengan Multimeter

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dan Tegangan *Photodiode* Dengan Multimeter

Jumlah Lampu (Intensitas Cahaya)	Tegangan LDR (V)
1 Lampu	1,21
2 Lampu	1,16
3 Lampu	1,07
4 Lampu	1,00
5 Lampu	0,80

Semakin besar intensitas cahaya (semakin banyak jumlah lampu), maka tegangan *output* dari *photodiode* juga meningkat. Hal ini konsisten dengan prinsip kerja *photodiode*, dimana arus atau tegangan keluarannya bertambah seiring dengan peningkatan cahaya yang diterima.

### 3.2 Persamaan Sistem

Sistem kontrol otomatis lampu ini bekerja berdasarkan prinsip pendeteksian intensitas cahaya menggunakan sensor *photodiode*. *Photodiode* merupakan sensor cahaya yang mengubah intensitas cahaya yang diterimanya menjadi sinyal listrik berupa tegangan. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh *photodiode*, semakin besar pula tegangan *output* yang dihasilkan. Dalam sistem ini, tegangan *output* dari *photodiode* akan dibandingkan dengan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) menggunakan komparator IC UA741. Komparator akan memberikan output logika digital berdasarkan kondisi:

- Jika  $V_{in} > V_{ref} = Output$  , Komparator tinggi (lampu menyala)
- Jika  $V_{in} < V_{ref} = Output$  , Komparator rendah (lampu mati)

Dengan kata lain, ketika *photodiode* menerima cahaya dengan intensitas yang cukup tinggi (siang hari atau ruangan terang), maka tegangan yang dihasilkan akan melebihi tegangan referensi. Hal ini menyebabkan *output* komparator menjadi tinggi, yang selanjutnya mengaktifkan lampu. Sebaliknya, jika intensitas cahaya rendah (gelap), tegangan *photodiode* tidak mampu melebihi tegangan referensi, sehingga *output* komparator rendah dan lampu tidak menyala.

Persamaan Umum:

$$Output\ lampu = \begin{cases} ON\ (menyala), & \text{jika } V_{in} > V_{ref} \\ OFF\ (mati), & \text{jika } V_{in} < V_{ref} \end{cases} \quad (1)$$

Dimana  $V_{in}$  adalah voltage *input* atau tegangan yang berasal dari *photodiode*, yang nilainya bergantung pada intensitas cahaya yang mengenai *photodiode* tersebut, seperti ketika cahaya terang *photodiode* dapat menghasilkan tegangan yang tinggi. Sedangkan  $V_{ref}$  sendiri adalah voltage referensi yaitu tegangan tetap yang digunakan sebagai pembanding oleh komparator. Nilainya ditentukan sebelumnya sebagai ambang batas untuk memutuskan apakah LED akan menyala atau tidak.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan photodiode meningkat seiring dengan bertambahnya intensitas cahaya. Saat sensor diterangi oleh 1 lampu, tegangan tercatat 0,64 V, meningkat menjadi 1,85 V pada 2 lampu, 2,37 V pada 3 lampu, 2,88 V pada 4 lampu, dan mencapai 3,60 V pada 5 lampu. Data ini menunjukkan hubungan linier antara jumlah sumber cahaya dan tegangan photodiode.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil proyek yang dilakukan, sistem kontrol otomatis lampu berbasis photodiode dan komparator IC UA741 mampu bekerja sesuai fungsi yang dirancang. Photodiode berperan sebagai detektor cahaya yang mengonversi intensitas cahaya menjadi sinyal listrik, sedangkan komparator berfungsi membandingkan tegangan keluaran photodiode dengan tegangan referensi untuk menentukan kondisi ON atau OFF pada lampu. Tegangan yang dihasilkan photodiode berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang mengenainya; pada pengujian, tegangan maksimum sebesar 3,6 V diperoleh ketika sensor dikenai cahaya dari 5 LED, dan nilai tegangan menurun seiring pengurangan jumlah LED. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu secara otomatis mengaktifkan lampu ketika intensitas cahaya lingkungan berada di bawah ambang batas, serta mematikan lampu ketika intensitas cahaya melebihi ambang batas yang ditentukan, sehingga berfungsi efektif sebagai sistem kontrol pencahayaan hemat energi.

### 4.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut atau implementasi serupa, beberapa hal yang dapat diperhatikan meningkatkan performa sistem, pemilihan jenis *photodiode* yang lebih spesifik perlu disesuaikan dengan spektrum cahaya di lingkungan target guna mengoptimalkan sensitivitas sensor. Selain itu, penambahan rangkaian filter dapat dipertimbangkan untuk mengurangi noise dan meningkatkan stabilitas hasil pembacaan. Kalibrasi sistem juga perlu dilakukan secara berkala agar akurasi dan keandalan tetap terjaga, terutama bila perangkat digunakan dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Untuk aplikasi dengan kebutuhan daya lebih besar, seperti pengendalian lampu rumah tangga, diperlukan tambahan rangkaian *driver* seperti relay atau TRIAC pada bagian *output* komparator untuk menangani arus dan tegangan yang lebih tinggi secara aman.

### 4.3 Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penyusunan laporan dan pelaksanaan proyek ini. Terima kasih juga kepada rekan-rekan sekelompok atas kerja sama yang baik, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. M. Bindar, M. Nurhayati, I. F. Ashari, A. S. Tanjung, and V. Agustine, "Pengembangan Lampu Jalan Otomatis Berbasis Sensor Cahaya Sebagai Infrastruktur Cerdas di Desa Sukajadi Lampung," *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, vol. 11, no. 1, pp. 41–47, May 2025, doi: 10.21107/pangabdhi.v11i1.29471.
- [2] M. H. Tuankotta *et al.*, "Pemasangan Sistem Otomatis pada Lampu Berbasis Sensor Cahaya (Photocell) di Wilayah RT 17 Kelurahan Sepinggan," *Abdimas Universal*, vol. 6, no. 2, pp. 301–306, Jun. 2024, doi: 10.36277/abdimasuniversal.v6i2.477.
- [3] Y. Calvinus and E. Setyaningsih, "PEMODELAN SISTEM LAMPU OTOMATIS HEMAT ENERGI UNTUK RUANG KELAS TANPA PEMROGRAMAN," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, vol. 5, no. 2, pp. 251–258, Oct. 2021, doi: 10.24912/jmstkik.v5i2.3861.
- [4] L. Donaningrum, S. P. Siringo-ringo, D. K. Nurdatillah, S. N. Najmil Jannah, C. L. R. Fauzi, and M. A. N. Wulan Tumanggal, "Pengembangan Sistem Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Deteksi Gerak dan Optimalisasi Konsumsi Energi Menggunakan Pendekatan IoT," *Mars : Jurnal*

*Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 225–236, Dec. 2024, doi: 10.61132/mars.v2i6.524.

- [5] Z. Yang, G. Ge, and L. Wang, “Design of Lighting Control for Energy Saving Using Microcontroller System,” *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, vol. 7, no. 4, pp. 1–5, 2024, doi: 10.25236/ajets.2024.070401.
- [6] H. Xie, M. Lou, and J. Wang, “Design and Implementation of a Wireless-Controlled Home Lighting System,” *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, vol. 7, no. 4, pp. 144–152, 2024, doi: 10.25236/ajets.2024.070421.
- [7] A. Ridhoi, K. Setyadjit, and B. Hariadi, “PENGATURAN LAMPU PENERANGAN MENGGUNAKAN KOMPARATOR OP-AMP LM358,” vol. 24, no. 1, pp. 45–57, 2021, [Online]. Available: <http://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/industri/index>
- [8] F. Al Ghifari, A. Anjalni, D. Lestari, and U. Al Faruq, “Perancangan Dan Pengujian Sensor Ldr Untuk Kendali Lampu Rumah,” *Jurnal Kumparan Fisika*, vol. 5, no. 2, pp. 85–90, Sep. 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.85-90.
- [9] D. Bayu Rizki, M. Ridwan Lubis, S. Retno Andani, I. Purnama Sari, and S. A. Tunas Bangsa Pematangsiantar Jl Jend Sudirman Blok No, “Rancang Bangun Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino di Polres Pematangsiantar,” *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 6, pp. 1–11, 2022.