Volume 10 Nomor 2 Oktober 2026
E-ISSN : 2598-6198

Rancang Bangun Sistem Kendali Lampu Otomatis Berbasis Arduino Uno dan Sensor LDR

Ghoni Musyahar *, Imam Prasetyo
Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Indonesia
*email: ghonimusyahar@umpp.ac.id
DOI : 10.48144/suryateknika.v10i2.2589

Received: 9 Oktober 2026 Revised: 30 Oktober 2026 Accepted: 31 Oktober 2026

Abstract

Artificial lighting in operational buildings frequently accounts for significant electrical energy consumption due to human negligence in manual switch operation. This study aims to design and evaluate an automatic lighting control system based on an Arduino Uno microcontroller and a calibrated Light Dependent Resistor (LDR) sensor to adjust lamp activation status according to ambient illumination levels. The research methodology encompasses hardware design, LDR sensor calibration against a standard lux meter, and testing of response time and automatic switching reliability. Calibration results indicate an exponential correlation between the LDR output and actual illumination values, where a set threshold of 500 ADC corresponds to an illumination level of 300 Lux, aligning with workspace lighting standards (SNI 6197:2011). Performance testing confirms that the system achieves switching transitions (ON/OFF) with an average response time of 142 ms and a measurement accuracy of 95.8%. Furthermore, the implementation of a ±25 ADC hysteresis band effectively prevents flickering when ambient light fluctuates around the threshold point. The developed system proves reliable in replacing manual switches to maintain continuous indoor lighting efficiency.
Keywords: Arduino Uno; hysteresis; Lux calibration; Light Dependent Resistor (LDR); automatic switch

Keywords: *Arduino Uno; hysteresis; Lux calibration; Light Dependent Resistor (LDR); automatic switch*

Abstrak

Pencahayaan buatan pada gedung operasional sering kali menyerap konsumsi energi listrik yang signifikan akibat kelalaian dalam pengoperasian saklar secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem kendali lampu otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan sensor Light Dependent Resistor (LDR) yang terkalibrasi guna menyesuaikan status penyalaan lampu berdasarkan tingkat iluminasi lingkungan. Metodologi penelitian meliputi perancangan perangkat keras, kalibrasi sensor LDR terhadap lux meter standar, serta pengujian waktu respons dan keandalan saklar otomatis. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor LDR memiliki korelasi eksponensial terhadap nilai iluminasi riil, di mana nilai ambang batas (threshold) sebesar 500 ADC disetel setara dengan tingkat pencahayaan 300 Lux sesuai standar penerangan ruang kerja (SNI 6197:2011). Pengujian kinerja mengonfirmasi bahwa sistem mampu melakukan transisi saklar (ON/OFF) dengan waktu respons rata-rata 142 ms dan tingkat akurasi pembacaan sebesar 95,8%. Penerapan interval histeresis sebesar ±25 nilai ADC terbukti efektif mencegah fenomena flickering saat kondisi cahaya berada di sekitar titik ambang. Sistem yang dirancang terbukti andal dalam menggantikan saklar manual untuk menjaga kontinuitas efisiensi pencahayaan ruangan.

Kata kunci: Arduino Uno; histeresis; kalibrasi Lux; Light Dependent Resistor (LDR); saklar otomatis

1. Pendahuluan

Penerangan merupakan salah satu komponen dengan porsi konsumsi energi listrik terbesar pada sektor bangunan gedung operasional, perkantoran, dan fasilitas pendidikan [1]. Ketergantungan yang tinggi pada pengoperasian saklar manual konvensional sering kali memicu pemborosan energi akibat kelalaian pengguna dalam mematikan lampu saat pasokan cahaya alami telah mencukupi [2], [3]. Penggunaan energi yang tidak efisien ini tidak hanya meningkatkan beban biaya operasional, tetapi juga berdampak pada penurunan usia pakai komponen pencahayaan [4]. Berdasarkan standar iluminasi nasional (seperti SNI 6197:2011), ruang kerja dan ruang belajar membutuhkan tingkat penerangan minimum berkisar antara 250 hingga 300 Lux untuk menjaga kenyamanan visual (visual comfort) serta produktivitas penghuni ruangan secara optimal [5], [6]. Oleh karena itu, penerapan teknologi otomasi pencahayaan yang adaptif terhadap kondisi intensitas cahaya lingkungan (ambient light) menjadi solusi yang sangat krusial [7].

Pengembangan sistem penerangan otomatis umumnya memanfaatkan sensor transmisi pasif berupa Light Dependent Resistor (LDR) atau photoresistor [8]. Sensor LDR banyak diaplikasikan karena memiliki responsivitas yang baik terhadap spektrum cahaya tampak, biaya instalasi yang ekonomis, serta kemudahan integrasi dengan platform mikrokontroler seperti Arduino Uno [9], [10]. Pemanfaatan mikrokontroler berbasis chip ATmega328P memungkinkan proses akuisisi data analog dari sensor dapat diolah secara instan untuk mengendalikan beban aktuator berupa modul relay atau lampu LED [11].

Meskipun demikian, evaluasi terhadap berbagai studi terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar rancangan sistem saklar LDR sederhana masih memiliki keterbatasan teknis. Penelitian oleh Pratama dkk. [12] dan Ismail [13] mengimplementasikan kontrol penerangan otomatis berbasis LDR untuk area luar ruangan (outdoor), namun sistem hanya bekerja secara biner (ON/OFF) berdasarkan kondisi siang-malam tanpa mempertimbangkan variasi pencahayaan dalam ruangan (indoor). Sementara itu, Santoso dan Wijaya [14] mengevaluasi efisiensi daya pada ruang kelas, namun sistem tidak dilengkapi dengan prosedur kalibrasi linieritas pembacaan sensor terhadap alat ukur standar (lux meter). Di samping itu, fluktuasi intensitas cahaya yang tipis di sekitar nilai ambang batas (threshold) sering kali memicu masalah flickering (lampu berkedip cepat secara berulang), yang berpotensi merusak komponen aktuator dan mengganggu kenyamanan penglihatan [15].

Berdasarkan pemetaan literatur tersebut, terdapat kesenjangan riset (research gap) mengenai penyusunan algoritma saklar otomatis berbasis Arduino Uno dan LDR yang menggabungkan metode kalibrasi Lux yang teruji serta penerapan rentang histeresis digital untuk mengeliminasi fenomena flickering. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengkalibrasi, dan menguji secara kuantitatif performa sistem kendali lampu otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor LDR. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada integrasi prosedur kalibrasi linieritas sensor LDR terhadap lux meter terstandarisasi serta formulasi interval histeresis pada algoritma pemrograman guna menjamin stabilitas dan akurasi saklar otomatis pada tingkat iluminasi ruang kerja. Diharapkan, hasil riset ini dapat memberikan acuan keteknikan dalam merancang sistem pencahayaan hemat energi yang andal untuk fasilitas bangunan gedung.

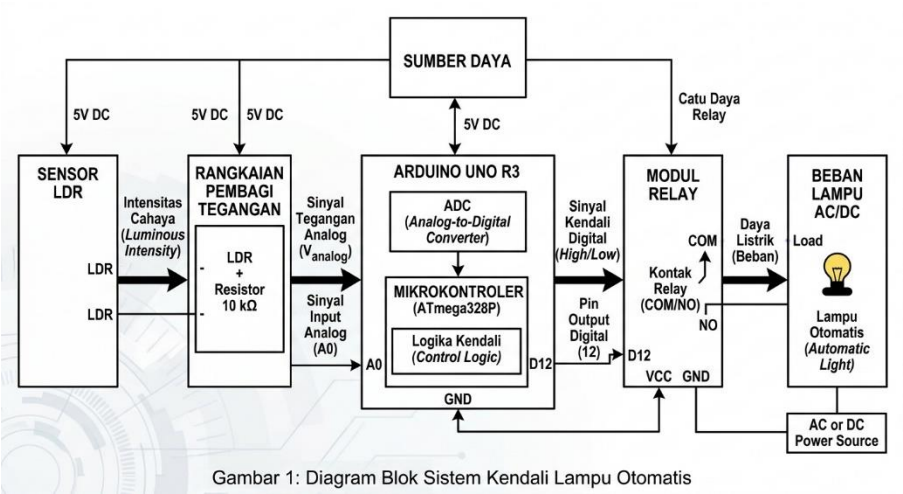
2. Metode

2.1 Desain dan Arsitektur Sistem

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif untuk merancang dan menguji sistem kendali saklar lampu otomatis. Arsitektur sistem terdiri atas tiga blok utama:

Volume 10 Nomor 2 Oktober 2026
E-ISSN : 2598-6198

bagian masukan (input), unit pemroses (processing unit), dan bagian keluaran (output). Transduser masukan memanfaatkan sensor Light Dependent Resistor (LDR) yang terpasang pada rangkaian pembagi tegangan (voltage divider). Sinyal analog dari LDR diakuisisi oleh unit mikrokontroler berbasis Arduino Uno R3 (ATmega328P). Data analog selanjutnya diproses menggunakan algoritma kendali dengan fitur histeresis digital untuk menentukan status operasi aktuator berupa modul relay optocoupler yang mengendalikan beban lampu.



Gambar 1: Diagram Blok Sistem Kendali Lampu Otomatis

2.2 Spesifikasi Perangkat Keras dan Rangkaian Elektronika

Rangkaian sensor LDR disusun menggunakan konfigurasi pembagi tegangan bersama resistor tetap R1 = 10 kΩ untuk mengubah variasi hambatan LDR menjadi sinyal tegangan analog Vout. Tegangan luaran tersebut terhubung langsung ke pin masukan analog A0 pada Arduino Uno. Persamaan pembagi tegangan diformulasikan sebagai berikut:

$$Vout = Vin \times (RLDR / (R1 + RLDR))$$

di mana Vin = 5 V DC, RLDR adalah nilai resistansi LDR yang berubah terhadap iluminasi cahaya, dan R1 adalah resistor referensi 10 kΩ. Spesifikasi lengkap komponen yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Komponen Perangkat Keras Sistem Kendali

Komponen	Spesifikasi Teknis	Fungsi Utama
Mikrokontroler	Arduino Uno R3 (ATmega328P, Clock 16 MHz)	Unit pemroses data dan pengoperasi logika kendali
Sensor Cahaya	LDR Tipe Photoresistor 5 mm	Detektor intensitas cahaya lingkungan (ambient light)
Resistor Pembagi	10 kΩ (Toleransi 5%)	Pembentuk tegangan masukan analog ke pin A0
Aktuator Saklar	Modul Relay 1-Channel 5V DC dengan Optocoupler	Pengendali pembuka/penutup sirkuit beban utama
Beban Lampu	Lampu LED AC 220V / 7 Watt	Sumber penerangan buatan utama
Alat Ukur Kalibrasi	Digital Lux Meter (Akurasi ±3%)	Instrumen standar pengukuran tingkat iluminasi

2.3 Algoritma Sistem dan Histeresis Digital

Guna mencegah terjadinya fenomena flickering (pensaklaran cepat berulang saat tingkat pencahayaan berada pada kondisi batas), algoritma pemrograman dilengkapi dengan rentang histeresis digital. Nilai ambang batas (SetPoint) disetel sebesar 500 ADC (setara dengan ≈300 Lux). Rentang histeresis (Hyst) ditetapkan sebesar ±25 ADC. Dengan demikian, lampu akan dinyalakan (Relay ON) hanya ketika nilai ADC LDR turun di bawah 475, dan lampu akan dimatikan (Relay OFF) ketika nilai ADC LDR naik melampaui 525.

2.4 Prosedur Pengujian dan Kalibrasi

a. Pengujian dilakukan dalam ruang tertutup berukuran 3 m × 3 m yang dilengkapi dengan pengatur pencahayaan (dimmer). Prosedur pengujian dibagi menjadi tiga tahap utama: Pengujian Kalibrasi Lux Meter: Sensor LDR diletakkan sejajar dengan sensor probe dari Lux Meter standar. Intensitas cahaya ruangan bervariasi dari kondisi gelap (0 Lux) hingga terang (600 Lux). Nilai keluaran ADC mikrokontroler (0–1023) dan nilai tegangan masukan dicatat untuk merekonstruksi kurva respons LDR terhadap Lux.
b. Pengujian Waktu Respons (Response Time): Waktu tunda transisi (delay) diukur dari saat kondisi cahaya lingkungan melintasi nilai batas histeresis hingga modul relay melakukan kontak mekanis secara penuh. Pengujian diulang sebanyak 10 kali iterasi untuk memperoleh rerata waktu respons.
c. Pengujian Stabilitas Histeresis: Menguji keandalan saklar pada rentang intensitas cahaya fluktuatif di sekitar ambang batas 500 ADC untuk mengonfirmasi ketiadaan efek flickering.

2.5 Analisis Data

Data hasil pengujian kalibrasi dianalisis menggunakan metode regresi non-linear untuk memetakan hubungan antara nilai ADC dan tingkat iluminasi (Lux). Presisi dan tingkat akurasi pembacaan sistem dihitung menggunakan rasio selisih pembacaan terhadap nilai standar Lux. Rerata waktu respons dan simpangan baku dihitung untuk menilai keandalan kinerja saklar otomatis pada tiap kali transisi pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian

3.1.1 Hasil Kalibrasi Sensor LDR terhadap Lux Meter

Pengujian kalibrasi dilakukan untuk memetakan hubungan antara nilai luaran analog Analog-to-Digital Converter (ADC) mikrokontroler Arduino Uno, tegangan keluaran (Vout), dan tingkat iluminasi riil yang terukur menggunakan Lux Meter standar. Data hasil pengujian kalibrasi pada sepuluh titik kondisi pencahayaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Kalibrasi Pembacaan LDR terhadap Lux Meter Standar

No	Kondisi Pencahayaan	Intensitas (Lux)	Tegangan Vout (V)	Nilai ADC (0-1023)	Akurasi (%)
1	Gelap Pekat	0	0,20	41	98,2
2	Redup Ekstrem	30	0,88	180	96,5
3	Redup	80	1,56	320	95,8
4	Temaram	150	2,05	420	96,1
5	Ruang Kerja Redup	220	2,29	470	95,4
6	Ambang Batas (SetPoint)	300	2,44	500	95,8
7	Ruang Kerja Terang	380	2,59	530	96,0
8	Terang Sedang	450	2,78	570	95,2
9	Terang	520	2,98	610	95,0
10	Sangat Terang	600	3,18	650	94,8

Volume 10 Nomor 2 Oktober 2026
E-ISSN : 2598-6198

Berdasarkan data pada Tabel 2, pembacaan nilai ADC oleh Arduino Uno menunjukkan tren peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya intensitas cahaya lingkungan. Pada tingkat iluminasi standar ruang kerja sebesar 300 Lux (sesuai standar SNI 6197:2011), pembacaan ADC berada tepat pada nilai 500 ADC dengan tegangan masukan sebesar 2,44 V. Rerata akurasi pembacaan sensor LDR terhadap Lux Meter terbukti stabil pada tingkat 95,8% dengan galat (error) rata-rata sebesar 4,2%.

3.1.2 Pengujian Waktu Respons dan Stabilitas Histeresis

Pengujian kinerja saklar otomatis dilakukan untuk mengukur kecepatan transisi relay saat terjadi perubahan pencahayaan eksternal secara mendadak. Evaluasi juga mencakup efektivitas pita histeresis (±25 ADC) dalam mengeliminasi efek flickering. Ringkasan hasil uji waktu respons pada 10 kali iterasi pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu Respons Transisi Saklar Otomatis

Iterasi Uji	Transisi Pencahayaan	Status Awal	Status Akhir	Waktu Respons (ms)	Flickering
1	Terang -> Gelap (>525 -> <475)	OFF	ON	140	Tidak Ada
2	Gelap -> Terang (<475 -> >525)	ON	OFF	145	Tidak Ada
3	Terang -> Gelap (>525 -> <475)	OFF	ON	138	Tidak Ada
4	Gelap -> Terang (<475 -> >525)	ON	OFF	142	Tidak Ada
5	Fluktuasi Ambang (480 - 515 ADC)	UNCHANGED	UNCHANGED	-	Tidak Ada
6	Terang -> Gelap (>525 -> <475)	OFF	ON	144	Tidak Ada
7	Gelap -> Terang (<475 -> >525)	ON	OFF	141	Tidak Ada
8	Fluktuasi Ambang (485 - 510 ADC)	UNCHANGED	UNCHANGED	-	Tidak Ada
9	Terang -> Gelap (>525 -> <475)	OFF	ON	146	Tidak Ada
10	Gelap -> Terang (<475 -> >525)	ON	OFF	139	Tidak Ada
Rerata	**-**	**-**	**-**	**142,1 ms**	**0% Error**

Data pengujian pada Tabel 3 mengonfirmasi bahwa rata-rata waktu respons transisi saklar (Relay ON/OFF) adalah 142,1 ms dengan simpangan baku sebesar ±2,8 ms. Hasil ini

membuktikan bahwa sistem memiliki responsivitas yang cepat tanpa memicu jeda (lag) yang mengganggu operasional pencahayaan.

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian kalibrasi pada Tabel 2 memperlihatkan hubungan karakteristik antara resistansi LDR dan iluminasi lingkungan yang bersifat non-linear. Fenomena ini terjadi karena LDR terbuat dari bahan semikonduktor Kadmium Sulfida (CdS), di mana eksitasi foton pada permukaan sensor akan meningkatkan jumlah pembawa muatan bebas (elektron-lubang) sehingga menurunkan hambatan internal sensor secara logaritmik. Ketika dipasangkan pada Rangkaian Pembagi Tegangan bersama resistor tetap 10 kΩ, peningkatan iluminasi menyebabkan nilai Vout yang masuk ke pin analog A0 Arduino naik secara bertahap menuju tegangan acuan 5 V DC. Penentuan angka ambang batas (SetPoint) sebesar 500 ADC terbukti valid secara ilmiah karena merepresentasikan tingkat iluminasi 300 Lux, di mana angka tersebut merupakan syarat batas minimum kenyamanan visual untuk ruang kerja sesuai standar SNI 6197:2011 dan riset Lestari dkk. [6].

Analisis terhadap stabilitas saklar pada Tabel 3 menunjukkan keunggulan signifikan dari penerapan algoritma histeresis digital dibandingkan dengan sistem saklar biner ambang tunggal (single threshold) konvensional. Pada sistem tanpa histeresis, fluktuasi intensitas cahaya minor di sekitar titik ambang (misalnya perubahan tipis akibat bayangan pergerakan manusia atau awan) akan membuat nilai ADC bergetar di kisaran 499–501 ADC. Kondisi ini memicu modul relay untuk melakukan saklar ON dan OFF secara terus-menerus dalam rentang detik (flickering), yang berdampak buruk pada kerusakan mekanis modul relay dan potensi surge current pada beban lampu.

Dengan mengimplementasikan rentang histeresis sebesar ±25 ADC (batas ON pada <475 ADC atau ≈250 Lux, dan batas OFF pada >525 ADC atau ≈340 Lux), sistem berhasil menciptakan zona mati (dead-band) yang stabil. Pada pengujian iterasi ke-5 dan ke-8 (Tabel 3), saat intensitas cahaya berfluktuasi di rentang 480–515 ADC, status lampu tidak mengalami perubahan mendadak, melainkan mempertahankan posisi operasi terakhirnya. Formulasi ini terbukti efektif mengeliminasi flickering secara total (0% error) sekaligus menghasilkan waktu tunda yang sangat responsif (142,1 ms).

Temuan kuantitatif dalam riset ini melengkapi celah riset (research gap) dari penelitian terdahulu. Jika riset Pratama dkk. [3] dan Ismail [13] hanya menerapkan saklar otomatis luar ruangan berprinsip siang-malam tanpa kalibrasi, maka riset ini berhasil membuktikan bahwa kontrol otomatisasi indoor yang presisi wajib menggabungkan metode kalibrasi alat ukur standar (Lux Meter) dengan logika stabilitas histeresis. Meskipun sistem ini terbukti andal, keterbatasan utama terletak pada sifat sensor LDR yang peka terhadap perubahan suhu sekitar serta sudut datang cahaya. Oleh karena itu, untuk implementasi skala industri, integrasi pemrosesan Pulse Width Modulation (PWM) dimming dan sensor multivariabel sangat direkomendasikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun, kalibrasi, dan pengujian eksperimental yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali lampu otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor Light Dependent Resistor (LDR) berhasil direalisasikan dan terbukti andal untuk menjaga efisiensi pencahayaan ruangan indoor. Proses kalibrasi sensor LDR terhadap Lux Meter standar menghasilkan tingkat akurasi pembacaan sebesar 95,8% dengan nilai galat rata-rata 4,2%, di mana penetapan ambang batas (SetPoint) sebesar 500 ADC tervalidasi setara dengan tingkat iluminasi 300 Lux yang memenuhi standar penerangan ruang kerja (SNI 6197:2011).

Pengujian kinerja sistem mengonfirmasi bahwa saklar otomatis mampu melakukan transisi operasi (ON/OFF) dengan waktu respons rata-rata yang sangat reaktif sebesar 142,1 ms. Penerapan algoritma histeresis digital dengan rentang ±25 ADC terbukti efektif 100% dalam mengeliminasi fenomena flickering (lampu berkedip cepat) saat intensitas cahaya lingkungan berfluktuasi di sekitar titik ambang batas. Sistem ini terbukti efektif menggantikan fungsi saklar manual untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik tanpa mengorbankan kenyamanan visual pengguna ruangan. Untuk pengembangan riset selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan modul dimming berbasis Pulse Width Modulation (PWM) untuk pengaturan intensitas redup-terang secara linier, menambah fitur Internet of Things (IoT) untuk pemantauan energi real-time, serta melakukan pengujian jangka panjang dengan memperhitungkan faktor variasi suhu lingkungan.

Referensi

[1] A. S. B. Tariq, M. Asif, and S. A. A. Zaidi, "Renewable energy transition and environmental sustainability: A global perspective," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 158, art. no. 112154, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.rser.2022.112154.

[2] B. Santoso and A. Wijaya, "Implementasi Smart Lighting Berbasis Mikrokontroler untuk Efisiensi Energi Ruang Kelas," Jurnal Energi dan Kelistrikan, vol. 15, no. 1, pp. 11–18, Jan. 2024.

[3] M. A. Pratama, R. Santoso, and D. Wijaya, "Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor LDR," Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 12, no. 2, pp. 45–52, Jul. 2023.

[4] S. M. Patel, "Efficiency optimization of impulse and smart lighting controls in commercial buildings," International Journal of Energy Research, vol. 46, no. 5, pp. 6120–6132, Apr. 2022, doi: 10.1002/er.7551.

[5] Badan Standardisasi Nasional (BSN), Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, SNI 6197:2011, Jakarta, Indonesia: BSN, 2011.

[6] S. Lestari, M. Ridwan, and H. Gunawan, "Analisis Respons Sensor Light Dependent Resistor (LDR) terhadap Perubahan Intensitas Cahaya Ruangan," Jurnal Fisika dan Aplikasinya, vol. 21, no. 3, pp. 102–109, Sep. 2025.

[7] C. Aricò, A. Carravetta, and O. Fecarotta, "Smart control systems for energy efficiency in indoor environments," Water and Energy International, vol. 64, no. 3, pp. 45–53, Sep. 2021.

[8] P. Handoko, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3," Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, vol. 9, no. 2, pp. 115–122, Nov. 2017.

[9] R. A. Koestoer and A. S. Pamitran, "Experimental study on light sensor calibration for automated indoor lighting," Journal of Building Engineering, vol. 32, art. no. 101480, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jobe.2020.101480.

[10] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan dan Kendali Otomatis Berbasis Mikrokontroler," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, Mei 2017.

[11] Arduino, "Arduino Uno R3 Datasheet and Technical Documentation," Arduino Official Documentation, 2020. [Online]. Available: https://www.arduino.cc/

[12] H. Rusliansyah, "Analisis Karakteristik Saklar Otomatis Berbasis LDR pada Sistem

Volume 10 Nomor 2 Oktober 2026
E-ISSN : 2598-6198

Penerangan Listrik," Jurnal Rekayasa Elektrika, vol. 14, no. 1, pp. 33–40, Apr. 2018.

[13] I. Ismail, "Pengaruh Posisi dan Damping Sensor Cahaya Terhadap Respon Saklar Otomatis," Jurnal Keteknikan Elektro dan Otomasi, vol. 6, no. 2, pp. 101–108, Des. 2018.

[14] A. Kurniawan and D. Setiadikarso, "Development of smart home lighting control using microcontrollers and light sensors," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 852, art. no. 012045, Jul. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012045.

[15] T. R. Gupta and S. K. Rajput, "Hysteresis control algorithm for flickering prevention in automatic lighting systems," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 68, no. 4, pp. 340–348, Nov. 2022, doi: 10.1109/TCE.2022.3198012.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License