

# Integrasi Mikrokontroler Arduino Dalam Pengembangan Prototipe Lampu Pintar Pendukung Smart City

Khoerinnisa Perdani<sup>1</sup>, Iqbal Dwi Septiansyah<sup>2</sup>, Danur Hilman Ramadan<sup>3</sup>, Aden Prasetya<sup>4</sup>, Corie Mei Hellyana<sup>5\*</sup>, Nuzul Imam Fadlilah<sup>6</sup>, Suleman<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Program Studi Teknologi Komputer, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta - Indonesia  
e-mail: [1khoerinnisap@gmail.com](mailto:1khoerinnisap@gmail.com), [2iqbaldwiseptiansyah90@gmail.com](mailto:2iqbaldwiseptiansyah90@gmail.com), [3danurhilmanramadan6@gmail.com](mailto:3danurhilmanramadan6@gmail.com),  
[4adenprasetya9@gmail.com](mailto:4adenprasetya9@gmail.com), [5corie.cma@bsi.ac.id](mailto:5corie.cma@bsi.ac.id), [6nuzul.nfh@bsi.ac.id](mailto:6nuzul.nfh@bsi.ac.id), [7suleman.sln@bsi.ac.id](mailto:7suleman.sln@bsi.ac.id)

Diterima	Direvisi	Disetujui
14-02-2026	30-05-2026	20-06-2026

**Abstrak** - Penerangan jalan umum merupakan elemen krusial bagi keamanan dan kenyamanan masyarakat di malam hari, namun sistem konvensional saat ini sering kali memicu pemborosan energi listrik akibat pengoperasian manual yang tidak efisien. Permasalahan utama muncul ketika lampu tetap menyala pada kondisi cahaya yang sebenarnya mencukupi atau saat terjadi kelalaian dalam pemadaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem *Smart Street Light* otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Metode penelitian dilakukan melalui pengembangan prototipe dengan menerapkan logika ambang batas (*threshold*) untuk mendeteksi intensitas cahaya lingkungan secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan otomatisasi secara presisi, di mana lampu akan menyala secara otomatis ketika intensitas cahaya berada di bawah parameter yang ditentukan (kondisi gelap) dan padam saat kondisi terang. Implementasi teknologi ini memberikan solusi inovatif dalam menekan konsumsi energi listrik secara signifikan dan meminimalisir kesalahan manusia, sehingga mendukung perwujudan konsep *smart city* yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Arduino Uno, *Smart Street Light*, Otomatisasi

## PENDAHULUAN

Penerangan sangat penting bagi kehidupan manusia dalam membantu kegiatan pada saat malam hari atau disaat hari gelap (Arifin et al., 2023). Pertumbuhan populasi perkotaan yang pesat menuntut adanya transformasi infrastruktur menuju konsep kota cerdas atau *smart city*. Salah satu elemen fundamental dalam ekosistem *smart city* adalah efisiensi energi pada sektor publik, khususnya sistem penerangan jalan umum (PJU). Saat ini, sebagian besar sistem PJU masih beroperasi secara konvensional menggunakan *timer* statis atau sakelar manual. Kelemahan utama dari sistem ini adalah ketidakmampuannya beradaptasi terhadap perubahan kondisi cuaca yang dinamis (Alamin, 2025), serta seringnya terjadi pemborosan energi akibat lampu yang tetap menyala meski kondisi lingkungan sudah cukup terang (Santoso & Salim, 2019) serta belum meratanya jaringan Listrik terutama di daerah yang terpencil dan belum memadainya jaringan penerangan (Mahardhito & Wardhana, 2024).

Efisiensi energi listrik menjadi perhatian utama karena konsumsi daya untuk penerangan jalan mencakup porsi yang signifikan dari anggaran daerah. Selain masalah biaya, pemborosan energi juga berkontribusi pada peningkatan emisi karbon.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi teknologi yang mampu mengotomatisasi sistem pencahayaan berdasarkan parameter lingkungan secara *real-time* (Imam et al., 2024) dan menggabungkan teknologi Internet of things (IoT) (Gopinath & John, 2024). Integrasi mikrokontroler sebagai unit pemroses data menjadi solusi yang relevan untuk menjembatani kebutuhan antara sensor lingkungan dengan aktuator pencahayaan.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe lampu pintar dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Penggunaan Arduino Uno dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas pemrograman dan biaya implementasi yang relatif rendah (Arifin et al., 2023). Sensor LDR berperan sebagai instrumen utama untuk mendeteksi intensitas Cahaya (Sahara, 2024), di mana perubahan resistansi pada sensor akan diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi perintah operasional lampu. Fokus utama penelitian ini diletakkan pada akurasi pembacaan sensor dan stabilitas sistem guna mendukung pilar infrastruktur cerdas dalam mewujudkan tata kelola energi yang berkelanjutan (Imam et al., 2024).

Berdasarkan pada penelitian terdahulu dengan judul Prototipe Smart Home Berbasis ESP32 dengan Fitur keamanan Pintu, Lampu dan AC Otomatis

Berbasis Iot ((Mubarak et al., 2025) yang menghasilkan prototipe *smart home* yang berbasis mikrokontroler ESP32 untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan dalam rumah yang dapat dikontrol jarak jauh melalui aplikasi mobile. Penelitian lain yang memanfaatkan aplikasi IoT yaitu Pengembangan Kendali Lampu Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu ESP32 dan Arduino IDE berbasis Internet of Things (Hidayatullah et al., 2024) yang menghasilkan alat control untuk menyalakan dan mematikan lampu secara online menggunakan smartphone dengan memanfaatkan fasilitas WiFi. Selain itu terdapat penelitian yang menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan dalam *smart lighting* dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan *Blynk* (Hamka et al., 2025) yang dapat mendukung konsep *smart home* yang hemat energi dan efisien.

Penggunaan IoT akan mengubah cara berpikir manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan. Konsep penggunaan IoT adalah dengan adanya sensor dan actuator, dimana sensor berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, sementara actuator mempunyai tugas untuk merespons dan mengontrol lingkungan berdasarkan yang dikumpulkan oleh sensor (Datya et al., 2023).

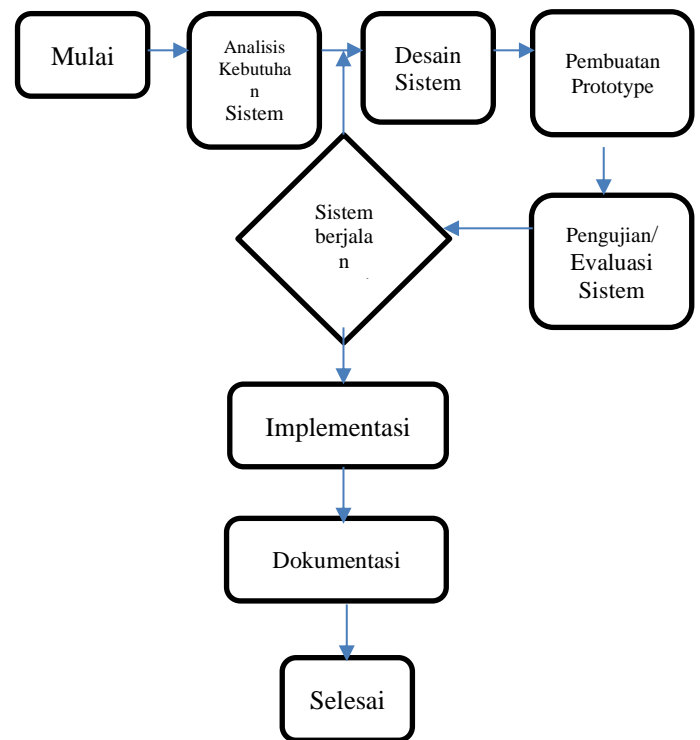
Dengan memanfaatkan IoT, tugas-tugas yang biasanya dilakukan oleh manusia secara manual kini dapat tergantikan dengan sistem yang sudah dikendalikan atau otomatisasi sehingga mempermudah capaian kualitas (Kurniawan et al., n.d.).

## METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam pengembangan sistem *Smart Street Light* ini adalah *Research and Development* (R&D). Pendekatan ini dipilih karena fokus pada pengembangan produk teknologi yang fungsional dan terukur. Dalam pelaksanaannya, peneliti menggunakan model pengembangan prototipe (*Prototype Development*), yang memungkinkan pengujian berulang untuk memastikan sinkronisasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Pendekatan ini relevan karena fokus pada perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan produk berupa sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler. Model ini sering digunakan dalam pengembangan sistem embedded bersifat fungsional.

Dalam gambar 1 dibawah, menunjukkan bahwa tahapan rancangan dan penelitian penerapan IoT untuk sistem pengendalian lampu jalan yang berbasis Arduino Uno.



Gambar 1. Tahap Pelaksanaan

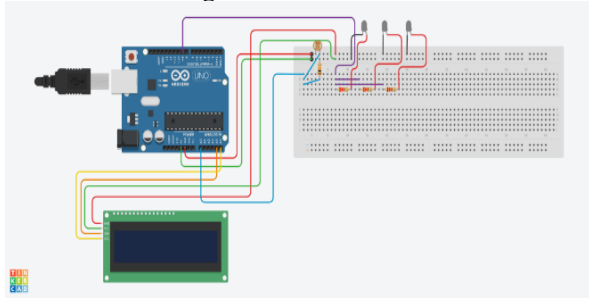
Tahapan pelaksanaannya yaitu:

- a. Analisis kebutuhan  
Tahap awal untuk mengidentifikasi masalah pemborosan energi pada lampu jalan konvensional. Pada fase ini, dilakukan pendataan kebutuhan fungsional seperti jenis sensor (LDR), mikrokontroler (Arduino Uno), serta aktuator (LED) yang diperlukan untuk mendukung sistem otomatisasi.
- b. Desain sistem  
Proses menerjemahkan kebutuhan ke dalam skema teknis. Tahap ini mencakup perancangan arsitektur rangkaian elektronika (menghubungkan pin LDR ke A0 dan LED ke D9) serta penyusunan algoritma pemrograman pada Arduino IDE.
- c. Pembuatan prototype  
Realisasi desain ke dalam bentuk fisik menggunakan breadboard dan kabel jumper. Komponen dirakit tanpa penyolderan permanen agar fleksibel jika memerlukan perubahan pada jalur listrik atau penempatan sensor.
- d. Pengujian/Evaluasi sistem  
Melakukan uji coba fungsionalitas terhadap prototipe yang telah dibangun. Evaluasi difokuskan pada kemampuan sensor LDR dalam merespons perubahan cahaya dan ketepatan perintah mikrokontroler dalam menyalakan atau mematikan lampu.
- e. Implementasi  
Tahapan pembuatan sistem pengendalian lampu jalan raya.
- f. Dokumentasi  
Penyusunan laporan teknis yang mencakup listing program, anggaran biaya, skema rangkaian, hingga hasil pengujian akhir. Dokumentasi penting untuk

keperluan replikasi, publikasi ilmiah, atau pengembangan sistem lebih lanjut di masa depan.

## B. Perancangan Sistem

### 1. Skema Rangkaian



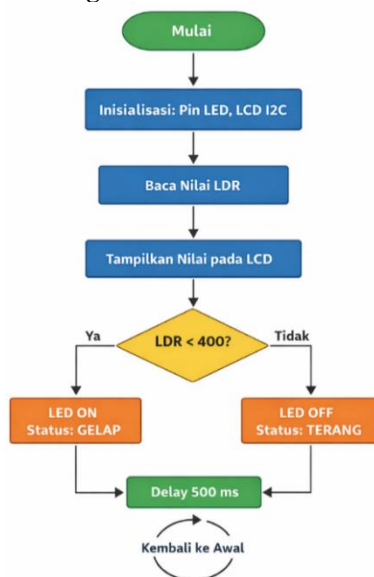
Gambar 2. Skema Rangkaian Alat

Skema rangkaian Smart Street Light terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sensor LDR sebagai input, Arduino Uno sebagai pengolah data, serta LED dan LCD sebagai output. Arduino memperoleh catu daya 5V melalui USB dan mendistribusikan tegangan serta ground ke seluruh rangkaian agar sistem memiliki referensi yang sama.

LDR dirangkai dengan resistor 10 k $\Omega$  dalam konfigurasi pembagi tegangan dan dihubungkan ke pin analog A0. Perubahan intensitas cahaya menyebabkan perubahan nilai tegangan yang kemudian dibaca oleh ADC Arduino. Nilai tersebut dibandingkan dengan ambang batas dalam program untuk menentukan kondisi terang atau gelap.

LED dihubungkan ke pin digital D9 melalui resistor 220  $\Omega$  sebagai pembatas arus. Jika kondisi gelap, Arduino mengaktifkan LED (ON), dan jika terang LED dimatikan (OFF). Informasi nilai cahaya dan status sistem ditampilkan pada LCD 16 $\times$ 2 melalui komunikasi I2C (SDA dan SCL). Secara keseluruhan, rangkaian ini bekerja dengan prinsip sensor–proses–aktuator untuk mengendalikan lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya lingkungan.

### 2. Flowchart Program



Gambar 3. Flowchart Program

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dipaparkan hasil dari perancangan dan pengujian sistem *Smart Street Light* yang telah dikembangkan. Pembahasan ditekankan pada nilai inovasi sistem dalam mengotomatisasi penerangan jalan untuk efisiensi energi.

### A. Prinsip Kerja Sistem

Berdasarkan pada gambar skema rangkaian diatas, Project Smart Street Light berbasis Arduino ini bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan sensor cahaya LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya lingkungan. Sistem memperoleh catu daya 5V dari Arduino melalui koneksi USB, kemudian Arduino membaca perubahan nilai resistansi LDR yang dikombinasikan dengan resistor 10k $\Omega$  sebagai rangkaian pembagi tegangan dan dikirim ke pin analog A0. Nilai tersebut diolah oleh Arduino untuk menentukan kondisi terang atau gelap berdasarkan nilai ambang yang telah ditentukan. Ketika kondisi lingkungan gelap, Arduino memberikan sinyal HIGH pada pin digital D9 sehingga ketiga LED yang berfungsi sebagai simulasi lampu jalan menyala, sedangkan pada kondisi terang LED akan mati. Informasi berupa nilai intensitas cahaya dan status kondisi lingkungan ditampilkan secara real-time pada LCD 16 $\times$ 2 berbasis I2C melalui jalur komunikasi SDA dan SCL. Dengan prinsip kerja ini, sistem mampu mensimulasikan lampu jalan pintar yang bekerja secara otomatis dan efisien sesuai kondisi cahaya sekitar

### B. Listing Program

Listing program Smart Street Light berfungsi untuk mengendalikan lampu jalan secara otomatis berdasarkan kondisi cahaya dan keberadaan objek bergerak. Program membaca nilai intensitas cahaya dari sensor LDR melalui pin analog untuk menentukan kondisi siang atau malam, serta membaca sensor PIR melalui pin digital untuk mendeteksi adanya gerakan. Apabila sistem mendeteksi kondisi gelap dan terdapat gerakan, maka lampu akan menyala, sedangkan jika tidak ada gerakan atau kondisi lingkungan terang, lampu akan mati secara otomatis. Kode program PIR biasanya terdiri dari 3 bagian utama yaitu: Kode Inisialisasi, Kode Konfigurasi Mode (*pinMode*), kode Pembacaan data (*digitalRead*) serta Kode Logika Keputusan (*if-else*), dengan logika tersebut, sistem mampu mengoptimalkan penggunaan energi listrik dan bekerja secara mandiri tanpa pengoperasian manual.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// inisialisasi LCD pada alamat I2C 0x27 dengan
ukuran 16 kolom dan 2 baris
```

```
const int ldrPin = A0;
const int pirPin = 2;
const int ledPin = 9;
```

```

void setup() {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    lcd.init();
    lcd.backlight();
}
void loop() {
    int ldrValue = analogRead(ldrPin);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cahaya: ");
    lcd.setCursor(8, 0);

    lcd.print(ldrValue);
    lcd.setCursor(0, 1);

    if (ldrValue < 400) {
        digitalWrite(ledPin, HIGH); //lampu menyala
        lcd.print("Status: GELAP ");
    } else { // terang
        digitalWrite(ledPin, LOW); //lampu mati
        lcd.print("Status: TERANG");
    }
    delay(500);
}

```



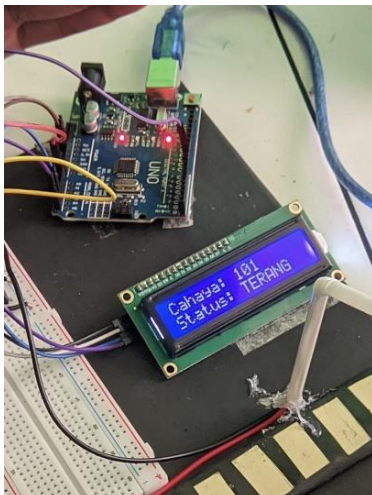
Gambar 5. Pengujian LDR Gelap

**C. Pengujian**

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi akurasi sensor dan kecepatan respon sistem terhadap perubahan intensitas cahaya. Berdasarkan logika program, ambang batas (threshold) yang ditetapkan adalah 400.

Untuk pengujian dilakukan di 2 kondisi lingkungan yang berbeda, yakni di dalam ruangan dan di dalam ruangan. Jika pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan nilai analog ldr >100 maka status lcd "TERANG", namun jika pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan nilai analog <100 maka status LCD "GELAP".

Kemudian jika pengujian dilakukan di luar ruangan dengan dengan pemberian nilai analog ldr >400, maka status LCD "TERANG", namun jika nilai analog <400 di dalam ruangan maka status LCD "GELAP"



Gambar 4. Pengujian LDR Terang

Tabel 1. Pengujian Fungsionalistik Sistem

No	Kondisi Lingkungan	Nilai Analog LDR	Status LCD	Kondisi Lampu LED	Hasil
1	Terang (Cahaya Ruangan)	101	TERANG	MATI	Valid
2	Sangat Terang (Senter), dalam ruangan	> 200	TERANG	MATI	Valid
3	Ambang Batas (Transisi) di luar ruangan	400	TERANG	MATI	Valid
4	Redup/Mendung, diluar ruangan	350	GELAP	MENYALA	Valid
5	Gelap (Sensor Ditutup), bisa didalam atau luar ruangan	99	GELAP	MENYALA	Valid

Sumber: Peneliti (2025)

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, sistem menunjukkan konsistensi yang tinggi antara nilai input sensor dengan respon output.

- Akurasi Sensor LDR: Sensor mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara sensitif. Pada saat pengujian dengan nilai input 101, LCD secara akurat menampilkan status "TERANG" dan mematikan LED guna menghemat energi listrik.
- Efektivitas Otomatisasi: Saat sensor ditutup (simulasi malam hari) dengan nilai input 99, sistem segera beralih ke status "GELAP" dan menyalakan

LED. Hal ini membuktikan bahwa sistem dapat menggantikan peran kontrol manual secara otomatis dan tepat waktu.

- c. Visualisasi Data: Penggunaan LCD 16x2 memberikan kemudahan dalam pemantauan real-time. Informasi baris pertama menunjukkan nilai numerik cahaya ("Cahaya: XXX"), dan baris kedua menunjukkan interpretasi status sistem ("Status: XXX"), yang sangat berguna untuk proses kalibrasi lapangan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prototipe Smart Street Light berbasis Arduino Uno dan sensor LDR ini telah berhasil memenuhi tujuan penelitian sebagai solusi penerangan jalan yang cerdas dan efisien. Sistem ini mampu melakukan otomatisasi secara presisi, di mana lampu menyala secara otomatis saat intensitas cahaya di lingkungan sekitar berada di bawah ambang batas yang ditentukan (kondisi gelap) dan padam saat kondisi terang. Penggunaan sensor LDR sebagai input analog terbukti sangat akurat dalam merespons perubahan cahaya secara real-time, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk memberikan perintah operasional pada lampu. Selain itu, integrasi layar LCD 16x2 memberikan kemudahan dalam pemantauan status sistem secara langsung. Dengan demikian, implementasi teknologi ini secara signifikan mampu mengurangi ketergantungan pada kontrol manual dan meminimalisir pemborosan energi listrik, sehingga sangat relevan untuk mendukung pengembangan infrastruktur dalam konsep *smart city*.

## REFERENSI

- Alamin, Z. (2025). *Sistem Penerangan Jalan Cerdas Berbasis Energi Surya dan IoT dengan Komunikasi LoRa Solar Energy and IoT-based Smart Street Lighting System with LoRa Communication. 1*, 69–79.
- Arifin, F., S, M. F. A., & Hasani, M. S. (2023). *Aplikasi Sensor LDR ( Light Dipendent Resistor ) Pada Fitting Lampu Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Pondok Pesantren Nurul Jadid Wilayah Zait Bin Tsabit ( K )*. 2(1), 6–7.
- Datya, A. I., Adhicandra, I., Budihartono, E., & Purnawati, N. W. (2023). *Pengantar & Penerapan Internet of Things Konsep Dasar & Penerepan IoT di Berbagai Sektor* (Agustus). PT. Sonpedia Publishing Indonesia. [www.buku.sonpedia.com](http://www.buku.sonpedia.com)
- Gopinath, T., & John, P. maria. (2024). IOT BASED SMART STREET LIGHT SYSTEM. *IARJSET International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 11(5), 541–550. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2024.11580>
- Hamka, M., Purnama, I., & Bangun, B. (2025). *Lampu Pintar : Mengendalikan Pencahayaan Jarak Jauh dengan ESP32 dan Blynk*. 3(1), 345–354.
- Hidayatullah, R. N., Ramdhan, N. A., & Khamid, A. (2024). *PENGEMBANGAN KENDALI LAMPU MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP32 DAN ARDUINO IDE BERBASIS INTERNET OF THINGS ( IOT )*. 8(4), 7762–7767.
- Imam, W., Wibisono, F., Syafaat, M., Widiatmoko, D., & Maulana, R. (2024). *Rancang Bangun Sistem Pengendali Lampu Jalan Otomatis Berbasis Sensor Cahaya dan Mikrokontroler Arduino*.
- Kurniawan, M. S., Wijaya, K., Purba, H. H., Studi, P., Industri, T., & Buana, U. M. (n.d.). *Implementasi Sistem Kendali Otomatis Pada Industri Manufaktur: Kajian Literatur Implementasi Sistem Kendali Otomatis Pada Industri Manufaktur: Kajian Literatur. 1*, 1–8.
- Mahardhito, Y., & Wardhana, A. (2024). *The Provision of Public Street Lighting Based on Risk Mitigation for Energy Efficiency and Environmental Protection*. 12(1), 148–159.
- Mubarak, M. A., Fattah, F., & Azis, H. (2025). *Prototipe Smart Home Berbasis ESP32 dengan Fitur Keamanan pintu , Lampu , dan AC Otomatis Berbasis IoT*. 2(3), 421–437.
- Sahara, A. (2024). *STUDI KESALAHAN PADA SENSOR LDR SEBAGAI ALAT UKUR*. 8–15.
- Santoso, A. D. W. I., & Salim, M. A. (2019). *Penghematan Listrik Rumah Tangga dalam Menunjang Kestabilan Energi Nasional dan Kelestarian Lingkungan Household Electricity Savings to Support National Energy Stability and Environmental Sustainability*. 20(2), 263–270.