

# RANCANG BANGUN LAMPU OTOMATIS BERBASIS *ARDUINO* DENGAN SENSOR *LDR* DAN PANEL SURYA

Fadhel Mohammad Al-Ghifaari<sup>1</sup>, Samin<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Institut Bisnis Muhammadiyah Bekasi  
[ibmfadhel@gmail.com](mailto:ibmfadhel@gmail.com), [samin@ibm.ac.id](mailto:samin@ibm.ac.id)

## ABSTRAK

Pemborosan energi rumah tangga kerap terjadi akibat lampu yang menyala terus atau tidak menyala saat dibutuhkan. Solusinya, dirancang sistem lampu otomatis berbasis *Arduino Uno* yang bekerja menggunakan sensor Cahaya *LDR* untuk mendeteksi intensitas cahaya, serta panel surya sebagai sumber daya utama. Sistem ini dibangun dengan metode *prototype*, menggunakan komponen seperti modul *relay*, panel surya, baterai 18650, dan modul TP4056 untuk pengisian daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi secara otomatis dan stabil, merespons perubahan cahaya dengan baik, serta membantu menghemat energi dengan mengurangi konsumsi listrik konvensional.

**Kata Kunci:** *Arduino Uno*, hemat energi, lampu otomatis, panel surya, sensor cahaya.

## ABSTRACT

*Household energy waste often occurs due to lights that are always on or not turning on when needed. The solution is to design an automatic lighting system based on Arduino Uno that works using an LDR light sensor to detect light intensity, and a solar panel as the main power source. This system was built using a prototype method, using components such as a relay module, solar panel, 18650 battery, and TP4056 module for charging. Test results show that the system can operate automatically and stably, respond well to changes in light, and help save energy by reducing conventional electricity consumption.*

**Keywords:** *Arduino Uno, automatic lamp, energy-efficient, light sensor, solar panel.*

Naskah diterima : 10 Februari 2026, Naskah dipublikasikan : 24 Februari 2026

## PENDAHULUAN

Penerangan memiliki peranan krusial dalam mendukung aktivitas manusia di berbagai lingkungan, mulai dari rumah hingga ruang publik. Data dari *International Energy Agency (IEA)* menunjukkan bahwa pencahayaan menjadi salah satu penyumbang utama dalam konsumsi listrik sektor rumah tangga secara global. Ketergantungan pada pengoperasian lampu secara manual sering kali menyebabkan pemborosan energi, karena lampu kerap dibiarkan menyala saat tidak diperlukan atau justru tidak dinyalakan ketika dibutuhkan (Setiawan et al., 2024). Di area luar rumah seperti teras atau taman, kondisi ini berdampak pada kenyamanan, keamanan, dan efisiensi energi. Situasi serupa juga ditemukan di lingkungan tempat tinggal penulis, di mana beberapa rumah terlihat gelap pada malam hari karena lupa menyalakan lampu, atau lampu tetap menyala sepanjang siang karena tidak dimatikan. Seiring kemajuan teknologi, berbagai perangkat otomatis dikembangkan untuk mempermudah aktivitas

---

manusia, termasuk sistem pencahayaan berbasis sensor yang mampu menyesuaikan diri terhadap kondisi cahaya sekitar. Penelitian sebelumnya oleh M. Agriawan (Agriawan et al., 2021) telah mengembangkan sistem otomatis menggunakan sensor *LDR*, namun sebagian besar masih mengandalkan daya dari listrik konvensional. Untuk mengatasi hal tersebut, sistem yang diusulkan dirancang menggunakan *Arduino Uno R3* dan sensor cahaya *LDR*, dengan sumber energi dari panel surya. Pendekatan ini tidak hanya memungkinkan lampu menyala dan mati secara otomatis, tetapi juga mendukung penggunaan energi yang ramah lingkungan, sehingga menawarkan solusi praktis dan efisien untuk kebutuhan penerangan luar rumah.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Arduino Uno R3* adalah papan mikrokontroler populer yang banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronika, baik oleh pemula maupun profesional. Ditenagai oleh *chip ATMEGA328*, papan ini memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog yang memungkinkan koneksi dengan berbagai sensor dan aktuator, menjadikannya ideal untuk sistem otomatisasi. Ukurannya yang ringkas, fleksibilitas tinggi, serta dukungan komunitas yang luas membuatnya mudah diakses dan dipahami (Nugraha et al., 2024). Pemrogramannya dilakukan melalui *Arduino IDE*, sebuah perangkat lunak terpadu yang memungkinkan pengguna menulis dan mengunggah kode langsung ke papan tanpa perangkat tambahan, berkat bootloader bawaan. *IDE* ini menggunakan sintaks mirip bahasa C yang telah disederhanakan untuk memudahkan pembelajaran, serta dilengkapi pustaka *Wiring* untuk mengatur *input* dan *output*. Kombinasi antara perangkat keras yang fleksibel dan perangkat lunak yang ramah pengguna menjadikan *Arduino Uno* pilihan utama dalam pengembangan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler (Setiawan et al., 2024).

*LDR* atau *Light Dependent Resistor* merupakan sensor cahaya yang nilai hambatannya berubah sesuai tingkat pencahayaan di sekitarnya. Sensor ini umumnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti *Cadmium Sulfide*, yang responsif terhadap cahaya. Saat kondisi gelap, hambatan *LDR* menjadi sangat tinggi sehingga aliran listrik terhambat. Sebaliknya, jika terkena cahaya, hambatannya menurun dan memungkinkan arus mengalir lebih mudah. Mekanisme kerja ini menjadikan *LDR* efektif untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya. *LDR* memiliki area penerimaan cahaya yang luas dan resistansi yang tinggi. *LDR* banyak dimanfaatkan dalam sistem otomatisasi pencahayaan, seperti lampu yang aktif saat malam dan padam di siang hari. (Annas et al., 2022).

Panel surya adalah perangkat yang memanfaatkan prinsip *fotovoltaik* untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Sel-selnya yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon akan menghasilkan arus searah (*DC*) saat terkena cahaya. Listrik ini dapat digunakan langsung atau disimpan dalam baterai untuk pemakaian di malam hari. Panel surya biasanya dirakit dalam bingkai kokoh dan dilapisi kaca pelindung, serta bisa dipasang di atap rumah atau area terbuka (Haslinda, 2023). Untuk menyimpan energi, digunakan baterai *lithium-ion* 18650 yang dikenal efisien, ringan, dan tahan lama, serta lebih ramah lingkungan dibandingkan baterai konvensional karena tidak mengandung bahan berbahaya (Perdana, 2021). Pengisian baterai dilakukan melalui modul TP4056, yang dirancang khusus untuk mengisi satu sel *lithium-ion* dengan tegangan konstan 4,2V. Modul ini dilengkapi sistem proteksi otomatis terhadap

*overcharge* dan arus lebih, serta dilengkapi indikator *LED* sebagai penanda status pengisian (Al Mujasir et al., 2021). Kombinasi ketiga komponen ini membentuk sistem energi mandiri yang hemat, aman, dan cocok untuk solusi penerangan berbasis energi terbarukan.

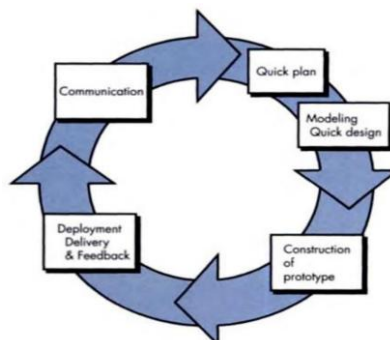
Lampu *LED* merupakan jenis pencahayaan yang dikenal hemat energi dan ramah lingkungan, menjadikannya sangat cocok untuk sistem berbasis panel surya. Konsumsi dayanya yang rendah mendukung efisiensi penggunaan energi, terutama saat dikombinasikan dengan sumber daya terbatas seperti energi matahari. Selain itu, *LED* memiliki umur pakai yang panjang dan menghasilkan panas yang minim, sehingga mengurangi kebutuhan perawatan. Keunggulan ini membuatnya ideal untuk sistem pencahayaan otomatis di lokasi tanpa akses listrik konvensional, karena mampu menyediakan penerangan berkelanjutan dengan konsumsi energi (Al Amin & Emidiana, 2021).

*Relay* merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengalirkan atau memutuskan arus listrik berdasarkan perintah sinyal dari perangkat seperti *Arduino*. Pada sistem otomatis ini, relay 5V 1 Channel digunakan untuk mengatur sambungan daya antara baterai dan lampu. Ketika sensor *LDR* mendeteksi kondisi gelap, *relay* akan menghubungkan arus ke lampu agar menyala. Sebaliknya, saat cahaya cukup terang, *relay* akan memutuskan aliran listrik sehingga lampu mati (Abadi et al., 2021).

Kabel *jumper* merupakan kabel penghantar listrik yang dilengkapi konektor di kedua ujungnya dan berfungsi untuk menyambungkan komponen dalam rangkaian elektronik tanpa perlu disolder. Kabel ini biasa digunakan pada *breadboard* atau papan prototipe untuk menyusun dan menguji rangkaian dengan lebih praktis. Tersedia dalam tipe konektor *male* dan *female*, kabel *jumper* dapat disesuaikan dengan jenis pin pada komponen seperti sensor *LDR*, *relay*, dan papan *Arduino Uno R3*, sehingga mendukung fleksibilitas dalam pengembangan proyek elektronika (Setiawan et al., 2024).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *prototype*, yaitu pendekatan pengembangan sistem dengan membangun model awal yang dapat diuji langsung oleh pengguna. Metode ini dipilih karena mampu memvisualisasikan sistem secara nyata dan memungkinkan penyempurnaan berdasarkan masukan pengguna (Safira & Dian, 2021).



Sumber: (Febriani et al., 2023)

**Gambar 1.** Tahapan *Prototype*

Tahapan yang dilakukan meliputi:

1. *Quick Plan*: Menyusun konsep sistem lampu otomatis yang menyala saat malam dan mati saat siang berdasarkan sensor cahaya dan ditenagai oleh panel surya.
2. *Modeling Quick Design*: Merancang alur kerja dan memilih komponen seperti *Arduino Uno*, sensor *LDR*, *relay*, dan panel surya.
3. *Construction of Prototype*: Merakit perangkat keras, memprogram sistem di *Arduino IDE*, dan melakukan pengujian awal.
4. *Deployment & Feedback*: Menguji sistem secara langsung di lingkungan nyata untuk menilai stabilitas dan efektivitasnya.
5. *Communication*: Mendokumentasikan proses dan hasil pengujian sebagai dasar evaluasi dan pengembangan selanjutnya.

Metode ini memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dan iteratif, mulai dari desain awal hingga implementasi dan evaluasi sistem di lapangan. Untuk merancang sistem lampu otomatis berbasis *Arduino Uno R3* dengan sensor cahaya *LDR* dan panel surya, berbagai alat dan bahan elektronik dibutuhkan. Berikut adalah komponen yang digunakan dalam perancangan alat:

**Tabel 1.** Alat dan bahan yang digunakan untuk merancang alat

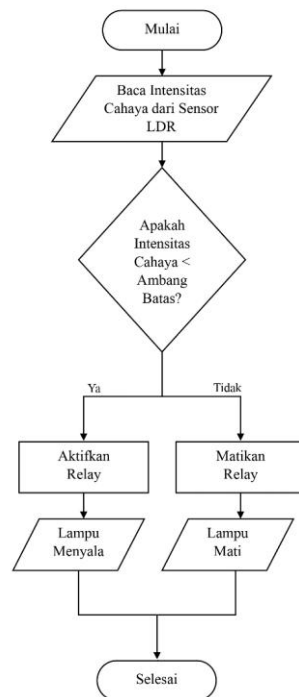
No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	<i>Arduino Uno R3</i>	1
2	Modul Sensor Cahaya <i>LDR</i>	1
3	Modul <i>Relay 5V 1 Channel</i>	1
4	Panel Surya 5V 10 watt	1
5	Baterai <i>Li-ion 18650 3.7v x4 Paralel 12000mAh</i>	1
6	Modul TP4056 Proteksi	1
7	Lampu <i>LED 5V 5 watt</i>	1
8	Kabel <i>Jumper</i>	+/-20
9	Kabel USB	1
10	Komputer/Laptop	1

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

1. *Arduino Uno R3*: Mikrokontroler utama yang mengendalikan seluruh sistem, memproses sinyal dari sensor *LDR*, dan mengatur *relay* untuk mengontrol nyala lampu.
2. Modul Sensor Cahaya *LDR*: Digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitar lingkungan dan memberi sinyal ke *Arduino* untuk menyalakan atau mematikan lampu.
3. Modul *Relay 5V 1 Channel*: Digunakan untuk mengendalikan arus listrik yang mengalir ke lampu, memungkinkan lampu menyala atau mati sesuai dengan sinyal dari *Arduino*.
4. Panel Surya 5V 10 watt: Sebagai sumber daya utama yang digunakan untuk mengisi baterai, memberikan energi yang digunakan dalam sistem.
5. Baterai *Li-ion 18650 3.7v x4 Paralel 12000mAh*: Untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan menyuplai daya ke sistem saat diperlukan.
6. Modul TP4056 Proteksi: Modul pengisi daya yang digunakan untuk mengisi baterai *Li-ion* secara aman.

7. Lampu *LED 5V 5 watt*: Lampu yang digunakan dalam sistem, disalakan atau dimatikan oleh *relay* sesuai dengan data yang diterima dari sensor *LDR*.
8. Kabel *Jumper*: Digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen dalam sistem, memastikan daya mengalir dengan baik antar komponen.
9. Kabel USB: Untuk menghubungkan Arduino ke komputer untuk pemrograman dan menyediakan daya ke Arduino.
10. Komputer/Laptop: Digunakan untuk menulis, mengunggah, dan memonitor kode program yang dijalankan pada Arduino.

Berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan alur kerja sistem lampu otomatis berbasis *Arduino Uno R3* yang dirancang dalam penelitian:



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

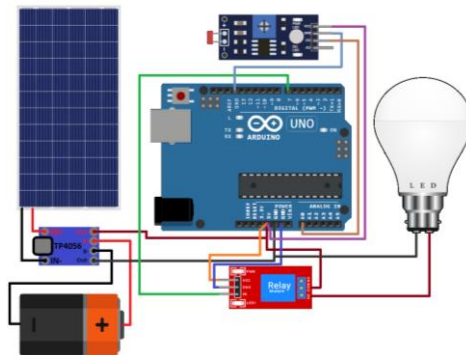
**Gambar 2.** *Flowchart* Sistem Lampu Otomatis

Sistem lampu otomatis diawali ketika *Arduino Uno* mulai membaca intensitas cahaya dari sensor *LDR*. Nilai yang diperoleh dibandingkan dengan ambang batas tertentu untuk menentukan apakah lingkungan tergolong gelap atau terang. Jika cahaya di bawah ambang batas, modul *relay* diaktifkan sehingga lampu menyala. Sebaliknya, jika cahaya cukup terang, *relay* dinonaktifkan dan lampu akan mati. Proses ini berlangsung terus-menerus selama sistem mendapat suplai daya dari baterai yang sebelumnya telah diisi melalui panel surya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem lampu otomatis ini dirancang untuk menyalakan lampu secara otomatis pada malam hari dan mematikannya pada siang hari berdasarkan pembacaan sensor cahaya *LDR*. Komponen utama dalam sistem ini antara lain *Arduino Uno R3* sebagai mikrokontroler pusat, sensor *LDR* sebagai pendeteksi intensitas cahaya, *relay* sebagai

saklar elektronik, serta lampu *LED* sebagai *output*. Sistem ditenagai oleh panel surya 5V 10W yang mengisi daya ke rangkaian empat buah baterai 18650 3.7v yang disusun paralel. Kemudian daya dari baterai disalurkan ke sistem melalui modul TP4056.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 3.** Skema Sirkuit Kabel

Skema sistem lampu otomatis ini menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno R3* yang diprogram melalui perangkat lunak *Arduino IDE*. Sensor cahaya *LDR* dihubungkan ke *Arduino* dengan konfigurasi pin VCC ke pin 5V sebagai sumber daya, GND ke GND *Arduino* sebagai *ground*, dan pin DO disambungkan ke pin A0 *Arduino* untuk membaca intensitas cahaya secara analog. Modul *relay* dikontrol oleh pin D7 *Arduino*, dengan pin VCC dan GND *relay* terhubung ke 5V dan GND *Arduino*. Sistem mendapat suplai daya dari baterai yang diisi ulang oleh panel surya melalui modul TP4056. *Output* positif (OUT+) TP4056 disambungkan ke pin 5V *Arduino* dan juga ke COM pada *relay* untuk menyuplai arus ke lampu. NO (*Normally Open*) pada *relay* dihubungkan ke anoda (positif) lampu *LED* sebagai jalur *output* saat *relay* aktif, sementara OUT- dari TP4056 dihubungkan langsung ke katoda (negatif) lampu sebagai jalur *ground* utama, serta ke GND *Arduino* untuk menyamakan referensi tegangan antara sumber daya dan mikrokontroler.

**Tabel 2.** Konfigurasi Skema Sirkuit

Komponen	Pin Pada Komponen	Pin Yang Terhubung	Fungsi
Sensor Cahaya <i>LDR</i>	VCC	5V <i>Arduino</i>	Catu daya sensor <i>LDR</i>
	GND	GND <i>Arduino</i>	<i>Ground</i> sensor <i>LDR</i>
	DO	A0 <i>Arduino</i>	Baca data intensitas cahaya
<i>Relay</i> 5V 1 Channel	VCC	5V <i>Arduino</i>	Catu daya <i>relay</i>
	GND	GND <i>Arduino</i>	<i>Ground</i> <i>Relay</i>
	IN	D7 <i>Arduino</i>	Kontrol nyala/mati <i>relay</i>
Modul TP4056	COM	OUT+ TP4056	Masukan arus ke <i>relay</i>
	NO	(+) Lampu <i>LED</i>	Jalur daya ke lampu
	OUT+	5V <i>Arduino</i>	Catu daya utama <i>Arduino</i>
	OUT-	GND <i>Arduino</i>	<i>Ground</i> daya <i>Arduino</i>
	OUT-	COM <i>Relay</i>	Arus masuk ke <i>relay</i>
	OUT-	(-) Lampu <i>LED</i>	<i>Ground</i> utama lampu
	B+	(+) Baterai	<i>Input charging</i>

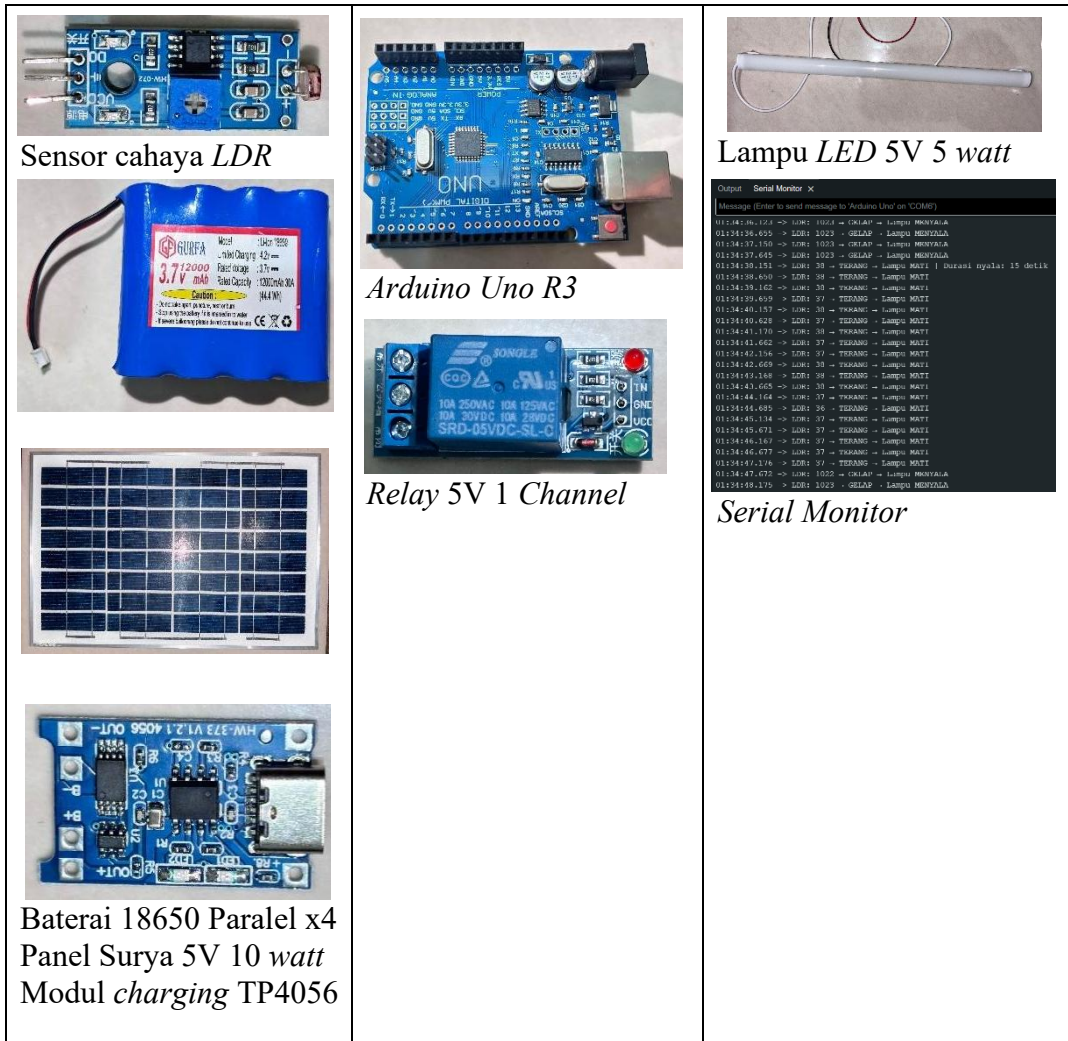
	B-	(-) Baterai	<i>Ground</i> baterai
	IN+	(+) Panel Surya	<i>Input</i> dari panel surya
	IN-	(-) Panel Surya	<i>Ground</i> panel surya

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

1. Modul Sensor Cahaya *LDR*:
  - a. VCC: Hubungkan pin VCC pada modul sensor *LDR* ke pin 5V *Arduino*. Ini berfungsi untuk memberikan catu daya ke sensor cahaya.
  - b. GND: Sambungkan pin GND pada sensor *LDR* ke GND *Arduino* sebagai *ground*.
  - c. DO: Hubungkan pin DO pada sensor *LDR* ke pin A0 *Arduino* untuk membaca data intensitas cahaya secara analog.
2. Modul *Relay* 5V 1 Channel:
  - a. VCC: Hubungkan ke pin 5V *Arduino* sebagai catu daya ke modul *relay*.
  - b. GND: Sambungkan ke GND *Arduino* sebagai *ground* modul *relay*.
  - c. IN: Hubungkan ke pin D7 *Arduino* untuk mengatur *on/off relay* secara digital berdasarkan sinyal dari *Arduino*.
  - d. COM: Sambungkan ke pin OUT+ TP4056, sebagai jalur masuk arus dari baterai.
  - e. NO (*Normally Open*): Hubungkan ke (+) Anoda lampu *LED*, sebagai jalur keluaran arus ke lampu ketika *relay* aktif.
3. Modul *Charging* TP4056 (dengan proteksi & USB *Type-C*):
  - d. OUT+: Disambungkan ke pin 5V *Arduino* untuk memberikan catu daya utama ke *Arduino*. Juga disambungkan ke COM *Relay* sebagai input arus ke *relay*, yang akan diteruskan ke (+) Anoda lampu *LED* jika *relay* aktif.
  - e. OUT-: Sambungkan ke GND *Arduino* untuk memberikan *ground* ke *Arduino*. Juga dihubungkan ke (-) Katoda *LED* sebagai *ground* utama lampu.
  - f. B+: Disambungkan ke kutub positif baterai sebagai *input* pengisian daya baterai.
  - g. B-: Disambungkan ke kutub negatif baterai sebagai jalur *ground* baterai.
  - h. IN+: Hubungkan ke kutub positif panel surya sebagai *input* daya dari panel surya.
  - i. IN-: Hubungkan ke kutub negatif panel surya sebagai jalur *ground* panel surya.

**Tabel 3.** Blok Komponen

<i>Input</i>	<i>Proses</i>	<i>Output</i>
--------------	---------------	---------------

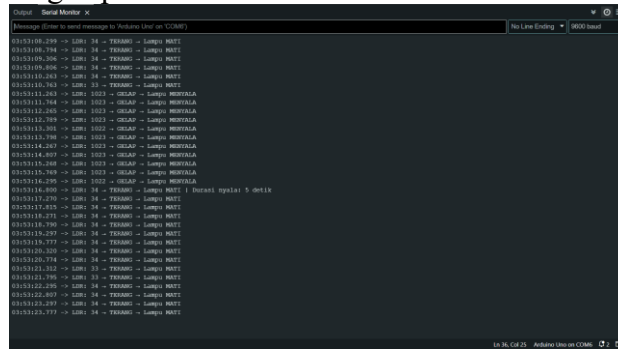


Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

Blok komponen sistem terdiri dari tiga bagian utama: *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input*, terdapat sensor cahaya *LDR* yang mendeteksi intensitas cahaya di lingkungan sekitar serta baterai 18650 paralel sebagai sumber energi, yang diisi ulang melalui panel surya 5V 10 watt dengan bantuan modul TP4056. Modul ini juga menyalurkan daya ke *Arduino Uno R3* dan *relay*. *Arduino* berperan dalam membaca data dari sensor *LDR* dan memutuskan apakah lampu perlu dinyalakan atau dimatikan. Instruksi diteruskan ke *relay 5V 1 channel* untuk mengatur aliran arus menuju lampu *LED 5V* sebagai *output* utama. Selama tahap pengujian, sistem menampilkan data melalui *Serial Monitor* pada *Arduino IDE*, namun fitur ini hanya digunakan sementara. Pada implementasi sesungguhnya, sistem bekerja secara otomatis tanpa koneksi komputer, ditenagai sepenuhnya oleh energi yang disimpan dalam baterai dari panel surya.

### Uji Coba *Prototype*

Sebelum perangkat diuji secara mandiri, pengujian dilakukan dengan *Arduino* terhubung ke laptop agar *output* bisa dimonitor langsung lewat *Serial Monitor*. Tujuan dari tahap ini adalah memastikan sistem berfungsi sebagaimana mestinya saat mendeteksi terang dan gelap.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 4.** Uji Coba Alat Terhubung ke *Serial Monitor*

Gambar di atas merupakan hasil *output* dari *Serial Monitor Arduino IDE* saat sistem dijalankan. Data yang ditampilkan menunjukkan pembacaan dari sensor cahaya *LDR* yang dihubungkan ke pin analog A0. Nilai intensitas cahaya ini diolah oleh program dan digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah lampu otomatis harus dinyalakan atau dimatikan.

**Tabel 4.** Uji Coba Alat Terhubung ke *Serial Monitor*

Rentang Nilai <i>LDR</i>	Kondisi Cahaya	Status Lampu
0 – 499	Terang	Mati
≥ 500	Gelap	Menyala

Sumber : (Hasil Penelitian, 2025)

Tabel ini memperlihatkan rentang nilai pembacaan sensor *LDR*, yang digunakan untuk menentukan kondisi pencahayaan lingkungan serta status lampu:

1. Nilai *LDR* antara 0 hingga 499 diartikan sebagai kondisi terang. Dalam kondisi ini, sistem secara otomatis mematikan lampu, karena cahaya lingkungan dianggap sudah cukup.
2. Nilai *LDR* sebesar 500 atau lebih menunjukkan kondisi gelap. Sistem akan mengaktifkan *relay* sehingga lampu menyala, karena pencahayaan alami dianggap sudah tidak mencukupi.

Pengujian ini sekaligus membuktikan bahwa ambang batas (*threshold*) nilai *LDR* sebesar 500 yang ditentukan dalam program sudah tepat dan dapat memicu sistem bekerja sesuai kebutuhan. Respons sistem pun dapat diamati langsung melalui *log* teks yang ditampilkan di *Serial Monitor*.

```
05:59:47.908 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:48.433 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:48.944 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:49.409 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:49.910 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:50.453 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:50.911 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:51.412 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:51.912 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:52.413 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:52.913 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:53.414 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
05:59:53.946 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI | Durasi nyala: 541 detik  
05:59:54.448 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
05:59:54.946 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI
```

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 5.** Uji Coba Alat saat Pagi Hari

Hasil pengujian sistem lampu otomatis pada kondisi pagi hari, saat terjadi transisi dari gelap menuju terang. Pada baris pertama, terlihat bahwa pada pukul 05:59:53.414, nilai *LDR* sebesar 1021 yang menunjukkan kondisi gelap, sehingga sistem menyalakan lampu secara otomatis. Selang beberapa saat, pada waktu 05:59:53.946, nilai *LDR* turun drastis menjadi 34, yang menandakan bahwa cahaya sekitar telah cukup terang, karena pancaran cahaya matahari mulai mengenai sensor secara langsung. Akibatnya, sistem mematikan lampu secara otomatis, dan mencatat durasi menyala lampu sebelumnya sebesar 541 detik (atau sekitar 9 menit). Baris terakhir menunjukkan pembacaan nilai *LDR* yang stabil di angka 33, dengan kondisi terang dan lampu tetap mati, yang memperkuat bukti bahwa sistem merespons perubahan cahaya secara langsung. Pengujian ini membuktikan bahwa transisi pagi hari berhasil dikenali oleh sistem dan mampu menyesuaikan status lampu secara akurat sesuai tingkat pencahayaan.

```
12:13:46.526 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:47.066 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:47.567 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:48.064 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:48.547 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:49.055 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:49.529 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:50.067 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:50.576 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:51.030 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:51.566 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:52.066 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:52.575 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:53.032 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:53.533 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
12:13:54.033 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI
```

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 6.** Uji Coba Alat saat Siang Hari

Hasil pengujian sistem lampu otomatis pada waktu siang hari, ketika intensitas cahaya berada pada titik tertinggi. Nilai *LDR* yang tercatat pada pukul 12:13:53.032 hingga 12:13:54.033 berada pada kisaran 32–34, yang mengindikasikan kondisi sangat terang. Pada rentang nilai tersebut, sistem secara konsisten mendeteksi bahwa pencahayaan lingkungan mencukupi, sehingga lampu tetap dalam kondisi mati. Tidak terdapat perubahan status lampu maupun pencatatan durasi menyala, karena sistem memang tidak mengaktifkan lampu di bawah nilai ambang batas terang ( $LDR < 500$ ).

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem berfungsi sebagaimana mestinya, dengan kemampuan mempertahankan kondisi lampu tetap mati saat siang hari, sehingga memastikan efisiensi energi.

```
17:54:51.504 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:52.002 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:52.458 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:52.996 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:53.494 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:53.992 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:54.461 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:55.004 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:55.462 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:55.962 -> LDR: 32 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:56.497 -> LDR: 33 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:57.009 -> LDR: 34 -> TERANG -> Lampu MATI  
17:54:57.463 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
17:54:58.005 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
17:54:58.465 -> LDR: 1020 -> GELAP -> Lampu MENYALA  
17:54:58.965 -> LDR: 1021 -> GELAP -> Lampu MENYALA
```

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 7.** Uji Coba Alat saat Sore/Malam

Hasil pengujian sistem pada sore hingga malam hari, yang merupakan periode transisi dari terang menuju gelap. Pada pukul 17:54:57.009, nilai *LDR* tercatat 34, menunjukkan kondisi terang, sehingga lampu masih dalam keadaan mati. Namun, hanya beberapa detik kemudian, yakni pada pukul 17:54:57.463 dan 17:54:58.005, nilai *LDR* melonjak tajam menjadi 1021 dan 1020, yang menunjukkan bahwa lingkungan telah berubah menjadi gelap. Sebagai respons, sistem secara otomatis mengaktifkan lampu. Perubahan status ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons kondisi pencahayaan dengan cepat dan akurat, sesuai dengan ambang batas nilai *LDR* yang telah ditentukan. Pengujian ini menegaskan bahwa sistem efektif dalam menangkap perubahan cahaya saat menjelang malam dan dapat langsung menyalakan lampu saat nilai sensor melewati ambang batas gelap.

Pengujian akhir dilakukan untuk melihat bagaimana sistem lampu otomatis berbasis *Arduino* dengan sensor *LDR* dan sumber daya dari panel surya dan baterai bekerja secara mandiri dalam kondisi lingkungan nyata. Perangkat dibiarkan aktif dan terpasang selama 7 hari berturut-turut tanpa terhubung ke komputer, hanya mengandalkan tenaga dari baterai yang diisi oleh panel surya.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 8.** Uji Coba *Prototype* Mandiri (siang dan malam hari)

Sistem telah dipasang di lokasi untuk menunjukkan kondisi fisik alat saat proses pengujian berlangsung, baik pada siang hari maupun malam hari. Sistem diletakkan di area terbuka dengan pencahayaan alami penuh, agar panel surya dapat menyerap energi

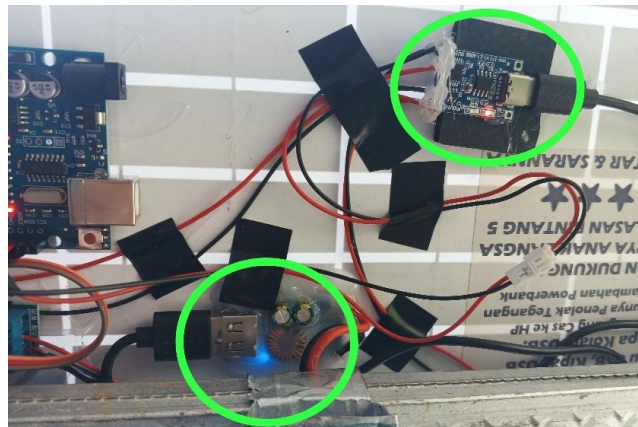
matahari secara optimal dan sensor *LDR* mampu membaca perubahan intensitas cahaya dengan akurat. Sedangkan pada malam hari, lampu otomatis akan aktif dan menjadi sumber penerangan dengan memanfaatkan hasil pembacaan sensor *LDR* yang mendeteksi lingkungan gelap. Seluruh komponen utama seperti *Arduino Uno*, modul *relay*, TP4056, dan rangkaian baterai 18650 serta lampu *LED* dipasang secara ringkas di bagian bawah panel surya, terlindung dari sinar matahari langsung dan hujan ringan. Sedangkan sensor *LDR* dipasang di sisi atas panel, menghadap ke langit, agar mampu menangkap kondisi terang atau gelap secara langsung tanpa halangan. Panel surya kemudian dipasang pada besi penyangga yang terhubung ke tripod yang berfungsi sebagai tiang, sehingga mudah disesuaikan ketinggiannya dan cukup stabil digunakan di berbagai permukaan tanah. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi fungsi nyala-mati lampu otomatis, ketepatan sistem dalam merespons perubahan cahaya, serta daya tahan baterai ketika digunakan semalaman. Selain itu, uji coba ini juga bertujuan untuk melihat konsistensi panel surya dalam mengisi daya, dan keandalan *relay* dalam menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis.

**Tabel 5.** Hasil Uji Coba *Prototype* Selama 7 Hari

Hari	Waktu Lampu Menyala	Waktu Lampu Mati	Durasi Menyala	Status Pengisian Panel Surya (Jam)	Catatan
1	17:58	06:00	12 jam 2 menit	Aktif (06:18–17:54)	Normal
2	17:56	05:58	12 jam 2 menit	Aktif (06:16–17:52)	Cerah
3	17:54	06:01	12 jam 7 menit	Aktif (06:20–17:55)	Cerah
4	18:00	05:59	11 jam 59 menit	Aktif (06:23–18:00)	Awan tipis
5	17:59	05:57	11 jam 58 menit	Aktif (06:15–17:58)	Cerah
6	18:02	06:02	12 jam	Aktif (06:17–18:01)	Cerah
7	17:55	05:56	12 jam 1 menit	Aktif (06:19–17:56)	Cerah

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

Selama 7 hari pengujian, sistem menunjukkan bahwa sistem lampu otomatis mampu beroperasi dengan stabil dan konsisten. Lampu menyala secara otomatis setiap sore antara pukul 17:54 hingga 18:02, tergantung pada tingkat kegelapan langit, dan padam otomatis pada pagi hari sekitar pukul 05:56 hingga 06:02 ketika cahaya mulai terdeteksi oleh sensor *LDR*. Rata-rata durasi menyala lampu berada di kisaran 12 jam setiap malam.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 9.** Indikator Pengisian Daya Panel Surya dan TP4056

Setelah lampu padam, panel surya mulai mengisi daya baterai sekitar pukul 06:15 hingga 06:30, ditandai dengan menyala-nya lampu indikator merah pada modul TP4056 (menandakan proses pengisian daya) serta aktifnya lampu indikator biru pada panel surya sebagai tanda bahwa panel menerima sinar matahari langsung. Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat bekerja sepenuhnya secara mandiri tanpa intervensi manual, dengan respons yang tepat terhadap perubahan intensitas cahaya serta siklus pengisian daya yang berjalan lancar setiap harinya.

**Tabel 6.** Rangkuman Deteksi Sistem

Status Cahaya	Jumlah Terjadi	Persentase	Respon Sistem
Gelap	7 kali	50%	Lampu MENYALA
Terang	7 kali	50%	Lampu MATI

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

Selama periode pengamatan selama tujuh hari, sistem berhasil mendeteksi kondisi gelap sebanyak 7 kali, yaitu setiap sore menjelang malam, dan kondisi terang juga sebanyak 7 kali pada pagi hari. Respons sistem terhadap perubahan cahaya berlangsung secara otomatis dan konsisten. Ketika nilai *LDR* berada di atas ambang batas ( $\geq 500$ ), yang menandakan kondisi gelap, sistem langsung mengaktifkan lampu. Sebaliknya, saat nilai *LDR* di bawah 500 (terang), lampu otomatis dimatikan. Menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi terang dan gelap dengan akurat, dan memberikan respons yang sesuai terhadap masing-masing kondisi. Dengan jumlah deteksi masing-masing status sebesar 50%, dapat disimpulkan bahwa logika *threshold LDR* yang ditanamkan dalam program bekerja dengan baik dan sistem berjalan stabil selama masa pengujian.

Secara keseluruhan, sistem lampu otomatis berbasis *Arduino Uno R3* ini berhasil beroperasi secara mandiri selama 7 hari berturut-turut tanpa gangguan, dengan dukungan penuh dari energi matahari melalui panel surya. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dalam berbagai kondisi pencahayaan lingkungan,

memanfaatkan sumber daya dengan efisien, dan layak untuk digunakan di area-area yang membutuhkan pencahayaan otomatis tanpa intervensi manual.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem lampu otomatis berbasis *Arduino Uno R3* dengan sensor cahaya *LDR* dan panel surya berhasil dibangun dan diuji secara fungsional. Sistem ini mampu mengendalikan nyala dan mati lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya lingkungan tanpa memerlukan intervensi manual. Sensor *LDR* terbukti mampu mendeteksi perbedaan cahaya secara akurat, dan *Arduino Uno R3* menjalankan logika pengendalian dengan stabil. Penggunaan panel surya sebagai sumber daya utama memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri dan hemat energi, terutama pada area luar rumah yang tidak selalu terjangkau jaringan listrik konvensional. Selama pengujian selama tujuh hari berturut-turut, sistem menunjukkan performa yang konsisten dalam hal pengendalian lampu dan pengisian daya baterai melalui panel surya. Sistem ini dinilai efektif dan berpotensi diterapkan tidak hanya untuk rumah tangga, tetapi juga untuk kebutuhan penerangan jalan, taman, dan fasilitas publik lainnya yang mengutamakan efisiensi energi dan keberlanjutan.

### Saran

Pengembangan sistem lampu otomatis ini ke depan dapat difokuskan pada peningkatan ketahanan fisik rangkaian dengan menggunakan casing tahan air dan panas, serta penggunaan lampu *LED* yang lebih efisien dan bertenaga untuk area yang lebih luas. Kalibrasi ulang nilai ambang sensor *LDR* juga penting agar lebih sesuai dengan kondisi lingkungan. Selain itu, penggunaan baterai berkapasitas lebih besar dengan sistem proteksi yang lebih baik, seperti *LiFePO4*, disarankan agar sistem tetap stabil meskipun dalam kondisi minim cahaya. Penyempurnaan ini diharapkan membuat sistem lebih handal dan efisien untuk penggunaan jangka panjang.

## REFERENSI

- Abadi, A., Riza, W., & Julsam, J. (2021). Rancang Bangun Pemutus Tegangan Pada Kwh Meter Pelanggan Pln. *Jurnal Andalas: Rekayasa Dan Penerapan Teknologi*, 1(1), 37–46. <https://doi.org/10.25077/jarpet.v1i1.2>
- Agriawan, M. N., Sania, Rasmita, C., Wahyuni, N., & Maisarah. (2021). Prototype Sistem Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis *Arduino Uno*. *Phydogic Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 4(1), 39–42. <https://doi.org/10.31605/phy.v4i1.1489>
- Al Amin, M. S., & Emidiana, E. (2021). Lampu Led Sebagai Alternatif Penghemat Energi Listrik Rumah Tangga. *Teknika: Jurnal Teknik*, 8(1), 92. <https://doi.org/10.35449/teknika.v8i1.154>
- Al Mujasir, R. K., Kholis, N., & Wardana, H. K. (2021). Pengaruh Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Memanfaatkan Kubah Masjid Putar. *Jurnal Reaktom*, 6(1), 29–36.
- Annas, M. A., Widodo, A., Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., & Makrufah, D. (2022). Karakterisasi Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR). *Masaliq*, 2(4), 612–622. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v2i4.516>

- Febriani, S., Sutabri, T., Megawaty, M., & Abdillah, L. A. (2023). Perancangan UI/UX Aplikasi Sistem Informasi Layanan Administrasi dalam Perspektif Psikologi Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 9(2), 1088–1103. <https://doi.org/10.37012/jtik.v9i2.1714>
- Haslinda. (2023). *Energi Terbarukan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=v7DpEAAAQBAJ>
- Nugraha, J. A. P., Iwan, A. H., Gumuljo, E. F., Graciella, E., Mulyadinata, N., Budiman, K. O., & Nugroho, E. W. (2024). *Menguasai Arduino: Inspirasi Proyek-Proyek Arduino bagi Pemula*. SIEGA Publisher. <https://books.google.co.id/books?id=R5gFEQAAQBAJ>
- Perdana, F. A. (2021). Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50082>
- Safira, S., & Dian, K. (2021). Prototype Smart Home Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Listrik. *Jurnal Teknik Informatika*, 7(1), 01–08. <https://doi.org/10.51998/jti.v7i1.345>
- Setiawan, S. A., Hidayat, M., & Sutarti. (2024). Prototype Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno. *Prosisko: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(1), 119–127. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i1.8257>