

Pengembangan Sistem Lampu Otomatis untuk Mengatasi Permasalahan Penerangan pada Rumah Adat Bolon

Pradina Aulia Resti Prasmita^{1*}, Natasha Salsha Bila², Yanita Illa Putri Fitriana³, Sekar Paramitha Galuh Ratna Pratiwi⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer Universitas Duta
Bangsa Surakarta

^{1*}240103144@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer Universitas Duta
Bangsa Surakarta

²240103259@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer Universitas Duta
Bangsa Surakarta

³240103260@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas
Ilmu Komputer Universitas Duta
Bangsa Surakarta

⁴240103148@mhs.udb.ac.id

⁵Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁵Rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Penelitian ini mengembangkan sistem pencahayaan otomatis sebagai solusi atas permasalahan penerangan pada Rumah Adat Bolon. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dikombinasikan dengan sensor Passive Infrared (PIR) dan modul relay untuk mengontrol kondisi nyala dan mati lampu secara otomatis berdasarkan deteksi gerakan. Proses perancangan mencakup pemrograman serta pengujian terhadap respons sensor dalam berbagai situasi lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi gerakan secara efektif, dengan waktu kalibrasi awal selama 30 detik sebelum sensor aktif. Lampu akan menyala secara otomatis ketika terdapat aktivitas dan padam setelah tidak ada pergerakan dalam periode waktu tertentu. Implementasi dilakukan pada miniatur Rumah Adat Bolon tanpa mengubah struktur arsitektur tradisional. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi otomatisasi dapat diintegrasikan ke dalam bangunan budaya tanpa mengorbankan nilai estetika, serta mendukung efisiensi energi. Sistem ini berpotensi menjadi solusi penerangan yang adaptif dan efisien, baik untuk lingkungan tradisional maupun modern.

Kata kunci— Arduino Uno, sensor PIR, lampu otomatis, Rumah Adat Bolon, efisiensi energi.

Abstract— This study aims to develop an automatic lighting system as a solution to illumination issues in the Bolon Traditional House. The system is designed using an Arduino Uno microcontroller integrated with a Passive Infrared (PIR) sensor and a relay module to control the lamp's on/off state automatically based on motion detection. The design process involves system programming and testing the sensor's response under various environmental conditions. The test results show that the system effectively detects motion, with an initial calibration period of 30 seconds before the sensor becomes active. The light turns on automatically when movement is detected and switches off after a predefined period of inactivity. The system was successfully implemented on a miniature model of the Bolon Traditional House without altering its architectural structure. The findings indicate that automation technology can be applied to cultural buildings while preserving their aesthetic values and supporting energy efficiency. This system presents a responsive and efficient lighting solution applicable to both traditional and modern environments..

Keywords— Arduino Uno, PIR sensor, automatic lighting, Bolon Traditional House, energy efficiency.

I. PENDAHULUAN

Rumah Adat Bolon merupakan simbol kebudayaan masyarakat Batak Toba yang masih dipertahankan hingga kini. Namun, dari segi fungsionalitas, terutama pencahayaan, rumah adat ini memiliki keterbatasan akibat minimnya akses cahaya alami dan penerangan yang bergantung pada sumber manual. Hal ini menyulitkan jika rumah digunakan sebagai

museum, tempat edukasi, atau media pembelajaran. Maka, dibutuhkan sistem pencahayaan modern yang efisien, namun tetap menjaga keaslian arsitektur tradisional [1], [2].

Kemajuan teknologi dalam bidang elektronika memungkinkan pengembangan sistem otomatisasi rumah, termasuk penerangan. Sistem otomatisasi pencahayaan menggunakan sensor gerak (PIR) dan mikrokontroler Arduino

Uno telah banyak dikembangkan dalam berbagai skala karena kemampuannya dalam mendeteksi keberadaan manusia dan mengatur sistem secara mandiri [3]. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi pancaran radiasi inframerah dari tubuh manusia, yang kemudian digunakan untuk memicu sistem menyalakan atau mematikan lampu [4]. Sistem seperti ini mampu meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna [5].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem lampu otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor PIR pada miniatur Rumah Adat Bolon. Fokus penelitian tidak hanya pada aspek teknis, tetapi juga pada penerapan teknologi tepat guna dalam pelestarian budaya. Pengembangan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi konsumsi energi dan menjadi inspirasi integrasi teknologi dalam arsitektur tradisional [6], [7].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat rekayasa (engineering research) dengan pendekatan eksperimen, yakni melalui proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem lampu otomatis. Pendekatan ini tepat digunakan dalam penelitian yang melibatkan pengembangan dan evaluasi kinerja suatu sistem secara langsung [8].

B. Tahapan Penelitian

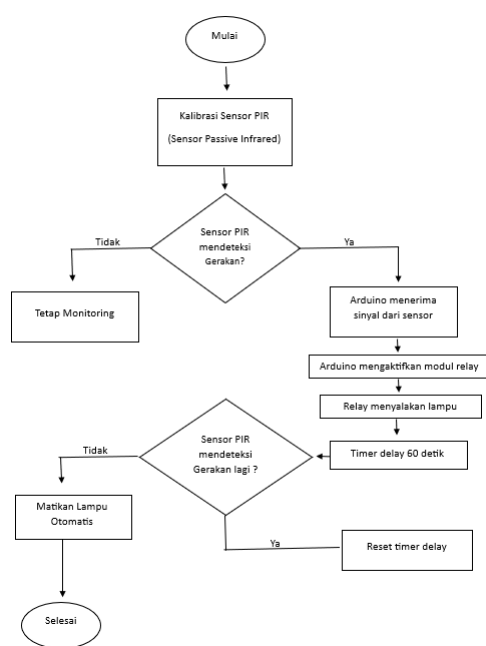
Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan berikut:

- a. Studi Literatur
Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai teknologi otomasi lampu, prinsip kerja sensor PIR, pemrograman Arduino Uno, serta studi terkait rumah adat Bolon [2], [3], [4], [6], [9].
- b. Perancangan Sistem
Perancangan dimulai dengan pemilihan komponen, seperti Arduino Uno sebagai pusat kendali, sensor PIR untuk mendeteksi gerak, dan modul relay untuk mengatur aliran listrik ke lampu. Sistem

dirancang agar sensor dapat mendeteksi pergerakan dan memicu nyala lampu otomatis selama beberapa detik [5], [10].

- c. Pembuatan Miniatur Rumah Adat Bolon
Miniatur dibuat dari bahan kardus, tusuk sate, atau stik es krim, menyerupai desain rumah Bolon. Tujuannya sebagai media implementasi sistem dan simulasi kondisi nyata [11].
 - d. Perakitan dan Pemrograman Sistem
Rangkaian komponen disusun menggunakan breadboard. Program dikembangkan pada Arduino IDE dengan logika bahwa ketika gerakan terdeteksi, lampu menyala dan akan mati otomatis dalam selang waktu tertentu jika tidak ada gerakan selanjutnya [3], [10].
 - e. Pengujian dan Evaluasi
Sistem diuji dalam kondisi terang dan gelap, serta dalam skenario adanya dan tidak adanya pergerakan. Data pengujian dianalisis untuk mengetahui akurasi deteksi sensor dan kecepatan respon sistem [7], [12].
- ### C. Alat dan Bahan
- a. Arduino Uno
 - b. Sensor PIR HC-SR501
 - c. Kabel jumper
 - d. Kabel listrik
 - e. Modul relay 1 *channel*
 - f. Miniatur Rumah Adat Bolon
 - g. Kabel USB
- ### D. Flowchart

Dengan adanya flowchart ini, alur kerja sistem lampu otomatis berbasis sensor PIR dan Arduino Uno dapat dipahami secara terstruktur. Sistem menggunakan lampu LED yang disuplai oleh listrik PLN, serta dikendalikan oleh Arduino berdasarkan input dari sensor PIR. Flowchart sistem secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

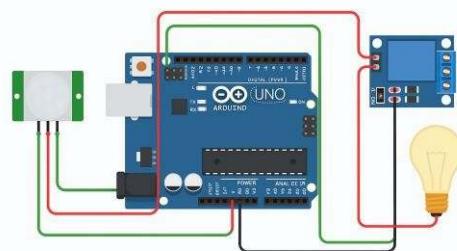
Flowchart dimulai dari proses kalibrasi sensor PIR selama 30 detik untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan. Setelah itu, sensor akan mendeteksi gerakan. Jika tidak ada gerakan, sistem akan tetap dalam mode monitoring. Namun, jika gerakan terdeteksi, sensor mengirimkan sinyal ke Arduino, yang kemudian mengaktifkan modul relay untuk menyalakan lampu. Lampu akan menyala selama 60 detik. Jika dalam durasi ini terdeteksi gerakan kembali, maka timer akan di-reset agar lampu tetap menyala. Sebaliknya, jika tidak ada gerakan lanjutan, lampu akan otomatis dimatikan. Flowchart ini menggambarkan sistem yang efisien dan responsif, khususnya untuk penerangan otomatis pada miniatur rumah adat Bolon.

E. Desain Pengkabelan

Desain pengkabelan sistem lampu otomatis ini melibatkan tiga komponen utama, yaitu sensor PIR, mikrokontroler Arduino Uno, dan modul relay yang terhubung ke lampu LED sebagai aktuator. Sensor PIR berfungsi sebagai pendeteksi gerakan yang terhubung ke pin digital 2 pada Arduino, sementara pin VCC dan GND sensor masing-masing dihubungkan ke pin 5V dan GND pada Arduino untuk kebutuhan

daya. Ketika sensor mendeteksi adanya gerakan, sinyal dikirim ke pin 2 Arduino, kemudian Arduino akan memproses sinyal tersebut untuk mengaktifkan modul relay.

Modul relay berperan sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus aliran listrik ke lampu. Pin IN pada relay dihubungkan ke pin digital 8 Arduino sebagai jalur kendali. Sementara itu, pin VCC dan GND pada relay masing-masing disambungkan ke pin 5V dan GND Arduino agar modul dapat berfungsi dengan baik. Output dari relay kemudian terhubung ke lampu LED yang mendapat sumber daya dari listrik PLN. Dengan demikian, sistem dapat bekerja secara otomatis: saat sensor mendeteksi gerakan, Arduino akan mengaktifkan relay dan menyalakan lampu, dan akan memaatkannya kembali setelah tidak ada deteksi gerakan dalam kurun waktu tertentu. Desain ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain kabel

Tabel 1. Rangkaian Pin

Pin Arduino	Pin Sensor	Keterangan
5V	VCC	Memberikan suplai tegangan ke sensor PIR
GND	GND	Ground sensor PIR
2	OUT	Menerima sinyal dari sensor PIR saat ada gerakan

Tabel 2. Rangkaian Modul Relay

Pin Arduino	Pin Modul Relay	Keterangan
5V	VCC	Memberikan tegangan ke modul relay
GND	GND	Ground relay
8	IN	Mengirim sinyal kontrol dari Arduino ke relay

Isi dari kedua tabel menunjukkan konfigurasi pengkabelan antara mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR, dan modul relay dalam sistem

lampu otomatis. Pin 5V pada Arduino digunakan untuk menyuplai tegangan ke pin VCC pada sensor PIR dan modul relay. Pin GND Arduino disambungkan ke GND kedua modul sebagai jalur ground bersama. Selanjutnya, pin digital 2 pada Arduino dihubungkan ke pin OUT pada sensor PIR untuk menerima sinyal deteksi gerakan. Sementara itu, pin digital 8 digunakan sebagai jalur kontrol ke pin IN pada modul relay, yang berfungsi mengaktifkan atau menonaktifkan aliran listrik ke lampu LED. Konfigurasi ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis, di mana lampu akan menyala saat gerakan terdeteksi dan mati kembali setelah tidak ada gerakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem lampu otomatis ini dikembangkan dan diterapkan pada miniatur Rumah Adat Bolon dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno, sensor *Passive Infrared* (PIR), modul relay, serta lampu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai aktuator. Rangkaian dirancang untuk bekerja secara otomatis dalam mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan perubahan radiasi inframerah yang ditangkap oleh sensor PIR. Gambar 3 memperlihatkan tampilan komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem, yaitu Arduino Uno, sensor PIR, modul relay, dan lampu LED.



Gambar 3. Komponen utama sistem lampu otomatis

Proses perakitan dilakukan dengan mengacu pada rancangan wiring diagram yang telah

dibuat sebelumnya. Setiap komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper maupun kabel listrik sesuai konfigurasi sistem yang telah ditetapkan. Wiring diagram lengkap sistem dapat dilihat pada Gambar 4. Seluruh komponen elektronik disusun secara tersembunyi di dalam struktur miniatur rumah adat sehingga tidak mengganggu tampilan estetika maupun nilai budaya dari bentuk arsitektur aslinya. Gambar 5 menunjukkan bentuk miniatur Rumah Adat Bolon yang digunakan sebagai media implementasi rangkaian lampu otomatis.



Gambar 4. Wiring diagram rangkaian sistem lampu otomatis



Gambar 5. Miniatur Rumah Adat Bolon.

Gambar 5 merupakan Miniatur Rumah Adat Bolon yang digunakan sebagai media implementasi rangkaian lampu otomatis dengan susunan komponen elektronik secara

tersembunyi agar tidak mengganggu tampilan estetika. Setelah perakitan fisik selesai, pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Program dirancang agar mikrokontroler mampu membaca status sensor PIR secara berkelanjutan. Sistem mulai bekerja dengan melakukan proses kalibrasi sensor PIR selama ± 30 detik, yaitu waktu yang diperlukan sensor untuk menstabilkan sensitivitas deteksi radiasi inframerah. Setelah kalibrasi selesai, sensor berada dalam mode siaga untuk memantau keberadaan gerakan di area deteksi. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi lingkungan, meliputi situasi tanpa gerakan, deteksi gerakan sesaat, dan deteksi gerakan dengan durasi lebih lama dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian

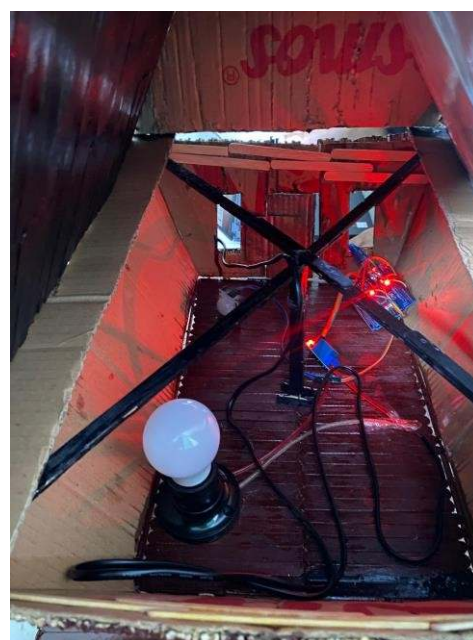
Kondisi Pengujian	Input yang Diberikan	Output yang Terjadi	Keterangan
Sensor PIR idle (kalibrasi)	30 detik setelah sistem menyala	Lampu belum menyala	Proses kalibrasi sensor
Sensor PIR idle	Tidak ada gerakan	Lampu tidak menyala	Normal
Sensor PIR aktif	Ada gerakan	Lampu menyala	Normal
Sensor PIR aktif	Ada gerakan >5 detik	Lampu tetap menyala	Delay
Sensor PIR idle	Tidak ada gerakan 60 detik	Lampu mati	Normal

A. Pembahasan

Tabel menunjukkan bahwa saat sistem dinyalakan, sensor PIR menjalani kalibrasi selama 30 detik di fase idle, sehingga lampu belum menyala untuk menghindari kesalahan deteksi. Setelah kalibrasi, sistem masuk kondisi siaga dimana lampu tetap mati jika tidak ada gerakan. Ketika gerakan terdeteksi, lampu menyala sesuai fungsi sistem. Jika gerakan terus terdeteksi, lampu tetap menyala dengan delay untuk mencegah mati mendadak saat gerakan terputus sesaat. Hasil ini menegaskan bahwa sistem bekerja dengan baik, mampu membedakan fase kalibrasi, siaga, dan aktif dengan respons lampu yang tepat.

B. Hasil Pengujian pada Miniatur Rumah Adat Bolon

Untuk hasil dari rangkaian listrik pada miniatur Rumah Adat Bolon, dapat dilihat pada Gambar di bawah ini. Pada gambar tersebut, sistem penerangan otomatis telah berhasil diintegrasikan ke dalam struktur miniatur bangunan tradisional. Rumah adat tersebut telah dilengkapi dengan rangkaian sensor PIR, mikrokontroler Arduino Uno, modul relay, serta lampu LED yang berfungsi sebagai media penerangan utama.



Gambar 6. Tampilan dalam miniatur rumah sebelum lampu aktif. Sensor PIR dan Arduino Uno terlihat menyala sebagai tanda sistem siaga.



Gambar 7. Rangkaian listrik di dalam rumah

Kemudian berikut gambar Rumah Adat Bolon dari luar jika lampu menyala:



Gambar 5. Rumah Adat Bolon, Lampu Menyala

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem lampu otomatis yang diterapkan pada miniatur Rumah Adat Bolon menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor PIR.

Sistem yang dirancang mampu mendeteksi keberadaan gerakan secara akurat dan mengaktifkan pencahayaan secara otomatis sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan stabil, termasuk saat melalui proses kalibrasi selama 30 detik sebelum aktif mendeteksi. Desain rangkaian listrik yang sederhana namun efektif memungkinkan sistem ini diintegrasikan tanpa mengubah bentuk fisik rumah adat secara signifikan, sehingga tetap menjaga nilai estetika dan budaya bangunan tradisional. Penerapan teknologi ini membuktikan bahwa modernisasi pencahayaan dapat diselaraskan dengan pelestarian arsitektur lokal. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menciptakan solusi penerangan otomatis yang hemat energi dan adaptif pada bangunan tradisional dinyatakan tercapai. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sensor cahaya atau sistem berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi dan kendali jarak jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan artikel ini, termasuk para penulis, penyedia referensi, serta semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca.

REFERENSI

- [1] T. Sihombing, *Arsitektur Tradisional Batak Toba*, Yogyakarta: Ombak, 2010.
- [2] A. R. Prayitno et al., "Smart Lighting System Menggunakan Sensor PIR," *Jurnal ELINVO*, vol. 7, no. 2, pp. 123–130, 2022.
- [3] A. Nugroho, *Pemrograman Mikrokontroler Arduino*, Bandung: Informatika, 2021.
- [4] M. H. Purnomo, "Penerapan Sensor PIR untuk Deteksi Gerak," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 15–21, 2017.
- [5] R. Kurniawan, "Efisiensi Energi pada Penerangan Otomatis Berbasis Sensor PIR," *Jurnal Rekayasa Elektronika*, vol. 14, no. 1, pp. 40–47, 2021.
- [6] D. A. Saputra, "Desain Sistem Otomatisasi Lampu Berbasis Arduino dan Sensor PIR," *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 4, no. 3, pp. 34–41, 2020.
- [7] S. K. Widodo, "Penggunaan Mikrokontroler dalam Sistem Otomatisasi Rumah," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2021, pp. 123–128.
- [8] Sugiyono, *Metode Penelitian Rekayasa*, Bandung: Alfabeta, 2017.

- [9] L. Ramadhan, "Perbandingan Sensor Ultrasonik dan PIR dalam Sistem Penerangan," *Jurnal Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 20–27, 2019.
- [10] A. Munir, *Mikrokontroler untuk Otomasi*, Bandung: Informatika, 2020.
- [11] N. Harahap, "Pelestarian Rumah Bolon melalui Media Edukatif," *Jurnal Arsitektur Vernakular Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 44–52, 2022.
- [12] F. Maulana, "Pengujian Efisiensi Sistem Otomatisasi Lampu," *Jurnal Sistem Elektronika*, vol. 10, no. 3, pp. 30–35, 2021.
- [13] W. H. Pratama, "Optimasi Sistem Otomatisasi Rumah dengan Arduino," *Jurnal Teknologi Cerdas*, vol. 4, no. 1, pp. 88–95, 2021.