

(Artikel Penelitian/Ulasan)

IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL LAMPU BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN MIKRO-KONTROLER ESP8266

Tania Pingki Agustin ¹, Priyadi ², dan Candra Supriadi ^{3,*}

¹ Department of Informatics, Universitas Sains dan Teknologi Semarang, Indonesia; email : taniapingkiagustin@gmail.com

² Department of Mathematics, Universitas Sains dan Teknologi Semarang, Indonesia; email : priyadi@gmail.com

³ Department of Informatics, Universitas Sains dan Teknologi Semarang, Indonesia; email : candra.su-priyadi@gmail.com

* Penulis yang sesuai : Tania Pingki Agustin

Abstract: One of the applications of Internet of Things (IoT) technology is lighting control systems, both automatically and remotely. Room lighting systems still use conventional methods by turning lights on and off manually. In this study, the ESP8266 microcontroller is used as the control center because it has an integrated WiFi connection. Data from sensors are processed by the ESP8266 and sent to MySQL through Flyenv with a Node.js backend that supports real-time data exchange between hardware devices and user applications, allowing the system to be monitored and controlled remotely. The program reads sensor data, controls the relay as a light switch, sends data to MySQL through Flyenv, and receives commands from the database to regulate the condition of the lights.

Keywords: IoT; ESP8266; MySQL

Abstrak: Salah satu penerapan teknologi Internet of Things (IoT) adalah sistem kontrol pencahayaan, baik secara otomatis maupun jarak jauh. Sistem pencahayaan ruangan masih menggunakan metode konvensional dengan menyalakan dan mematikan lampu secara manual. Pada penelitian ini, mikrokontroler ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali karena memiliki koneksi WiFi terintegrasi. Data dari sensor diproses oleh ESP8266 dan dikirim ke MySQL melalui Flyenv dengan backend Node.js yang mendukung pertukaran data secara real-time antara perangkat keras dan aplikasi pengguna, sehingga sistem dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Program membaca data sensor, mengontrol relay sebagai saklar lampu, mengirim data ke MySQL melalui Flyenv, dan menerima perintah dari basis data untuk mengatur kondisi lampu.

Kata kunci: IoT; ESP8266; MySQL

Diterima: tanggal
Direvisi: tanggal
Diterima: tanggal
Diterbitkan: tanggal
Versi sekarang: tanggal



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi IoT telah memberikan banyak kemudahan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam hal otomatisasi. Salah satu aplikasi teknologi IoT adalah sistem kontrol pencahayaan secara otomatis dan jarak jauh. Sistem pencahayaan pada sebuah ruangan masih menggunakan metode konvensional yang dinyalakan dan dimatikan secara manual. Ini berarti lampu tersebut harus dihidupkan dan dimatikan menggunakan saklar secara manual. Kondisi tersebut sering menyebabkan masalah kelalaian pengguna yang lupa

mematikan lampu saat ruangan tidak terpakai dan dapat menyebabkan pemborosan energi listrik.

Sistem ini didukung oleh beberapa perangkat keras. Lampu 1 menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan. Apabila terdeteksi gerakan, ESP8266 memberikan perintah kepada relay untuk menyalakan Lampu 1 (ON), sedangkan apabila tidak terdeteksi gerakan, Lampu 1 berada dalam kondisi mati (OFF). Pada Lampu 2, sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. Apabila intensitas cahaya tinggi maka Lampu 2 berada dalam kondisi ON, sedangkan apabila intensitas cahaya rendah maka Lampu 2 berada dalam kondisi OFF. Relay digunakan untuk mengontrol kondisi ON/OFF lampu, sedangkan step down digunakan untuk menstabilkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan komponen.

Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut diproses oleh ESP8266. Selanjutnya, data dikirimkan ke database MySQL melalui backend Node.js yang di-host menggunakan Flyenv. Backend berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan aplikasi pengguna.

Dari sisi perangkat lunak, sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman ESP8266. Program berfungsi membaca data sensor, mengontrol relay sebagai saklar lampu, mengirim data ke MySQL melalui Flyenv, dan menerima perintah dari database untuk mengatur kondisi lampu. Selain itu, digunakan aplikasi MIT App Inventor sebagai antarmuka untuk memungkinkan pengguna mengontrol lampu (ON/OFF) dan memantau data sensor. Dengan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak tersebut, sistem berfungsi sebagai pengontrol lampu dan sistem monitoring energi listrik secara real-time. Pengguna dapat mengetahui kondisi lingkungan, mengontrol lampu dari jarak jauh, serta mengawasi penggunaan listrik untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan dalam penggunaan.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Internet of Things (IoT) dalam Sistem Kontrol Lampu

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat dan memungkinkan proses pemantauan serta pengendalian dilakukan secara otomatis maupun jarak jauh. Dalam penelitian ini, teknologi IoT diterapkan pada sistem kontrol pencahayaan ruangan. Permasalahan yang menjadi dasar penerapan sistem adalah penggunaan lampu secara konvensional yang masih mengharuskan pengguna menyalakan dan mematikan lampu secara manual. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kelalaian pengguna dan pemborosan energi listrik.

Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat kendali. ESP8266 memiliki koneksi WiFi terintegrasi sehingga dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan sistem berbasis jaringan. Data dari sensor diproses oleh ESP8266 dan dikirimkan ke database MySQL melalui backend Node.js yang di-host menggunakan Flyenv. Sistem tersebut memungkinkan data sensor dan kondisi lampu dipantau serta dikendalikan melalui aplikasi pengguna secara real-time.

2.2 Sensor dan Mikrokontroler pada Sistem Kontrol Pencahayaan

Sistem kontrol lampu menggunakan beberapa komponen utama, yaitu sensor PIR, sensor LDR, sensor PZEM-004T CT, ESP8266, dan relay. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau gerakan manusia. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, ESP8266 memberikan perintah kepada relay untuk menyalakan Lampu 1. Sebaliknya, ketika tidak terdapat gerakan, Lampu 1 dimatikan.

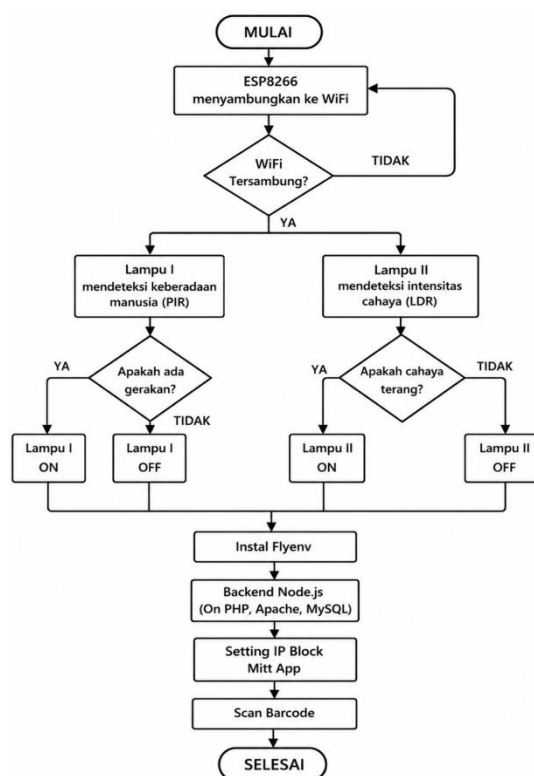
Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya dan menjadi dasar pengendalian Lampu 2. Sistem membagi kondisi pembacaan LDR menjadi kondisi aman, waspada, dan darurat. Sensor PZEM-004T CT digunakan untuk memantau arus listrik yang mengalir pada beban lampu. Data sensor kemudian diproses oleh ESP8266 dan dapat ditampilkan melalui aplikasi MIT App Inventor.

Berdasarkan rancangan tersebut, penelitian ini menggabungkan fungsi deteksi gerakan, deteksi intensitas cahaya, pemantauan arus listrik, serta pengendalian lampu dalam satu sistem berbasis IoT. Integrasi antara perangkat keras, backend Node.js, database MySQL, dan aplikasi MIT App Inventor digunakan untuk mendukung proses monitoring dan pengendalian lampu secara real-time.

3. Metode

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model prototype. Model tersebut digunakan untuk menyusun rancangan dasar sistem kontrol lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266, kemudian dilakukan penyempurnaan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan sistem. Tahapan metode meliputi perancangan sistem, perancangan keterhubungan perangkat keras, pembangunan sistem, konfigurasi perangkat lunak, serta pengujian setiap komponen sistem.

Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan ESP8266 dengan sensor PIR, sensor LDR, sensor PZEM-004T CT, modul relay, dan step down. ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengolahan data sensor dan pengendalian lampu. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau gerakan manusia, sensor LDR digunakan untuk membaca intensitas cahaya, sedangkan sensor PZEM-004T CT digunakan untuk memantau arus listrik. Data sensor diproses oleh ESP8266 dan dikirimkan ke database MySQL melalui backend Node.js yang di-host menggunakan Flyenv.



Gambar 1. Flowchart Sistem

3.1. Algoritma/Pseudocode

Algoritma sistem digunakan untuk menjelaskan proses kerja kontrol lampu berdasarkan pembacaan sensor. ESP8266 terlebih dahulu memastikan koneksi WiFi, kemudian membaca kondisi sensor PIR, sensor LDR, dan sensor PZEM-004T CT. Berdasarkan hasil pembacaan tersebut, ESP8266 mengatur relay untuk mengendalikan kondisi Lampu I dan Lampu II. Data sensor selanjutnya dikirimkan ke MySQL melalui backend Node.js dan dapat dipantau melalui aplikasi MIT App Inventor.

Algoritma 1. Sistem Kontrol Lampu Berbasis IoT

MASUKAN: Data sensor PIR, data sensor LDR, data sensor PZEM-004T CT, dan koneksi WiFi

KELUARAN: Kondisi Lampu I, Kondisi Lampu II, dan data monitoring

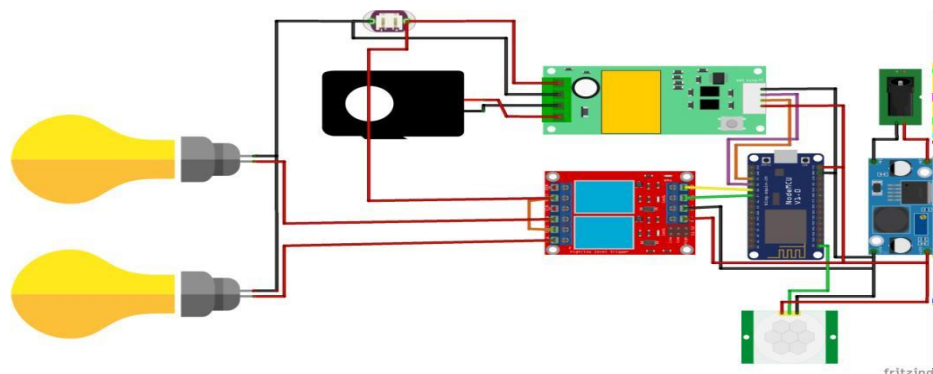
- 1: Inisialisasi ESP8266, sensor PIR, sensor LDR, sensor PZEM-004T CT, dan modul relay.
 - 2: Hubungkan ESP8266 ke jaringan WiFi.
 - 3: Jika koneksi WiFi gagal, lakukan proses penyambungan kembali.
-

- 4: Baca nilai sensor PIR.
- 5: Jika sensor PIR bernilai 1 atau mendeteksi gerakan, maka Lampu I dinyalakan melalui relay. Jika tidak terdapat gerakan, Lampu I dimatikan.
- 6: Baca nilai sensor LDR.
- 7: Jika nilai LDR kurang dari 500, Lampu II berada dalam kondisi OFF. Jika nilai LDR berada pada rentang 500–800, Lampu II tetap OFF. Jika nilai LDR lebih dari 800, Lampu II dinyalakan.
- 8: Baca arus listrik menggunakan sensor PZEM-004T CT.
- 9: Kirim data pembacaan sensor ke database MySQL melalui backend Node.js yang dijalankan menggunakan Flyenv.
- 10: Terima perintah pengendalian lampu dari database dan aplikasi MIT App Inventor.
- 11: Tampilkan kondisi sensor dan lampu pada aplikasi.
- 12: Ulangi proses pembacaan sensor dan pengendalian sistem secara terus-menerus.

3.1.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan sensor dan modul dengan ESP8266. Sensor PIR dihubungkan menggunakan VCC ke 5V, GND ke GND, dan OUT ke pin D7. Sensor LDR dihubungkan menggunakan VCC ke 5V, GND ke GND, dan OUT ke pin A0. Sensor PZEM-004T CT digunakan untuk mendeteksi arus listrik, sedangkan modul relay digunakan sebagai pengendali ON/OFF lampu.

Keterhubungan antarperangkat tersebut kemudian direpresentasikan dalam bentuk wiring diagram sistem. Wiring diagram digunakan sebagai rancangan awal untuk menunjukkan hubungan antara mikrokontroler dengan modul-modul elektronika yang digunakan pada sistem.



Gambar 2. Wiring Diagram Sistem

3.1.2. Pembangunan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk melakukan pemrograman ESP8266. Program digunakan untuk membaca data sensor, mengontrol relay sebagai saklar lampu, mengirimkan data ke MySQL melalui Flyenv, serta menerima perintah dari database untuk mengatur kondisi lampu.

Backend sistem menggunakan Node.js sebagai penghubung antara perangkat keras dan aplikasi pengguna. Database MySQL digunakan untuk menyimpan data sistem, sedangkan MIT App Inventor digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk melakukan pengendalian lampu dan memantau data sensor.

3.1.3. Konfigurasi Sistem

Konfigurasi sistem dilakukan dengan mengaktifkan Flyenv sebelum menjalankan backend Node.js. Layanan PHP, MySQL, dan Apache dipastikan berada dalam kondisi berjalan. Database dapat diakses melalui phpMyAdmin, kemudian backend dijalankan menggunakan perintah `npm run dev`. Koneksi database telah disimpan pada konfigurasi backend sehingga sistem dapat terhubung selama layanan MySQL pada Flyenv aktif.

Aplikasi MIT App Inventor dikonfigurasi menggunakan alamat IP server agar dapat berkomunikasi dengan backend. Apabila alamat IP server berubah, alamat tersebut perlu

diperbarui pada konfigurasi aplikasi agar data sensor dapat kembali diterima dan ditampilkan pada aplikasi.

3.2. Pemformatan Komponen Matematika

Berdasarkan jurnal sumber, pengendalian Lampu I menggunakan nilai biner dari sensor PIR. Ketika sensor PIR bernilai 1, sistem mendeteksi adanya gerakan dan Lampu I berada pada kondisi ON. Ketika sensor PIR bernilai 0, Lampu I berada pada kondisi OFF.

Logika pengendalian Lampu I dapat dituliskan sebagai:

Lampu I = ON, jika PIR = 1

Lampu I = OFF, jika PIR = 0 (1)

Pengendalian Lampu II menggunakan nilai intensitas cahaya dari sensor LDR. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kurang dari 500 dikategorikan sebagai kondisi Aman, nilai 500–800 sebagai kondisi Waspada, dan nilai lebih dari 800 sebagai kondisi Darurat. Kondisi Aman dan Waspada menghasilkan Lampu II OFF, sedangkan kondisi Darurat menghasilkan Lampu II ON.

Fungsi pengendalian Lampu II dapat dinyatakan sebagai:

Lampu II = OFF, jika $LDR \leq 800$

Lampu II = ON, jika $LDR > 800$ (2)

Selanjutnya, sensor PZEM-004T CT digunakan untuk membaca arus listrik yang mengalir pada beban lampu. Pada hasil pengujian, ketika lampu menyala, sensor menunjukkan pembacaan arus sebesar 0,03 ampere dan nilai tersebut dikirimkan serta ditampilkan pada sistem untuk kebutuhan monitoring secara real-time.

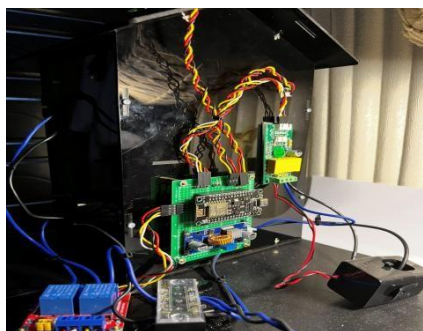
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa implementasi sistem kontrol lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor PIR, sensor LDR, sensor PZEM-004T CT, modul relay, step down, backend Node.js, database MySQL, dan aplikasi MIT App Inventor. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca kondisi lingkungan, mengendalikan lampu berdasarkan masukan sensor, memantau arus listrik, serta melakukan komunikasi data antara perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian menunjukkan bahwa komponen sistem dapat terintegrasi dan menjalankan fungsi sesuai dengan rancangan.

4.1 . Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri atas ESP8266 sebagai pusat pengolahan data, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan atau gerakan manusia, sensor LDR untuk membaca intensitas cahaya, sensor PZEM-004T CT untuk memantau arus listrik, serta modul relay untuk mengendalikan kondisi ON/OFF lampu. Sistem juga menggunakan step down untuk membantu menstabilkan tegangan sesuai kebutuhan komponen.

Pada sensor PIR digunakan tiga pin, yaitu VCC ke 5V, GND ke GND, dan OUT ke pin D7 ESP8266. Sensor LDR menggunakan VCC ke 5V, GND ke GND, dan OUT ke pin A0. Sensor PZEM-004T CT digunakan untuk membaca arus listrik dengan koneksi komunikasi pada pin D6 dan D5. Sementara itu, modul relay menggunakan pin IN1 pada D1 dan IN2 pada D2 ESP8266.

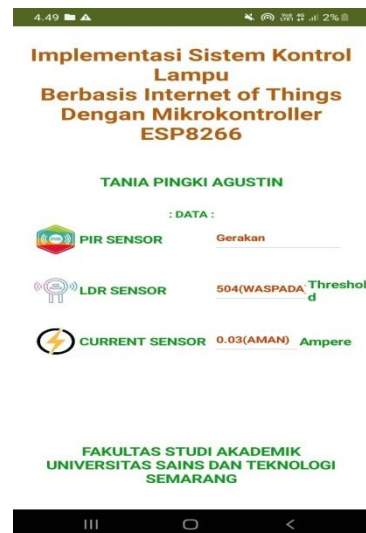


Gambar 3. Pembangunan Sistem

Implementasi perangkat keras tersebut memungkinkan ESP8266 menerima masukan dari sensor kemudian memberikan keluaran kepada relay. Dengan demikian, proses pembacaan kondisi lingkungan dapat diteruskan menjadi tindakan pengendalian lampu.

4.2 . Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram ESP8266. Program digunakan untuk membaca data sensor, mengendalikan relay sebagai saklar lampu, mengirimkan data ke database MySQL melalui backend Node.js, serta menerima perintah untuk mengatur kondisi lampu. Backend Node.js berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dengan aplikasi pengguna, sedangkan MIT App Inventor digunakan sebagai antarmuka untuk mengontrol lampu dan memantau data sensor.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi

Database MySQL dijalankan melalui Flyenv. Sebelum backend dijalankan, layanan PHP, MySQL, dan Apache harus berada dalam kondisi aktif. Backend kemudian dijalankan menggunakan perintah `npm run dev`. Koneksi antara aplikasi dan server menggunakan alamat IP server. Apabila IP berubah akibat perubahan koneksi jaringan atau restart router maupun laptop, alamat IP pada konfigurasi MIT App Inventor perlu diperbarui agar komunikasi data dapat kembali berjalan.

Hasil integrasi perangkat lunak menunjukkan bahwa data sensor dapat dikirim ke database dan diteruskan ke aplikasi sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara real-time. Pengguna juga dapat memberikan perintah untuk mengendalikan kondisi kedua lampu dari aplikasi.

4.3. Pengujian Sensor PIR dan Lampu

Pengujian sensor PIR dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi keberadaan atau gerakan manusia sebagai dasar pengendalian Lampu I. Sensor PIR menghasilkan nilai biner. Nilai 0 menunjukkan tidak terdapat gerakan sehingga Lampu I berada pada kondisi OFF, sedangkan nilai 1 menunjukkan adanya gerakan sehingga Lampu I berada pada kondisi ON. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali dengan kondisi yang berbeda dan seluruh hasil dinyatakan valid.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara masukan sensor PIR dan keluaran Lampu I telah berjalan sesuai logika yang dirancang. Ketika terdapat gerakan, sistem memberikan respons berupa penyalan lampu, sedangkan ketika tidak terdapat gerakan, lampu tidak menyala. Dengan demikian, sensor PIR dapat digunakan sebagai pemicu otomatis untuk mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian saklar secara manual.

Hasil integrasi perangkat lunak menunjukkan bahwa data sensor dapat dikirim ke database dan diteruskan ke aplikasi sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara real-time. Pengguna juga dapat memberikan perintah untuk mengendalikan kondisi kedua lampu dari aplikasi.

Tabel 1. Pengujian Sensor PIR dengan Lampu I.

Kondisi PIR	Deteksi	Kondisi Lampu I	Hasil
0	Tidak ada gerakan	OFF	Valid
1	Ada gerakan	ON	Valid

Berdasarkan pengujian tersebut, seluruh skenario pengujian PIR menunjukkan status valid. Hal ini memperlihatkan bahwa ESP8266 mampu menerjemahkan nilai sensor menjadi perintah kepada relay untuk mengatur Lampu I.

4.4. Pengujian Sensor LDR dan Lampu II

Sensor LDR digunakan untuk membaca intensitas cahaya dan menentukan kondisi pengendalian Lampu II. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat tiga kondisi nilai LDR, yaitu kondisi Aman dengan nilai kurang dari 500, kondisi Waspada dengan nilai 500–800, dan kondisi Darurat dengan nilai lebih dari 800. Kondisi Aman dan Waspada menghasilkan Lampu II OFF, sedangkan kondisi Darurat menghasilkan Lampu II ON.

Tabel 2. Pengujian Sensor LDR dengan Lampu II.

Kondisi	Nilai LDR	Kondisi Lampu II	Hasil
Aman	<500	OFF	Valid
Waspada	500-800	OFF	Valid
Darurat	>800	ON	Valid

Pengujian dilakukan sebanyak enam kali dan seluruh hasil menunjukkan status valid. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor LDR dapat membaca perubahan intensitas cahaya dan sistem memberikan respons sesuai dengan batas nilai yang telah ditentukan.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pengendalian Lampu II tidak hanya bergantung pada kondisi ON atau OFF sensor, tetapi menggunakan ambang nilai untuk menentukan respons sistem. Nilai LDR yang lebih dari 800 menghasilkan kondisi Darurat dan menyebabkan Lampu II menyala, sedangkan nilai sampai dengan 800 belum menyebabkan lampu menyala. Mekanisme ini menunjukkan bahwa logika kendali yang dibuat pada ESP8266 telah sesuai dengan skenario pengujian.

4.5. Pengujian Sensor PZEM-004T CT

Sensor PZEM-004T CT digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir pada beban lampu. Berdasarkan hasil pengujian, ketika lampu menyala, sensor menunjukkan pembacaan arus sebesar 0,03 ampere. Nilai tersebut kemudian dikirim dan ditampilkan pada sistem untuk kebutuhan monitoring secara real-time.

Nilai pembacaan tersebut menunjukkan bahwa sistem tidak hanya menjalankan fungsi kontrol lampu, tetapi juga menyediakan informasi mengenai kondisi arus listrik. Dengan adanya pembacaan arus, pengguna dapat memperoleh informasi tambahan mengenai kondisi kelistrikan sistem melalui mekanisme monitoring.

4.6. Integrasi Sistem dan Aplikasi

Integrasi sistem dilakukan dengan menghubungkan ESP8266, sensor, relay, backend Node.js, database MySQL, dan aplikasi MIT App Inventor. Data sensor yang diperoleh ESP8266 diproses dan dikirimkan melalui backend menuju database, kemudian informasi tersebut dapat ditampilkan pada aplikasi pengguna. Sebaliknya, perintah dari aplikasi dapat digunakan untuk mengendalikan kondisi lampu melalui sistem.

Gambar 1 menunjukkan rancangan alur sistem, sedangkan Gambar 2 menunjukkan keterhubungan perangkat keras pada wiring diagram. Implementasi fisik perangkat ditampilkan pada Gambar 3, sedangkan tampilan aplikasi pengguna ditampilkan pada Gambar 4.

Hasil integrasi menunjukkan bahwa keseluruhan komponen dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sistem mampu membaca kondisi lingkungan melalui sensor LDR dan

PIR, memantau arus melalui PZEM-004T CT, serta mengendalikan Lampu I dan Lampu II sesuai dengan logika yang telah ditentukan.

4.6. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan seluruh pengujian, sistem menunjukkan kesesuaian antara masukan sensor dan keluaran lampu. Pada Lampu I, nilai PIR digunakan sebagai indikator keberadaan gerakan. Nilai 1 menghasilkan kondisi ON, sedangkan nilai 0 menghasilkan kondisi OFF. Pada Lampu II, nilai LDR digunakan untuk membagi kondisi pencahayaan menjadi Aman, Waspada, dan Darurat. Dua kondisi pertama menghasilkan OFF, sedangkan kondisi Darurat menghasilkan ON.

Hasil tersebut mendukung tujuan awal penelitian untuk menghasilkan sistem pencahayaan yang dapat bekerja secara otomatis dan dapat dikendalikan dari jarak jauh. Integrasi dengan aplikasi MIT App Inventor juga memungkinkan pengguna memantau intensitas cahaya, keberadaan gerakan, serta kondisi arus listrik tanpa harus berada langsung di lokasi.

Selain fungsi pengendalian, sistem memberikan fungsi monitoring energi listrik secara real-time. Dengan demikian, implementasi ESP8266 bersama sensor PIR, LDR, dan PZEM-004T CT tidak hanya menghasilkan otomatisasi pencahayaan, tetapi juga menyediakan informasi kondisi lingkungan dan kelistrikan yang dapat digunakan pengguna dalam melakukan pemantauan. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi fungsi yang dirancang, yaitu kontrol lampu otomatis, kontrol jarak jauh, dan monitoring kondisi sistem secara real-time.

5. Perbandingan

Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol lampu berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor PIR, sensor LDR, sensor PZEM-004T CT, modul relay, database MySQL, backend Node.js, Flyenv, dan aplikasi MIT App Inventor. Integrasi tersebut memungkinkan proses pengendalian lampu dilakukan secara otomatis berdasarkan kondisi sensor serta secara jarak jauh melalui aplikasi pengguna.

Dibandingkan dengan sistem kontrol lampu konvensional yang masih menggunakan saklar secara manual, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memberikan mekanisme pengendalian yang lebih terintegrasi. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau gerakan manusia sebagai dasar pengendalian Lampu I, sedangkan sensor LDR digunakan untuk membaca intensitas cahaya sebagai dasar pengendalian Lampu II. Selain pengendalian lampu, penggunaan sensor PZEM-004T CT memungkinkan sistem melakukan pemantauan arus listrik pada beban lampu.

Dari sisi arsitektur sistem, ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendalian perangkat. Data sensor dikirimkan ke database MySQL melalui backend Node.js yang dijalankan menggunakan Flyenv. Selanjutnya, aplikasi MIT App Inventor digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk memantau data sensor dan memberikan perintah pengendalian lampu. Arsitektur tersebut memberikan hubungan antara perangkat keras, server, database, dan aplikasi pengguna dalam satu sistem.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian lampu berdasarkan sensor dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Pada Lampu I, ketika sensor PIR bernilai 1 atau mendeteksi gerakan, lampu berada pada kondisi ON, sedangkan ketika tidak terdapat gerakan lampu berada pada kondisi OFF. Pada Lampu II, nilai LDR kurang dari 500 dan nilai 500–800 menghasilkan kondisi OFF, sedangkan nilai LDR lebih dari 800 menghasilkan kondisi ON. Pengujian sensor PIR dilakukan sebanyak empat kali dan seluruh kondisi dinyatakan valid, sedangkan pengujian sensor LDR dilakukan sebanyak enam kali dan seluruh kondisi juga dinyatakan valid.

Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi beberapa komponen dalam satu sistem, yaitu deteksi keberadaan manusia menggunakan PIR, pengukuran intensitas cahaya menggunakan LDR, pemantauan arus menggunakan PZEM-004T CT, pengendalian menggunakan relay, serta komunikasi data melalui ESP8266, Node.js, MySQL, Flyenv, dan MIT App Inventor. Integrasi tersebut mendukung pengendalian lampu dan pemantauan kondisi sistem secara real-time.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem kontrol lampu berbasis Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP8266 berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan sensor PIR, LDR, dan PZEM-004T CT. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan gerakan manusia dan mengendalikan Lampu I, sedangkan sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya dan mengendalikan Lampu II. Sensor PZEM-004T CT digunakan untuk memantau arus listrik pada beban lampu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian sensor PIR dan LDR memberikan hasil valid. Sensor PIR mampu mengendalikan Lampu I berdasarkan kondisi ada atau tidaknya gerakan, sedangkan sensor LDR mampu membedakan kondisi pencahayaan dengan ambang nilai yang telah ditentukan, yaitu kondisi Aman di bawah 500, Waspada pada rentang 500–800, dan Darurat di atas 800. Pada kondisi Darurat, Lampu II menyala, sedangkan pada kondisi Aman dan Waspada Lampu II tetap mati. Sensor PZEM-004T CT juga menunjukkan pembacaan arus sebesar 0,03 A ketika lampu menyala.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa rancangan sistem telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menyediakan sistem pencahayaan yang dapat bekerja secara otomatis sekaligus memungkinkan pengguna melakukan monitoring dan pengendalian dari jarak jauh. Integrasi ESP8266 dengan backend Node.js, database MySQL melalui Flyenv, dan aplikasi MIT App Inventor memungkinkan data sensor dan kondisi lampu dipertukarkan secara real-time. Pengguna dapat memantau intensitas cahaya, keberadaan gerakan, serta arus listrik dan mengendalikan kondisi ON/OFF kedua lampu melalui smartphone.

Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi fungsi otomatisasi pencahayaan, pemantauan arus listrik, dan pengendalian jarak jauh dalam satu sistem berbasis ESP8266. Sistem tersebut dapat membantu mengurangi risiko pemborosan energi akibat kelalaian pengguna dalam mematikan lampu secara manual serta meningkatkan kemudahan dan kenyamanan dalam pengendalian pencahayaan ruangan.

Keterbatasan penelitian terdapat pada jumlah dan variasi skenario pengujian yang masih terbatas. Pengujian selanjutnya disarankan untuk menggunakan lebih banyak kombinasi kondisi sensor, termasuk perubahan intensitas cahaya yang cepat, keberadaan beberapa orang secara bersamaan, dan kondisi lonjakan arus. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor lingkungan seperti DHT22, MQ-2, MQ-135, atau sensor asap sehingga fungsi sistem dapat diperluas dari kontrol dan monitoring lampu menjadi sistem monitoring kondisi lingkungan ruangan yang lebih menyeluruh.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi: Tania Pingki Agustin dan Priyadi; Metodologi: Tania Pingki Agustin; Perangkat Lunak: Tania Pingki Agustin; Validasi: Tania Pingki Agustin, Priyadi dan Candra Supriadi; Analisis formal: Tania Pingki Agustin; Investigasi: Tania Pingki Agustin; Sumber daya: Tania Pingki Agustin, Priyadi dan Candra Supriadi; Kurasi data: Tania Pingki Agustin; Penulisan—persiapan draf asli: Tania Pingki Agustin; Penulisan—peninjauan dan penyuntingan: Priyadi dan Candra Supriadi; Visualisasi: Tania Pingki Agustin; Supervisi: Priyadi; Administrasi proyek: Tania Pingki Agustin; Akuisisi pendanaan: Tidak ada.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data: Data penelitian yang mendukung hasil penelitian ini tersedia dari penulis berdasarkan permintaan yang wajar.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama pelaksanaan penelitian serta penyusunan artikel ini.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Referensi

- [1] T. Ardiyanto and C. Supriadi, "Rancang bangun sistem monitoring deteksi dini kebakaran ruang server berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 34–35, 2024.
- [2] D. A. Handoko and A. Priyadi, "Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT studi kasus PT Maju Jaya Ambarawa," *Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 31, no. 1, pp. 30–40, 2025.
- [3] Y. Tambing, "Prototype sistem kontrol lampu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 2024.
- [4] N. Pratiwi and A. Y. Wardana, "Rancang bangun sistem pengendalian lampu pada Musholla Ar-Rahma menggunakan mikrokontroler ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Surya Energy*, 2025.
- [5] T. Agistia and R. Trisudarmo, "Implementasi sistem kontrol lampu pintar menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk," *Jurnal Imagine*, 2025.
- [6] D. R. Hadiatullah, L. Farosanti, and M. C. Rizky, "Optimalisasi smart home berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 untuk efisiensi energi," *Jurnal FASILKOM*, 2025.
- [7] H. Angelina, A. S. Asep, and S. Susi, "Implementasi kendali lampu jarak jauh berbasis ESP8266 terintegrasi Google Assistant di SMK Negeri 1 Ciruas," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 641–648, 2026.
- [8] A. Sandi, M. Nuzuluddin, and B. D., "IoT sistem pemantauan dan kontrol pencahayaan lampu jalan berbasis IoT," *Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika dan Komputer*, 2026.
- [9] D. Dandy and D. Lasut, "Perancangan sistem smart room dengan modul NodeMCU ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Sistem Komputer (SISKOM)*, vol. 6, no. 1, pp. 11–18, 2026.
- [10] E. Dinata, T. Kalsum, and Y. Rozzi, "Perancangan sistem keamanan rumah pintar menggunakan ESP8266 berbasis IoT," *Jurnal Multidisiplin Debasen (MUDE)*, 2025.
- [11] C. E. P. Bojoh, J. Kowaas, and K. Santa, "Implementasi sistem SmartLamp untuk menyalakan dan mematikan lampu berbasis IoT pada ruangan lab komputer," *Journal of Information Systems and Technology*, 2025.
- [12] M. R. P. L. Mohamad, F. Haris, and Zainul A., "Efisiensi konsumsi energi listrik pada sistem pencahayaan ruang kelas melalui pengembangan sistem kontrol lampu ruang kelas berbasis Internet of Things dan aplikasi web," *Jurnal Pengembangan Teknologi dan Ilmu Komputer*, 2025.
- [13] C. D. Maharani, J. Simmie, and Z. R. S. Elsi, "Perancangan lampu menggunakan konsep Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 2026.
- [14] S. Sujono and E. Masyudi, "Rancang bangun otomatisasi lampu ruangan berbasis Internet of Things dengan kendali web server lokal," *Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, 2026.
- [15] F. K. M. Farhan, P. A. Anandhit, and F. A. Falih, "Sistem lampu otomatis berbasis IoT untuk penghematan energi," *Jurnal Indonesian Dissemination of Engineering and Applied Technology Research Application*, 2026.
- [16] F. A. A. Fawwaz, Y. M. Farhan, and M. A. R. P. Muhamad, "Sistem smart home berbasis IoT untuk monitoring dan kontrol perangkat rumah tangga," *Jurnal Indonesian Dissemination of Engineering and Applied Technology Research Application*, 2026.
- [17] W. N. A. S., D. A., D. F., and Z. A. R., "Implementasi sistem lampu otomatis berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, pp. 19560–19563, 2026.
- [18] P. F. Wantalangi, A. A. Kenap, and S. C. Kumajas, "Sistem kendali lampu jalan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) di Desa Rerer Satu," *Jurnal Komputer dan Informatika*, 2026.
- [19] M. N. Aulia, K. Udiatma, W. Y. Rizky, and A. Y. Pratama, "Sistem keamanan dan kendali lampu rumah berbasis Internet of Things," *Jurnal Ramatekno*, 2026.
- [20] A. S. Ade, H. Angelina, and A. S. Agus, "Implementasi sistem otomatisasi Internet of Things sebagai penghematan energi listrik pada lampu LED-14 berbasis mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) dan Bot Telegram di Perumahan Griya Sutera Balaraja," *Jurnal Faktor Exacta*, 2026.