

Implementasi Sistem Otomatisasi Internet of Things Sebagai Penghematan Energi Listrik Pada Lampu LED-14 Base On Mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) Dan Bot. Telegram Di Perumahan Griya Sutera Balaraja

Ade Sumaedi¹, Angelina Hadriani², Agus Suhendi³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Dec 14, 2024

Revised Oct 10, 2025

Accepted Oct 11, 2025

Keywords:

Internet of Things,
ESP8266(NodeMCU),
Microcontroller,
Telegram Bot,
Energy Saving
LED Lamp-14

ABSTRACT

Enhancing electrical energy efficiency is a priority in current technological development. This study designs and implements an Internet of Things (IoT)-based automation system to minimize electricity consumption for LED lighting in the Perumahan Griya Sutera Balaraja. The system utilizes an ESP8266 (NodeMCU) microcontroller integrated with an Android application and a Telegram bot for remote management. This architecture enables real-time monitoring and control, facilitating effective energy conservation. The development process encompassed hardware design and firmware programming via the Arduino IDE. Results demonstrate a significant reduction in electricity consumption by optimizing illumination schedules to eliminate unnecessary usage. Consequently, this integration offers an effective and efficient solution for residential energy management.

Copyright © 2025 Universitas Indraprasta PGRI.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Ade Sumaedi,
Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pamulang
Jl. Surya Kencana No.1, Pamulang, Kota Tangerang Selatan
Email: adesumaedi10093@unpam.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, permintaan terhadap energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan teknologi dan pertumbuhan populasi manusia. Namun, keterbatasan sumber daya energi serta dampak negatif terhadap lingkungan akibat konsumsi energi yang berlebihan menjadi isu penting yang harus diperhatikan oleh masyarakat global. Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk mengurangi konsumsi energi listrik adalah melalui penerapan teknologi otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT). Pemanfaatan IoT dalam sistem otomatisasi menawarkan berbagai keuntungan, khususnya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Teknologi ini memungkinkan pengelolaan serta pemantauan perangkat listrik secara real-time dan dari jarak jauh, sehingga penggunaan energi dapat diatur secara lebih optimal. Contoh konkret penerapan IoT yang menunjukkan potensi signifikan adalah pada sistem pengendalian lampu penerangan, yang memungkinkan perangkat dihidupkan atau dimatikan secara remote sesuai kebutuhan [1]. Penerapan sistem pencahayaan yang hemat energi pada lingkungan perumahan memiliki potensi untuk secara signifikan menurunkan konsumsi listrik. Lampu LED-14, yang dikenal karena efisiensi energinya yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu pijar konvensional, menjadi pilihan yang tepat untuk diintegrasikan ke dalam sistem otomatisasi pencahayaan. Integrasi lampu LED-14 dengan teknologi Internet of Things (IoT), khususnya melalui mikrokontroler ESP8266 dan platform komunikasi berbasis Bot Telegram, diharapkan dapat menghasilkan sistem pencahayaan yang cerdas serta lebih efisien dalam penggunaan energi.

Pemilihan mikrokontroler ESP8266 didasarkan pada kemampuan konektivitasnya yang baik dan biaya implementasi yang relatif rendah. Mikrokontroler ini mampu terhubung ke jaringan Wi-Fi dan dikendalikan melalui aplikasi berbasis Android, sehingga penghuni rumah dapat mengatur lampu secara jarak jauh menggunakan smartphone mereka. Selain itu, pemanfaatan Bot Telegram sebagai media komunikasi memberikan fleksibilitas tambahan dalam pengelolaan dan pemantauan sistem pencahayaan. Platform ini memungkinkan interaksi yang responsif antara pengguna dan sistem, di mana pengguna dapat mengirim perintah untuk menghidupkan atau mematikan lampu, mengatur jadwal pencahayaan, serta menerima notifikasi mengenai status sistem.

Dengan demikian, integrasi lampu LED-14, mikrokontroler ESP8266, dan Bot Telegram menciptakan sistem pencahayaan yang tidak hanya memudahkan pengelolaan jarak jauh tetapi juga membantu penghuni rumah mengoptimalkan penggunaan energi. Implementasi fitur-fitur ini memungkinkan pengaturan pencahayaan sesuai kebutuhan aktual, sehingga potensi pemborosan listrik dapat diminimalkan secara efektif.

Mengutip dari ulasan peneliti terdahulu dengan judul "Implementasi Sistem Otomatisasi Rumah Pintar Berbasis IoT dengan Mikrokontroler ESP8266," penelitian ini mengeksplorasi penggunaan mikrokontroler ESP8266 untuk membuat sistem otomatisasi rumah pintar. Sistem ini memungkinkan kontrol jarak jauh untuk pencahayaan dan suhu ruangan melalui aplikasi mobile. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan bagi penghuni rumah [2]. Selanjutnya, ulasan peneliti terdahulu dengan judul "Penghematan Energi Listrik Melalui Sistem Kontrol Pencahayaan Berbasis Sensor dan Mikrokontroler," penelitian ini memfokuskan pada penggunaan sensor cahaya dan gerak yang terintegrasi dengan mikrokontroler untuk mengontrol pencahayaan. Tujuan utamanya adalah menghemat energi listrik dengan mematikan lampu secara otomatis saat ruangan tidak digunakan dan menyesuaikan intensitas cahaya sesuai kebutuhan. Selanjutnya, ulasan penulis terdahulu dengan judul "Desain dan Implementasi Sistem Otomatisasi Pencahayaan Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU dan Telegram Bot," penelitian ini membahas penggunaan NodeMCU dan Telegram Bot untuk mengendalikan pencahayaan di rumah. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol lampu melalui aplikasi Telegram, memberikan fleksibilitas dalam pengontrolan jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat dalam hal kenyamanan dan efisiensi energi [3].

Pernyataan mengenai perbedaan dan persamaan dari ketiga penulis terdahulu di atas menunjukkan bahwa penelitian yang penulis susun ini memiliki beberapa kesamaan dengan penelitian-penelitian terdahulu, terutama dalam penggunaan teknologi IoT dan mikrokontroler untuk mengimplementasikan sistem otomatisasi pencahayaan. Penelitian ini, seperti penelitian yang menggunakan ESP8266 dan NodeMCU, menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan. Namun, penelitian ini berbeda dalam hal penggunaan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) dan integrasi dengan Bot Telegram sebagai media kontrol utama, yang memberikan pendekatan baru dalam pengontrolan pencahayaan. Selain itu, fokus penelitian ini adalah pada penerapan di lingkungan perumahan, khususnya di Perumahan Griya Sutera Balaraja Blok A5 No. 2 RT.03 RW.03 Desa Talagasari, Kec. Balaraja, Kab. Tangerang-Banten, yang berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang mungkin lebih umum atau berfokus pada gedung perkantoran [2]. Oleh karena itu, penelitian ini mengadaptasi konsep dasar dari penelitian sebelumnya namun dengan objek dan teknologi yang berbeda, yaitu perumahan dan penggunaan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) serta Bot Telegram. Hal ini menempatkan penelitian yang penulis susun pada posisi unik dalam upaya mengoptimalkan penghematan energi listrik di perumahan melalui sistem otomatisasi berbasis IoT.

Tujuan dari penerapan teknologi IoT dalam sistem pencahayaan ini tidak hanya memberikan manfaat dari segi efisiensi energi, tetapi juga membuka peluang untuk integrasi dengan sistem smart home lainnya. Dengan sistem yang terintegrasi, berbagai perangkat rumah tangga dapat berkomunikasi dan bekerja sama untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman, aman, dan hemat energi. Selain itu, sistem ini akan dilengkapi dengan aplikasi berbasis Android, yang memungkinkan penghuni perumahan untuk mengendalikan lampu dari jarak jauh menggunakan smartphone mereka. Penggunaan Bot Telegram sebagai platform komunikasi juga akan memberikan kemudahan dan fleksibilitas bagi pengguna dalam mengelola dan memantau sistem pencahayaan. Dengan adanya sistem ini, penghuni dapat mengoptimalkan penggunaan lampu sesuai kebutuhan, mengurangi pemborosan energi, dan menghemat biaya [3].

2. METODE

Metode penelitian ini dirancang untuk mengimplementasikan sistem otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT) yang bertujuan menghemat energi listrik pada lampu LED-14. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 dan integrasi dengan Bot Telegram, yang diterapkan di Perumahan Griya Sutera Balaraja. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sistem yang efisien dalam mengontrol penggunaan listrik, yang dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh oleh pengguna [4]. Berikut ini beberapa poin pada metode penelitian, meliputi:

Implementasi Sistem Otomatisasi Internet of Things Sebagai Penghematan Energi Listrik Pada.... (Ade Sumaedi)

1. Studi Literatur

Tahap awal dalam penelitian ini dilakukan melalui studi literatur yang komprehensif. Kajian literatur yang dilakukan mencakup berbagai topik yang relevan, antara lain teknologi Internet of Things (IoT), pemanfaatan mikrokontroler ESP8266, implementasi Bot Telegram sebagai platform komunikasi, serta efisiensi energi pada lampu LED. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai konsep dasar, prinsip kerja, serta perkembangan terkini dalam bidang-bidang yang menjadi fokus penelitian. Dengan demikian, studi literatur ini memberikan landasan teoritis yang kuat untuk perancangan dan implementasi sistem otomatisasi pencahayaan berbasis IoT [4].

2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan, penelitian ini menemukan beberapa isu mendasar terkait penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan di Perumahan Griya Sutera Balaraja:

- a. Sistem pengelolaan dan pemantauan lampu LED di lingkungan tersebut belum dilengkapi dengan mekanisme otomatis, sehingga pengecekan dan kontrol pencahayaan masih dilakukan secara manual. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penggunaan energi yang tidak efisien dan kurang optimal.
- b. Penelitian ini mengidentifikasi kebutuhan akan pengembangan sistem otomatisasi pengendalian pencahayaan berbasis Internet of Things (IoT). Saat ini, belum terdapat implementasi sistem yang memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan software pemrograman Arduino IDE. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat menyediakan kontrol jarak jauh yang efisien dan meningkatkan efektivitas penggunaan energi listrik pada lampu LED di perumahan tersebut..

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus pengembangan, antara lain:

- a. Bagaimana pengaruh penerapan sistem pengendalian otomatis pada lampu LED-14 berbasis Internet of Things (IoT) serta bagaimana mekanisme kontrol yang dihasilkan dari rancangan sistem tersebut?
- b. Bagaimana implementasi pengendalian sistem pencahayaan berbasis IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan pemrograman melalui Arduino IDE?

4. Pembatasan Permasalahan Penelitian

Untuk memastikan fokus kajian dan analisis dalam penelitian ini, perlu ditetapkan batasan masalah yang jelas. Penetapan batasan ini bertujuan agar pembahasan penelitian tetap terarah dan hasil yang dicapai sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dalam konteks penelitian ini, batasan masalah difokuskan pada kajian dan analisis pengendalian sistem penerangan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Dengan demikian, penelitian ini secara spesifik menitikberatkan pada implementasi pengendalian pencahayaan berbasis IoT, tanpa membahas aspek lain yang berada di luar lingkup tersebut.

5. Ruang Lingkup Masalah

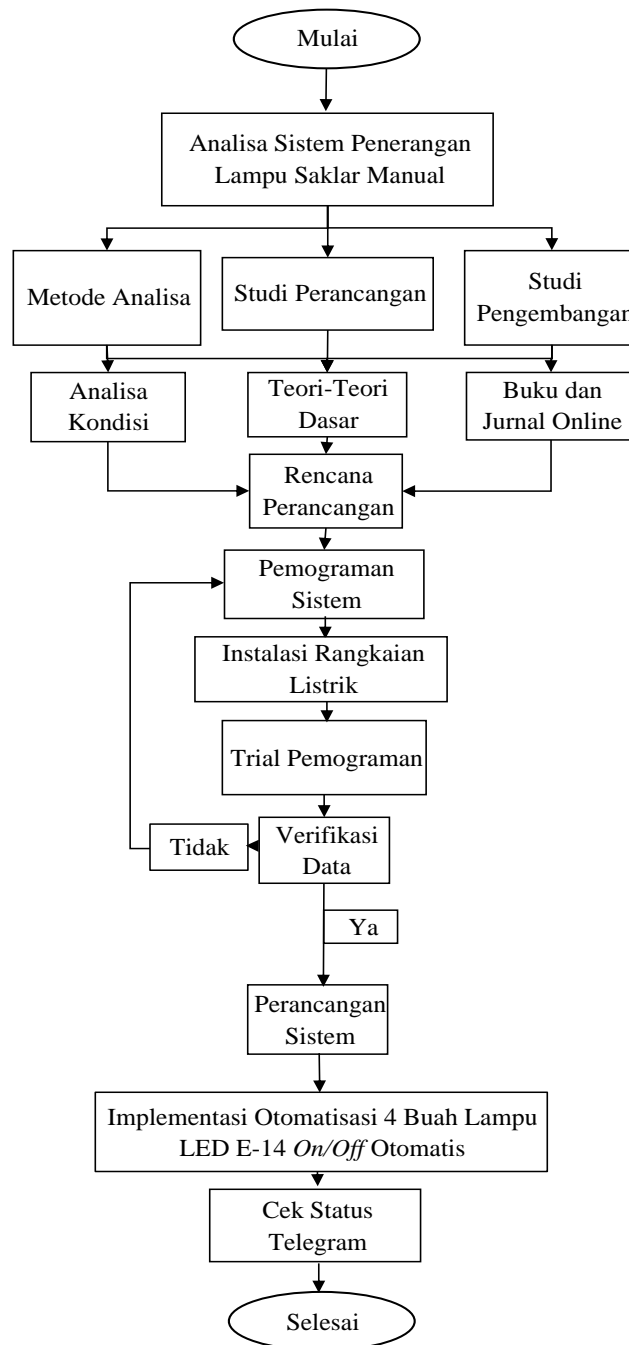
Dalam penelitian ini, ruang lingkup masalah dibatasi pada pemanfaatan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengendalian sistem penerangan. Proses operasional sistem melibatkan aliran listrik yang disalurkan dari power supply melalui kabel jumper female connector, yang kemudian dikendalikan dan dipantau menggunakan aplikasi Bot Telegram. Pendekatan ini memungkinkan interaksi jarak jauh antara pengguna dan sistem pencahayaan, sehingga pengendalian dapat dilakukan secara efisien dan responsif.

6. Tujuan Penelitian

Berdasarkan beberapa poin yang telah dijelaskan dalam proses penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai oleh penulis adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis dampak penerapan pengendalian otomatis pada sistem lampu LED-14 serta melakukan evaluasi terhadap efektivitas pengendalian hasil perancangan sistem tersebut.
- b. Untuk memahami pengendalian melalui Internet of Things (IoT) dan meningkatkan pengetahuan pengguna tentang mikrokontroler serta Bot Telegram dalam pengembangan dan pengendalian otomatisasi lampu penerangan menggunakan IoT.

Gambar 1 adalah diagram alur penelitian yang penulis tetapkan:



Gambar 1. Diagram Alur Metode Penelitian

Salah satu konsep utama yang menjadi dasar penelitian ini adalah Internet of Things (IoT), yaitu pengembangan teknologi internet yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan berbagai aktivitas secara otomatis. Dalam penelitian ini, sistem fisik atau perangkat keras menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke jaringan internet, dengan pemrograman dan pengendalian dilakukan melalui software Arduino IDE. Pendekatan ini memungkinkan integrasi antara perangkat keras dan jaringan digital sehingga sistem dapat beroperasi secara otomatis dan terkontrol. [5]. Berdasarkan hasil pengumpulan metode dan bahan penelitian, penulis melakukan kegiatan penelitian yang dituangkan dalam karya berjudul “Implementasi Sistem Otomatisasi Internet of Things untuk Penghematan Energi Listrik pada Lampu LED-14 Berbasis Mikrokontroler ESP8266 dan Bot Telegram di Perumahan Griya Sutera Balaraja.” Mengingat perkembangan teknologi yang pesat, terutama dalam bidang otomasi, berbagai sistem otomatisasi telah mulai diterapkan di sektor industri, perkantoran, maupun masyarakat umum di Indonesia.

Dalam penelitian ini, perancangan sistem otomatisasi pengendalian On/Off lampu LED-14 dimulai dari pembuatan program pengendalian lampu dan integrasinya dengan Bot Telegram, yang kemudian diunggah dan dijalankan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selanjutnya, mikrokontroler ini diberi pasokan listrik menggunakan charger handphone (arus mikro), yang terhubung ke Relay Module 4 Channel untuk mengatur aliran listrik ke lampu. Pendekatan ini memungkinkan sistem pencahayaan beroperasi secara otomatis dan dapat dikontrol dari jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sehingga diharapkan penggunaan energi listrik menjadi lebih efisien [6].

Selanjutnya, aliran listrik dari mikrokontroler dialirkan ke empat lampu LED-14, yang pengoperasiannya dikendalikan melalui perintah dari aplikasi Telegram pada sistem Android, memanfaatkan koneksi internet atau Wi-Fi. Pengendalian ini mencakup beberapa fungsi, antara lain: lampu penerangan area depan dapat dinyalakan atau dimatikan secara otomatis, lampu area parkir dikontrol On/Off secara otomatis, lampu penerangan area belakang juga dikendalikan secara otomatis, serta keempat lampu LED-14 dapat dioperasikan secara bersamaan dengan perintah On/Off otomatis. Sistem ini memungkinkan pengaturan pencahayaan yang fleksibel dan efisien sesuai kebutuhan pengguna, sekaligus mendukung penghematan energi listrik. [7]. Perancangan tersebut selanjutnya akan diimplementasikan di Perumahan Griya Sutera Balaraja Blok A5 No.02 RT.03 RW.03 Desa Talagasari Kec. Balaraja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap implementasi sistem otomatisasi lampu LED-14 berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Telegram, terdapat beberapa konsep utama yang diterapkan dalam perancangan sistem. Konsep-konsep ini menjadi dasar operasional sistem dan memastikan bahwa pengendalian pencahayaan dapat berjalan secara otomatis, efisien, serta dapat dipantau dan diatur dari jarak jauh melalui platform digital:

3.1. Perancangan Sistem

1. Perancangan Perangkat Lunak: Tahap perancangan perangkat lunak dilakukan untuk memfasilitasi pembuatan simulasi program pengendalian sistem penerangan berbasis IoT. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino IDE versi 1.8.19, dengan bahasa pemrograman C sebagai dasar pembuatan program untuk mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selain itu, integrasi dengan Bot Telegram digunakan sebagai media aplikasi pada sistem Android, sehingga memungkinkan pengendalian dan pemantauan lampu LED-14 secara jarak jauh melalui platform digital [8].
2. Perancangan Perangkat Keras: Tahap perancangan perangkat keras bertujuan untuk menyusun rangkaian dan peralatan pendukung yang diperlukan dalam pengembangan sistem otomatisasi. Komponen yang digunakan meliputi USB mikro, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, kabel jumper female-to-female, Relay Module 4 Channel, fitting lampu keramik E14, lampu LED-14, steker, aplikasi Telegram pada smartphone Android, serta perangkat pendukung lainnya. Perancangan ini memastikan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dapat berjalan dengan baik sehingga sistem pengendalian lampu LED-14 berbasis IoT dapat dioperasikan secara efektif dan efisien [9].

3.2. Analisis Pengujian Perancangan

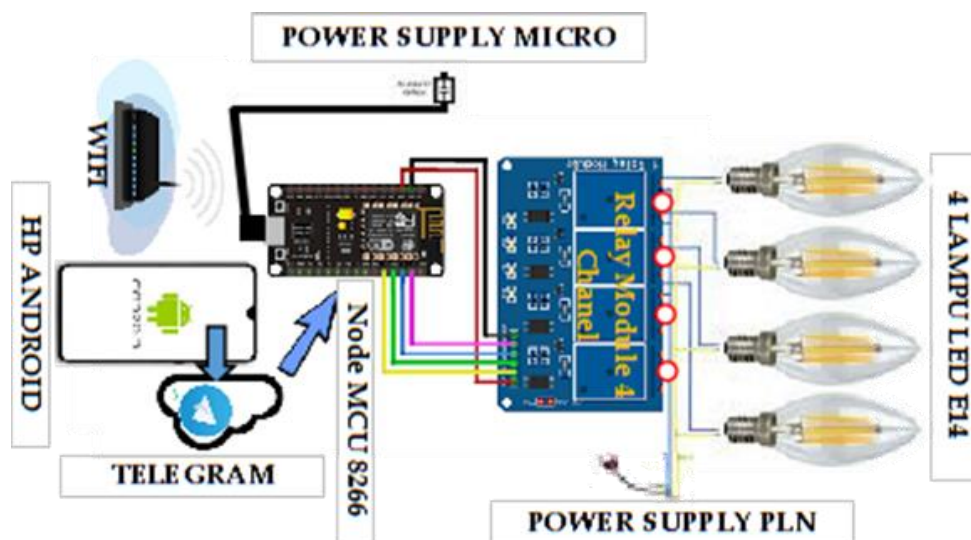
Adapun bagian-bagian yang diambil untuk teknik analisis data adalah:

1. Pengujian Modul Relay 4 Channel: Pengujian terhadap 4 Channel Relay Module dilakukan untuk memastikan modul tersebut mampu membaca informasi yang dikirimkan dari tag, mengevaluasi sejauh mana tag masih dapat terdeteksi oleh sistem, serta memastikan kemampuan modul dalam mengirimkan data secara serial ke mikrokontroler. Proses pengujian ini penting untuk menjamin bahwa sistem pengendalian lampu LED-14 berbasis IoT dapat berfungsi secara akurat dan responsif sesuai dengan perintah yang diterima dari aplikasi Telegram [10].
2. Pengujian 4 Channel Relay Module pada Fitting Lampu Keramik E14: Pengujian ini dilakukan dengan mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsionalitas program yang telah dibuat. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa kondisi pada fitting lampu keramik E14 terbaca dengan benar oleh sistem, tanpa terjadi kesalahan dalam proses eksekusi. Proses pengujian ini penting untuk menjamin bahwa pengendalian lampu LED-14 melalui Relay Module 4 Channel berjalan sesuai dengan rancangan dan dapat dioperasikan secara akurat. [10].
3. Pengujian Black Box Testing: Pengujian black box dilakukan dengan cara mengamati kesesuaian hasil eksekusi program melalui data uji serta memeriksa fungsionalitas dari program yang telah dikembangkan. Berdasarkan analisis yang dilakukan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem

bekerja sesuai dengan rancangan dan memenuhi kriteria fungsional, sehingga dinyatakan layak untuk diimplementasikan pada pengendalian lampu LED-14 berbasis IoT [10].

3.3. Jenis dan Fungsi Komponen Elektronika

Hasil perancangan sistem yang telah dikembangkan dilengkapi dengan berbagai komponen pendukung, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Perancangan perangkat keras ini mencakup penyusunan dan integrasi komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem otomatisasi lampu LED-14 berbasis Internet of Things (IoT). Setiap komponen dipilih dan dirancang secara spesifik untuk mendukung fungsi pengendalian dan pemantauan lampu secara otomatis, sehingga sistem dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Penjelasan mengenai fungsi dan peran masing-masing komponen turut dijabarkan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi hardware dalam sistem ini [11], sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Perancangan Lampu LED-E14

Berikut penjelasan untuk Gambar 2, meliputi:

1. Power supply 220 Volt memiliki peranan krusial dalam sistem otomatisasi lampu LED berbasis ESP8266 dan bot Telegram. Perangkat ini bertugas menyalurkan arus listrik ke modul relay empat saluran, yang selanjutnya mendistribusikan energi ke empat lampu LED-14 sehingga dapat beroperasi dengan baik. Secara teknis, power supply menerima tegangan listrik utama dari sumber AC 220V dan mengubahnya menjadi arus listrik yang sesuai untuk komponen elektronik. Fungsi utamanya adalah menyediakan energi yang stabil dan aman agar setiap perangkat dalam sistem dapat bekerja optimal, sehingga mendukung efektivitas penghematan energi listrik melalui kontrol otomatis berbasis Internet of Things (IoT). [11].
2. Adaptor charger handphone berfungsi sebagai sumber tegangan DC yang stabil untuk mikrokontroler NodeMCU 8266 dalam sistem otomatisasi lampu LED berbasis IoT. Perangkat ini mengubah arus listrik AC dari sumber utama menjadi arus searah (DC) dengan tegangan yang terkontrol, serupa mekanisme pengisian baterai pada charger HP konvensional. Tegangan keluaran adaptor memastikan NodeMCU 8266 menerima energi listrik yang sesuai untuk operasionalnya, mencegah kerusakan akibat fluktuasi arus. Dengan demikian, adaptor berperan penting dalam menjaga kestabilan suplai daya mikrokontroler, memungkinkan sistem pengendalian lampu melalui bot Telegram berjalan secara optimal dan mendukung penghematan energi listrik secara efektif [11].
3. Micro USB berfungsi sebagai media utama untuk transfer daya dan data pada mikrokontroler NodeMCU 8266 dalam sistem otomatisasi lampu LED berbasis IoT. Konektor ini mengalirkan arus listrik DC secara stabil dari sumber daya ke mikrokontroler, memastikan operasional perangkat berlangsung optimal. Selain itu, Micro USB mempermudah integrasi rangkaian karena tidak memerlukan adaptor tambahan atau konektor khusus, sehingga menyederhanakan desain sistem. Dengan kemampuan mentransfer data sekaligus daya, konektor ini mendukung komunikasi dan kontrol NodeMCU melalui bot Telegram, sekaligus menjaga kontinuitas operasional sistem. Peran Micro USB menjadi penting dalam menjamin stabilitas suplai listrik dan efisiensi pengendalian energi. [11].

4. NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan pengolahan dan penyimpanan data internal yang tinggi, sehingga memungkinkan integrasi mudah dengan berbagai sensor dan aplikasi eksternal melalui pin GPIO. Dengan waktu respons yang cepat dan pengembangan yang praktis, perangkat ini sangat sesuai untuk sistem otomatisasi lampu LED berbasis IoT. Desainnya yang ringkas dengan dukungan modul front-end dan integrasi sirkuit eksternal mengurangi kebutuhan papan sirkuit tambahan. Selain itu, NodeMCU ESP8266 dilengkapi chip Wi-Fi yang memungkinkan konektivitas internet mandiri, berfungsi sebagai client atau host, sehingga mendukung kontrol jarak jauh melalui bot Telegram dan memastikan operasional sistem secara efisien [11].
5. Empat (4) Channel Relay Module dimanfaatkan oleh penulis untuk keuntungan dan fungsi berikut ini:
 - a. Dalam perancangan yang dilakukan, relay digunakan sebagai alat otomatisasi dalam rangkaian listrik untuk menyambung atau memutus (switch) aliran tegangan AC maupun DC.
 - b. Relay idealnya diaplikasikan pada sistem dengan tegangan atau arus besar. Dalam penelitian ini, arus listrik dari PLN disalurkan ke lampu LED-14 melalui modul Relay 4 Channel, di mana tegangan tinggi dikonversi menjadi lebih rendah (misalnya dari 220 V menjadi 5 Watt) untuk keamanan dan kompatibilitas dengan perangkat.
 - c. Relay juga berfungsi sebagai solusi untuk pengendalian switch dengan arus besar dan memungkinkan pengoperasian beberapa kontak secara bersamaan. Dalam perancangan ini, modul relay bekerja bersinergi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang berperan sebagai pengontrol utama modul.

Empat Channel Relay Module yang digunakan dalam perancangan ini dirancang khusus untuk dipasangkan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266. Modul ini umumnya kompatibel dengan berbagai tipe NodeMCU ESP8266. Istilah "empat channel" merujuk pada jumlah relay yang terdapat pada modul tersebut, yaitu empat buah, yang memungkinkan pengendalian beberapa perangkat atau lampu secara bersamaan dalam sistem otomatisasi [12].

6. Kabel jumper berperan sebagai media penghubung elektrik antara NodeMCU ESP8266 dan modul relay empat saluran dalam sistem otomatisasi lampu LED berbasis IoT. Kabel ini memudahkan koneksi antarperangkat tanpa perlu proses penyolderan karena setiap ujungnya telah dilengkapi konektor standar. Dalam perancangan ini digunakan jenis konektor female-to-female, yang memungkinkan NodeMCU tersambung langsung ke modul relay dengan aman dan praktis. Selain itu, kabel jumper tersedia dalam variasi male-to-male dan male-to-female, memberikan fleksibilitas dalam berbagai konfigurasi rangkaian. Fungsi utama kabel ini adalah memastikan aliran sinyal dan daya antar komponen berjalan lancar, mendukung operasi sistem secara optimal.

3.4. Hasil Perancangan

Dimana otomatisasi lampu LED-14 berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 melibatkan pengujian sistemnya. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai perangkat utama untuk mengontrol lampu LED-14 secara otomatis. Perintah untuk mengkomunikasikan data menggunakan Telegram dari smartphone Android yang terhubung dengan program bot yang dijalankan menggunakan Arduino Uno [12]. Berikut ini adalah hasil pemrograman yang telah dibuat oleh penulis:

```
#include "CTBot.h"                                     #define LAMPU_DEPAN_OFF "DEPAN_OFF"
// library penghubung bot dan esp8266 CT              #define          LAMPU_RUANG_ATM_ON
Bot myBot;                                             "RUANG_ATM_ON"
// library penghubung bot dan esp8266                #define          LAMPU_RUANG_ATM_OFF
CTBotReplyKeyboard Tbl;                               "RUANG_ATM_OFF"
// inialisasi tombol pada bot                          #define          LAMPU_BELAKANG_ON
CTBotInlineKeyboard TbLp1on, TbLp2on,                "BELAKANG_ON"
TbLp3on, TbLp4on, TbLp1off, TbLp2off,                 #define          LAMPU_BELAKANG_OFF
TbLp3off, TbLp4off, TbLpAllon, TbLpAlloff;           "BELAKANG_OFF"
// inialisasi tombol pada bot                          #define          LAMPU_PARKIRAN_ON
#define Lampu1 D1                                     "PARKIRAN_ON"
#define Lampu2 D2                                     #define          LAMPU_PARKIRAN_OFF
#define Lampu3 D3                                     "PARKIRAN_OFF"
#define Lampu4 D4                                     #define          SEMUA_LAMPU_ON
// inialisasi perintah pada bot                       "Semua_Lampu_ON"
#define LAMPU_DEPAN_ON "DEPAN_ON"                    UNIVERSITAS PAMULANG 47
```

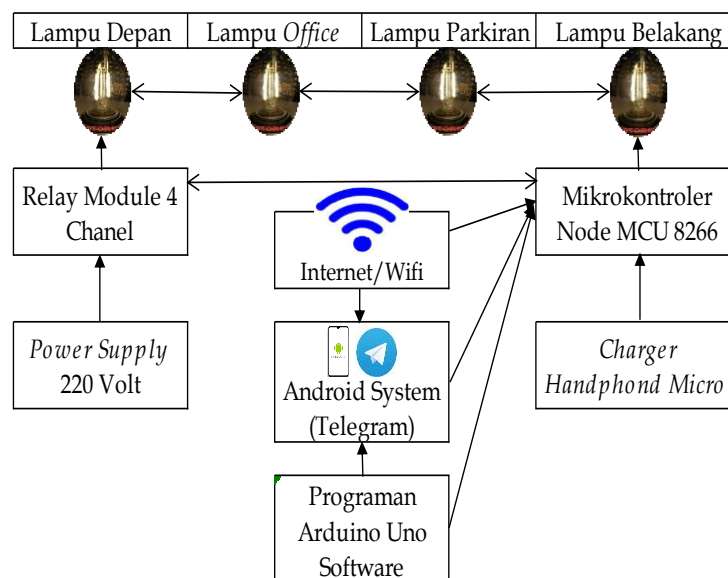
```

#define          SEMUA_LAMPU_OFF          // jika terhubung maka muncul
"Semua_Lampu_OFF"                        pemberitahuan Berhasil terhubung
#define TIDAK "Tidak"                     else
// inialisasi perintah pada bot          Serial.println("\nGagal Terhubung");
String Status_Lampu_Depan;                // jika tidak terhubung maka muncul
String Status_Lampu_Ruang_Atm;            pemberitahuan gagal terhubung
String Status_Lampu_Belakang;             pinMode(Lampu1, OUTPUT);
String Status_Lampu_Parkiran;             pinMode(Lampu2, OUTPUT);
// inialisasi status perintah pada bot    pinMode(Lampu3, OUTPUT);
int Lampu_1 = HIGH;                       pinMode(Lampu4, OUTPUT);
int Lampu_2 = HIGH;                       // perintah yang muncul ketika berhasil
int Lampu_3 = HIGH;                       terhubung
int Lampu_4 = HIGH;                       digitalWrite(Lampu1, HIGH);
// perintah lampu hidup                  digitalWrite(Lampu2, HIGH);
bool TampilkanTombol;                     digitalWrite(Lampu3, HIGH);
String ssid = "ADE-SUMAEDI-87";           digitalWrite(Lampu4, HIGH);
// penghubung koneksi antara modem      // untuk menjalankan perintah pada bot,
esp8266 atau user id                      keterant low dikarenakan modul relay,
String pass = "J4M5BQM7476";             megunakan low level trigger
// password penghubung antara modem ke   Tbl.addButton("Lampu Depan");
esp8266                                    // tomnbl perintah bot bot telegram ke
String          token          =          esp8266 lampu depan
"5641525071:AAHhdExpSOiVomkohsmzlg      Tbl.addButton("Lampu Atm");
vy3ekvZKfsK2o";                          // tomnbl perintah bot bot telegram ke
// penghubung antara bot telegram ke     esp8266 lampu atm
esp8266 const int id = 2119725127;        Tbl.addButton("Lampu Belakang");
void setup() {                             // tomnbl perintah bot bot telegram ke
Serial.begin(115200);                       esp8266 lampu belakang
Serial.println("MENGHUBUNGGKAN...");        UNIVERSITAS PAMULANG 49
myBot.wifiConnect(ssid, pass);              Tbl.addButton("Lampu parkir");
// meng-koneksi jaringan ke esp8266       // tomnbl perintah bot bot telegram ke
menggunakan ssid dan password             esp8266 lampu parkir
UNIVERSITAS PAMULANG 48                   Tbl.addRow();
myBot.setTelegramToken(token);             Tbl.addButton("Semua Lampu ON");
// meng-koneksi antara bot telegaram yang // tomnbl perintah bot bot telegram ke
sudah dibuat ke esp8266                   esp8266 semua lampu hidup
if (myBot.testConnection())                Tbl.addButton("Semua Lampu OFF");
// kondisi dimana bot dan esp8266         // tomnbl perintah bot bot telegram ke
terhubung atau tidak                       esp8266 semua lampu mati
Serial.println("\nBerhasil Terhubung!");   Tbl.addRow();

```

3.5. Flow Perancangan

Sistem ini disajikan dalam bentuk ilustrasi rangkaian listrik dan alur sistem, yang berfungsi sebagai gambaran mengenai tahapan proses yang dijalankan pada sistem otomatisasi On/Off lampu LED-14. Gambar flowchart rancangan, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3, memperlihatkan urutan langkah dan logika pengendalian yang diterapkan dalam perancangan sistem, sehingga memudahkan pemahaman tentang bagaimana perangkat keras dan perangkat lunak berinteraksi dalam operasional sistem otomatisasi:



Gambar 3. Flow Chart Perancangan

Dari Gambar 3. Flow Chart Perancangan bahwa, hasil implementasi sistem otomatisasi IoT untuk menghemat energi listrik pada lampu LED-14 di Perumahan Griya Sutera Balaraja menunjukkan dampak positif secara ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dengan teknologi yang terintegrasi dengan baik dan solusi yang terukur, pengguna dapat mengelola konsumsi energi lebih efektif, mengurangi biaya operasional, serta memberikan kontribusi positif terhadap keberlanjutan lingkungan. Potensi pengembangan lebih lanjut juga membuka peluang untuk meningkatkan fungsionalitas sistem dan mengadaptasinya untuk digunakan lebih luas dalam konteks Smart Home di masa mendatang [13]. Proses pengujian rangkaian listrik dilakukan dengan menghubungkan kedua power supply ke sumber listrik PLN. Arus listrik dialirkan ke komponen-komponen, di mana modul Relay 4 Channel menggunakan electric plugs, sementara mikrokontroler NodeMCU ESP8266 diberi daya melalui kabel charger handphone. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa aliran listrik mencapai seluruh komponen yang terpasang dan tidak terjadi konsleting dalam sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan (OK). Selanjutnya, pengujian terhadap aplikasi Telegram pada smartphone Android dilakukan untuk memverifikasi tampilan dan fungsi bot Telegram. Hal ini diperlihatkan pada gambar yang menampilkan halaman utama bot Telegram, yang digunakan sebagai media kontrol jarak jauh dalam sistem otomatisasi lampu LED-14 berbasis IoT [14].

Pada tahap ini, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4, penulis melakukan pengujian terhadap aplikasi Telegram pada smartphone berbasis Android yang telah diprogram menggunakan Arduino IDE untuk berfungsi sebagai bot Telegram. Proses pengujian melibatkan penghubungan antara akun Telegram penulis dengan bot Telegram yang berjalan pada NodeMCU ESP8266. Koneksi ini menghasilkan pertukaran pesan (messenger), dan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan ekspektasi penulis (OK). Tujuan pengujian koneksi messenger pada Telegram adalah untuk memastikan kesesuaian dan keberhasilan akses antara aplikasi Telegram dan NodeMCU ESP8266, sehingga seluruh sistem perancangan dapat dipantau dan dikendalikan dengan mudah. Penggunaan aplikasi Telegram memungkinkan pengendalian jarak jauh terhadap berbagai fungsi pencahayaan, termasuk Lampu Depan On/Off, Lampu Ruangan On/Off, Lampu Belakang On/Off, Lampu Parkiran On/Off, serta kontrol seluruh lampu secara simultan (All On/All Off). Dengan demikian, proses pengujian ini memastikan bahwa sistem otomatisasi lampu LED-E14 berbasis IoT dapat dioperasikan secara efisien melalui NodeMCU ESP8266. [15].

Selanjutnya, berikut adalah spesifikasi perangkat Android yang digunakan oleh penulis:

1. Hardware Smartphone:
 - a. Prosesor: Minimum quad-core 1.5 GHz, disarankan octa-core untuk performa optimal.
 - b. RAM: Minimum 2 GB, disarankan 4 GB atau lebih untuk menjalankan aplikasi dengan lancar.
 - c. Penyimpanan Internal: Minimum 16 GB, disarankan 32 GB atau lebih untuk mengakomodasi aplikasi dan data.
 - d. Konektivitas: Jaringan seluler 4G LTE.
2. Versi OS Android:
 - a. Minimum OS: Android 6.0 (Marshmallow).

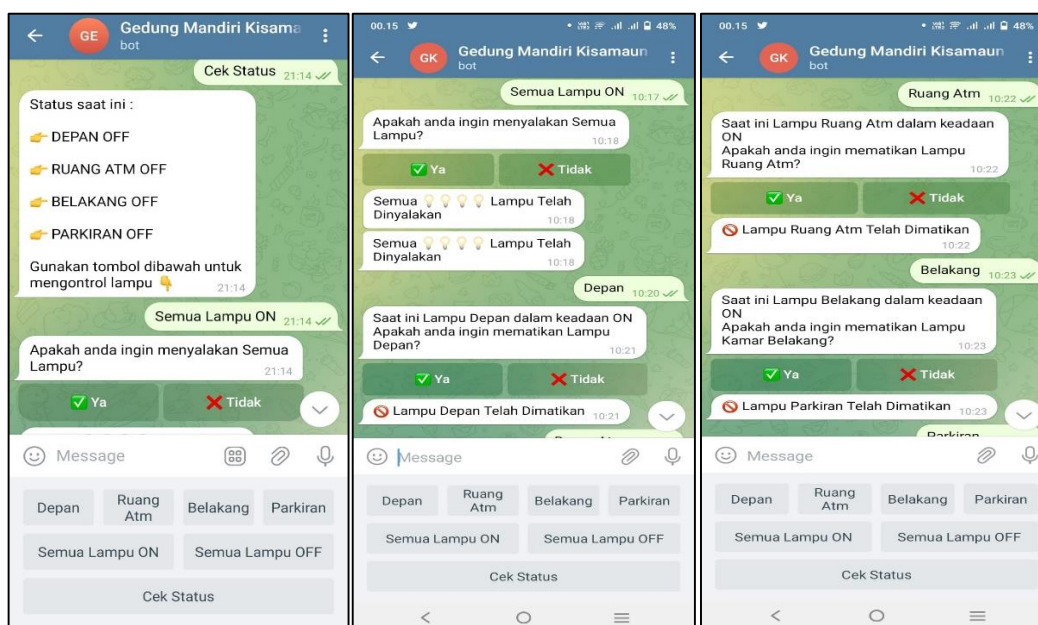
- b. Disarankan OS: Android 9.0 (Pie) atau lebih tinggi untuk mendukung fitur-fitur terbaru dan peningkatan keamanan.

Hasil dari perancangan ini berupa sistem otomatisasi penerangan lampu berbasis IoT yang terintegrasi dengan Telegram Bot. Pada tahap awal, nama pengguna Telegram yang digunakan adalah “Gedung Mandiri Kisamaun”, dan sistem akan mengirimkan notifikasi sesuai dengan pengaturan yang telah dibuat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Dalam implementasinya, pengguna dapat melakukan pengendalian lampu melalui Telegram. Misalnya, dengan memilih opsi “Cek status semua lampu”, sistem akan menampilkan status seluruh lampu, dan pada percobaan awal semua lampu berada dalam kondisi mati. Sistem kemudian memberikan opsi untuk menyalakan seluruh lampu, di mana jika pengguna memilih “Ya”, Telegram mengonfirmasi bahwa semua lampu telah menyala.

Proses serupa dilakukan untuk pengendalian lampu individual. Pada pengujian “Cek lampu depan”, jika tombol lampu depan ditekan, Telegram menampilkan status lampu depan dalam kondisi menyala (ON) dan meminta konfirmasi apakah lampu ingin dimatikan. Jika pengguna memilih “Ya”, sistem mengonfirmasi bahwa lampu depan telah dimatikan. Mekanisme ini juga diterapkan pada lampu belakang, di mana status ON akan ditampilkan dan sistem meminta konfirmasi untuk mematikan lampu, dengan respons serupa apabila dipilih “Ya”. Proses ini dapat diterapkan pada seluruh lampu dalam sistem, sehingga pengguna memiliki kontrol penuh atas pengaturan penerangan melalui Telegram secara real-time [15].

Sesuai dengan perintah pada bot Telegram, kita dapat memilih notifikasi pada Messenger, yang menunjukkan kondisi aktual lampu dalam pemrograman, seperti gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Otomatisasi *Messenger* Telegram Komunikasi Secara *Real Time*

Dari beberapa hasil dan pembahasan penelitian yang telah disampaikan, penulis bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi berbasis IoT yang dapat menghemat energi listrik pada lampu LED di Perumahan Griya Sutera Balaraja. Melalui studi literatur dan analisis dari tiga penelitian terdahulu, dapat dikorelasikan bahwa implementasi teknologi IoT dalam pengaturan penerangan dapat signifikan mengurangi konsumsi energi, meningkatkan efisiensi operasional, dan memberikan dampak positif terhadap lingkungan, dimana:

1. Penggunaan teknologi IoT dalam sistem pencahayaan otomatis efektif untuk mengurangi konsumsi energi.
2. Integrasi bot Telegram meningkatkan kontrol dan kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan sistem otomatisasi rumah.
3. Mikrokontroler ESP8266 adalah pilihan yang handal dan efisien untuk aplikasi otomatisasi di sektor perumahan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkuat temuan-temuan dari penelitian terdahulu, tetapi juga mengkonfirmasi bahwa pengembangan otomatisasi berbasis IoT di sektor perumahan dapat berhasil

mencapai tujuan penghematan energi dan peningkatan kualitas hidup bagi penghuni. Berikut resume tabel data rata-rata per-bulan penghematan energi sebelum dan sesudah perbaikan:

Tabel 1. Perbandingan Penghematan Energi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Keterangan	Sebelum Otomatisasi	Sesudah Otomatisasi	Penghematan
Konsumsi per hari (kWh)	1,12	0,784	0,336 kWh
Biaya per hari (Rp)	1.680	1.176	504
Biaya per bulan (Rp)	50.400	35.280	15.120
Persentase hemat	-	-	30%

Selama proses implementasi, beberapa tantangan teknis dihadapi, seperti keterbatasan jangkauan Wi-Fi dan ketergantungan pada koneksi internet yang stabil. Solusi dalam mengatasi masalah ini termasuk penggunaan repeater Wi-Fi untuk memperluas cakupan jaringan, serta pengembangan mode operasi lokal agar sistem tetap berfungsi tanpa koneksi internet yang stabil. Selanjutnya, implementasi teknologi ini juga memerlukan pertimbangan yang matang dari segi keamanan dan privasi. Konektivitas yang tinggi pada perangkat IoT dapat menjadi celah bagi serangan siber jika tidak diantisipasi dengan baik. Oleh karena itu, perlu adanya langkah-langkah pengamanan yang ketat untuk melindungi data dan sistem dari ancaman yang mungkin timbul, seperti: Enkripsi Komunikasi, Keamanan Kata Sandi yang kuat, Update Firmware secara teratur, Segregasi Jaringan untuk memisahkan perangkat IoT dari jaringan utama, dan langkah-langkah keamanan lainnya yang sesuai dengan praktik terbaik dalam keamanan informasi [14].

4. PENUTUP

Pada aplikasi otomatisasi lampu penerangan LED-E14 berbasis Internet of Things (IoT) yang diterapkan di Perumahan Griya Sutera Balaraja, konsep smarthome digunakan untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat melalui smartphone. Pengguna dapat melihat status perangkat, apakah dalam kondisi ON atau OFF, serta mengatur operasionalnya secara langsung melalui perangkat mobile.

Dari hasil perancangan ini, beberapa kesimpulan dapat ditarik. Pertama, sistem penerangan lampu LED-14 telah mengalami transformasi dari pengendalian manual menjadi otomatis berbasis IoT. Pengguna, termasuk penulis, dapat melakukan pemantauan jarak jauh menggunakan aplikasi Telegram Bot pada sistem Android. Seluruh perangkat dalam sistem terkoneksi ke internet melalui modem, sehingga memudahkan akses dan kontrol.

Kedua, pengendalian sistem melalui aplikasi Telegram Bot pada smartphone Android memberikan notifikasi melalui messenger, sehingga lampu LED-14 dapat dioperasikan secara otomatis. Fitur yang tersedia mencakup pengecekan status lampu, pengendalian Lampu Depan On/Off, Lampu Ruang On/Off, Lampu Belakang On/Off, Lampu Parkiran On/Off, serta kontrol semua lampu secara bersamaan (All On/All Off).

Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai basis IoT, yang meningkatkan keamanan rumah melalui kontrol jarak jauh (Smart Home), meminimalkan risiko kecelakaan, serta memudahkan pemantauan penerangan. Pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini dapat menjadi model bagi kompleks perumahan lain dalam mengimplementasikan sistem serupa, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga mendukung upaya global dalam mengurangi dampak lingkungan akibat konsumsi listrik berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhimaz Purnama Adjhi, Mohamad Rizal Hanafi, Wirmanto Suteddy, "LPG Gas Leak Detection System and LPG Fire Classification Based on Internet of Things and Artificial Intelligence with Telegram Bot as a Monitoring Tool," *Jurnal Faktor Exacta*, Vol. 17, No. 3, Sept 2024 : 241 - 250. eISSN: 2502-339X, pISSN: 1979-276X, DOI: 10.30998/faktorexacta.v17i3.21920.
- [2] Habib Nurfaizal, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Terintegrasi Telegram Menggunakan Mikrokontroler ATmega328" *Jurnal Faktor Exacta*, Vol. 16, No. 1, March 2023, pp. 42-49. eISSN: 2502-339X, pISSN: 1979-276X, DOI: 10.30998/faktorexacta.v16i1.15902.
- [3] M. B. Simanjuntak, N. Lustyantje, and I. Iskandar, "Pembelajaran Berbasis Telegram Group dan Microsoft Team di Kelas Bahasa Inggris (Penilaian berbasis Persepsi Siswa)," *Jurnal Pendidik*. Tambusai, vol. 6, no. 2, pp. 11114-11119, 2022.
- [4] G. C. Lenardo, Herianto, and Y. Irawan, "Pemanfaatan Bot Telegram sebagai Media Informasi Akademik di STMIK Hang Tuah Pekanbaru," *JTIM Jurnal Teknologi Informatika dan Multimed.*, vol. 1, no. 4, pp. 351-357, 2020, doi: 10.35746/jtim.v1i4.59.
- [5] C. Pradhana and T. Machfuroh, "Monitoring Pembakaran Suhu Batu Bata Konvensional Berbasis

- Mikrokontroler Arduino Dan IoT (Internet of Things)". *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 05, no. September, pp. 1–8, 2020, DOI: <http://doi.org/10.25273/jupiter.v5i2.7556>
- [6] R. Suwartika and G. Sembada, "Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ," *Jurnal Elektro-Komputer-Teknik*, vol. 4, no. 1, pp. 62–74, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i1.217.
- [7] I. Salamah, A. Taqwa, and A. T. Wibowo, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot (Internet of Things)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 103–112, 2020.
- [8] P. Chiradeja, "Development of public lighting system with smart ...," *Procedia Computer Science / ScienceDirect*, 2023.
- [9] E. Saif, A. Alharthy, S. Ali, S. Alwahaibi, and R. A. O. Al-malki, "Secured Smart Door Access using IoT," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* vol. 7, no. 04, pp. 1–3, 2022.
- [10] Siale Leekongxue, Li Li, and Tomas Page, "Smart Door Monitoring and Locking System using SIM900 GSM Shield and Arduino UNO," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. V9, no. 04, pp. 47–52, 2020, doi: 10.17577/ijertv9is040011.
- [11] S. Khemakhem, et al., "A comprehensive survey on an IoT-based smart public ...," *ScienceDirect / Elsevier*, 2024.
- [12] C. K. Rao, "A comprehensive review of smart energy management ...," *Elsevier BV*, 2025.
- [13] H. D. Ariessanti, M. Martono, and J. Widiarto, "Sistem Pembuangan Sampah Otomatis Berbasis IOT Menggunakan Mikrokontroler pada SMAN 14 Kab.Tangerang," *CCIT (Creative Communication and Innovative Technology) Journal*, vol. 12, no. 2, pp. 229–240, 2019.
- [14] S. V. Cheerla, V. V. N. Chakravarthy, K. KishoreBabu, V. GopiRam, "Home Automation Using Telegram Bot," *Algorithms for Intelligent Systems — Springer Nature Singapore*, 2022.
- [15] "Smart Grid and IoT for Sustainable Smart Cities: Potential Applications and Future Research Directions," *IEEE / IEEE Smart Grid Bulletin*, 2023.