JTIK
Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi

JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)
p-ISSN : 2087-0868 (media cetak); e-ISSN : 2598-9707 (media online)
Vol. 17, No. 2, September 2026
http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JTIKP

PENGEMBANGAN ALAT PENGONTROL LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Mochamad Januaridwan[1], Nuris Dwi Setiawan[2], Iman Saufik Suasana[3]
[1,2,3] Program Studi S1 Sistem Komputer, Universitas Sains dan Teknologi Komputer Semarang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received July 22, 2026
Revised July 29, 2026
Accepted August 27, 2026

Keywords:

Blynk;
ESP32;
Internet of Things;
Pengontrol Listrik;
Relay;
Smart Office.

ABSTRACT

Efficient electrical energy utilization has become an important necessity in office environments, especially government institutions with many rooms and electronic devices. Electrical devices that are still manually controlled often cause energy waste because they remain turned on when not in use. This study aims to design and implement a remote electrical control system based on the Internet of Things (IoT) at the Department of Public Works and Spatial Planning of Indramayu Regency. The system was developed using an ESP32 microcontroller as the main controller, a relay module as an electronic switch, a 16x2 I2C LCD as local display media, and the Blynk application as a smartphone-based control interface. The research method used was prototyping, through the stages of needs analysis, design, prototype development, testing, evaluation, and system improvement. The results show that the system is able to remotely control lamps through the internet, display device status in real time, and provide fast and stable responses. The implementation of this system has the potential to improve electricity efficiency, reduce operational costs, and support the smart office concept in government institutions.

Corresponding Author:

Mochamad Januaridwan,
Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Semarang
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Email: m.januaridwan@gmail.com

OPEN ACCESS
CC BY SA

1. INTRODUCTION

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan besar dalam pengelolaan perangkat elektronik di berbagai sektor, termasuk sektor pemerintahan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Internet of Things (IoT), yaitu konsep menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet agar dapat saling bertukar data dan dikendalikan secara otomatis maupun jarak jauh [1].

Instansi pemerintah sebagai pengguna energi listrik dalam skala besar memerlukan sistem pengelolaan listrik yang efisien. Pada banyak kantor pemerintahan, pengoperasian lampu, kipas angin, pendingin ruangan, dan perangkat elektronik lainnya masih dilakukan secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan sering terjadinya pemborosan energi karena perangkat tetap menyala saat ruangan kosong atau setelah jam kerja selesai [2].

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu merupakan instansi yang memiliki banyak ruangan kerja, ruang rapat, lorong, dan fasilitas pelayanan masyarakat. Penggunaan listrik yang tinggi

menuntut adanya sistem pengontrolan yang efektif dan modern. Jika tidak dikelola dengan baik, maka biaya operasional listrik akan terus meningkat dan berdampak pada efisiensi anggaran instansi.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan penulis selama periode satu bulan di lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu, ditemukan bahwa sebagian besar lampu dan perangkat elektronik pada ruang rapat serta lorong kantor masih sering dibiarkan menyala setelah jam kerja berakhir karena pengoperasiannya yang masih manual melalui saklar dinding. Kondisi ini terjadi karena petugas tidak selalu dapat memeriksa seluruh ruangan satu per satu sebelum meninggalkan kantor, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan energi listrik secara berulang setiap harinya.

Teknologi IoT memungkinkan perangkat listrik dikontrol dari jarak jauh melalui smartphone maupun komputer. Pengguna dapat menyalakan atau mematikan perangkat kapan saja selama terhubung internet. Selain itu, status perangkat dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi [3].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler IoT sangat efektif karena memiliki modul Wi-Fi internal, performa tinggi, serta harga relatif terjangkau [4]. Sedangkan aplikasi Blynk banyak digunakan karena mudah diimplementasikan sebagai dashboard kontrol perangkat IoT [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengembangkan alat pengontrol listrik jarak jauh berbasis IoT menggunakan ESP32, relay, LCD, dan aplikasi Blynk pada lingkungan kantor Dinas PUPR Kabupaten Indramayu.

1.1. Kajian Teoritis dan Penelitian Terdahulu

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke jaringan internet sehingga perangkat tersebut dapat saling bertukar data, dipantau, maupun dikendalikan secara otomatis atau dari jarak jauh tanpa memerlukan interaksi langsung antar manusia [1]. Dalam implementasinya, IoT memerlukan tiga komponen utama, yaitu perangkat keras (sensor/aktuator), mikrokontroler sebagai pengolah data, dan media komunikasi data berupa jaringan internet.

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis system-on-chip (SoC) yang memiliki dua inti prosesor (dual-core) dengan arsitektur 32-bit Xtensa LX6, serta dilengkapi modul konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy yang terintegrasi langsung pada chip [4]. Dukungan konektivitas internal ini menjadikan ESP32 sebagai pilihan yang efisien untuk perangkat IoT karena tidak memerlukan modul komunikasi tambahan dibandingkan mikrokontroler konvensional seperti Arduino Uno.

Modul relay adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar (switch) elektronik yang dikendalikan melalui sinyal tegangan rendah dari mikrokontroler untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik bertegangan tinggi pada beban seperti lampu [8]. Sementara itu, Blynk merupakan platform IoT berbasis cloud yang menyediakan antarmuka dashboard pada smartphone untuk mengendalikan dan memantau perangkat keras secara real-time tanpa memerlukan pembuatan server maupun aplikasi mobile dari awal [9].

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini antara lain penelitian Maulana [3] dengan judul Sistem Monitoring Smart Home Berbasis Node-RED, yang berhasil membangun sistem monitoring perangkat rumah tangga berbasis IoT, namun penelitian tersebut masih terbatas pada fungsi monitoring tanpa dilengkapi tampilan status secara lokal pada perangkat. Penelitian Satryawan dan Susanti [7] dengan judul Perancangan Alat IoT Menggunakan ESP32 juga masih terbatas pada satu jenis keluaran tanpa media monitoring lokal seperti LCD, sehingga pengguna harus selalu membuka aplikasi smartphone untuk mengetahui status perangkat.

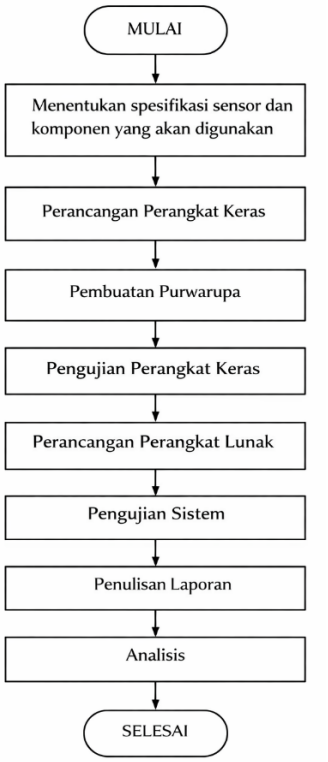
Untuk menyempurnakan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pengontrol listrik berbasis IoT yang memadukan kendali jarak jauh melalui aplikasi Blynk dengan media monitoring lokal berupa LCD 16x2 I2C, sehingga status perangkat dapat dipantau baik secara daring melalui smartphone maupun secara langsung di lokasi alat tanpa bergantung pada koneksi internet untuk pembacaan status lokal.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Langkah Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan alat pengontrol listrik jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) ini adalah metode prototyping, yaitu metode pengembangan sistem dengan membuat

rancangan awal (prototype), kemudian dilakukan pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan hingga diperoleh sistem yang sesuai kebutuhan pengguna. Metode ini dipilih karena mampu mempercepat proses pengembangan serta memudahkan penyesuaian sistem terhadap kondisi lapangan.



Gambar 1. Langkah Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini diawali dengan menentukan spesifikasi sensor, modul, dan komponen utama yang akan digunakan dalam sistem pengontrol listrik berbasis Internet of Things (IoT). Komponen utama yang digunakan antara lain mikrokontroler ESP32, modul relay, LCD 16x2 I2C, lampu sebagai beban, serta jaringan internet sebagai media komunikasi.

Tahap berikutnya adalah perancangan perangkat keras, yaitu menyusun rangkaian hubungan antar komponen sesuai kebutuhan sistem. Pada tahap ini dilakukan pengaturan pin input dan output antara ESP32 dengan relay dan LCD agar sistem dapat bekerja dengan baik.

Setelah rangkaian dirancang, dilakukan pembuatan purwarupa atau prototype alat. Tahap ini meliputi proses perakitan komponen pada breadboard atau PCB percobaan serta pemasangan perangkat sesuai desain yang telah dibuat.

Selanjutnya prototype diuji melalui tahap pengujian perangkat keras. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen seperti ESP32, relay, LCD, dan lampu dapat berfungsi normal tanpa kerusakan maupun kesalahan sambungan.

Tahap berikutnya yaitu perancangan perangkat lunak, yaitu pembuatan program menggunakan Arduino IDE. Program dirancang agar ESP32 mampu terhubung ke jaringan Wi-Fi, menerima perintah dari aplikasi Blynk, mengontrol relay, serta menampilkan status perangkat pada LCD.

Setelah program selesai dibuat, dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh. Pengujian ini mencakup koneksi internet, respons tombol ON/OFF pada aplikasi, kecepatan relay bekerja, dan kesesuaian tampilan status pada LCD.

Data hasil pengujian kemudian masuk ke tahap analisis, yaitu mengevaluasi performa sistem berdasarkan kecepatan respons, kestabilan koneksi, serta keberhasilan pengontrolan perangkat listrik dari jarak jauh.

Tahap terakhir adalah penulisan laporan, yaitu menyusun seluruh proses penelitian, hasil pengujian, pembahasan, dan kesimpulan dalam bentuk karya ilmiah.

p-ISSN : 2087-0868
e-ISSN : 2598-9707

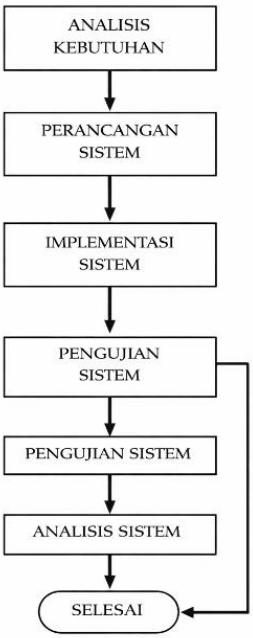
Dengan tahapan penelitian tersebut, diharapkan alat pengontrol listrik berbasis IoT yang dikembangkan dapat bekerja optimal, efisien, dan sesuai kebutuhan pada lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu.

2.2. Model Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode prototyping yang merupakan bagian dari pendekatan Research and Development (R&D), yaitu metode penelitian dan pengembangan yang bertujuan menghasilkan suatu produk tertentu. Metode prototyping dipilih karena bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa alat pengontrol listrik jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat digunakan secara nyata pada lingkungan kerja Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu.

Metode prototyping merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan rancangan awal produk, kemudian menguji keefektifan produk tersebut melalui evaluasi dan penyempurnaan secara berulang agar layak digunakan. Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa sistem pengontrol perangkat listrik yang mampu dikendalikan melalui jaringan internet menggunakan smartphone secara real-time.

Secara garis besar jalannya penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Air Terjun Metode Penelitian

Tahapan penelitian dirancang dalam bentuk alur (flowchart) sebagai berikut:

2.2.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Komponen utama yang dibutuhkan antara lain:

- ESP32 sebagai mikrokontroler utama
- Relay sebagai saklar elektronik
- LCD 16x2 I2C sebagai tampilan status
- Lampu sebagai objek kontrol
- Jaringan Wi-Fi / Internet
- Aplikasi Blynk sebagai media kendali

Selain itu dilakukan analisis kebutuhan pengguna terhadap sistem pengontrol listrik yang efisien dan mudah digunakan.

2.2.2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem meliputi pembuatan desain perangkat keras dan perangkat lunak. Pada sisi hardware dibuat blok diagram hubungan antara ESP32, relay, LCD, dan lampu. Sedangkan pada sisi software dilakukan perancangan alur program, logika kendali ON/OFF, serta integrasi aplikasi Blynk dengan ESP32.

2.2.3. Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan proses perakitan seluruh komponen sesuai rancangan yang telah dibuat. Selanjutnya ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE agar mampu:

- Terhubung ke jaringan Wi-Fi
- Terkoneksi ke server Blynk
- Menerima perintah dari smartphone
- Mengendalikan relay
- Menampilkan status perangkat pada LCD

2.2.4. Pengujian Sistem

Setelah sistem selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- Pengujian koneksi Wi-Fi
- Pengujian koneksi ke server Blynk
- Pengujian tombol ON/OFF pada aplikasi
- Pengujian relay dalam mengontrol lampu
- Pengujian tampilan LCD
- Pengujian kecepatan respons sistem

2.2.5. Analisis Sistem

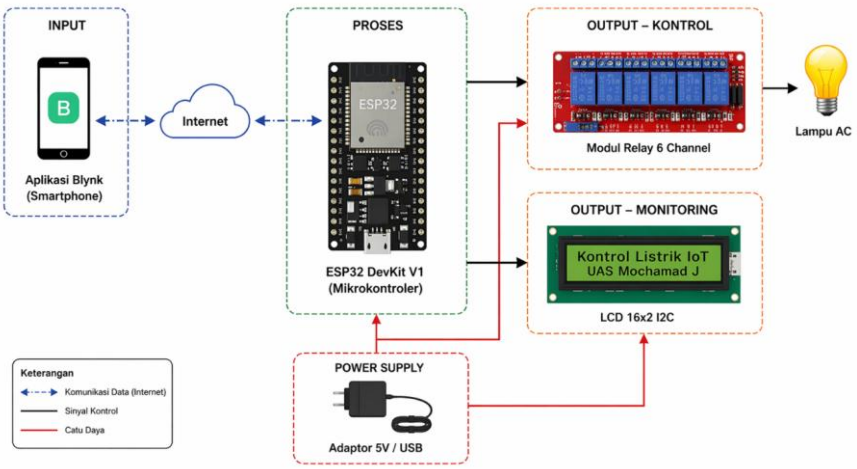
Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui performa sistem secara keseluruhan. Analisis dilakukan terhadap kestabilan koneksi, kecepatan respons, keberhasilan pengontrolan perangkat, serta efisiensi sistem dalam membantu penghematan energi listrik.

Apabila masih ditemukan kekurangan, maka sistem akan diperbaiki kembali hingga diperoleh hasil yang optimal dan sesuai kebutuhan pengguna.

Dengan model penelitian tersebut diharapkan alat pengontrol listrik berbasis IoT yang dikembangkan dapat menjadi solusi modern dalam pengelolaan energi listrik di lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu.

Penelitian dilakukan di lingkungan kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu.

2.3. Perancangan Sistem



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai pengendali utama yang berfungsi untuk memproses data dan mengontrol perangkat listrik. ESP32 terhubung dengan modul relay sebagai aktuator yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu AC.

Perintah kontrol diberikan melalui aplikasi Blynk yang terhubung ke ESP32 melalui jaringan internet (Wi-Fi). Data dari aplikasi dikirim ke ESP32 dalam bentuk sinyal digital melalui virtual pin, kemudian diproses untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay.

Modul relay 6 channel berfungsi sebagai saklar elektronik yang mampu menghubungkan atau memutus arus listrik bertegangan tinggi (AC) ke lampu. Dalam sistem ini, salah satu channel relay digunakan untuk mengontrol lampu sebagai objek utama.

Selain itu, sistem dilengkapi dengan LCD 16x2 berbasis I2C yang berfungsi sebagai media monitoring lokal. LCD menampilkan informasi berupa:

- Status koneksi ke jaringan Wi-Fi dan server Blynk
- Status lampu (ON/OFF) secara real-time
- Informasi tambahan dalam bentuk teks berjalan (scrolling text)

ESP32 mengirimkan sinyal HIGH atau LOW ke pin relay melalui GPIO (misalnya GPIO 4). Ketika relay aktif (HIGH), arus listrik mengalir sehingga lampu menyala. Sebaliknya, ketika relay nonaktif (LOW), arus listrik terputus dan lampu mati.

Catu daya sistem berasal dari adaptor atau USB yang terhubung ke ESP32. Semua komponen berbagi ground yang sama untuk menjaga kestabilan sistem.

Dengan rancangan ini, sistem mampu melakukan:

- Kontrol lampu secara jarak jauh (remote) melalui smartphone
- Monitoring status perangkat secara langsung melalui LCD
- Integrasi antara kontrol berbasis internet dan tampilan lokal dalam satu sistem IoT

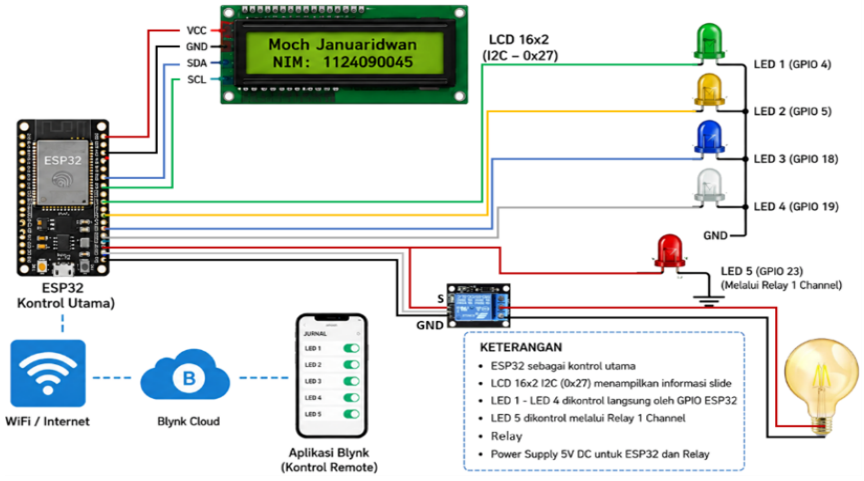
Komponen yang digunakan dalam sistem ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen yang Digunakan

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32	Kontrol utama sistem
2	Relay 1 Channel / 6 Channel	Menghubungkan arus listrik
3	LCD 16x2 I2C	Menampilkan status
4	Lampu / LED	Objek kontrol
5	Smartphone	Pengendali melalui Blynk
6	Wi-Fi / Internet	Media komunikasi

2.4. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler

Detail dari rancangan rangkaian sistem pengontrol listrik berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Rancangan Rangkaian

Uraian dari Gambar 4 adalah sebagai berikut:

2.4.1. Input

Pada sistem ini, input berasal dari aplikasi Blynk yang dijalankan melalui smartphone pengguna. Perintah ON/OFF dikirim melalui jaringan internet dan diterima oleh ESP32 melalui virtual pin:

- Virtual Pin V0 digunakan sebagai input kontrol lampu
- Data yang diterima berupa nilai digital (1 atau 0)
- Nilai 1 → Lampu ON
- Nilai 0 → Lampu OFF

2.4.2. Proses (Mikrokontroler ESP32)

ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data dengan konfigurasi sebagai berikut:

- Menggunakan koneksi Wi-Fi untuk terhubung ke server Blynk
- Menerima data dari aplikasi melalui fungsi BLYNK_WRITE(V0)
- Mengolah data menjadi sinyal output ke relay
- Mengirimkan informasi status ke LCD

Pin yang digunakan:

- GPIO 4 → Output ke relay (kontrol lampu)
- GPIO 21 (SDA) → Data LCD I2C
- GPIO 22 (SCL) → Clock LCD I2C

2.4.3. Output

Output sistem terdiri dari dua bagian, yaitu kontrol dan monitoring:

a. Modul Relay (Kontrol Lampu)

Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32:

- Pin IN relay terhubung ke GPIO 4 ESP32
- Saat GPIO bernilai HIGH → relay aktif → lampu menyala
- Saat GPIO bernilai LOW → relay mati → lampu padam

Relay memungkinkan pengendalian beban listrik AC menggunakan sinyal digital dari mikrokontroler.

b. LCD 16x2 I2C (Monitoring)

LCD digunakan untuk menampilkan informasi sistem secara langsung melalui komunikasi I2C, dengan SDA terhubung ke GPIO 21 dan SCL terhubung ke GPIO 22. LCD menampilkan status koneksi Blynk, status lampu (Nyala/Mati), serta pesan berjalan (scroll text).

2.4.4. Mekanisme Kerja Sistem

Berdasarkan program yang digunakan, sistem bekerja sebagai berikut:

- ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi dan server Blynk
- Jika koneksi gagal, LCD menampilkan pesan “Koneksi Gagal!”
- Jika koneksi berhasil, LCD menampilkan “Koneksi ke Blynk Berhasil!”
- Pengguna menekan tombol pada aplikasi Blynk: jika tombol ON, GPIO 4 HIGH sehingga relay aktif dan lampu menyala; jika tombol OFF, GPIO 4 LOW sehingga relay mati dan lampu padam
- LCD menampilkan status “Lampu Nyala!” atau “Lampu Mati!”
- Sistem menampilkan teks berjalan secara kontinu pada LCD

2.4.5. Catu Daya

Sistem menggunakan sumber daya dari USB atau adaptor 5V untuk ESP32. Relay dan LCD mendapatkan suplai dari ESP32, dan seluruh komponen menggunakan ground yang sama untuk menjaga kestabilan sistem.

2.5. Perancangan Program Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yaitu ESP32 DevKit V1 yang memiliki kinerja prosesor 32-bit LX6. Supaya mikrokontroler dapat bekerja, perlu dirancang sebuah firmware yang ditanam pada chip mikrokontroler. Firmware adalah sebuah program permanen yang ditanam pada Read Only Memory (ROM) di mikrokontroler, baik berupa EEPROM maupun Flash Memory. Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan firmware yaitu dengan membuat sebuah diagram alir dari program yang diinginkan.

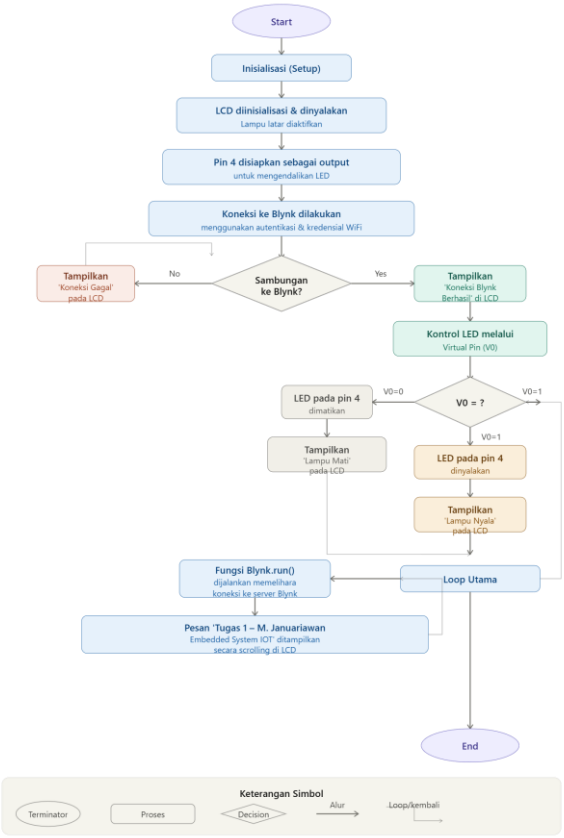
Sistem kerjanya adalah: saat pertama kali sistem diberikan catu daya, mikrokontroler melakukan inisialisasi masukan, keluaran, dan deklarasi variabel yang digunakan, seperti inisialisasi LCD, konfigurasi pin GPIO, serta koneksi ke jaringan Wi-Fi dan server Blynk. Setelah itu mikrokontroler akan mencoba terhubung ke Blynk menggunakan autentikasi token dan kredensial Wi-Fi.

Jika koneksi gagal, sistem akan menampilkan pesan “Koneksi Gagal!” pada LCD dan mencoba menghubungkan kembali. Jika koneksi berhasil, sistem akan menampilkan pesan “Koneksi ke Blynk Berhasil!” pada LCD dan siap menerima perintah dari aplikasi Blynk.

Selanjutnya mikrokontroler akan menunggu data perintah yang dikirimkan oleh aplikasi Blynk melalui virtual pin. Ketika ada perintah untuk menyalakan atau mematikan lampu, mikrokontroler akan membaca nilai dari virtual pin tersebut. Jika nilai yang diterima adalah 1, mikrokontroler akan mengaktifkan GPIO 4 sehingga relay aktif dan lampu menyala. Sebaliknya jika nilai 0, relay akan dimatikan sehingga lampu padam. Status lampu tersebut kemudian ditampilkan pada LCD.

Selain itu, sistem juga menampilkan informasi tambahan berupa teks berjalan (scrolling text) pada LCD sebagai media monitoring. Fungsi Blynk.run() dijalankan secara terus-menerus untuk menjaga koneksi dengan server Blynk sehingga sistem dapat bekerja secara real-time.

ESP32 memiliki arsitektur yang mendukung multitasking, namun pada penelitian ini program dijalankan secara terintegrasi dalam satu loop utama tanpa pembagian task khusus. Seluruh proses mulai dari koneksi, pembacaan data dari Blynk, pengendalian relay, hingga tampilan LCD berjalan secara berulang (loop) sehingga sistem dapat merespons perintah pengguna dengan cepat dan stabil.



Gambar 5. Flowchart Sistem

2.6. Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan dengan cara mengamati dan membandingkan kinerja sistem pengontrol listrik terhadap perintah yang diberikan melalui aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, baik dari sisi kontrol maupun monitoring.

Pada sistem ini, parameter yang dianalisis meliputi:

- Keberhasilan koneksi antara ESP32 dengan jaringan Wi-Fi dan server Blynk
- Respons sistem terhadap perintah ON/OFF dari aplikasi Blynk
- Kesesuaian kondisi output (lampu) dengan perintah yang diberikan
- Tampilan informasi status pada LCD secara real-time

Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa variasi perintah melalui aplikasi Blynk, yaitu kondisi lampu ON dan OFF. Hasil pengujian kemudian diamati apakah relay dapat bekerja dengan baik dalam mengontrol lampu sesuai perintah yang diberikan. Selain itu, dilakukan juga pengamatan terhadap waktu respons sistem dalam mengeksekusi perintah dari pengguna.

Analisis juga dilakukan terhadap tampilan LCD, dimana sistem harus mampu menampilkan status koneksi serta kondisi lampu (nyala atau mati) secara akurat. Jika terjadi kegagalan koneksi, sistem harus memberikan informasi berupa pesan "Koneksi Gagal!" dan melakukan percobaan koneksi ulang secara otomatis.

Dengan melakukan analisis tersebut, dapat diketahui tingkat keandalan sistem dalam mengontrol perangkat listrik secara jarak jauh serta kemampuan sistem dalam memberikan informasi monitoring secara real-time kepada pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras pada penelitian ini berhasil direalisasikan dalam bentuk prototype sistem pengontrol listrik jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT). Sistem utama menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan jaringan Wi-Fi untuk menerima perintah dari aplikasi Blynk. ESP32 dipilih karena telah memiliki modul Wi-Fi internal, performa tinggi, serta mendukung berbagai komunikasi data seperti GPIO dan I2C.

Komponen output utama berupa modul relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan dan memutus arus listrik pada lampu. Dalam tahap pengujian prototype, lampu direpresentasikan menggunakan LED sebagai indikator visual. Ketika pengguna menekan tombol ON pada aplikasi Blynk, ESP32 mengirim sinyal HIGH ke relay sehingga lampu menyala. Sebaliknya saat tombol OFF ditekan, ESP32 mengirim sinyal LOW sehingga lampu padam.

Selain itu, sistem dilengkapi LCD 16x2 berbasis I2C yang berfungsi menampilkan status perangkat, kondisi koneksi internet, serta informasi proses kerja sistem. Penggunaan komunikasi I2C pada pin GPIO 21 (SDA) dan GPIO 22 (SCL) dipilih karena mampu menghemat penggunaan pin ESP32.

Secara keseluruhan, hasil implementasi perangkat keras menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja sesuai rancangan. ESP32 mampu mengontrol relay secara real-time, LCD menampilkan informasi sistem dengan baik, dan koneksi internet berjalan stabil selama pengujian.



Gambar 6. Hasil Perangkat Keras Tampak Atas

Untuk mengukur tingkat keberhasilan dan kecepatan sistem secara kuantitatif, dilakukan pengujian waktu respons terhadap 5 buah lampu yang masing-masing dikendalikan melalui tombol ON/OFF pada aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan sebanyak 100 kali percobaan secara keseluruhan (20 kali percobaan untuk masing-masing lampu, mencakup kombinasi perintah ON dan OFF), dengan mencatat waktu yang dibutuhkan

p-ISSN : 2087-0868
e-ISSN : 2598-9707

sejak tombol ditekan hingga relay merespons dan kondisi lampu berubah. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Waktu Respons Sistem

No	Lampu	Jumlah Pengujian	Rata-rata Waktu Respons (detik)	Tingkat Keberhasilan	Keterangan
1	Lampu 1	20	0,8	100%	Berhasil
2	Lampu 2	20	0,7	100%	Berhasil
3	Lampu 3	20	0,9	95%	1x gagal (relay tidak aktif)
4	Lampu 4	20	0,8	100%	Berhasil
5	Lampu 5	20	0,7	100%	Berhasil
	Total	**100**	**Rata-rata: 0,78**	**99%**	**1 kegagalan dari 100 percobaan**

Berdasarkan Tabel 2, dari 100 kali percobaan yang dilakukan terhadap 5 buah lampu dalam satu waktu, sistem berhasil merespons 99 dari 100 perintah ON/OFF dengan rata-rata waktu respons sekitar 0,78 detik terhitung sejak tombol pada aplikasi Blynk ditekan hingga relay mengeksekusi perintah dan LCD memperbarui status.

Satu kegagalan terjadi pada pengujian Lampu 3, di mana relay tidak dapat aktif meskipun perintah ON telah diterima oleh ESP32. Setelah dilakukan pemeriksaan, diketahui bahwa tegangan yang diterima oleh modul relay pada saat itu hanya sebesar 3V, sedangkan modul relay yang digunakan membutuhkan tegangan minimal sebesar 5V untuk dapat mengaktifkan coil relay dan menggerakkan saklar (switching) secara optimal. Ketika tegangan berada di bawah ambang batas tersebut, arus yang mengalir ke coil relay tidak cukup untuk menghasilkan gaya elektromagnetik yang diperlukan, sehingga relay tetap dalam kondisi OFF meskipun sinyal kontrol dari ESP32 sudah diberikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kestabilan tegangan catu daya merupakan faktor penting yang memengaruhi keandalan kerja relay dalam sistem.

Tingkat keberhasilan eksekusi perintah pada pengujian ini mencapai 99%, yang menunjukkan bahwa integrasi antara aplikasi Blynk, ESP32, dan modul relay dapat bekerja secara konsisten selama koneksi internet dalam kondisi stabil dan tegangan catu daya terpenuhi sesuai spesifikasi modul relay yang digunakan.

3.1.2. Antarmuka Pengguna Grafis

Antarmuka pengguna pada penelitian ini menggunakan dua media utama, yaitu aplikasi Blynk pada smartphone dan LCD 16x2 pada perangkat. Aplikasi Blynk berfungsi sebagai pengendali utama dari jarak jauh melalui jaringan internet, sedangkan LCD berfungsi sebagai tampilan lokal untuk memberikan informasi langsung kepada pengguna di lokasi alat.

Pada aplikasi Blynk disediakan tombol virtual pin V0 yang digunakan untuk mengontrol lampu. Ketika tombol diaktifkan, sistem langsung merespons dengan menyalakan relay dan menampilkan status “Lampu Nyala” pada LCD. Saat tombol dimatikan, relay akan nonaktif dan LCD menampilkan pesan “Lampu Mati”. Hal ini menunjukkan bahwa sinkronisasi antara aplikasi dan perangkat berjalan secara real-time.

Selain status ON/OFF lampu, LCD juga menampilkan pesan koneksi seperti “Koneksi Berhasil” ketika perangkat berhasil tersambung ke server Blynk. Jika koneksi gagal, LCD akan menampilkan pesan kesalahan dan sistem melakukan percobaan ulang secara otomatis. Sistem juga dilengkapi fitur scrolling text untuk menampilkan informasi tambahan secara dinamis.

Hasil pengujian antarmuka menunjukkan bahwa pengguna dapat mengoperasikan sistem dengan mudah melalui smartphone tanpa harus mendatangi lokasi saklar secara langsung. Tampilan LCD juga membantu monitoring kondisi alat secara langsung di lapangan.



Gambar 7. Tampilan Status Lampu Menyala



Gambar 8. Tampilan Status Lampu Mati

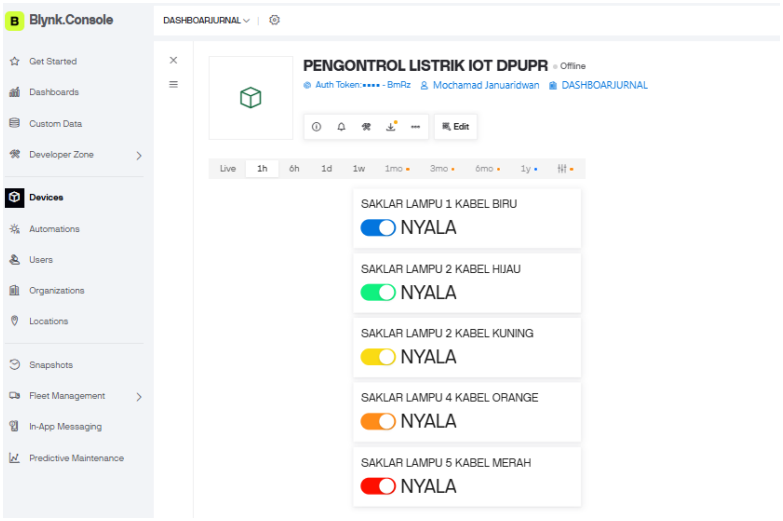


Gambar 9. Tampilan Koneksi Sistem

3.1.3. Tampilan Dashboard Monitoring IoT

Dashboard monitoring pada penelitian ini menggunakan platform Blynk Cloud yang berfungsi sebagai media komunikasi antara smartphone dan ESP32. Dashboard menampilkan status perangkat secara online serta menyediakan kontrol tombol digital yang dapat diakses kapan saja selama perangkat terhubung internet.

p-ISSN : 2087-0868
e-ISSN : 2598-9707



Gambar 10. Tampilan Dashboard Jurnal ESP32

Fitur utama dashboard yang berhasil diimplementasikan meliputi:
- Tombol kontrol ON/OFF lampu secara real-time
- Indikator status koneksi perangkat dengan server
- Monitoring kondisi perangkat dari jarak jauh melalui smartphone
- Antarmuka sederhana dan mudah digunakan

Berdasarkan hasil pengujian, dashboard mampu mengirim perintah ke ESP32 dengan respons cepat selama koneksi internet stabil. Hal ini membuktikan bahwa sistem IoT yang dikembangkan dapat diterapkan untuk mendukung efisiensi penggunaan listrik di lingkungan kantor Dinas PUPR Kabupaten Indramayu.

Dengan adanya dashboard ini, petugas tidak perlu lagi memeriksa ruangan satu per satu untuk memastikan lampu dalam keadaan mati atau menyala. Sistem dapat diakses dari mana saja sehingga lebih efektif, efisien, dan mendukung konsep smart office berbasis teknologi digital.

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengontrol listrik jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu bekerja sesuai tujuan penelitian, yaitu mengendalikan perangkat listrik secara real-time melalui jaringan internet serta menampilkan status perangkat secara langsung pada LCD. Keberhasilan sistem dipengaruhi oleh integrasi antara perangkat keras, koneksi jaringan, dan aplikasi Blynk sebagai media kontrol utama.

Secara umum, penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler utama terbukti efektif karena telah dilengkapi modul Wi-Fi internal sehingga memudahkan proses komunikasi data dengan server Blynk. Selain itu, ESP32 memiliki kecepatan pemrosesan yang baik sehingga mampu merespons perintah ON/OFF lampu dengan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa ESP32 sangat sesuai digunakan pada sistem otomasi berbasis IoT.

a. Efektivitas Kontrol Jarak Jauh

Penggunaan aplikasi Blynk memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengontrol lampu dari mana saja tanpa harus berada di dekat saklar. Saat tombol virtual pada aplikasi ditekan, perintah langsung diteruskan ke ESP32 dan relay akan aktif atau nonaktif sesuai perintah. Respons sistem yang cepat membuktikan bahwa metode kontrol berbasis cloud dapat diterapkan dengan baik untuk kebutuhan pengendalian perangkat listrik kantor.

b. Peran Tampilan LCD sebagai Monitoring Lokal

LCD 16x2 berfungsi penting sebagai media monitoring lokal yang menampilkan status koneksi dan kondisi lampu. Fitur ini memberikan keuntungan tambahan karena pengguna di lokasi dapat mengetahui keadaan sistem tanpa membuka aplikasi smartphone. Tampilan seperti “Lampu Nyala”, “Lampu Mati”, dan “Koneksi Berhasil” membuat sistem lebih informatif dan mudah dipantau.

c. Stabilitas Sistem dan Ketergantungan Internet

Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja stabil selama koneksi internet tersedia. Ketika jaringan Wi-Fi normal, komunikasi antara ESP32 dan Blynk berjalan lancar. Namun jika koneksi terputus, sistem tidak dapat menerima perintah baru hingga jaringan kembali normal. Oleh karena itu, kualitas internet menjadi faktor utama dalam keberhasilan implementasi sistem ini.

d. Kontribusi terhadap Efisiensi Energi

Penerapan sistem ini berpotensi mengurangi pemborosan energi listrik di lingkungan kantor karena lampu dapat dimatikan dari jarak jauh apabila terlupa dimatikan secara manual. Dengan demikian, sistem mampu membantu instansi dalam menekan biaya operasional listrik sekaligus mendukung konsep smart office yang efisien dan modern.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem pengontrol listrik jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, modul relay, LCD 16x2 I2C, serta aplikasi Blynk sebagai media kontrol. IoT merupakan teknologi penting pada era industri 4.0 yang mampu meningkatkan efisiensi kerja dan transparansi operasional, termasuk pada sektor pemerintahan [6]. Sistem mampu mengendalikan perangkat listrik berupa lampu secara real-time melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat menyalakan maupun mematikan lampu dari jarak jauh menggunakan smartphone. Selain itu, status perangkat dapat ditampilkan langsung pada LCD sehingga memudahkan proses monitoring di lokasi alat.

Penggunaan ESP32 sebagai pusat kendali terbukti efektif karena memiliki konektivitas Wi-Fi internal sehingga tidak memerlukan modul tambahan, serta kemampuan pemrosesan yang cepat [7]. Relay dapat bekerja sesuai perintah dari aplikasi sebagai aktuator untuk memutus dan menyambung arus listrik secara aman [8], sedangkan LCD mampu menampilkan informasi status seperti koneksi berhasil, lampu menyala, dan lampu mati. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik sesuai rancangan sistem.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem memiliki respons yang cepat dan stabil selama koneksi internet tersedia. Aplikasi Blynk memberikan antarmuka yang sederhana, mudah digunakan, dan mampu mengirimkan perintah secara langsung ke perangkat. Penggunaan platform Blynk juga mempermudah integrasi cloud IoT tanpa harus membangun server sendiri sehingga proses implementasi menjadi lebih cepat [9]. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi praktis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, terutama di lingkungan kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Indramayu.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menghasilkan prototype sistem smart office sederhana yang mampu mendukung penghematan energi, mempermudah pengawasan perangkat listrik, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mengontrol lebih banyak perangkat listrik secara terintegrasi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Kurniawan, *Internet of Things: Konsep dan Implementasi*. Tangerang: Informatika, 2023.

[2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.

[3] A. Maulana, "Sistem monitoring smart home berbasis Node-RED," *Scientica*, vol. 2, no. 6, pp. 238–243, 2024.

[4] H. Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler ESP32*. Yogyakarta: Andi, 2021.

[5] U. M. Tyas, "Implementasi aplikasi Arduino IDE pada sistem digital," *TEKNOS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023.

[6] Z. Nurzaman and S. Hidayatulloh, "Sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis IoT," *PROTEKTIF*, vol. 4, no. 2, pp. 447–455, 2023.

[7] M. A. Satryawan and E. Susanti, "Perancangan alat IoT menggunakan ESP32," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 2, pp. 410–419, 2023.

[8] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," Sensors, vol. 23, no. 15, p. 6739, 2023.

[9] Blynk Inc., *Blynk IoT Platform Documentation*, 2024. [Online]. Available: https://blynk.io/

[10] A. Q. Burhan and S. Islami, "Implementation of the Internet of Things using Blynk platform for smart home," Journal of Industrial Automation and Electrical Engineering, vol. 1, no. 2, pp. 114–119, 2024.

11] D. Bramasta, I. Ramadhan, and S. A. Prasetyo, "Perancangan dan Implementasi Smart Home untuk Pengendalian Lampu Otomatis Menggunakan ESP32 dan Aplikasi Blynk," Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB) 2025, pp. 653–658, 2025.

[12] S. Puspitasari, A. Munazilin, and F. Lazim, "Rancang Bangun Smart Home Berbasis Mikrokontroller ESP 32 dan Blynk," Jurnal Ilmu Komputer (JUIK), vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2024.

[13] J. K. I. Fawaid, I. Y. Faturochman, and K. D. R. R. Aryanto, "Sistem Kontrol Lampu Smart Home Berbasis ESP32 dan Aplikasi Blynk," Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB) 2025, 2025.
[14] M. Hamka, I. Purnama, and B. Bangun, "Lampu Pintar: Mengendalikan Pencahayaan Jarak Jauh dengan ESP32 dan Blynk," Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains, vol. 3, no. 1, pp. 345–354, 2025.
[15] L. V. Colaco, D. V. Hassanali, and M. M. Naik, "Development of IoT Enabled Energy Saving Smart Lighting and HVAC System for Building Environment," Journal of Energy Engineering and Thermodynamics, vol. 3, no. 6, pp. 1–12, 2023.
[16] M. M. Ihsan, S. S. Kusumah, and I. G. P. O. I. Wijaya, "Integration of NodeMCU and PZEM Sensors in IoT-based Smart Lighting Design for Energy Conservation," Journal of Physics: Conference Series, vol. 2942, no. 1, p. 012014, 2025.