



SISTEM MONITORING LAMPU JARAK JAUH BERBASIS WIFI DAN BLYNK MENGUNAKAN ESP32 PADA LINGKUNGAN SIMULASI WOKWI

Akhlis Munazilin^a, Siti Akila Nisrina^{b*}, Shofiyana Herman^c, Ummariatul Fitriyah^d

^aSains dan Teknologi / Sistem Informasi; akhlimunazilin@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^bSains dan Teknologi / Sistem Informasi; aqilanisrina02@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^cSains dan Teknologi / Sistem Informasi; shofiana216@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

^dSains dan Teknologi / Sistem Informasi; ummariatulfitriyah@gmail.com, Universitas Ibrahimy; Situbondo Jawa Timur

* Penulis Korespondensi: Siti Akila Nisrina

ABSTRACT

Internet of Things (IoT)-based lighting control systems enable users to monitor and control electronic devices remotely via internet connection. This study aims to develop and implement a WiFi-based lighting monitoring and control system using an ESP32 microcontroller integrated with the Blynk platform. System development and testing were carried out in the Wokwi simulation environment. The research employed a prototype method with an experimental approach. This approach consisted of requirements analysis, system design, implementation, integration with Blynk Cloud, and system testing. In the developed system, ESP32 functions as the main controller, a relay acts as the actuator, and an LED represents the lamp. Functional testing was conducted across nine scenarios to verify the monitoring and control capabilities of the system. The results show that the ESP32 successfully connected to the WiFi network and Blynk Cloud with a connection success rate of 100%, confirming that the network configuration and Authentication Token were correctly configured. The system was able to execute lighting control commands with an average response time of 0.36 seconds, ranging from 0.1 to 0.8 seconds. In addition, the lamp status was accurately displayed through a virtual pin on the Blynk dashboard according to the actuator condition. The use of Wokwi enabled system development and testing without requiring physical hardware, thereby accelerating the validation process. The findings indicate that the integration of ESP32 and Blynk can serve as a simple and scalable prototype for IoT-based smart home development.

Keywords: ESP32; Blynk; Wokwi; Internet of Things; smart home; remote monitoring

Abstrak

Sistem pengendalian lampu berbasis Internet of Things (IoT) merupakan salah satu solusi yang memungkinkan pengguna melakukan monitoring dan pengendalian perangkat elektronik dari jarak jauh melalui jaringan internet. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem monitoring serta pengendalian lampu berbasis WiFi menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan platform Blynk. Pengembangan dan pengujian sistem dilakukan pada lingkungan simulasi Wokwi. Penelitian ini menggunakan metode prototipe dengan pendekatan eksperimen yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, integrasi dengan Blynk Cloud, dan pengujian sistem. ESP32 berperan sebagai pengendali utama, relay sebagai aktuator, dan LED sebagai representasi lampu. Pengujian dilakukan sebanyak sembilan kali untuk memverifikasi fungsi monitoring dan pengendalian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 berhasil terhubung dengan jaringan WiFi dan Blynk Cloud dengan tingkat keberhasilan koneksi sebesar 100%. Sistem mampu menjalankan perintah pengendalian lampu dengan waktu respons rata-rata 0,36 detik pada rentang 0,1–0,8 detik. Selain itu, status lampu dapat ditampilkan secara akurat melalui virtual pin pada dashboard Blynk sesuai dengan kondisi aktuator. Pemanfaatan Wokwi memungkinkan proses pengembangan dan pengujian dilakukan tanpa perangkat keras fisik sehingga mempercepat proses validasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ESP32 dan Blynk dapat digunakan sebagai model awal sistem smart home berbasis IoT yang sederhana dan mudah dikembangkan.

Kata Kunci: ESP32; Blynk; Wokwi; Internet of Things; smart home

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong munculnya berbagai inovasi yang memanfaatkan jaringan internet sebagai media pertukaran data dan pengendalian perangkat. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Internet of Things (IoT). IoT merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung, berkomunikasi melalui internet, dan dikendalikan dari jarak jauh tanpa kehadiran fisik pengguna. Penerapan IoT saat ini telah digunakan pada berbagai bidang, termasuk dalam pengembangan sistem smart home yang bertujuan meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan kemudahan pengguna dalam mengelola perangkat elektronik.

Salah satu perangkat yang sering digunakan dalam lingkungan rumah tangga maupun perkantoran adalah lampu. Pengoperasian lampu yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan permasalahan umum di kedua lingkungan tersebut, seperti pemborosan energi akibat lampu yang lupa dimatikan atau keterbatasan pengguna dalam mengendalikan lampu ketika berada di luar lokasi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian lampu secara jarak jauh melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi lampu dan mengubah statusnya kapan saja sesuai kebutuhan.

Pengembangan sistem monitoring dan pengendalian lampu berbasis IoT saat ini banyak memanfaatkan mikrokontroler ESP32 karena telah dilengkapi modul WiFi terintegrasi serta memiliki kemampuan pemrosesan yang cukup baik untuk berbagai aplikasi IoT. ESP32 mampu digunakan sebagai pengendali utama pada sistem kendali berbasis IoT dengan performa yang stabil dan biaya implementasi yang relatif terjangkau [1]. Selain itu, penggunaan platform Blynk juga semakin populer karena menyediakan layanan cloud dan antarmuka yang memudahkan pengguna melakukan monitoring serta pengendalian perangkat secara real-time melalui perangkat seluler.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi ESP32 dan Blynk dapat digunakan untuk membangun sistem monitoring dan pengendalian yang efektif. [2] berhasil mengembangkan sistem monitoring energi listrik berbasis Blynk yang mampu menampilkan informasi kondisi perangkat secara real-time. Penelitian yang dilakukan oleh [3] juga menunjukkan bahwa kombinasi ESP32 dan Blynk mampu mendukung proses monitoring dan pengendalian perangkat secara jarak jauh dengan baik. Sementara itu, [4] mengembangkan sistem kontrol dan monitoring lampu serta air conditioner berbasis Blynk yang dapat diakses melalui perangkat seluler.

Pada bidang pengendalian lampu, [5] memanfaatkan platform Blynk sebagai media untuk menghidupkan dan mematikan lampu melalui jaringan internet. Penelitian yang lebih baru dilakukan oleh [6] yang mengembangkan sistem lampu pintar berbasis ESP32 dan Blynk untuk mendukung konsep smart home. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu memberikan kemudahan dalam proses monitoring dan pengendalian perangkat pencahayaan secara jarak jauh. Penelitian yang lebih mutakhir dilakukan oleh [16] yang membangun sistem smart home berbasis ESP32 dan Blynk di mana pengguna dapat mengendalikan lampu dan kipas secara bersamaan dari jarak jauh melalui smartphone, sekaligus membuktikan bahwa arsitektur ESP32 dan Blynk dapat diterapkan untuk berbagai jenis beban elektronik dalam satu ekosistem smart home yang terintegrasi.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian lampu berbasis IoT, sebagian besar implementasi masih dilakukan menggunakan perangkat keras fisik. Pendekatan tersebut memerlukan biaya pengadaan komponen dan proses pengujian yang relatif lebih kompleks. Di sisi lain, perkembangan platform simulasi seperti Wokwi memungkinkan proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem dilakukan secara virtual tanpa memerlukan perangkat keras secara langsung. Pemanfaatan simulator memberikan keuntungan berupa efisiensi biaya, kemudahan debugging, dan percepatan proses validasi sistem sebelum diterapkan pada perangkat nyata.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*), yaitu belum adanya penelitian yang secara khusus mengintegrasikan ESP32, relay, Blynk Cloud, dan simulator Wokwi dalam satu lingkungan pengembangan untuk mengevaluasi performa monitoring status lampu serta pengendalian jarak jauh secara real-time. Di samping itu, Penelitian kendali lampu jarak jauh berbasis IoT juga telah memanfaatkan platform selain Blynk, misalnya Thingsboard yang digunakan [7] untuk membangun sistem kendali jarak jauh lampu, namun penelitian tersebut juga masih diimplementasikan pada perangkat keras fisik tanpa tahap simulasi awal. Selain Thingsboard, platform berbasis pesan instan seperti

Telegram Messenger Bot juga pernah dimanfaatkan sebagai antarmuka pengendalian relay pada sistem smart home berbasis ESP32, sebagaimana dilakukan oleh [18], meskipun pendekatan tersebut memerlukan pemahaman teknis yang lebih mendalam dalam hal konfigurasi bot dan belum menyediakan dashboard monitoring visual yang terintegrasi sebagaimana Blynk. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan dengan mengintegrasikan ESP32, relay, Blynk Cloud, dan simulator Wokwi dalam satu lingkungan pengembangan sebagai media validasi awal sistem monitoring dan pengendalian lampu berbasis Internet of Things. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dari sisi biaya, waktu, dan proses pengujian sebelum sistem diimplementasikan pada perangkat keras fisik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring lampu jarak jauh berbasis WiFi menggunakan ESP32 dan platform Blynk pada lingkungan simulasi Wokwi. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan informasi status lampu secara real-time serta memungkinkan pengguna melakukan pengendalian lampu dari jarak jauh sebagai bentuk implementasi konsep smart home berbasis Internet of Things.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep integrasi perangkat fisik ke dalam jaringan internet untuk memfasilitasi pertukaran data, komunikasi otonom, dan pengendalian perangkat dari jarak jauh yang menjadi fokus utama penelitian ini. Teknologi ini memungkinkan perangkat elektronik melakukan monitoring, pengendalian, serta akuisisi data secara real-time tanpa ketergantungan pada interaksi manusia secara langsung. Saat ini, penerapan IoT telah meluas ke berbagai sektor, termasuk industri, kesehatan, pertanian, transportasi, dan smart home. Secara teknis, IoT terdiri atas lapisan sensor/aktuator, mikrokontroler, jaringan komunikasi, cloud platform, serta antarmuka pengguna. Integrasi seluruh lapisan tersebut memungkinkan pengembangan sistem yang kapabel dalam pengawasan dan pengendalian perangkat jarak jauh [8]. Menurut Noviarno dan Uranus, implementasi IoT memungkinkan data dari berbagai perangkat dikirimkan secara real-time ke platform monitoring sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan dan pengendalian tanpa harus berada pada lokasi perangkat [3]. Kemampuan tersebut menjadi salah satu karakteristik utama yang mendukung pengembangan sistem smart home berbasis internet. Dalam konteks monitoring dan kontrol energi listrik, cakupan implementasi IoT bahkan telah berkembang hingga ke pengukuran multifasa secara presisi, sebagaimana ditunjukkan oleh [17] yang mengembangkan sistem monitoring dan kontrol energi listrik beban tiga fasa berbasis ESP32 dan IoT yang mampu memantau tegangan, arus, daya, serta faktor daya secara real-time dengan tingkat akurasi pengukuran daya di bawah 1% kesalahan, semakin memperkuat posisi ESP32 sebagai mikrokontroler andalan pada beragam skala implementasi IoT.

2.2 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan menjadi pilihan populer dalam pengembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT). Keunggulan utamanya terletak pada modul WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi, memungkinkan komunikasi data nirkabel tanpa memerlukan periferal tambahan. Menurut [1], ESP32 didukung oleh prosesor dual-core dengan kecepatan hingga 240 MHz, ketersediaan GPIO yang melimpah, serta efisiensi konsumsi daya yang baik untuk aplikasi berbasis baterai. Spesifikasi ini menjadikan ESP32 lebih unggul dibandingkan mikrokontroler lain seperti Arduino UNO maupun ESP8266, terutama dalam hal kecepatan pemrosesan dan ketersediaan konektivitas nirkabel terintegrasi. Selain spesifikasi perangkat kerasnya yang mumpuni, kemudahan pemrograman melalui Arduino IDE menjadikannya solusi efektif untuk membangun sistem kendali IoT yang stabil serta mudah diintegrasikan dengan berbagai layanan *cloud*.

2.2. Blynk

Dalam penelitian ini, Blynk digunakan sebagai antarmuka monitoring dan pengendalian lampu melalui web dashboard. ESP32 yang disimulasikan pada Wokwi terhubung ke Blynk Cloud menggunakan Authentication Token yang unik untuk setiap perangkat. Pada antarmuka Blynk, pengguna berinteraksi dengan saklar virtual (switch) berlabel ON dan OFF untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Secara internal, interaksi tersebut diterjemahkan menjadi nilai integer yang dikirim melalui Virtual Pin V0, yaitu nilai 1 ketika saklar berada pada posisi ON dan nilai 0 ketika berada pada posisi OFF. Nilai tersebut kemudian diproses oleh ESP32 untuk mengubah kondisi relay dan status lampu secara real-time. Selain untuk pengendalian lampu, Blynk juga telah diterapkan pada domain IoT lain, seperti pemantauan dan kendali jarak jauh sistem kompos pintar yang dikembangkan oleh [9], yang menunjukkan fleksibilitas platform ini untuk berbagai jenis aktuator dan sensor.

2.3. Relay

Menurut [4], *relay* merupakan komponen elektromekanik yang berfungsi sebagai saklar kendali berbasis sinyal listrik. Dalam sistem yang dikembangkan pada penelitian ini, *relay* bekerja dengan cara menerima sinyal dari ESP32 berdasarkan perintah pengguna, lalu menggerakkan kontak internalnya untuk memutus atau menyambungkan arus listrik ke lampu secara aman. Dalam ekosistem IoT, *relay* umum digunakan sebagai aktuator untuk mengoperasikan perangkat elektronik bertegangan tinggi seperti lampu, kipas, maupun pompa air. Pada penelitian ini, *relay* berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler ESP32 dengan beban lampu. Saat ESP32 mengirimkan sinyal kendali berdasarkan perintah pengguna dari aplikasi Blynk, *relay* akan menggerakkan kontak internalnya (konfigurasi *Normally Open*) untuk memutus atau menyambungkan arus listrik ke lampu. Mekanisme ini memungkinkan otomatisasi pengendalian perangkat elektronik dilakukan secara aman dan efisien. Penerapan serupa juga dilakukan oleh [10] yang merancang alat pengontrol air conditioner otomatis menggunakan relay dengan koneksi Blynk berbasis ESP32, sehingga memperkuat relevansi kombinasi relay, ESP32, dan Blynk untuk berbagai jenis beban listrik rumah tangga, tidak terbatas pada lampu saja.

2.4. Wokwi Simulator

[11] simulasi berbasis ESP32 merupakan media pengembangan yang efisien untuk memvalidasi arsitektur sistem *Internet of Things* (IoT) sebelum diterapkan pada perangkat keras fisik. Salah satu platform yang mendukung adalah Wokwi, yaitu simulator elektronik berbasis *web* yang memungkinkan perancangan dan pengujian sistem mikrokontroler secara virtual. Lingkungan simulasi ini mendukung berbagai komponen seperti ESP32, *relay* serta komponen alat elektronika lainnya dengan dukungan pustaka (*library*) yang kompatibel dengan pemrograman nyata. Penggunaan Wokwi memberikan keuntungan signifikan, terutama dalam aspek efisiensi biaya, kemudahan proses debugging, serta eliminasi risiko kerusakan komponen fisik akibat kesalahan rangkaian. Dalam penelitian ini, Wokwi berfungsi sebagai media utama untuk implementasi sistem monitoring dan pengendalian lampu guna memastikan fungsionalitas sistem berjalan sesuai logika pemrograman yang dirancang.

2.5. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait monitoring dan pengendalian perangkat berbasis *Internet of Things* telah dilakukan sebelumnya. [2] mengembangkan sistem monitoring pemakaian energi listrik pada kamar kost menggunakan aplikasi Blynk berbasis IoT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau penggunaan energi listrik secara real-time melalui perangkat seluler.

[3] mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian kandang ayam pintar menggunakan ESP32 dan visualisasi Blynk. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan kandang serta pengendalian perangkat secara jarak jauh melalui jaringan internet.

[4] merancang sistem kontrol dan monitoring lampu serta air conditioner berbasis Blynk. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 dan Blynk dapat mendukung pengendalian perangkat elektronik secara real-time melalui smartphone.

[5] memanfaatkan NodeMCU ESP8266 berbasis Android menggunakan Blynk sebagai alat untuk menghidupkan dan mematikan lampu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat menjalankan fungsi kontrol lampu dengan baik melalui jaringan internet.

[6] mengembangkan sistem lampu pintar menggunakan ESP32 dan Blynk untuk mendukung konsep smart home. Sistem yang dirancang mampu memberikan kemudahan dalam pengendalian pencahayaan dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk.

[12] mengimplementasikan sistem monitoring dan notifikasi pemakaian listrik rumah tangga berbasis aplikasi Blynk. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Blynk dapat diandalkan untuk memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna terkait kondisi pemakaian energi perangkat.

[13] mengembangkan sistem kontrol dan monitoring energi lampu pintar menggunakan aplikasi berbasis *Internet of Things*. Penelitian tersebut relevan dengan fokus penelitian ini, yaitu kendali dan pemantauan lampu, meskipun pengembangannya belum memanfaatkan lingkungan simulasi.

[14] mengembangkan smart light system berbasis sensor cahaya dengan teknologi IoT, yang menambahkan kemampuan adaptif terhadap kondisi pencahayaan lingkungan pada sistem kendali lampu. [19] mengembangkan prototipe sistem smart home berbasis IoT menggunakan Telegram Messenger pada mikrokontroler ESP32 untuk mengontrol pintu dan lampu dari jarak jauh dengan metode prototyping. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu beroperasi secara responsif dengan perbedaan performa yang terukur antara kondisi ruangan indoor dan outdoor berdasarkan kekuatan sinyal

RSSI, sehingga dinilai layak untuk diterapkan pada hunian sesungguhnya dengan tingkat kelayakan rata-rata 84%.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil
<i>Sulistiyorini et al.</i>	2022	Kendali lampu berbasis Blynk	Lampu dapat dikendalikan melalui internet
<i>Sabillah Hidayat dan</i>	2023	Monitoring energi listrik berbasis Blynk	Monitoring kondisi perangkat secara real-time berhasil dilakukan
<i>Noviarno Uranus dan</i>	2024	Monitoring kandang pintar berbasis ESP32 dan Blynk	Monitoring dan kontrol perangkat berjalan baik
<i>Perangin Angin et al.</i>	2024	Kontrol dan monitoring lampu serta AC berbasis Blynk	Pengendalian perangkat secara real-time berhasil
<i>Hamka et al.</i>	2025	Smart lamp berbasis ESP32 dan Blynk	Kontrol pencahayaan jarak jauh berhasil
<i>Puspitasari et al.</i>	2024	Smart home berbasis ESP32 dan Blynk (lampu dan kipas)	Kendali lampu dan kipas jarak jauh via smartphone berhasil
<i>Haripuddin et al.</i>	2023	Smart home IoT berbasis Telegram Messenger	Kendali lampu dan pintu jarak jauh responsif, kelayakan 84%

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa ESP32 dan Blynk telah banyak digunakan untuk membangun sistem *monitoring* dan pengendalian perangkat berbasis *Internet of Things*. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada implementasi menggunakan perangkat keras fisik. Penelitian ini memberikan perbedaan melalui penggunaan lingkungan simulasi Wokwi sebagai media implementasi dan pengujian sistem *monitoring* lampu berbasis WiFi. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan fungsi *monitoring* status lampu dan pengendalian jarak jauh dalam satu sistem yang mudah direplikasi sebagai media pembelajaran maupun pengembangan awal *smart home* berbasis IoT.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode prototype dengan pendekatan eksperimen. Metode prototype dipilih karena memungkinkan proses perancangan dan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap hingga menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [3]. Tahapan metode prototype yang diterapkan meliputi identifikasi kebutuhan pengguna, perancangan prototipe sistem, evaluasi prototipe, perbaikan berdasarkan hasil evaluasi, hingga pengujian sistem secara menyeluruh sampai hasil yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan lingkungan simulasi Wokwi sehingga proses implementasi dan pengujian dapat dilakukan tanpa menggunakan perangkat keras fisik. Tahapan penelitian meliputi:

- Analisis kebutuhan : Identifikasi masalah dan tujuan penelitian
- Perancangan : Merancang metodologi dan struktur penelitian
- Implementasi : Melakukan penelitian sesuai rencana
- Integrasi : Mengintegrasikan hasil dan findings
- Pengujian : Validasi dan verifikasi hasil akhir

Penggunaan simulator pada pengembangan sistem IoT mampu membantu proses validasi sistem sebelum diterapkan pada perangkat nyata [11].

3.3. Perangkat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Perangkat Keras Virtual

Sistem kendali ini dirancang menggunakan arsitektur perangkat keras yang modular dengan rincian komponen sebagai berikut:

- Mikrokontroler** : ESP32 digunakan sebagai pengendali utama karena telah memiliki modul WiFi terintegrasi dan mendukung komunikasi data secara *real-time* melalui jaringan internet [1]. Dibandingkan dengan mikrokontroler lain seperti Arduino UNO yang tidak memiliki konektivitas nirkabel bawaan, ESP32 menawarkan solusi yang lebih efisien dan hemat biaya untuk aplikasi IoT.
- Akuator** : *Relay* digunakan sebagai aktuator yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik pada lampu sesuai perintah yang diterima dari mikrokontroler [4].
- Output Simulasi** : Beban simulasi berupa LED sebagai representasi lampu pada lingkungan simulasi untuk mempermudah proses pengujian fungsi *monitoring* dan pengendalian, di mana pemilihan komponen ini didasarkan pada efisiensi konsumsi daya yang optimal untuk pengujian sistem berbasis IoT.

3.3.2. Perancangan Antarmuka dan Lingkungan Simulasi

Pengembangan sistem ini mengintegrasikan platform cloud dengan simulator elektronik untuk menciptakan alur kerja IoT yang efisien. Adapun komponen perancangan yang digunakan adalah sebagai berikut:

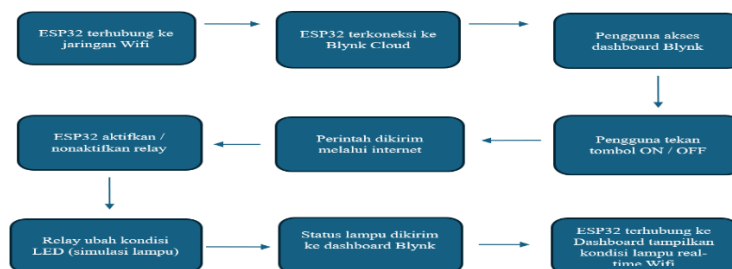
- Platform Pengendali** : Platform Blynk digunakan sebagai media monitoring dan pengendalian perangkat IoT melalui jaringan internet. Blynk bekerja dengan cara menghubungkan perangkat IoT ke Blynk Cloud menggunakan Authentication Token yang unik, lalu memvisualisasikan data dan menerima perintah pengguna melalui dashboard berbasis web atau aplikasi seluler. Blynk menyediakan layanan cloud dan dashboard yang memungkinkan pengguna memantau kondisi perangkat serta mengirimkan perintah kontrol secara *real-time* [2].
- Lingkungan Simulasi** : Lingkungan Simulasi: Wokwi digunakan sebagai simulator elektronik berbasis web yang mendukung berbagai perangkat mikrokontroler dan komponen IoT, sehingga memungkinkan proses pengembangan dan validasi logika program dilakukan secara virtual tanpa ketergantungan pada perangkat keras fisik [11].

3.4. Perancangan Sistem

Sistem *monitoring* lampu jarak jauh berbasis WiFi ini diintegrasikan melalui arsitektur yang menghubungkan perangkat keras dan perangkat lunak dalam satu kesatuan sistem IoT. Sistem ini terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, *relay* sebagai aktuator, LED sebagai representasi beban lampu, dan Blynk sebagai media *monitoring* serta pengendalian jarak jauh. Arsitektur serupa telah divalidasi dalam penelitian sebelumnya mengenai pengendalian lampu berbasis IoT yang memanfaatkan ESP32 dan Blynk sebagai media komunikasi bridge antara pengguna dan perangkat [6].

Pada perancangan ini, ESP32 bertindak sebagai klien yang mengirimkan data status perangkat ke *Blynk Cloud* melalui protokol komunikasi WiFi, di mana data tersebut kemudian divisualisasikan secara *real-time* pada antarmuka *dashboard* pengguna. Penggunaan metode ini memastikan bahwa setiap perintah yang dikirimkan oleh pengguna dapat direspon oleh aktuator dengan tingkat latensi yang rendah, sesuai dengan kebutuhan aplikasi *smart home* masa kini.

3.5. Alur Kerja Sistem



Gambar 1. Diagram Alur Kerja Sistem

Sistem Monitoring Lampu Jarak Jauh Berbasis Wifi dan Blynk Menggunakan Esp32 pada Lingkungan Simulasi Wokwi (Akhlis Munazilin)

3.6.Skenario Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan secara presisi sesuai dengan rancangan kebutuhan awal. Prosedur ini mencakup pengujian konektivitas, monitoring, dan pengendalian yang merupakan metode standar dalam evaluasi kinerja sistem berbasis IoT [4]. Pengujian dilaksanakan melalui tiga skenario utama sebagai berikut:

- Pengujian Konektivitas: Memvalidasi stabilitas tautan komunikasi antara simulator ESP32 pada Wokwi dengan *Blynk Cloud*. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati status indikator perangkat pada *dashboard* dalam berbagai kondisi *bandwidth* dan mencatat tingkat keberhasilan koneksi.
- Pengujian Fungsionalitas: Melakukan verifikasi terhadap logika *input-output* sistem, yaitu memastikan perintah ON/OFF pada antarmuka *Blynk* dapat memicu aktuator *relay* dan mengubah status LED secara sinkron. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol ON dan OFF secara bergantian pada *dashboard* *Blynk* dan mengamati perubahan kondisi LED pada simulator Wokwi.
- Pengujian Latensi: Mengukur waktu respons (*response time*) sistem dari pengiriman perintah hingga perubahan status perangkat di lapangan. Waktu dihitung sejak tombol ditekan pada *dashboard* *Blynk* hingga kondisi LED berubah pada simulator Wokwi. Pengukuran dilakukan sebanyak sembilan kali pengulangan untuk mendapatkan nilai rata-rata latensi yang merepresentasikan kinerja sistem dalam kondisi jaringan internet yang bervariasi.

3.7.Teknik Analisis Data

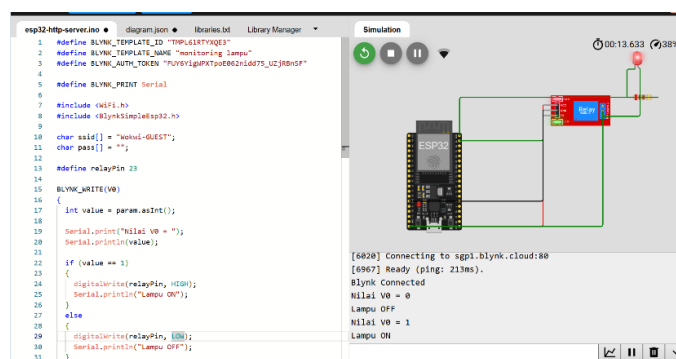
Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengevaluasi performa sistem berdasarkan parameter keberhasilan fungsional dan responsivitas kerja. Data yang dianalisis mencakup tingkat keberhasilan koneksi WiFi, stabilitas koneksi *Blynk Cloud*, akurasi *monitoring* status lampu, serta efektivitas perintah pengendalian lampu melalui *web dashboard*. Pendekatan deskriptif ini lazim digunakan pada penelitian berbasis IoT untuk mengevaluasi kinerja sistem secara komprehensif, di mana keberhasilan eksekusi fungsi serta rata-rata waktu respons (*response time*) yang dihasilkan menjadi indikator utama dalam mengukur keandalan sistem [6]. Melalui metode ini, setiap hasil pengujian akan diinterpretasikan untuk memastikan bahwa sistem mampu bekerja secara sinkron antara antarmuka pengguna, server cloud, dan simulator perangkat keras.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.Implementasi Sistem

Penelitian ini berhasil menghasilkan sistem *monitoring* dan pengendalian lampu jarak jauh berbasis WiFi menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi secara *real-time* dengan platform Blynk. Seluruh sistem dikembangkan pada lingkungan simulasi Wokwi dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama, *relay* sebagai aktuator, dan LED sebagai representasi beban lampu. Penggunaan ESP32 sebagai pengendali utama dipilih karena memiliki modul WiFi terintegrasi yang mendukung komunikasi data pada sistem *Internet of Things* secara stabil [1].

Implementasi sistem dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi virtual pada Wokwi dan layanan *Blynk Cloud* menggunakan *Authentication Token* yang diperoleh dari *dashboard* Blynk. Setelah proses koneksi berhasil dilakukan, pengguna dapat mengakses *dashboard* Blynk melalui *web browser* untuk memantau status lampu serta mengirimkan perintah kontrol secara *real-time*. Platform Blynk digunakan sebagai media komunikasi utama antara pengguna dan perangkat karena menyediakan layanan *cloud* dan *dashboard* yang menyediakan layanan cloud dan dashboard yang memudahkan implementasi sistem IoT [2].

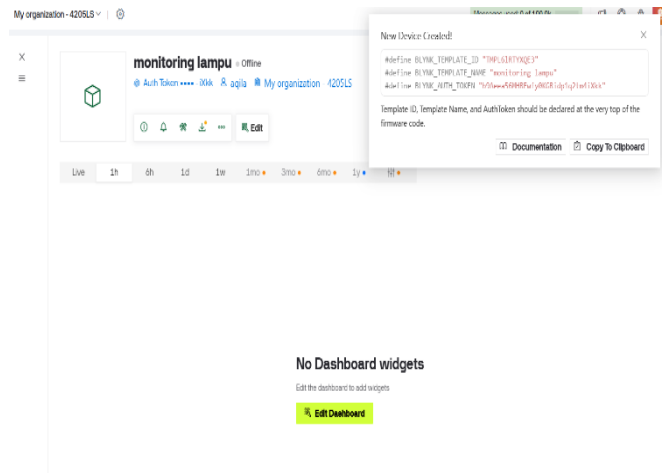


Gambar 2. Rangkaian Sistem pada Wokwi

4.2.Implementasi Dashboard Blynk

Dashboard Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk melakukan monitoring dan pengendalian lampu. Pada penelitian ini dashboard terdiri dari widget Switch untuk mengontrol lampu dan indikator status untuk menampilkan kondisi lampu secara real-time.

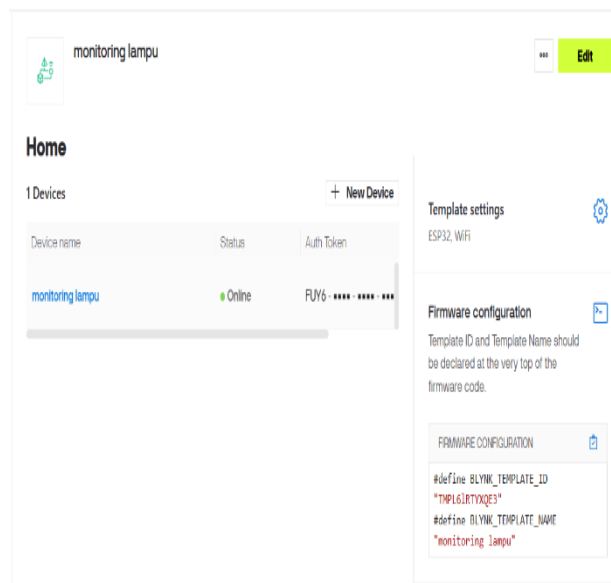
Melalui dashboard tersebut, pengguna dapat mengirimkan perintah ON atau OFF yang selanjutnya diteruskan oleh Blynk Cloud ke mikrokontroler ESP32. Integrasi antara ESP32 dan Blynk memungkinkan proses pengendalian perangkat dilakukan melalui jaringan internet secara real-time [3].



Gambar 3. Dashboard Blynk

4.3.Hasil Koneksi WiFi dan Blynk Cloud

Setelah program dijalankan pada simulator Wokwi, ESP32 berhasil terhubung ke jaringan WiFi dan Blynk Cloud. Keberhasilan koneksi ditunjukkan melalui Serial Monitor yang menampilkan alamat IP perangkat serta status koneksi ke server Blynk.

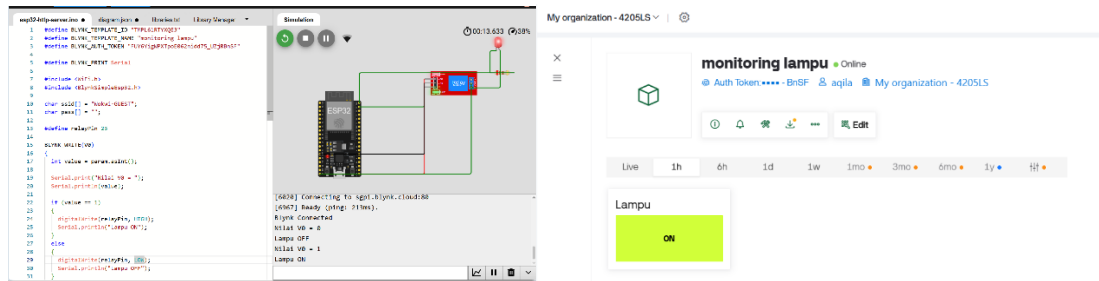


Gambar 4. Serial Monitor Koneksi WiFi dan Blynk Cloud

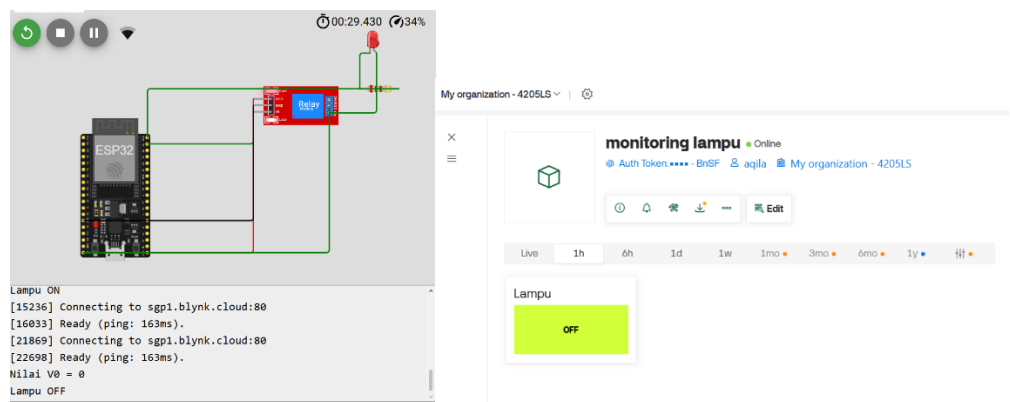
Berdasarkan hasil pengujian, ESP32 mampu melakukan koneksi ke jaringan WiFi dan Blynk Cloud dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi jaringan dan Authentication Token yang digunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem, sehingga komunikasi antara perangkat dan Blynk Cloud dapat terbentuk secara konsisten. Temuan ini sejalan dengan penelitian [2] yang menunjukkan bahwa Blynk mampu menyediakan komunikasi data yang stabil antara perangkat IoT dan pengguna.

4.4.Pengujian Pengendalian Lampu

Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah ON dan OFF melalui dashboard Blynk. Ketika tombol ON ditekan, relay aktif dan LED menyala sebagai representasi lampu dalam kondisi hidup. Sebaliknya, ketika tombol OFF ditekan, relay nonaktif dan LED padam.



Gambar 5. Kondisi Lampu ON



Gambar 6. Kondisi Lampu OFF

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh perintah yang dikirimkan melalui dashboard Blynk berhasil diterima dan diproses oleh ESP32. Ketika perintah ON diterima, ESP32 memproses nilai integer 1 dari Virtual Pin V0 dan mengaktifkan relay sehingga LED menyala. Sebaliknya, saat perintah OFF diterima, ESP32 memproses nilai 0 dan menonaktifkan relay sehingga LED padam. Sistem mampu mengubah kondisi lampu sesuai perintah pengguna tanpa mengalami kegagalan selama proses pengujian. Hasil ini sejalan dengan penelitian [5], [6], dan [16] yang menunjukkan bahwa integrasi ESP32 dan Blynk mampu digunakan untuk pengendalian berbagai perangkat elektronik rumah tangga berbasis Internet of Things secara efektif.

4.5.Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan sebanyak sembilan kali untuk mengevaluasi fungsi monitoring dan pengendalian lampu. Kriteria keberhasilan ditentukan berdasarkan tercapainya fungsi sesuai skenario pengujian tanpa terjadi kegagalan komunikasi maupun kesalahan perubahan status lampu.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Koneksi WiFi	Berhasil	ESP32 berhasil tersambung ke jaringan WiFi virtual pada simulator Wokwi.
2	Koneksi Blynk Cloud	Berhasil	ESP32 berhasil terhubung ke server Blynk Cloud menggunakan Authentication Token.

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
3	Lampu ON	Berhasil	Perintah ON dari dashboard Blynk berhasil mengaktifkan relay sehingga LED menyala.
4	Lampu OFF	Berhasil	Perintah OFF dari dashboard Blynk berhasil menonaktifkan relay sehingga LED padam.
5	Monitoring Status ON	Berhasil	Status lampu ON ditampilkan secara akurat pada dashboard Blynk.
6	Monitoring Status OFF	Berhasil	Status lampu OFF ditampilkan secara akurat pada dashboard Blynk.
7	Sinkronisasi Dashboard	Berhasil	Perubahan kondisi LED tersinkronisasi secara real-time dengan tampilan dashboard.
8	Pengiriman Data Virtual Pin	Berhasil	Data status lampu terkirim dengan benar melalui Virtual Pin V0.
9	Respons Sistem	Berhasil	Sistem merespons setiap perintah pengguna tanpa mengalami kegagalan.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fungsi sistem berhasil dijalankan dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring dan pengendalian lampu yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

4.6. Analisis Waktu Respon Sistem

Waktu respons dihitung sejak pengguna menekan tombol pada dashboard Blynk hingga kondisi lampu berubah sesuai perintah yang diberikan.

Tabel 5. Waktu Respons Sistem

Pengujian	Waktu Respons (detik)
1	0,1
2	0,2
3	0,3
4	0,4
5	0,5
6	0,3

Pengujian	Waktu Respons (detik)
7	0,4
8	0,2
9	0,8

Rata-rata waktu respons yang diperoleh adalah 0,36 detik. Nilai ini tergolong responsif untuk sistem IoT, mengingat rata-rata waktu respons di bawah satu detik umumnya dianggap memadai untuk kebutuhan pengendalian perangkat rumah tangga secara real-time. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons yang cepat terhadap perintah pengguna. Temuan ini sejalan dengan penelitian [4] yang menyatakan bahwa penggunaan ESP32 dan Blynk mampu menghasilkan proses pengendalian perangkat secara real-time.

Penggunaan relay sebagai aktuator pada penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat elektronik dapat dikendalikan melalui jaringan internet dengan memanfaatkan ESP32 dan platform Blynk. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi relay, ESP32, dan platform IoT mampu menghasilkan sistem pengendalian perangkat yang responsif dan mudah dioperasikan secara jarak jauh [15].

4.7. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ESP32, relay, Blynk Cloud, dan Wokwi berhasil membentuk sistem monitoring dan pengendalian lampu yang dapat diakses melalui jaringan internet. Sistem mampu melakukan monitoring status lampu serta pengendalian ON/OFF secara real-time dengan tingkat keberhasilan pengujian sebesar 100%. Kontribusi penelitian ini terhadap pengembangan sistem IoT terletak pada pembuktian bahwa lingkungan simulasi Wokwi dapat dijadikan alternatif yang valid dan efisien untuk membangun serta memvalidasi prototipe sistem smart home berbasis Internet of Things tanpa memerlukan komponen fisik.

Keberhasilan koneksi ke WiFi dan Blynk Cloud menunjukkan bahwa ESP32 memiliki kemampuan yang baik dalam mendukung implementasi sistem IoT [1]. Selain itu, penggunaan Blynk memberikan kemudahan dalam proses pengembangan karena telah menyediakan layanan cloud dan dashboard monitoring yang siap digunakan [2]. Aspek kemudahan akses dan kecepatan respons sistem kendali lampu berbasis IoT ini juga menjadi perhatian utama dalam penelitian [20] yang mengimplementasikan protokol MQTT berbasis web sebagai alternatif pendekatan pengendalian lampu, di mana hasil tersebut menunjukkan bahwa berbagai arsitektur IoT sama-sama menekankan pentingnya respons real-time sebagai indikator utama keandalan sistem, terlepas dari platform komunikasi yang digunakan.

Penggunaan Wokwi sebagai media simulasi juga terbukti membantu proses pengembangan sistem tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Hasil ini mendukung penelitian [11] yang menyatakan bahwa simulasi IoT dapat digunakan sebagai media validasi awal sebelum implementasi pada perangkat nyata.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu mengembangkan sistem monitoring lampu jarak jauh berbasis WiFi menggunakan ESP32 dan Blynk yang dapat diimplementasikan dalam lingkungan simulasi Wokwi sebagai model awal pengembangan smart home berbasis Internet of Things, yang relevan dengan upaya perluasan ekosistem smart home seperti yang telah dibuktikan oleh [16] pada implementasi fisik dengan beban lampu dan kipas angin secara bersamaan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang dilakukan, penelitian ini berhasil menjawab tujuan yang dirumuskan, yaitu membangun sistem monitoring dan pengendalian lampu jarak jauh berbasis WiFi menggunakan mikrokontroler ESP32 dan platform Blynk pada lingkungan simulasi Wokwi. Sistem yang dikembangkan terbukti mampu menjalankan fungsi monitoring dan pengendalian lampu secara real-time melalui jaringan internet, dengan Blynk Cloud berperan sebagai perantara komunikasi antara pengguna dan perangkat.

Pengujian konektivitas menunjukkan ESP32 berhasil terhubung ke jaringan WiFi dan Blynk Cloud dengan tingkat keberhasilan 100%, sementara pengujian fungsional membuktikan bahwa setiap perintah ON dan OFF yang dikirim melalui dashboard Blynk diterima dan dieksekusi sesuai kondisi yang diharapkan, dengan status lampu yang ditampilkan secara akurat pada antarmuka pengguna. Capaian ini mengonfirmasi bahwa arsitektur komunikasi antara perangkat dan pengguna pada sistem yang dirancang berfungsi sebagaimana mestinya, dengan rata-rata waktu respons sebesar 0,36 detik pada pengujian di lingkungan simulasi Wokwi, sehingga menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perintah pengguna secara cepat.

Secara praktis, penelitian ini berkontribusi dalam membuktikan bahwa lingkungan simulasi Wokwi dapat menjadi jalur pengembangan dan validasi awal yang layak bagi sistem IoT berbasis ESP32 dan Blynk, sehingga pengembang atau peneliti pemula dapat menekan biaya, waktu, dan risiko kerusakan komponen sebelum masuk ke tahap purwarupa fisik. Secara akademik, angka waktu respons 0,36 detik yang diperoleh dapat menjadi titik rujukan awal bagi penelitian sejenis yang ingin membandingkan performa kombinasi ESP32-Blynk dengan platform IoT lain pada konteks pengendalian perangkat rumah tangga.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena seluruh proses pengujian dilakukan pada lingkungan simulasi dan belum divalidasi pada perangkat keras fisik, sehingga performa sistem pada kondisi jaringan nyata dengan variabel seperti interferensi sinyal, latensi penyedia layanan internet, dan stabilitas daya belum dapat dipastikan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan sistem pada purwarupa fisik guna memverifikasi temuan ini di luar lingkungan simulasi, menambahkan sensor pendukung seperti sensor cahaya, sensor gerak, atau sensor konsumsi daya listrik agar sistem tidak hanya berfungsi sebagai pengendali lampu tetapi juga sebagai sistem monitoring energi yang lebih komprehensif, serta mengembangkan fitur otomatisasi berbasis jadwal maupun kondisi lingkungan untuk meningkatkan efisiensi energi pada sistem smart home berbasis IoT secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. N. Hidayatullah, A. Ramdhan, and A. Khamid, "Pengembangan Kendali Lampu Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Arduino IDE Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 4, 2024, <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10461>.
- [2] Lulu Sabillah and R. Hidayat, "Sistem Monitoring Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kost Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things," *Jurnal Komputer dan Elektro Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 25–29, Aug. 2023, <https://doi.org/10.58291/komets.v1i2.104>.
- [3] N. Noviarino and H. P. Uranus, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Kandang Ayam Pintar dengan Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan Visualisasi Blynk," 2024, <https://doi.org/10.19166/jstfast.v8i1.8335>.
- [4] A. F. Perangin Angin, M. Bernandos, B. W. B. Boling, H. H. A. Naufal, I. S. Antaribaba, and K. J. S. L. W. Wati, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu dan Air Conditioner Berbasis Blynk," *SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 212–223, Dec. 2024, <https://doi.org/10.61510/skyeast.v2i2.38>.
- [5] T. Sulistyorini, N. Sofi, and E. Sova, "Pemanfaatan NodeMCU ESP8266 Berbasis Android (Blynk) sebagai Alat Mematikan dan Menghidupkan Lampu," *JUIT*, vol. 1, no. 3, 2022.
- [6] M. Hamka, I. Purnama, and B. Bangun, "Lampu Pintar: Mengendalikan Pencahayaannya Jarak Jauh dengan ESP32 dan Blynk," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 345–354, 2025.
- [7] H. Yuana, "Rancang Bangun Sistem Kendali Jarak Jauh Lampu Menggunakan Thingsboard Berbasis IoT," *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, 2020.
- [8] A. Ma'ruf, R. Purnama, and K. E. Susilo, "Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, dan Faktor Daya Berbasis IoT," *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, vol. 5, no. 1, pp. 81–86, Sep. 2021, <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i1.219>.
- [9] I. Syukhron and R. Rahmadewi, "Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT," *Jurusan Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang*, 2021.

- [10] A. Satria Restu Ageng, A. Mei Galuh Ageng, and R. Kurniawan, “Alat Pengontrol AC Otomatis Menggunakan Relay Dengan Koneksi Blynk Berbasis Esp32,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*, 2025, <https://doi.org/10.47701/kppexy33>.
- [11] R. Rahmawati, S. Amra, H. Hanafi, I. Ismaniar, and C. Yusnar, “Simulasi IoT berbasis ESP32 dan Thingsboard Bagi Siswa SMKN 5 Kota Lhokseumawe,” *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 7, no. 1, pp. C72–C77, 2024.
- [12] S. Ma, E. Kumala Pramartaningthyas, and A. Ghofurur Rokhim, “Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Dan Notifikasi Pemakaian Listrik Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk,” *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 12, no. 3, 2023.
- [13] M. Distya Rizky, S. Farrah Sahita, and I. Dwisaputra, “Sistem Kontrol dan Monitoring Energi Lampu Pintar Menggunakan Aplikasi Berbasis Internet of Things,” *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2022.
- [14] R. F. Haigis, “Smart Light System Berbasis Sensor Cahaya dengan Teknologi IoT,” 2025.
- [15] Y. Athallah and R. Agung, “Rancang Bangun Prototype Monitoring Lampu Jalan Secara Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan API Bot Telegram,” *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, vol. 8, no. 1, Feb. 2022, <https://doi.org/10.51998/jti.v8i1.477>
- [16] S. Puspitasari, A. Munazilin, and F. Lazim, “Rancang Bangun Smart Home Berbasis Mikrokontroler ESP 32 dan Blynk,” *Jurnal Ilmu Komputer (JUIK)*, vol. 4, no. 2, pp. 122–136, Jun. 2024, <https://doi.org/10.31314/juik.v4i2.3289>
- [17] W. Yuniarto, I. Irman, S. Suparno, R. Rusman, M. Diponegoro, and E. Edi, “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 30–38, Jan. 2023, <https://doi.org/10.32722/pt.v22i1.5102>
- [18] A. N. Fathoni and K. Khotimah, “Rancang Bangun Smart Home berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger Bot dan NodeMCU ESP 32,” *TELKA: Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, vol. 9, no. 1, pp. 34–43, 2023, <https://doi.org/10.15575/telka.v9n1.34-43>
- [19] Haripuddin, E. S. Rahman, Massikki, and M. I. Burhan, “Smart Home Berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger,” *Jurnal Media Elektrik*, vol. 20, no. 2, 2023, <https://doi.org/10.59562/metrik.v20i2.45041>
- [20] A. Kurnianto and J. D. Irawan, “Penerapan IoT untuk Controlling Lampu Menggunakan Protokol MQTT Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, 2022, <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5393>