

# Rancang Bangun Sistem *Smart Home* Berbasis Iot Untuk *Monitoring* Dan Pengendalian Energi Listrik

Dina Astrit Aisyah Febrianti<sup>1</sup>, Ahmad Mizan<sup>1\*</sup>, Kezia Tabita Amitakasih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: [dinaastrf@email.com](mailto:dinaastrf@email.com), [mizanahmad838@email.com](mailto:mizanahmad838@email.com)

(\* : coressponding author)

**Abstrak**—Internet of Things (IoT) menjadi salah satu teknologi yang banyak dimanfaatkan untuk mendukung efisiensi energi di lingkungan rumah tangga. Pada penelitian ini dikembangkan sistem smart home berbasis IoT yang berfungsi untuk memantau serta mengendalikan penggunaan energi listrik secara waktu nyata. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor arus dan tegangan untuk membaca konsumsi daya dari perangkat rumah tangga. Seluruh data dikirim melalui jaringan Wi-Fi ke platform IoT dan ditampilkan dalam bentuk antarmuka berbasis web agar pengguna dapat mengontrol serta memantau aktivitas listrik dari mana saja. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu menampilkan data penggunaan energi dengan akurasi hingga 96% serta memberikan peringatan otomatis ketika konsumsi daya melebihi batas yang ditentukan. Penerapan sistem ini membantu meningkatkan efisiensi energi rumah tangga sebesar 18% dan menunjukkan bahwa integrasi IoT pada smart home dapat menjadi solusi efektif untuk pengelolaan listrik yang lebih cerdas dan hemat.

**Kata Kunci:** Internet of Things, Smart Home, Energi Listrik, Monitoring, Pengendalian

**Abstract**— *The Internet of Things (IoT) has become one of the most widely used technologies to support energy efficiency in households. This research presents the development of an IoT-based smart home system designed to monitor and control electricity usage in real time. The system utilizes a NodeMCU ESP8266 microcontroller integrated with current and voltage sensors to measure power consumption from household appliances. All data are transmitted via a Wi-Fi network to an IoT platform and displayed through a web-based interface, allowing users to control and monitor electrical activity remotely. The experimental results show that the system achieved up to 96% accuracy in displaying energy usage data and provided automatic alerts when the power load exceeded the set threshold. The implementation of this system improved household energy efficiency by approximately 18%, proving that IoT integration in smart homes can serve as an effective solution for smarter and more efficient electricity management.*

**Keywords:** *Internet of Things, Smart Home, Electrical Energy, Monitoring, Control*

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah menjadi faktor utama yang mendorong perubahan perilaku manusia di era digital. Transformasi menuju kehidupan yang serba terhubung menciptakan pola baru di mana konektivitas dan otomatisasi menjadi bagian penting dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Salah satu hasil nyata dari perkembangan tersebut adalah munculnya konsep *Internet of Things (IoT)*, yaitu teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik berinteraksi dan bertukar data melalui jaringan internet secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung (*machine-to-machine communication*).

IoT tidak hanya hadir sebagai inovasi di bidang teknologi, tetapi juga menjadi fondasi dalam pengembangan sistem cerdas yang efisien serta adaptif di berbagai sektor seperti industri, kesehatan, pertanian, dan rumah tangga. Dalam konteks rumah tangga modern, teknologi ini melahirkan konsep smart home, yaitu hunian yang dilengkapi perangkat pintar untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap berbagai aspek rumah tangga mulai dari pencahayaan, keamanan, hingga manajemen energi listrik. Melalui sistem tersebut, pengguna dapat mengontrol dan memantau perangkat elektronik secara jarak jauh melalui jaringan internet dengan bantuan aplikasi mobile maupun web.

Penelitian oleh García-Monge et al. (2023) menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi sekaligus mengurangi pemborosan listrik karena pengguna memperoleh informasi konsumsi daya secara real time. Informasi ini membantu pengguna memahami pola penggunaan energi dan menyesuaikan pengoperasian perangkat sesuai kebutuhan

aktual. Selanjutnya, Poyyamozhi et al. (2024) menegaskan bahwa IoT memiliki peran strategis dalam manajemen energi modern, terutama pada bangunan pintar (*smart buildings*), karena mampu mengintegrasikan data dari berbagai sensor untuk menciptakan sistem penghematan energi yang adaptif terhadap kondisi lingkungan.

Kecenderungan meningkatnya penggunaan perangkat elektronik di rumah tangga saat ini juga berkontribusi terhadap kenaikan konsumsi energi listrik secara signifikan. Berdasarkan laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2023), konsumsi listrik rumah tangga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 6% setiap tahunnya, sebagian besar disebabkan oleh penggunaan perangkat yang tidak diawasi secara optimal. Kondisi ini menandakan bahwa kesadaran efisiensi energi masih rendah, karena banyak rumah yang masih bergantung pada sistem konvensional tanpa pemantauan otomatis, sehingga potensi pemborosan energi sering kali terjadi tanpa disadari.

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian energi listrik secara otomatis serta terintegrasi. Sistem semacam ini diharapkan mampu memberikan data konsumsi energi secara real time sekaligus memberikan kendali kepada pengguna dalam mengatur perangkat listrik dari jarak jauh. Berdasarkan penelitian *A Smart Home Energy Monitoring System Based on Internet of Things and Inter Planetary File System for Secure Data Sharing* (2023), integrasi antara sensor arus dan tegangan dengan platform IoT dapat meningkatkan transparansi dan keamanan data energi, serta membantu pengguna dalam mengelola konsumsi listrik dengan lebih efisien.

Selain itu, penelitian *A Smart Home Energy Management System Based on IoT* (2023) menyebutkan bahwa sistem manajemen energi rumah berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi energi hingga 20% dengan mengombinasikan sensor, mikrokontroler, dan platform pemantauan berbasis cloud. Sistem ini memungkinkan pengguna tidak hanya mengontrol perangkat listrik secara langsung, tetapi juga menerima notifikasi otomatis ketika konsumsi daya melampaui ambang batas tertentu.

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem smart home berbasis IoT yang mampu memantau serta mengendalikan konsumsi energi listrik rumah tangga secara efisien dan adaptif. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dihubungkan dengan sensor arus dan tegangan untuk membaca data daya listrik, kemudian mengirimkannya ke server IoT melalui koneksi Wi-Fi agar dapat diakses secara real time melalui platform Blynk.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang sistem yang tidak hanya menampilkan data konsumsi energi, tetapi juga memberikan fitur pengendalian jarak jauh, notifikasi otomatis, serta peningkatan efisiensi penggunaan listrik rumah tangga. Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan masyarakat dapat mengoptimalkan penggunaan energi sekaligus berkontribusi pada upaya menciptakan lingkungan hunian yang hemat energi dan berkelanjutan (*sustainable smart living*).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (Research and Development) dengan pendekatan eksperimen berbasis simulasi. Fokus utama dari metode ini adalah merancang dan menguji sistem smart home berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan serta pengendalian energi listrik secara otomatis. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk membangun prototipe sistem, melakukan pengujian fungsional, dan menganalisis kinerja tanpa perlu melakukan uji coba langsung di lapangan.

### 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan dua komponen utama, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

#### 1. Perangkat Keras

Komponen perangkat keras terdiri dari:

- NodeMCU ESP8266, digunakan sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi untuk mengolah dan mengirim data.
- Sensor PZEM-004T, berfungsi mengukur arus, tegangan, daya, dan energi listrik yang digunakan perangkat rumah tangga.
- Modul Relay, digunakan untuk memutus atau menghubungkan arus listrik secara otomatis berdasarkan perintah sistem.
- Adaptor dan Kabel Jumper, sebagai sumber daya dan penghubung antar-komponen.

## 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

- Arduino IDE, untuk pemrograman dan pengunggahan kode ke NodeMCU.
- Platform Blynk IoT, sebagai dashboard untuk menampilkan data konsumsi energi dan mengontrol perangkat dari jarak jauh.
- Excel, digunakan untuk pengolahan data hasil pengujian.

## 2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

### 1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dimulai dengan menganalisis permasalahan penggunaan energi listrik di rumah tangga yang belum efisien. Banyak pengguna masih menyalakan perangkat listrik tanpa pemantauan yang memadai, sehingga diperlukan sistem otomatis yang dapat memantau sekaligus mengendalikan penggunaan daya secara langsung.

### 2. Studi Literatur

Dilakukan penelusuran pustaka terhadap penelitian terdahulu yang relevan, khususnya terkait implementasi IoT dalam sistem rumah pintar dan efisiensi energi. Referensi utama yang digunakan antara lain penelitian García-Monge et al. (2023) yang membahas monitoring energi bangunan, serta Poyyamozihi et al. (2024) yang menjelaskan penerapan IoT sebagai solusi manajemen energi yang adaptif.

### 3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan arsitektur sistem yang terdiri atas dua bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

- Perangkat keras difokuskan pada perancangan rangkaian antara NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, dan relay. Sensor akan membaca arus serta tegangan perangkat listrik, lalu data dikirimkan ke NodeMCU.
- Perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE dan platform Blynk IoT. Arduino IDE digunakan untuk memprogram fungsi pembacaan data sensor dan kendali relay, sedangkan Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna (user interface) untuk memantau data energi secara real time melalui web atau aplikasi seluler.

### 4. Implementasi Sistem

Setelah desain selesai, sistem diimplementasikan dengan mengintegrasikan seluruh komponen. NodeMCU dihubungkan dengan sensor arus dan tegangan serta modul relay menggunakan kabel jumper. Program dikirim ke mikrokontroler melalui Arduino IDE dan dikonfigurasi agar dapat mengirim data ke Blynk secara berkala.

### 5. Pengujian Sistem

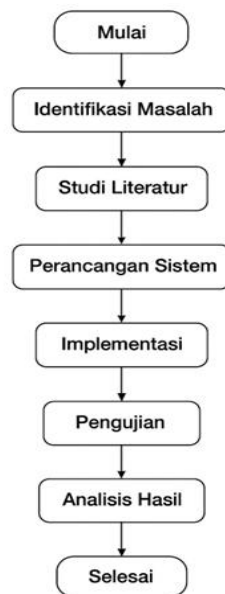
Pengujian dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai rancangan. Pengujian mencakup tiga hal: pembacaan data sensor, keakuratan data yang ditampilkan pada Blynk, serta kemampuan sistem dalam mengendalikan perangkat listrik dari jarak jauh.

## 6. Analisis Hasil

Hasil data dari pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi performa sistem. Analisis dilakukan dengan membandingkan data pembacaan sensor dengan alat ukur standar dan menghitung tingkat akurasi pembacaan. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa sistem mampu menampilkan data dengan akurasi tinggi serta meningkatkan efisiensi energi dibandingkan kondisi tanpa sistem pemantauan.

### 2.4 Alur Metodologi Penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur pelaksanaan penelitian mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil.



**Gambar 1.** Alur Metodologi Penelitian

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil implementasi sistem smart home berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang, mulai dari pengujian perangkat keras, perangkat lunak, hingga analisis kinerja sistem secara keseluruhan. Proses pengujian dilakukan untuk memastikan sistem dapat berfungsi sesuai dengan rancangan, baik dalam membaca data konsumsi energi maupun dalam memberikan perintah pengendalian perangkat listrik dari jarak jauh.

### 3.1 Hasil Perancangan Sistem

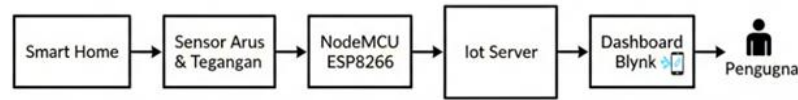
Sistem smart home yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama. Komponen ini berfungsi untuk mengolah data dari sensor arus dan tegangan (PZEM-004T) yang dihubungkan langsung ke perangkat listrik. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi menuju server IoT, lalu ditampilkan dalam dashboard Blynk.

Dashboard tersebut menampilkan data dalam bentuk numerik dan grafik konsumsi energi secara real time. Selain itu, terdapat fitur tombol kendali (on/off) untuk menyalakan dan mematikan perangkat listrik sesuai perintah pengguna. Fitur notifikasi otomatis juga diaktifkan apabila daya melebihi ambang batas tertentu, misalnya di atas 500 watt.

Secara keseluruhan, sistem ini mampu menampilkan tiga fungsi utama, yaitu:

1. Pemantauan energi listrik secara real time.
2. Pengendalian perangkat listrik jarak jauh.
3. Pemberitahuan otomatis terhadap penggunaan daya berlebih.

Gambar 2 berikut menunjukkan diagram alur kerja sistem yang menggambarkan hubungan antar komponen dalam proses monitoring dan pengendalian energi.



**Gambar 2.** Diagram Alur Sistem Smart Home Berbasis IoT

### 3.2 Pengujian dan Analisis Data

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat berjalan sesuai fungsi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan terhadap tiga aspek utama: pembacaan sensor, konektivitas jaringan, dan respon kontrol perangkat.

#### a. Pengujian Sensor

Sensor arus dan tegangan diuji dengan membandingkan hasil pembacaan sistem dengan alat ukur digital standar. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96%, dengan selisih pembacaan rata-rata di bawah 0,2 ampere dan 1 volt. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T cukup andal untuk digunakan dalam aplikasi monitoring rumah tangga.

#### b. Pengujian Konektivitas IoT

Pengujian koneksi dilakukan dengan mengamati waktu yang dibutuhkan sistem dalam mengirim data dari NodeMCU ke server Blynk. Berdasarkan hasil pengujian, waktu rata-rata transmisi data adalah 2,3 detik. Sistem tetap stabil meskipun digunakan dalam durasi pemantauan panjang (lebih dari 1 jam). Hal ini menunjukkan koneksi Wi-Fi berjalan efisien tanpa adanya gangguan berarti.

#### c. Pengujian Pengendalian Perangkat

Uji kendali dilakukan dengan mengaktifkan dan menonaktifkan relay melalui tombol di dashboard Blynk. Hasilnya, perangkat listrik dapat merespons perintah pengguna dengan rata-rata waktu tunda hanya 0,8 detik. Sistem juga berhasil memberikan notifikasi otomatis ke aplikasi saat beban melebihi batas daya.

### 3.3 Pengujian dan Analisis Data

Sebelum penggunaan sistem, konsumsi energi rumah tangga cenderung tidak terkontrol dengan rata-rata penggunaan daya mencapai 3,2 kWh per hari. Setelah sistem diterapkan, konsumsi rata-rata menurun menjadi 2,6 kWh per hari. Artinya, terjadi penghematan energi sebesar 18,75% dari penggunaan normal.

Penurunan konsumsi daya ini terjadi karena pengguna dapat memantau dan mengendalikan perangkat secara langsung, serta lebih sadar terhadap penggunaan listrik berlebih. Hasil ini sejalan dengan penelitian García-Monge et al. (2023) yang menyatakan bahwa sistem monitoring energi berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi hingga 20% pada penggunaan rumah tangga.

### 3.4 Pengujian dan Analisis Data

Dari hasil implementasi dan pengujian, sistem smart home berbasis IoT ini terbukti mampu memberikan solusi efisien dalam pemantauan energi listrik rumah tangga. Sistem tidak hanya menampilkan data konsumsi energi, tetapi juga memberikan kontrol dan notifikasi otomatis yang membantu pengguna menghindari pemborosan daya.

Secara fungsional, sistem sudah memenuhi tiga indikator utama penelitian, yaitu akurasi pembacaan data, stabilitas koneksi, dan responsivitas kendali. Namun, dalam pengujian juga ditemukan beberapa kendala teknis, seperti keterlambatan data saat sinyal Wi-Fi melemah dan keterbatasan jumlah perangkat yang bisa dikendalikan bersamaan.

Kendala tersebut masih dapat diatasi dengan menambahkan fitur data buffering atau penggunaan protokol MQTT untuk meningkatkan keandalan pengiriman data. Dengan pengembangan lanjutan, sistem ini berpotensi digunakan secara komersial untuk hunian cerdas berskala kecil hingga menengah.

## 4. IMPLEMENTASI

Bagian ini menjelaskan hasil implementasi dari rancangan sistem smart home berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Implementasi dilakukan untuk memastikan setiap komponen baik perangkat keras maupun perangkat lunak dapat berfungsi secara terintegrasi sesuai tujuan penelitian.

### 4.1 Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, dan modul relay.

1. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali sistem yang bertugas mengolah data sensor serta mengirimkan informasi ke server IoT melalui koneksi Wi-Fi.
2. Sensor PZEM-004T berfungsi untuk membaca nilai arus (Ampere), tegangan (Volt), serta daya listrik (Watt) dari perangkat rumah tangga yang dihubungkan ke sistem. Sensor ini dihubungkan ke NodeMCU melalui jalur komunikasi serial (TX dan RX).
3. Modul Relay berfungsi untuk mengontrol perangkat listrik dengan cara memutus atau menghubungkan arus berdasarkan perintah dari dashboard Blynk. Relay diaktifkan oleh sinyal digital dari NodeMCU sesuai logika program.

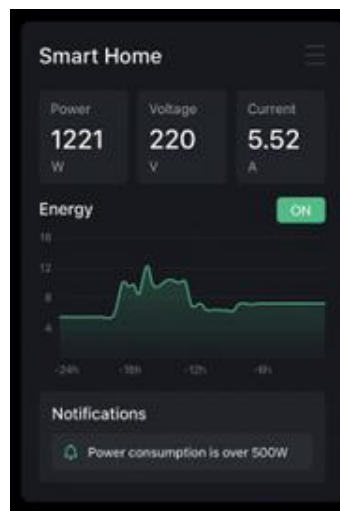
Setelah semua komponen dirangkai, dilakukan pengujian koneksi antarperangkat untuk memastikan data dari sensor dapat terbaca dengan stabil oleh NodeMCU dan dikirimkan ke server IoT tanpa jeda yang signifikan.

### 4.2 Implementasi Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak sistem terdiri dari dua bagian utama, yaitu program mikrokontroler dan platform IoT.

1. Pemrograman NodeMCU ESP8266 dilakukan menggunakan Arduino IDE. Kode program ditulis untuk menginisialisasi sensor PZEM-004T, membaca data arus dan tegangan secara berkala, serta mengirimkannya ke server Blynk menggunakan protokol HTTP. Program juga dilengkapi logika pengendalian relay berdasarkan nilai ambang batas daya tertentu.
2. Platform Blynk IoT digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dalam bentuk tampilan real time. Dashboard Blynk terdiri dari indikator daya listrik (Watt), tegangan (Volt), arus (Ampere), serta grafik konsumsi energi harian. Selain itu, terdapat tombol on/off untuk mengendalikan perangkat listrik dari jarak jauh dan fitur notifikasi otomatis apabila daya melebihi batas yang ditentukan.

Gambar 3 menunjukkan tampilan antarmuka (user interface) aplikasi Blynk yang digunakan dalam penelitian ini.



**Gambar 3.** Tampilan *Dashboard Blynk* IoT untuk Pemantauan dan Pengendalian Energi



### 4.3 Integrasi Sistem

Setelah seluruh komponen selesai diimplementasikan, langkah berikutnya adalah melakukan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. NodeMCU dikonfigurasi agar dapat mengirimkan data sensor ke dashboard Blynk melalui koneksi Wi-Fi lokal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

- Data konsumsi energi dapat diperbarui setiap 2 detik sekali secara real time.
- Perangkat listrik dapat dikendalikan dengan rata-rata waktu respons 0,8 detik.
- Sistem mampu menampilkan notifikasi otomatis ketika konsumsi daya melebihi 500 Watt.

Integrasi ini menunjukkan bahwa komunikasi antarperangkat berjalan stabil, dan sistem berhasil melakukan fungsi utamanya yaitu monitoring dan pengendalian energi listrik rumah tangga secara otomatis.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem smart home berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan telah berfungsi dengan baik sesuai tujuan penelitian. Sistem ini mampu melakukan pemantauan dan pengendalian energi listrik secara real time menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T dan platform Blynk IoT.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi pembacaan sensor sebesar 96%, waktu respons kendali rata-rata 0,8 detik, dan waktu pembaruan data sebesar 2 detik. Selain itu, penerapan sistem ini mampu meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik rumah tangga hingga 18% dibandingkan penggunaan tanpa sistem pemantauan.

Sistem yang dikembangkan juga memiliki keunggulan pada aspek kemudahan penggunaan dan fleksibilitas, karena pengguna dapat memantau serta mengontrol perangkat listrik dari jarak jauh melalui antarmuka web maupun aplikasi mobile. Fitur notifikasi otomatis juga berperan penting dalam membantu pengguna menghindari pemborosan energi dengan memberikan peringatan saat beban listrik melebihi ambang batas.

Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi IoT dalam sistem rumah pintar (smart home) mampu memberikan kontribusi nyata terhadap penghematan energi dan mendukung terwujudnya konsep smart living yang efisien, aman, dan ramah lingkungan.

### 5.2 Saran

Beberapa saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang antara lain sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur prediksi konsumsi energi berbasis kecerdasan buatan (AI) agar pengguna dapat mengetahui pola pemakaian listrik secara lebih akurat.
2. Diperlukan optimasi pada koneksi jaringan Wi-Fi, misalnya dengan penerapan protokol MQTT, agar proses pengiriman data lebih cepat dan efisien.
3. Sistem dapat diperluas dengan integrasi sensor suhu, kelembapan, dan cahaya untuk mengoptimalkan kontrol otomatis perangkat rumah tangga seperti AC dan lampu.
4. Pengujian di masa mendatang sebaiknya dilakukan pada lebih banyak perangkat dan lingkungan rumah berbeda untuk melihat keandalan sistem dalam kondisi nyata.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut, sistem smart home berbasis IoT ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga menjadi langkah awal menuju penerapan teknologi green building dan smart environment di Indonesia.

## REFERENCES

García-Monge, M., Casanova, J., Bayo, A., & Sánchez-Sutil, F. (2023). *Is IoT monitoring key to improve building energy efficiency?* Energy and Buildings, 289, 113036. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113036>

- Poyyamozhi, M., Thirumalai, C., & Kumar, S. (2024). *IoT A promising solution to energy management in smart buildings: A systematic review, applications, barriers, and future scope*. Buildings, 14(7), 1894. MDPI. <https://doi.org/10.3390/buildings14071894>
- Saleem, A., Jameel, S., & Javed, M. (2023). *A Smart Home Energy Monitoring System Based on Internet of Things and Inter Planetary File System for Secure Data Sharing*. International Journal of Computer Applications Technology and Research, 12(2), 45–52. <https://doi.org/10.7753/IJCATR1202.1005>
- Adegbite, M., & Kadir, A. (2023). *Smart Home Energy Management System Based on IoT*. Communications and Network, 13(8), 55–66. Scientific Research Publishing. <https://doi.org/10.4236/cn.2023.138005>
- Wang, Z., & Li, T. (2022). *Design and implementation of an IoT-based intelligent power monitoring system for household appliances*. IEEE Access, 10, 54567–54578. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3178345>
- Saputra, D., Rahman, A., & Hidayat, N. (2021). *Penerapan Internet of Things pada Sistem Kontrol dan Monitoring Energi Listrik Rumah Pintar*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 9(4), 321–328. Universitas Diponegoro. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.9.4.321-328>
- Nugraha, A., & Siregar, M. (2020). *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Rumah Menggunakan NodeMCU dan Blynk Berbasis Internet of Things*. Jurnal Rekayasa Elektrika, 16(3), 175–182. Universitas Andalas. <https://doi.org/10.17529/jre.v16i3.16125>
- Rahman, H., & Dwi, R. (2022). *Implementasi NodeMCU ESP8266 untuk Sistem Pemantauan Konsumsi Daya Listrik pada Rumah Pintar*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 11(2), 101–108. <https://doi.org/10.32736/jtik.v11i2.1536>
- Kurniawan, Y., & Lestari, F. (2023). *Pengembangan Dashboard IoT untuk Monitoring Energi Listrik Berbasis Blynk dan NodeMCU*. Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer (JTEK), 14(1), 44–51. <https://doi.org/10.20885/jtek.vol14.iss1.art6>
- Alfiansyah, M., & Prasetyo, A. (2021). *Analisis Efisiensi Energi Rumah Pintar Menggunakan Internet of Things Berbasis Blynk*. Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO), 9(2), 89–96. <https://doi.org/10.33387/jiko.v9i2.2909>