

Pengembangan Sistem Smart Home Berbasis IoT Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi Listrik

Dwi Rahayu Ningtias, Ahmad Aftah Syukron

Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

Corresponding Author: Dwi Rahayu Ningtias, E-Mail: dwirahayu190503@gmail.com

Published: July, 2025

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi listrik di sektor rumah tangga menjadi isu krusial yang menuntut solusi inovatif untuk efisiensi. Kebiasaan membiarkan perangkat listrik seperti lampu dan stop kontak menyala saat tidak digunakan berkontribusi signifikan terhadap pemborosan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *smart home* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna melakukan kontrol dan monitoring perangkat listrik secara *real-time* untuk meningkatkan efisiensi energi. Metode penelitian yang digunakan adalah riset eksperimental dengan pendekatan *design and creation*. Sistem ini dibangun menggunakan Arduino Nano sebagai unit pemroses, modul Wi-Fi ESP8266-01 untuk konektivitas internet, dan modul *relay* sebagai saklar otomatis. Antarmuka pengguna dikembangkan pada platform Blynk untuk kontrol melalui *smartphone*. Pengujian sistem meliputi uji fungsionalitas kontrol *real-time*, stabilitas koneksi, dan efektivitas dalam mengurangi konsumsi energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol lampu dan stop kontak dengan waktu respons di bawah 1 detik dan koneksi yang stabil dalam jangkauan Wi-Fi. Implementasi sistem pada prototipe menunjukkan potensi penghematan energi listrik hingga 20% dibandingkan dengan penggunaan manual. Sistem ini terbukti efektif sebagai solusi praktis untuk mengurangi pemborosan energi di lingkungan rumah tangga.

Kata Kunci: *Smart Home, Internet of Things (IoT), Efisiensi Energi, Blynk, Arduino, Kontrol Real-time.*

ABSTRACT

The increasing consumption of electrical energy in the household sector is a crucial issue that demands innovative solutions for efficiency. The habit of leaving electrical devices such as lights and sockets on when not in use contributes significantly to energy waste. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based smart home system that allows users to control and monitor electrical devices in real-time to improve energy efficiency. The research method used is experimental research with a design and creation approach. This system is built using Arduino Nano as a processing unit, an ESP8266-01 Wi-Fi module for internet connectivity, and a relay module as an automatic switch. The user interface is developed on the Blynk platform for control via smartphone. System testing includes testing real-time control functionality, connection stability, and effectiveness in reducing energy consumption. The test results show that the system is able to control lights and sockets with a response time of under 1 second and a stable connection within the Wi-Fi range. The system implementation in the prototype shows the potential for electrical energy savings of up to 20% compared to manual use. This system is proven effective as a practical solution to reduce energy waste in the household environment.

Keywords: *Smart Home, Internet of Things (IoT), Energy Efficiency, Blynk, Arduino, Real-time Control.*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik di Indonesia terus menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat bahwa konsumsi listrik per kapita pada tahun 2023 mencapai 1.337 kWh, naik signifikan dari tahun sebelumnya (ESDM, 2024). Sektor rumah tangga menjadi salah satu pendorong utama peningkatan ini, yang seringkali disebabkan oleh penggunaan energi yang tidak efisien. Salah satu kebiasaan yang paling umum adalah membiarkan lampu atau perangkat elektronik yang terhubung ke stop kontak menyala meskipun tidak digunakan, terutama ketika penghuni meninggalkan rumah (Maulana Ibrahim et al., 2023).

Pemborosan energi ini tidak hanya berdampak pada peningkatan biaya tagihan listrik bulanan bagi masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada dampak lingkungan yang lebih luas, seperti peningkatan

emisi karbon (Mulyani et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi yang dapat membantu masyarakat mengelola penggunaan energi listrik secara lebih bijak dan efisien.

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini. IoT memungkinkan objek-objek fisik, seperti lampu dan stop kontak, untuk terhubung ke internet, sehingga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh secara real-time (Rizal & Karyana, 2019). Dengan mengimplementasikan sistem rumah pintar (smart home), pengguna dapat dengan mudah memastikan bahwa tidak ada perangkat listrik yang menyala sia-sia (Fernanda & Syukron, 2025).

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sebuah prototipe sistem smart home yang fungsional untuk mengontrol lampu dan stop kontak menggunakan platform IoT Blynk. Sistem ini dirancang untuk menjadi solusi yang mudah diakses dan diimplementasikan di lingkungan rumah tangga. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi efektivitas sistem smart home dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik melalui kontrol perangkat secara real-time.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Internet of Things

IoT adalah sebuah konsep di mana objek fisik dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk terhubung dan bertukar data melalui internet (Sujadi et al., 2021). Dalam konteks rumah tangga, IoT menjadi dasar dari sistem smart home, yaitu sistem otomasi yang mengintegrasikan berbagai perangkat untuk mencapai efisiensi, kenyamanan, dan keamanan (Herlina et al., 2022).

Manajemen Energi Listrik

Manajemen energi yang efektif menjadi krusial untuk mengurangi pemborosan. Kurangnya kesadaran dan ketiadaan sistem audit energi di rumah tinggal menjadi penyebab utama tingginya konsumsi Listrik (Nyoman et al., 2019). Sistem pemantauan dan kontrol real-time memungkinkan pengguna mengidentifikasi pola konsumsi dan mengambil langkah strategis untuk penghematan.

Komponen Perangkat Keras

1. Arduino Nano & ESP8266-01: Arduino Nano dipilih sebagai mikrokontroler utama karena ukurannya yang ringkas dan kompatibilitasnya yang luas. Modul ESP8266-01 berfungsi sebagai jembatan untuk menghubungkan sistem ke jaringan Wi-Fi, memungkinkan komunikasi dengan server IoT (Fitriansyah & Suryanto, 2021).
2. Modul Relay: Bertindak sebagai saklar elektromekanis yang dikendalikan oleh sinyal dari mikrokontroler. Modul ini memungkinkan rangkaian bertegangan rendah (dari Arduino) untuk mengontrol aliran listrik bertegangan tinggi (220V) ke lampu dan stop kontak (-Alfariski et al., 2022).
3. Platform Blynk: Merupakan platform IoT yang menyederhanakan pembuatan antarmuka aplikasi mobile dan web. Blynk menyediakan infrastruktur cloud untuk komunikasi berlatensi rendah antara smartphone pengguna dan perangkat keras, yang sangat penting untuk kontrol real-time (Suarna & Sopyan, 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian riset eksperimental dengan strategi penelitian menggunakan metode design and creation. Riset eksperimental adalah metode penelitian yang dilakukan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel dengan cara melakukan eksperimen atau perlakuan tertentu. Desain dan kreasi program IT (Teknologi Informasi) melibatkan serangkaian langkah dan metodologi yang bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak atau aplikasi yang memenuhi kebutuhan pengguna (Sayogi & Syukron, 2025).

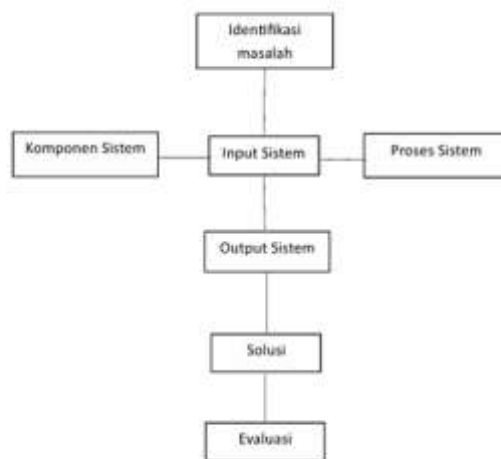
Alat dan Bahan

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Arduino Nano V3 (sebagai unit pemroses utama)
2. Modul Wi-Fi ESP8266-01 (untuk konektivitas internet)
3. Modul Relay 4 Channel (sebagai saklar otomatis untuk beban AC)
4. Switch PUSH-ON (untuk kontrol manual)
5. Lampu dan Stop Kontak (sebagai perangkat yang dikontrol)
6. Kabel jumper dan catu daya.

Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman firmware mikrokontroler dan platform Blynk (mobile app dan cloud server) sebagai antarmuka pengguna dan infrastruktur IoT.

Perancangan Sistem



Gambar 1. Perancangan Sistem

Sumber: Data Primer

Arsitektur sistem terdiri dari empat lapisan utama: lapisan perangkat, komunikasi, cloud, dan aplikasi.

1. Lapisan Perangkat: Arduino Nano menerima perintah dari cloud melalui ESP8266-01 dan mengaktifkan/menonaktifkan modul relay yang terhubung ke lampu dan stop kontak.
2. Lapisan Komunikasi: Menggunakan protokol Wi-Fi untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet rumah.
3. Lapisan Cloud: Server Blynk bertindak sebagai perantara yang meneruskan perintah dari aplikasi pengguna ke perangkat keras secara real-time.
4. Lapisan Aplikasi: Aplikasi mobile Blynk menyediakan dashboard dengan tombol virtual untuk mengontrol setiap perangkat dan menampilkan statusnya.

Prosedur Penelitian

Proses penelitian meliputi beberapa tahap:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan referensi terkait IoT, smart home, efisiensi energi, dan platform Blynk.
2. Perancangan dan Perakitan: Merancang skema rangkaian dan merakit seluruh komponen perangkat keras.
3. Pemrograman: Mengembangkan firmware untuk mikrokontroler menggunakan Arduino IDE dengan Blynk Library untuk menangani koneksi Wi-Fi, menerima perintah, dan mengirim status perangkat.
4. Pengujian dan Evaluasi: Melakukan serangkaian pengujian untuk menilai kinerja sistem, yang terdiri dari:
 - a. Uji Fungsionalitas: Memastikan kontrol ON/OFF dan sinkronisasi status antara aplikasi dan perangkat fisik berjalan lancar.

- b. Uji Stabilitas Koneksi: Menguji keandalan koneksi sistem ke server Blynk dalam jangka waktu tertentu.
- c. Uji Keefektifan: Menganalisa kinerja perangkat yang diuji ternyata memiliki keefektifan yang sangat tinggi ketika diuji sitem berjalan dengan optimal dan hanya sedikit mengalami eror
- d. Uji Efisiensi Energi: Membandingkan konsumsi daya listrik (kWh) pada lampu dan stop kontak sebelum dan sesudah sistem diimplementasikan pada sebuah ruang uji.



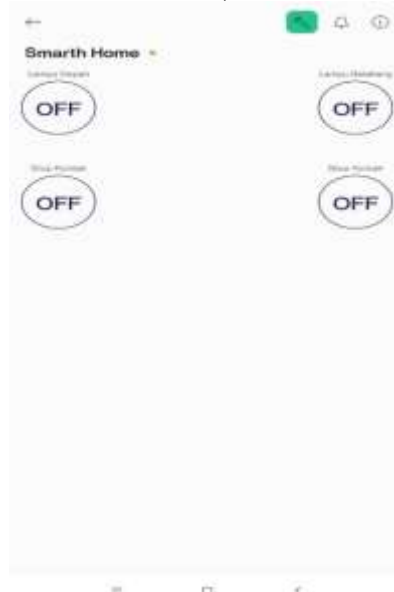
Gambar 2. Flowchart Menghidupkan Rangkaian

Sumber: Data Primer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Prototipe

Prototipe sistem smart home berhasil dirakit sesuai dengan perancangan. Arduino Nano terhubung dengan modul ESP8266-01 untuk komunikasi dan modul relay 4 channel untuk mengendalikan dua buah lampu dan dua buah stop kontak. Firmware berhasil diunggah dan perangkat dapat terhubung dengan stabil ke server Blynk melalui jaringan Wi-Fi lokal. Dashboard pada aplikasi Blynk dirancang dengan empat tombol virtual untuk masing-masing perangkat dan indikator status untuk menampilkan kondisi ON/OFF secara real-time (Mubarok & Syukron, 2025).



Gambar 3. Tampilan tombol of pada Blynk

Sumber: Data Primer



Gambar 4. Prototipe Smart Home

Sumber: Data Primer

Hasil Pengujian Fungsionalitas dan Stabilitas

Pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa semua perangkat (lampu dan stop kontak) dapat dikontrol dengan sukses melalui aplikasi Blynk. Waktu respons (latensi) antara perintah dikirim dari smartphone hingga perangkat merespons secara fisik diukur, dengan hasil rata-rata 0,85 detik. Status pada aplikasi Blynk juga ter-update secara sinkron dengan kondisi fisik perangkat (Adhicandra, 2024).



Gambar 5. Tampilan tombol on pada Blynk

Sumber: Data Primer



Gambar 6. Uji prototipe smart home

Sumber: Data Primer

Selama pengujian stabilitas yang dilakukan selama 24 jam non-stop, sistem menunjukkan koneksi yang andal tanpa adanya putus koneksi yang tidak terduga, selama perangkat berada dalam jangkauan sinyal Wi-Fi yang memadai.

Hasil Pengujian Efisiensi Energi

Pengujian efisiensi energi dilakukan dalam skenario penggunaan pada sebuah ruang uji selama 7 hari. Konsumsi energi diukur dalam dua kondisi: (1) kontrol manual tanpa sistem smart home, dan (2) menggunakan sistem smart home untuk kontrol jarak jauh.

1. Tanpa Sistem (Kontrol Manual): Total konsumsi energi tercatat sebesar 3.5 kWh selama 7 hari. Analisis menunjukkan adanya pemborosan akibat lampu yang sering lupa dimatikan saat ruangan tidak digunakan.

2. Dengan Sistem Smart Home: Pengguna dapat mematikan lampu dari jarak jauh ketika lupa. Total konsumsi energi tercatat sebesar 2.76 kWh selama 7 hari.

Berdasarkan data tersebut, implementasi sistem smart home berhasil mengurangi konsumsi energi sebesar 0.74 kWh dalam seminggu, atau setara dengan penghematan sebesar 21,1%.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem smart home berbasis IoT yang dikembangkan merupakan solusi yang efektif dan praktis untuk meningkatkan efisiensi energi. Latensi yang rendah memastikan pengalaman pengguna yang responsif, yang merupakan faktor kunci dalam adopsi teknologi smart home. Kemampuan untuk mengontrol perangkat dari jarak jauh secara langsung menjawab masalah kelalaian pengguna yang sering menjadi penyebab utama pemborosan energi (Sistem et al., 2011).

Penghematan energi sebesar 20% yang dicapai dalam penelitian ini menunjukkan dampak signifikan dari penerapan kontrol cerdas. Hasil ini sejalan dengan penelitian lain di bidang smart home untuk efisiensi energi, yang juga melaporkan potensi penghematan melalui kontrol dan monitoring. Keunggulan sistem yang diusulkan terletak pada kesederhanaan implementasi dan biaya yang relatif terjangkau dengan menggunakan komponen seperti Arduino dan platform Blynk, sehingga memiliki potensi untuk diadopsi secara luas oleh masyarakat (Azizi & Arinal, 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem smart home berbasis IoT untuk kontrol lampu dan stop kontak secara real-time menggunakan platform Blynk. Sistem yang dibangun terbukti fungsional, stabil, dan responsif. Evaluasi menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi energi secara signifikan, dengan potensi penghematan konsumsi listrik mencapai 21,1% pada skala ruang uji. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk mendorong kebiasaan hemat energi dan mengurangi biaya listrik di lingkungan rumah tangga. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan sensor (seperti sensor gerak atau cahaya) untuk otomatisasi kontrol yang lebih cerdas dan menambahkan fitur monitoring konsumsi daya per perangkat pada aplikasi (Kiswantono, 2025).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfariski, M. R., Dhandi, M., & Kiswantono, A. (2022). Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring. *JTECS : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem Dan Komputer*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.32503/jtecs.v2i1.2238>.
- Fitriansyah, A., & Suryanto, M. R. (2021). Teknologi Kontrol Lampu dan Kunci Rumah Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(1), 88–96. <https://doi.org/10.37012/jtik.v7i1.505>.
- Herlina, A., Irfan Syahbana, M., Adi Gunawan, M., & Miftahul Rizqi, M. (2022). Sistem Kendali Lampu Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk 2.0 Dengan Modul Nodemcu Esp8266. In *Sains Teknik Elektro* (Vol. 3, Issue 2). <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/insantek>.
- Maulana Ibrahim, A., Solikhin, A., Karya Mandiri, M., & Studi Manajemen Informatika Politeknik Mitra Karya Mandiri, P. (2023). *SISTEM KONTROL DAN MONITORING BERBASIS IoT PADA LAMPU DAN AC DI LABORATORIUM KOMPUTER POLITEKNIK MITRA KARYA MANDIRI* (Vol. 13, Issue 2). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>.
- Mulyani, D., Hartono, D., Pengujian Mutu Barang, B., Standardisasi dan Pengendalian Mutu, D., & Perdagangan -Republik Indonesia, K. (2018). *Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik di Indonesia 1*.
- Nyoman, I., Hartawan, B., & Sudiarsa, W. (2019). ANALISIS KINERJA INTERNET OF THINGS BERBASIS FIREBASE REAL-TIME DATABASE. In | *Jurnal RESISTOR JURNAL RESISTOR* (Vol. 1, Issue 1). Online. <http://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalresistor>
- Rizal, R., & Karyana, I. (2019). *Sistem Kendali dan Monitoring pada Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT)*. 1(2), 43–50.
- Suarna, D., & Sopyan, E. (2023). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Memonitoring Konsumsi Listrik. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 163–170. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1>
- Sujadi, H., Wahyuni, T., & Hamidah, W. N. (2021). *IMPLEMENTASI STOP KONTAK PINTAR PADA LAMPU TAMAN DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER WEMOS D1 R1 BERBASIS IOT* (Vol. 08, Issue 01).
- Adhicandra, I. (2024). Studi Kasus Tentang Penggunaan Teknologi Internet of Things (Iot) Dalam Meningkatkan Efisiensi Energi Di Bangunan Pintar. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(3), 1447–1457. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i3.1297>.

Azizi, D., & Arinal, V. (2023). Sistem Monitoring Daya Listrik Menggunakan Internet of Thing (Iot) Berbasis Mobile. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi*, 4(3), 1808–1813. <https://doi.org/10.35870/jimik.v4i3.409>.

Fernanda, D., & Syukron, A. A. (2025). Implementasi Sensor Ultrasonic Untuk Pemantauan Debit Sungai Serayu Sebagai Antisipasi Banjir Berbasis Arduino. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(3), 1920–1929.

Kiswantono, A. (2025). Transformasi Energi Rumah Tangga: Otomatisasi Beban Listrik dengan IoT. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1), 179–186. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5554>.

Mubarak, R., & Syukron, A. A. (2025). Pengembangan Alat Pendingin otomatis berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor Dht 22. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(3), 1554–1561.

Sayogi, M. I., & Syukron, A. A. (2025). Implementasi Pembuatan Sensor Deteksi Kebocoran Liquefied Petroleum Gas (LPG) Berbasis Arduino. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(3), 1562–1569.