

SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN *INTERNET OF THING (IOT) BERBASIS MOBILE*

Doni Azizi ^{1*}, Veri Arinal ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: doniazizi02@gmail.com^{1*}, veriarinal@gmail.com²

Histori Artikel:

Dikirim 28 Juli 2023; *Diterima dalam bentuk revisi* 20 Agustus 2023; *Diterima* 28 Agustus 2023; *Diterbitkan* 10 September 2023. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring daya listrik yang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan berbasis aplikasi mobile dengan tujuan meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik serta mengurangi pemborosan energi. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada kebutuhan yang semakin mendesak untuk memantau dan mengoptimalkan konsumsi energi listrik, baik dalam lingkup rumah tangga maupun industri, sebagai bagian dari upaya mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional terkait dengan konsumsi listrik. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup desain dan implementasi sistem IoT yang terdiri dari sensor energi dan perangkat keras terhubung ke jaringan internet, serta pengembangan aplikasi mobile sebagai antarmuka pengguna. Data konsumsi energi yang tercatat oleh sensor akan ditransmisikan secara nirkabel ke aplikasi mobile untuk pengawasan dan analisis real-time. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring daya listrik berbasis IoT mampu memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai konsumsi energi listrik, membantu pengguna untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan mengurangi biaya operasional yang terkait dengan konsumsi listrik. Selain itu, sistem ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau dan mengendalikan penggunaan daya listrik melalui perangkat seluler mereka, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada pengelolaan energi yang lebih berkelanjutan dan berkesinambungan. Penelitian ini memiliki implikasi signifikan dalam upaya untuk menciptakan lingkungan yang lebih efisien secara energi dan berkelanjutan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap konsumsi energi listrik.

Kata Kunci: Monitoring Daya Listrik; IoT (Internet of Things); Aplikasi Mobile; Efisiensi Energi; Konsumsi Energi Listrik.

Abstract

This research aims to develop an electrical energy monitoring system using Internet of Things (IoT) technology and based on mobile applications to increase the efficiency of electrical energy use and reduce energy waste. The context of this research is the increasingly urgent need to monitor and optimize electrical energy consumption, both in domestic and industrial environments, as part of efforts to reduce environmental impact and Operating costs related to electricity consumption. The methodology used in this study includes the design and implementation of an IoT system consisting of energy sensors and hardware connected to the Internet, as well as the development of a mobile application as a user interface. Energy consumption data recorded by the sensors will be transmitted wirelessly to mobile applications for real-time monitoring and analysis. The results of this study show that an IoT-based electrical energy monitoring system is capable of providing accurate and timely information on electrical energy consumption, thereby helping users increase energy efficiency and Reduce operating costs related to electricity consumption. Additionally, the system allows users to easily monitor and control electrical energy consumption through their mobile devices, which in turn can contribute to more resilient and sustainable energy management. This research is important in efforts to create a more sustainable and energy-efficient environment, as well as raise public awareness about electrical energy consumption.

Keyword: Power Monitoring; Internet of Things (IoT); Mobile Application; Energy Efficiency; Electricity Consumption.

1. Pendahuluan

Listrik memainkan peran penting dalam masyarakat modern, menggerakkan berbagai sektor dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan sosial. Namun, dengan meningkatnya permintaan energi, diperlukan langkah-langkah penting untuk mengelola konsumsi listrik secara efisien dan berkelanjutan. monitoring dan optimasi penggunaan listrik menjadi langkah krusial dalam mencapai konservasi energi dan mengurangi dampak lingkungan. Dalam konteks ini, implementasi *teknologi Internet of Things (IoT)* muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian konsumsi listrik secara real-time. Artikel ini bertujuan untuk menyajikan sebuah penelitian yang baru dan inovatif, dengan fokus pada pengembangan dan implementasi sistem monitoring daya berbasis IoT yang dilengkapi dengan aplikasi mobile.

Penelitian-penelitian yang telah disajikan menyoroti potensi dan tantangan penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam berbagai konteks. Pertama, penelitian oleh Asy'ari Fandi Ahmad menekankan pentingnya mengatasi masalah operasional mesin industri dengan memanfaatkan monitoring arus, tegangan, daya, dan frekuensi pada otomasi panel listrik. Solusi ini juga melibatkan aplikasi mobile untuk notifikasi dan pengontrolan jarak jauh. Namun, diperlukan penjelasan lebih mendalam mengenai metode *prototype* dan algoritma yang digunakan serta perbandingan dengan teknologi sebelumnya. Kedua, penelitian oleh Achmad Furqon fokus pada pemantauan dan perhitungan daya listrik pada penyewa kos dengan menggunakan NodeMCU, sensor PZEM-004t, relay, dan database Firebase. Meskipun berhasil mencapai akurasi yang memuaskan, analisis perbandingan dengan solusi serupa yang sudah ada masih perlu diperkuat. Penelitian ketiga oleh Agung Kridoyono berusaha menciptakan sistem perhitungan konsumsi daya listrik berbasis IoT melalui perangkat Android dengan komunikasi radio 2.4GHz pada Arduino atau modul ESP. Penggunaan *Firebase* sebagai kontrol berbasis internet juga diusulkan. Namun, diperlukan penjelasan lebih rinci tentang protokol komunikasi yang digunakan dan analisis kinerja solusi yang diusulkan dibandingkan dengan teknologi serupa yang sudah ada. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi IoT pada berbagai bidang, namun masih memerlukan peningkatan dalam aspek analisis, perbandingan, dan *eksplorasi* teknis untuk mengoptimalkan keefektifan dan efisiensi dari solusi-solusi yang diusulkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem *monitoring* konsumsi energi listrik berbasis teknologi IoT dengan menggunakan aplikasi mobile sebagai user interface. Penelitian ini akan menggabungkan berbagai sensor, modul komunikasi nirkabel, dan platform database untuk menciptakan solusi yang efektif dalam pemantauan dan pengendalian konsumsi energi listrik dalam berbagai konteks, termasuk industri, properti, dan sektor pertanian. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi keefektifan dan keandalan sistem yang diusulkan dengan melakukan analisis perbandingan dengan teknologi serupa yang telah ada dalam literatur sebelumnya. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi IoT untuk mendukung efisiensi dan keberlanjutan dalam penggunaan energi listrik.

Penelitian sebelumnya yang relevan dengan pemantauan konsumsi daya listrik berbasis Internet of Things (IoT) mencakup berbagai studi. Ali dan Paracha (2020) mengusulkan pendekatan berbasis IoT untuk memonitor konsumsi daya listrik surya dengan menggunakan Adafruit Cloud [1]. Di sisi lain, Ahmad *et al.* (2021) melakukan penelitian tentang lampu jalan pintar berbasis IoT yang diperkuat oleh sensor piezoelektrik [2]. Kurniawan, Pangaudi, dan Widjatomoko (2022) merancang sebuah sistem pemantauan konsumsi daya listrik berbasis Android [3]. Selain itu, Yildirim *et al.* (2018) mengembangkan sistem pemantauan kualitas daya berbasis FPGA untuk jaringan distribusi listrik [4], sedangkan PMEK, Ida, dan Lie (2018) mengimplementasikan IoT berbasis Wireless Sensor Network dalam pemantauan [5]. Handarly dan Lianda (2018) juga menyelidiki sistem pemantauan daya listrik berbasis IoT [6]. Setiadi dan Muhaemin (2018) menerapkan IoT dalam pemantauan irigasi pintar [7]. Terakhir, Amrullah (2023) mengimplementasikan sistem kontrol dan pemantauan instalasi otomasi panel listrik industri menggunakan IoT berbasis mobile [8]. Berdasarkan penelitian-penelitian ini, terlihat bahwa pemantauan konsumsi daya listrik berbasis IoT telah menjadi topik penelitian yang semakin penting dan mendapatkan perhatian luas dalam berbagai aplikasi. penelitian-penelitian

terdahulu memberikan landasan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini, yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dan manajemen konsumsi daya listrik dengan bantuan teknologi IoT berbasis mobile.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan mengimplementasikan sistem *monitoring* konsumsi energi listrik pada peralatan rumah tangga, yaitu kulkas, mesin cuci, lampu, dan TV, dengan menggunakan *teknologi Internet of Things* (IoT) berbasis mikrokontroler WiFi, yaitu ESP32. Metode penelitian yang akan digunakan mencakup beberapa langkah berikut:

2.1 Pengumpulan Bahan dan Materi

Pada tahap awal penelitian, akan dikumpulkan perangkat-perangkat rumah tangga yang menjadi objek penelitian, yaitu kulkas, mesin cuci, lampu, dan TV. Selain itu, sensor-sensor arus dan tegangan juga akan diperlukan untuk mengukur konsumsi daya listrik pada masing-masing peralatan. Mikrokontroler ESP32 akan menjadi pusat pengumpulan data dari sensor-sensor tersebut. Data konsumsi energi listrik dan informasi mengenai tarif listrik akan menjadi bahan utama yang akan dianalisis dalam penelitian ini.

2.2 Rancangan Percobaan

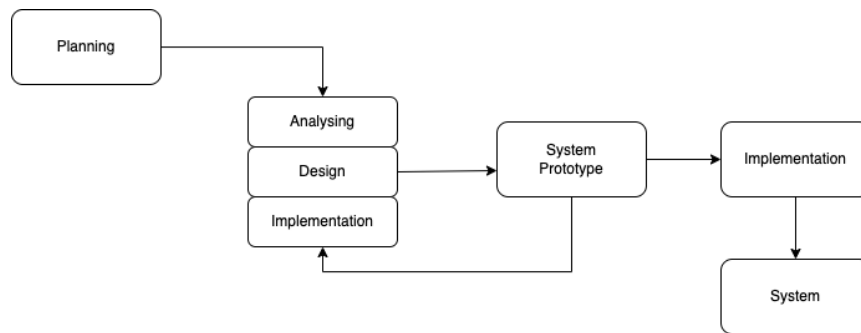
Rancangan percobaan akan mencakup instalasi sensor-sensor arus dan tegangan pada masing-masing peralatan rumah tangga yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Pengujian akan dilakukan dalam berbagai skenario, seperti penggunaan peralatan secara individu atau bersamaan, serta pengukuran efisiensi daya pada berbagai waktu dan kondisi penggunaan. Pada tahap ini, sistem *monitoring* IoT akan diimplementasikan dalam lingkungan rumah tangga yang nyata.

2.3 Teknik Pengambilan Sampel

Data konsumsi energi listrik akan diambil secara periodik dengan menggunakan sensor arus dan tegangan yang terpasang pada masing-masing peralatan rumah tangga. Pengambilan sampel akan dilakukan pada interval waktu tertentu untuk memantau perubahan konsumsi daya listrik selama periode waktu tertentu, baik saat peralatan beroperasi sendiri maupun saat digunakan bersamaan dengan peralatan lain.

2.4 Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan dianalisis untuk mengukur konsumsi energi listrik pada masing-masing peralatan rumah tangga dalam satuan kilowatt-hour (kWh). Data ini akan dikonversikan menjadi jumlah rupiah yang harus dibayar berdasarkan tarif listrik yang berlaku. Hasil analisis ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola penggunaan energi dan biaya listrik yang harus dikeluarkan untuk penggunaan peralatan rumah tangga. Dengan mengikuti metode penelitian ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan informasi yang berharga bagi penghuni rumah tangga dalam mengelola dan mengoptimalkan konsumsi energi listrik mereka. Implementasi sistem *monitoring* konsumsi energi listrik berbasis IoT dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler WiFi pada peralatan rumah tangga dapat membantu meningkatkan kesadaran akan pola penggunaan energi dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cerdas untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi energi.



Gambar 1. Metode *Prototype*

Tabel 1. Koneksi NodeMCU dan Komponen

Antarmuka Pin NodeMCU	Antarmuka Pin Komponen
3.3V	VCC PZEM dan Relay
RX	TX PZEM-004t
TX	RX PZEM-004t
D1	D1 Relay
GND	GND PZEM dan Relay

3 Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan dengan pengujian terhadap pembacaan nilai dari masing-masing perangkat masukan. Kemudian dilakukan pengujian terhadap perangkat luaran sistem, dan yang terakhir adalah pengujian sistem secara keseluruhan supaya dapat memenuhi semua kebutuhan fungsional sistem. Pengujian pembacaan sensor dilakukan dengan membandingkan sistem dengan alat ukur yang tersedia. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca arus dan tegangan dengan akurat atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban listrik pada sistem. Untuk pengujian ini sistem diberi beberapa beban listrik yang berbeda antara lain lampu, kipas, setrika dan televisi. Pada hasil pengujian diatas diperoleh nilai daya yang merupakan perkalian tegangan dan arus $V \times I = P$. Pada pengukuran tersebut terdapat perbedaan pengukuran antara sensor ACS712 dan multimeter. Persentase selisih tersebut dibanding hasil pengukuran merupakan nilai error atau kesalahan. Berikut adalah Tabel 2 hasil perbandingan pengukuran sistem dengan alat perbandingan.

Tabel 2. Hasil

No.	Beban	Pengukuran sensor			Pengukuran multimeter			Error Daya(%)
		tegangan	arus	daya	tegangan	arus	daya	
1	Lampu	V = 188	I = 0.06	P = 11.28	V = 187	I = 0.063	P = 11.78	4,2%
2	Kipas Angin	V = 189	I = 0.15	P = 28.35	V = 188	I = 0.154	P = 28.95	2,0%
3	Televisi	V = 188	I = 0.28	P = 52.64	V = 188	I = 0.283	P = 53.01	0,7%
4	Setrika	V = 190	I = 1.20	P = 228	V = 189	I = 1.210	V = 228.7	0,3%

Pada hasil pengukuran error diatas dapat diperoleh rata-rata error yaitu $\pm 1,8\%$. Dapat dilihat juga bahwa semakin besar daya yang diukur semakin kecil error yang diperoleh. Pengujian Aplikasi Android berisi serangkaian pengujian fungsi dan tombol pada aplikasi Sistem *monitoring* Daya Listrik pada Ruangan. Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan smartphone android. Berikut hasil dari pengujian kotak hitam yang telah dilakukan. Tabel 3 merupakan tabel hasil pengujian aplikasi menggunakan kotak hitam.

Tabel 3. Hasil pengujian aplikasi android menggunakan kotak hitam

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian buka aplikasi	Membuka aplikasi	Tampil halaman awal aplikasi	Berhasil
Pengujian masuk ke home	Menekan tombol home	Tampil halaman utama aplikasi	Berhasil
Pengujian masuk ke history	Menekan tombol history	Tampil halaman history aplikasi	Berhasil
Pengujian masuk ke settings	Menekan tombol settings	Tampil halaman settings aplikasi	Berhasil
Pengujian kembali ke menu	Menekan tombol back	Tampil halaman awal aplikasi	Berhasil
Pengujian menampilkan daftar kamar dan infonya	Masuk ke halaman home	Tampil daftar kamar beserta info daya dan status relay	Berhasil
Pengujian menampilkan detail info	Menekan salah satu kolom kamar	Tampil detail total daya dan tarif yang dikenakan	Berhasil
Pengujian memutuskan sambungan listrik pada salah satu kamar	Menekan tombol on/off pada kolom kamar	Sambungan listrik pada sistem akan tersambung/terputus	Berhasil
Pengujian melihat riwayat pemakaian	Masuk halaman history lalu memilih kamar dan tanggal yang diinginkan	Tampil daftar pemakaian listrik harian beserta grafik	Berhasil
Pengujian mengatur otomatisasi relay	Menggeser tombol otomatisasi relay	Sistem bekerja otomatis menyalakan/mematikan relay	Berhasil
Pengujian mengatur batas daya maksimal	Memasukkan nilai batas daya	Menyimpan nilai batas daya	Berhasil
Pengujian mengatur tarif	Memasukkan nilai tarif	Menyimpan nilai tarif	Berhasil

4 Kesimpulan

Melalui serangkaian uji coba yang dilakukan terhadap sistem monitoring daya listrik berbasis Android yang menggunakan NodeMCU dan Sensor ACS712, dapat diambil beberapa kesimpulan penting yang memberikan wawasan mendalam terkait kinerja dan potensi sistem ini. Pertama, *eksperimen* membuktikan bahwa sistem ini berhasil memberikan kemampuan pemantauan daya yang sangat responsif. Dengan memanfaatkan NodeMCU dan Sensor ACS712 yang terpasang di dalam ruangan, pengguna mampu mengakses informasi tentang konsumsi daya secara real-time melalui aplikasi pada perangkat *smartphone Android*. Keterhubungan langsung ini memungkinkan pengguna untuk secara instan melihat seberapa banyak daya yang sedang digunakan oleh peralatan atau perangkat di ruangan tersebut. Hal ini memberikan kontrol aktif terhadap penggunaan energi dan potensial untuk mengidentifikasi sumber-sumber pemborosan daya dengan cepat.

Kedua, fitur penyimpanan data riwayat menggunakan Aplikasi *Blynk Android* memiliki manfaat yang signifikan. Pengumpulan dan penyimpanan data konsumsi daya dari waktu ke waktu memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap tren penggunaan energi. Informasi ini menjadi alat yang berharga dalam mengenali pola-pola konsumsi daya seiring berjalannya waktu. Data riwayat ini juga mendukung langkah-langkah perencanaan penghematan energi yang lebih efektif, serta membantu pengguna dalam mengambil keputusan yang lebih terinformasi mengenai perubahan dalam pola konsumsi daya.

Namun, hasil pengujian juga mengungkapkan adanya tingkat kesalahan pembacaan daya rata-rata sebesar $\pm 1,8\%$. Meskipun angka ini tergolong rendah, perlu ditekankan bahwa ketepatan data adalah faktor krusial dalam pengambilan keputusan yang akurat. Kesalahan ini, meskipun kecil, harus diperhitungkan dalam menganalisis data dan merencanakan strategi penghematan energi. Secara keseluruhan, sistem *monitoring* daya listrik berbasis Android dengan NodeMCU dan Sensor ACS712 menjanjikan potensi besar dalam mengoptimalkan penggunaan energi di berbagai lingkungan. Dengan kemampuan pemantauan real-time, fitur penyimpanan data riwayat yang kuat, serta akurasi yang dapat diterima, sistem ini memberikan solusi yang tanggap dan komprehensif dalam mengelola konsumsi daya. Kesadaran terhadap kelebihan dan batasan sistem ini menjadi kunci dalam merancang langkah-langkah yang efektif dalam penghematan energi dan pengelolaan konsumsi daya yang berkelanjutan.

5 Daftar Pustaka

- [1] Ali, M., & Paracha, M. K. (2020). An IoT based approach for monitoring solar power consumption with Adafruit Cloud. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 4(9), 335-341.
- [2] Ahmad, S., Siddique, A., Iqbal, K., Hussain, A., & Ijaz, A. (2021). IOT Based Smart Street Light Empowered by Pizeoelectric Sensors. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 10(1), 341-345.
- [3] Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., & Widjatmoko, E. N. (2022). Perancangan Sistem monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. *CYCLOTRON*, 5(1).
- [4] Yildirim, O., Eristi, B., Eristi, H., Unal, S., Erol, Y., & Demir, Y. (2018). FPGA-based online power quality monitoring system for electrical distribution network. *Measurement*, 121, 109-121.
- [5] PMEK, I. G., Ida, A. D. G., & Lie, J. monitoring Menggunakan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network. *Teknologi Elektro*, 16(3), 50-55.
- [6] Handarly, D., & Lianda, J. (2018). Sistem monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing). *J. Electr. Electron. Control Automot. Eng*, 3(2), 205-208.
- [7] Setiadi, D., & Muhaemin, M. N. A. (2018). Penerapan internet of things (IOT) pada sistem monitoring irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95-102.
- [8] Amrullah, M. F. (2023). Implementasi Perancangan Sistem Kontrol Dan monitoring Instalasi Otomasi Panel Listrik Industri Menggunakan IOT Berbasis Mobile. *Jurnal Krisnadana*, 2(2), 331-343.