



Hisar Alexcandra<sup>1</sup>  
 Mhd. Fajar D  
 Tanjung<sup>2</sup>  
 Dinda Tri H  
 Sihombing<sup>3</sup>  
 Taufiq A Al Ghazali<sup>4</sup>  
 Reihan A Sitompul<sup>5</sup>  
 Willis M Sitorus<sup>6</sup>

## SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DALAM LINGKUNGAN CERDAS

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T. Sistem dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi melalui pemantauan real-time dan pengendalian perangkat listrik secara otomatis menggunakan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan akurasi pengukuran daya yang baik, dengan selisih kecil antara daya aktual dan teoretis. Faktor seperti fluktuasi tegangan dan efisiensi perangkat berkontribusi terhadap perbedaan tersebut. Implementasi sistem ini tidak hanya memungkinkan optimalisasi konsumsi daya, tetapi juga mendukung pengelolaan energi yang hemat dan terukur, sehingga berpotensi diterapkan dalam berbagai lingkungan cerdas.

**Kata Kunci :** Efisiensi Energi, Internet of Things, ESP32, Pemantauan Real-Time, Pengendalian Otomatis.

### Abstract

This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based electrical energy monitoring and control system using an ESP32 microcontroller and a PZEM-004T sensor. The system is designed to improve energy efficiency through real-time monitoring and automatic control of electrical devices using the Blynk app. The test results show that the system is able to provide good power measurement accuracy, with a small difference between actual and theoretical power. Factors such as voltage fluctuations and device efficiency contribute to these differences. The implementation of this system not only allows for the optimization of power consumption, but also supports economical and scalable energy management, so that it has the potential to be applied in various smart environments.

**Keywords:** Energy Efficiency, Internet of Things, ESP32, Real-Time Monitoring, Automatic Control

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa dampak signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam pengelolaan daya listrik di rumah tangga. Kebutuhan akan sistem yang mampu mengendalikan dan memonitor penggunaan daya listrik secara efisien semakin meningkat seiring dengan semakin kompleksnya perangkat elektronik yang digunakan di rumah. Penggunaan Internet of Things (IoT) dalam sistem pengendalian dan monitoring daya listrik menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan ini.

Menurut Syamsuri, Amalia, dan Imron (2022), teknologi berbasis web menggunakan ESP32 telah terbukti efektif dalam monitoring daya listrik, memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi daya secara real-time dan mengurangi penggunaan listrik yang tidak perlu. Hal ini sejalan dengan temuan Hendrawan dan Agustini (2022), yang menunjukkan bahwa simulasi

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan  
 email: Hisaralex26@gmail.com

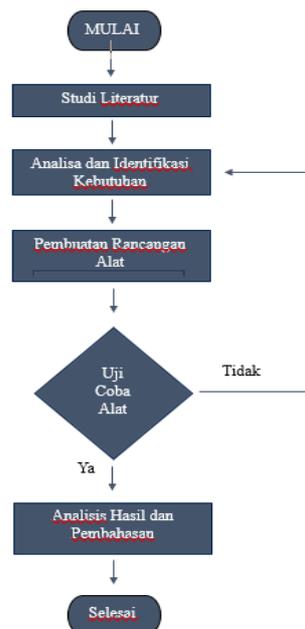
kendali dan monitoring daya listrik pada peralatan rumah tangga berbasis ESP32 dapat meningkatkan efisiensi energi dan memberikan kontrol yang lebih baik kepada pengguna.

Selain itu, Lasera dan Wahyudi (2020) mengembangkan prototipe sistem pengontrolan daya listrik berbasis IoT ESP32 pada sistem rumah pintar, yang mampu mengotomatisasi pengendalian perangkat listrik berdasarkan kebutuhan pengguna. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat mengurangi biaya listrik serta meningkatkan kenyamanan dan keamanan di rumah.

Haryudo, Alfian, dan Kholis (2021) menekankan pentingnya alat monitoring pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik berbasis IoT untuk rumah kos. Mereka menemukan bahwa sistem tersebut tidak hanya membantu dalam memantau konsumsi listrik tetapi juga memberikan informasi mengenai tarif listrik yang digunakan, sehingga pengguna dapat lebih bijak dalam menggunakan listrik.

**METODE**

Adapun jalan dari penelitian ini dapat dilihat dari flowchart berikut :

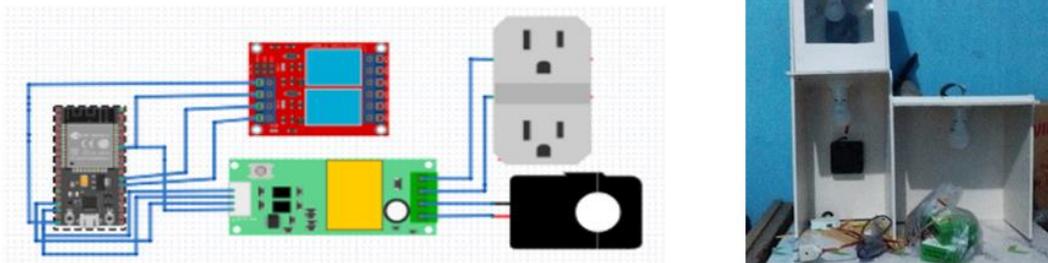


Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Secara rinci, jalannya penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur, dalam tahap penelitian ini dilakukan studi literatur berupa buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs online di internet.
2. Analisa dan Identifikasi Kebutuhan merupakan langkah awal yang penting dalam metode penelitian, terutama dalam pendekatan pengembangan atau Research and Development (R&D). Proses ini melibatkan beberapa tahapan penting yang membantu peneliti memahami dan mendefinisikan masalah yang akan diteliti serta kebutuhan yang harus dipenuhi.
3. Pembuatan Rancangan Alat, membuat rancangan alat yang dapat memantau dan mengendalikan energi listrik berbasis IoT.
4. Uji Coba Alat, dalam penelitian ini kami melakukan uji coba dari alat yang telah dibuat untuk mengendalikan penggunaan Listrik.
5. Analisis Hasil dan Pembahasan, setelah melakukan uji coba alat kami memperoleh data dan kami melakukan perbandingan dengan data yang didapatkan melalui alat ukur konvensional serta melakukan Analisa terhadap data tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Skema Rangkaian, Tampilan Alat

Dalam pengujian ini, sistem terdiri dari tiga buah lampu dengan daya masing-masing 3 watt dan dua buah kipas angin AC dengan daya masing-masing 14 watt, menghasilkan total daya teoretis sebesar 37 watt. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sensor PZEM-004T yang terhubung ke platform Blynk IoT untuk pemantauan data secara real-time. Berdasarkan hasil pengukuran, sensor PZEM-004T menunjukkan nilai daya aktual sebesar 35,9 watt. Nilai ini mendekati hasil perhitungan teoritis, dengan selisih yang mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti fluktuasi tegangan, efisiensi peralatan, atau toleransi pengukuran dari sensor. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat sedikit perbedaan, pemantauan secara real-time dengan sensor PZEM-004T dapat memberikan gambaran yang cukup akurat tentang konsumsi daya.

Perhitungan daya aktif dalam sistem ini menggunakan rumus  $P = V \times I \times \cos \phi$ , di mana  $P$  adalah daya aktif,  $V$  adalah tegangan,  $I$  adalah arus, dan  $\cos \phi$  adalah faktor daya, yang dalam kasus ini diambil sebesar 0,8. Rumus ini membantu dalam menghitung seberapa besar daya yang benar-benar dikonsumsi oleh perangkat listrik dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Dengan mengetahui tegangan dan arus yang diukur oleh sensor PZEM-004T, kita dapat menghitung daya aktif yang sesuai, yang kemudian dapat dibandingkan dengan nilai daya yang diukur oleh sensor untuk mengevaluasi efisiensi dan kinerja sistem.

Perbedaan antara daya teoretis (37 watt) dan daya yang diukur oleh sensor (35,9 watt) mengindikasikan adanya pengaruh dari faktor-faktor lain seperti kerugian daya dalam kabel, kualitas koneksi listrik, dan variasi dalam karakteristik operasional peralatan listrik, seperti tegangan kerja yang sedikit berbeda dari nominal. Hal ini juga bisa disebabkan oleh faktor daya yang mungkin tidak ideal dalam beberapa perangkat yang digunakan. Hasil pengujian ini menekankan pentingnya menggunakan perangkat pemantauan daya seperti PZEM-004T untuk memastikan bahwa konsumsi daya dalam sistem terpantau dengan baik, memungkinkan perbaikan jika diperlukan, dan memastikan bahwa energi digunakan secara efisien. Dengan demikian, pengujian ini memberikan wawasan yang penting dalam upaya untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam aplikasi praktis.

## SIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian daya listrik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T untuk meningkatkan efisiensi energi di lingkungan cerdas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau konsumsi daya secara real-time dengan akurasi tinggi, meskipun terdapat selisih kecil antara daya teoretis dan daya aktual akibat faktor seperti fluktuasi tegangan dan toleransi pengukuran.

Sistem ini tidak hanya memungkinkan pengguna memonitor konsumsi daya, tetapi juga mendukung pengendalian perangkat listrik secara otomatis melalui aplikasi Blynk. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mengoptimalkan penggunaan

energi sekaligus menawarkan solusi praktis untuk pengelolaan daya listrik yang lebih hemat, akurat, dan efisien dalam aplikasi rumah pintar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Syamsuri, T. U., Amalia, R. N., & Imron, A. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik di Asrama Berbasis Web Menggunakan ESP32. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(3), 139-145.
- Hendrawan, A. P. W., & Agustini, N. P. (2022). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 54-68.
- Lasera, A. B., & Wahyudi, I. H. (2020). Pengembangan Prototipe Sistem Pengontrolan Daya Listrik berbasis IoT ESP32 pada Smart Home System. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(2), 112-120.
- Haryudo, S. I., Alfian, R. D., & Kholis, N. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 661-670.
- Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang bangun alat monitoring daya listrik berbasis IoT menggunakan firebase dan aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 47-55.
- Pratika, M. S., Piarsa, I. N., & Wiranatha, A. A. K. A. C. (2021). Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, 2(3), 515-523.
- Durani, H., Sheth, M., Vaghasia, M., & Kotech, S. (2018, April). Smart automated home application using IoT with Blynk app. In *2018 Second international conference on inventive communication and computational technologies (ICICCT)* (pp. 393-397). IEEE.