IKRAM: Jurnal Ilmu Komputer Al Muslim
Volume V No.2, Oktober 2026

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT

Zulfhadli[*1], Chaeroen Niesa[2], Juanda[3]
[*1,2,3]*Program Studi Informatika, Fakultas Komputer dan Multimedia, Universitas Islam Kebangsaan Indonesia, Bireuen*
e-mail: [*1]zulfhadli69@gmail.com

Abstrak

Konsumsi energi listrik rumah tangga yang tidak terpantau secara langsung dapat menyebabkan penggunaan energi yang berlebihan serta meningkatkan risiko beban listrik berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan peringatan dini konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan ESP32 sebagai mikrokontroler, PZEM-004T sebagai sensor pengukuran parameter listrik, Blynk IoT sebagai media pemantauan, serta relay, LED, dan buzzer sebagai komponen keluaran sistem. Sistem dirancang untuk memantau tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya secara real-time. Selain memberikan peringatan ketika konsumsi daya melebihi batas yang ditentukan, sistem juga dilengkapi mekanisme proteksi otomatis dengan penundaan selama 10 detik sebelum relay memutus beban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter listrik dan menampilkannya pada aplikasi Blynk secara real-time. Pengujian juga menunjukkan sistem dapat memberikan peringatan overload, memutus beban secara otomatis setelah kondisi melebihi batas selama 10 detik, serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Fitur Reset Trip berhasil mengembalikan sistem ke kondisi normal setelah gangguan teratasi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk membantu pemantauan dan pengendalian konsumsi energi listrik rumah tangga.

Article Info

Kata Kunci:
IoT, ESP32, PZEM-004T, Blynk, Konsumsi Energi

Abstract

Excessive household electricity consumption that is not monitored directly can lead to inefficient energy use and increase the risk of electrical overload. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based household electricity consumption monitoring and early warning system. The research uses Research and Development (R&D), with ESP32 as the microcontroller, PZEM-004T as the electrical parameter sensor, Blynk IoT as the monitoring platform, and relay, LED, and buzzer as output components. The system monitors voltage, current, power, energy, frequency, and power factor in real time. When power exceeds a predetermined limit, the system provides an early warning. If the condition persists for 10 seconds, the relay disconnects the load automatically. Test results show that the system can measure and display electrical parameters in real time through Blynk, provide overload warnings, disconnect the load after 10 seconds, and send notifications. The Reset Trip feature restores normal operation after the overload condition is resolved. Therefore, the developed system can assist users in monitoring electricity consumption and responding to excessive power use.

Keywords:
IoT, ESP32, PZEM-004T, Blynk, Energy Consumption

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan rumah tangga. Penggunaan berbagai peralatan listrik secara bersamaan dapat meningkatkan konsumsi daya dan berpotensi menyebabkan beban listrik berlebih. Pemantauan menggunakan meteran listrik konvensional masih memiliki keterbatasan karena pengguna belum dapat mengetahui kondisi parameter kelistrikan secara

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

langsung. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk melakukan pemantauan konsumsi energi listrik secara *real-time* dan terintegrasi melalui perangkat pengguna. Penelitian (Setiawan et al., 2025) menunjukkan penerapan IoT dengan aplikasi Blynk dapat digunakan untuk melakukan monitoring dan visualisasi data konsumsi energi listrik rumah.

Penerapan IoT juga dapat dikembangkan tidak hanya untuk monitoring, tetapi untuk pengendalian penggunaan listrik. (Saidi et al., 2024) mengembangkan sistem kontrol dan monitoring listrik pada rumah pintar berbasis IoT, sedangkan (Panjaitan et al., 2024) menerapkan sistem kendali dan monitoring untuk pembatasan arus listrik berbasis IoT. Selain itu, (Azizi & Arinal, 2023) menunjukkan penerapan sistem monitoring daya listrik berbasis mobile yang dapat membantu pengguna memperoleh informasi penggunaan listrik melalui perangkat pengguna. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kemudahan pemantauan dan pengendalian konsumsi energi listrik.

Meskipun penelitian sebelumnya telah membahas monitoring dan pengendalian energi listrik berbasis IoT, masih diperlukan sistem yang mengintegrasikan monitoring dengan peringatan dini dan proteksi ketika terjadi konsumsi daya berlebih. Penelitian (Riva & Setiawan, 2026) menunjukkan penerapan sistem berbasis IoT untuk mendeteksi kondisi overload dan melakukan pemutusan beban secara otomatis. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan peringatan dini konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis IoT menggunakan ESP32 dan PZEM-004T. Sistem yang dikembangkan mampu memantau parameter kelistrikan secara *real-time*, memberikan peringatan ketika daya melebihi batas yang ditentukan, serta memutus beban melalui relay apabila kondisi overload berlangsung selama 10 detik.

II. METODE PENELITIAN

a. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem monitoring konsumsi energi listrik serta peringatan dini berbasis Internet of Things (IoT). Metode ini digunakan karena penelitian menghasilkan sebuah sistem yang kemudian diuji untuk mengetahui kesesuaian fungsi dan kinerja berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan. Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 DevKit sebagai mikrokontroler, sensor PZEM-004T V4.0 sebagai pengukur parameter kelistrikan, serta aplikasi Blynk IoT sebagai media monitoring secara *real-time*.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian, analisis hasil, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap perancangan dilakukan penyusunan perangkat keras dan perangkat lunak serta pembuatan diagram blok dan flowchart. Tahap implementasi dilakukan dengan merakit komponen dan mengembangkan program pada ESP32 menggunakan Arduino IDE. Selanjutnya, pengujian dilakukan terhadap sensor, komunikasi Blynk, indikator, relay, dan sistem secara keseluruhan menggunakan beberapa jenis beban listrik.

b. Perancangan Sistem

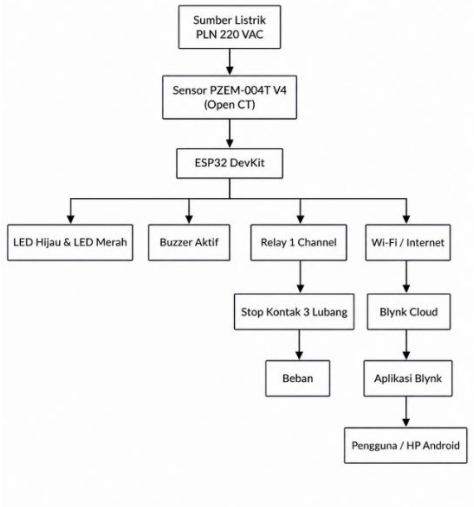
Sistem dirancang menggunakan ESP32 DevKit sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor PZEM-004T V4.0. Sensor digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya. Data hasil pengukuran diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke aplikasi Blynk IoT sehingga kondisi konsumsi energi listrik dapat dipantau secara *real-time* melalui smartphone.

Pada sisi keluaran, sistem menggunakan LED hijau sebagai indikator kondisi normal, LED merah dan buzzer sebagai peringatan ketika daya melebihi batas yang ditentukan, serta relay sebagai pengendali beban. ESP32 membandingkan nilai daya hasil pengukuran dengan Power Limit. Apabila daya melebihi batas, sistem memberikan peringatan melalui LED merah, buzzer, dan notifikasi Blynk. Jika kondisi tersebut berlangsung selama 10 detik secara terus-menerus, relay memutus aliran listrik menuju beban dan sistem berada pada kondisi TRIP. Fitur Reset Trip digunakan untuk mengembalikan

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

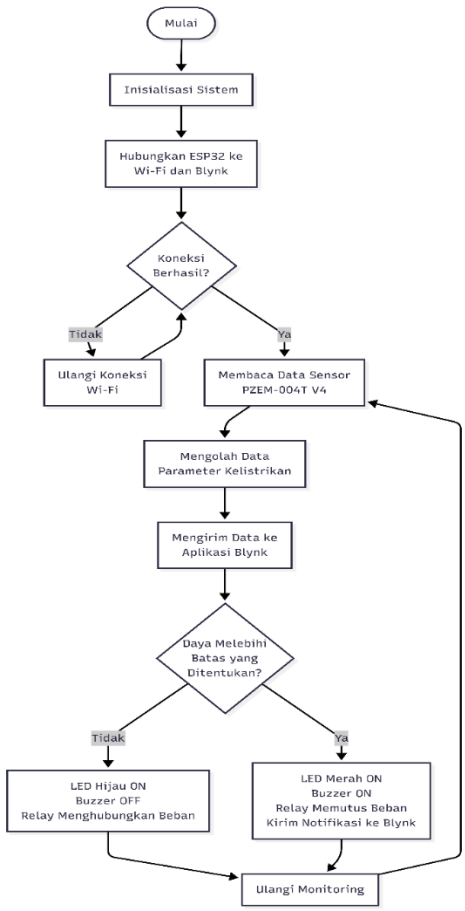
sistem ke kondisi normal setelah kondisi overload teratasi.

Perangkat keras yang digunakan terdiri atas ESP32 DevKit, PZEM-004T V4.0, relay 2 channel 5 V, buzzer 5 V, LED hijau, LED merah, adaptor DC 5 V 2 A, kabel jumper, breadboard/PCB, dan stop kontak sebagai media penghubung beban pengujian. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE, Blynk IoT, Blynk Console, dan sistem operasi Windows 11.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok menunjukkan hubungan antara sumber listrik, PZEM-004T V4.0, ESP32, aplikasi Blynk, serta komponen keluaran berupa LED, buzzer, dan relay.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart menggambarkan proses sistem mulai dari inisialisasi perangkat, koneksi Wi-Fi dan Blynk, pembacaan parameter listrik, pengiriman data ke aplikasi, pemeriksaan *Power Limit*, pemberian peringatan, hingga pemutusan beban oleh relay apabila kondisi *overload* berlangsung selama 10 detik.

c. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan fungsi setiap bagian sistem dan kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian meliputi koneksi ESP32 dengan jaringan Wi-Fi dan Blynk, pembacaan parameter kelistrikan menggunakan PZEM-004T V4.0, monitoring data pada aplikasi, mode manual dan otomatis, fungsi LED dan buzzer, pengiriman notifikasi, serta kemampuan relay dalam memutus beban ketika terjadi overload. Beberapa jenis beban listrik digunakan dalam proses pengujian untuk mengetahui respons sistem terhadap perubahan konsumsi daya.

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

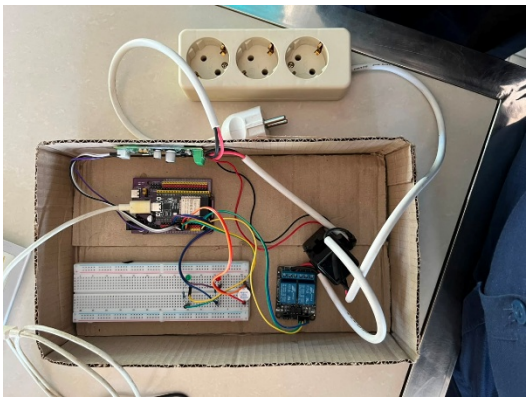
Keberhasilan sistem ditentukan berdasarkan kesesuaian hasil pengujian dengan fungsi yang dirancang. Pengujian proteksi dilakukan dengan memberikan kondisi daya yang melebihi Power Limit dan mengamati proses peringatan serta pemutusan beban setelah kondisi overload berlangsung selama 10 detik. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan monitoring, memberikan peringatan dini, dan melakukan pengendalian beban secara otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Perancangan dan Implementasi Sistem

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem monitoring dan peringatan dini konsumsi energi listrik berhasil direalisasikan menggunakan ESP32 DevKit, PZEM-004T V4.0, relay, LED, dan buzzer. PZEM-004T digunakan untuk membaca parameter tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya. Data hasil pengukuran diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke aplikasi Blynk sehingga kondisi penggunaan energi listrik dapat dipantau secara *real-time* melalui smartphone.

Pada kondisi normal, LED hijau digunakan sebagai indikator bahwa sistem bekerja dan beban masih berada dalam batas daya yang ditentukan. Ketika nilai daya melebihi batas Power Limit, sistem memberikan peringatan melalui LED merah, buzzer, dan notifikasi pada Blynk. Apabila kondisi tersebut berlangsung secara terus-menerus selama 10 detik, relay memutus aliran listrik menuju beban dan sistem masuk ke kondisi TRIP.



Gambar 3. Implementasi perangkat keras sistem

b. Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan

Pengujian PZEM-004T V4.0 dilakukan menggunakan beberapa jenis beban listrik untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca parameter kelistrikan. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kelistrikan

No.	Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (kWh)	Frekuensi (Hz)	Faktor Daya
1	Tanpa beban	224,7	0	0	0,19	50	0
2	Charger HP	214,0	0,07	6,1	0,08	50	0,43
3	Charger laptop	229,0	0,38	40,7	0,19	50	0,46
4	Rice cooker	220,6	1,40	308,3	0,09	50,1	1
5	Setrika	226,8	1,57	356,8	0,18	50	1
6	Kipas angin	228,7	0,20	45,7	0,19	50	0,98

Berdasarkan Tabel 1, PZEM-004T V4.0 mampu memberikan pembacaan terhadap berbagai kondisi beban dengan nilai parameter yang berbeda. Beban setrika menghasilkan daya terbesar sebesar 356,8 W, sedangkan charger HP menghasilkan daya terendah sebesar 6,1 W. Perbedaan nilai daya tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat merespons perubahan konsumsi listrik sesuai dengan karakteristik beban yang digunakan. Data hasil pengukuran selanjutnya dikirimkan dan ditampilkan pada aplikasi Blynk secara *real-time*.

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

c. Hasil Pengujian Monitoring dan Peringatan Dini

Pengujian monitoring dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menampilkan parameter kelistrikan dan memberikan peringatan ketika terjadi peningkatan konsumsi daya. Data tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya yang dibaca oleh PZEM-004T V4.0 dikirimkan oleh ESP32 melalui jaringan Wi-Fi ke aplikasi Blynk IoT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data kelistrikan dapat ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi penggunaan energi listrik.

Pada kondisi daya masih berada di bawah Power Limit, sistem berada dalam kondisi normal dengan indikator LED hijau aktif. Ketika daya melebihi batas yang telah ditentukan, sistem memberikan peringatan melalui LED merah dan buzzer serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Peringatan tersebut menjadi indikator awal bagi pengguna bahwa konsumsi daya telah melewati batas yang ditentukan.

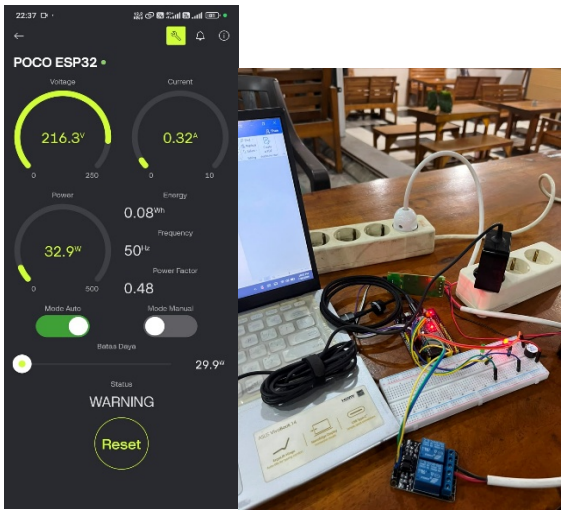


Gambar 4. Tampilan monitoring konsumsi energi listrik pada Blynk

d. Hasil Pengujian Proteksi dan Reset Trip

Pengujian proteksi dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menangani kondisi overload. Ketika daya melebihi Power Limit, sistem terlebih dahulu memberikan peringatan melalui LED merah, buzzer, dan notifikasi Blynk. Apabila kondisi overload berlangsung secara terus-menerus selama 10 detik, relay memutus aliran listrik menuju beban dan sistem masuk ke kondisi TRIP.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme proteksi dapat memutus beban setelah kondisi overload berlangsung selama 10 detik. Setelah kondisi overload teratasi, fitur Reset Trip digunakan untuk mengembalikan sistem ke kondisi normal. Relay kembali aktif dan indikator sistem kembali menunjukkan kondisi normal sehingga proses monitoring dapat dilanjutkan.



Gambar 5. Hasil pengujian proteksi *overload*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem monitoring dan peringatan dini konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis IoT berhasil direalisasikan menggunakan ESP32 DevKit, PZEM-004T V4.0, Blynk IoT, relay, LED, dan buzzer. Sistem mampu melakukan pemantauan parameter tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya secara *real-time* melalui aplikasi Blynk.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan ketika konsumsi daya melebihi Power Limit serta melakukan pemutusan beban secara otomatis apabila kondisi overload berlangsung selama 10 detik. Fitur Reset Trip juga dapat mengembalikan sistem ke kondisi normal setelah kondisi overload teratasi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat

e-ISSN : 2964-5115
p-ISSN : 2964-4364

membantu pengguna dalam memantau konsumsi energi listrik dan memberikan peringatan dini terhadap penggunaan daya berlebih.

V. REFERENSI

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

Panjaitan, S. A., Gunoto, P., & Algusri, M. (2024). Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Penggunaan Pembatasan Arus Listrik Berbasis IoT (Internet of Things). *Sigma Teknika*, *7*(2), 337–348. https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v7i2.6899

Riva, H., & Setiawan, A. (2026). Sistem Monitoring dan Proteksi Overload Dengan Load Shedding Berbasis IoT Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, 14(2), 240–252*. https://doi.org/10.23960/jitet.v14i2.9242

Saidi, M., Wardi, W., & Arda, A. L. (2024). Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring Listrik Pada Rumah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *7*(6), 1992–2002. https://doi.org/10.32672/jnkti.v7i6.8338

Setiawan, P. W., Hananto, A. L., Novalia, E., & Hananto, A. (2025). Sistem Monitoring Dan Visualisasi Data Konsumsi Energi Listrik Rumah Berbasis IoT Dengan Aplikasi Blynk. *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, *14*(1), 455-456. https://doi.org/10.35889/jutisi.v14i1.2675