

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SMART KWH METER BERBASIS ESP32 UNTUK MONITORING DAN PENGENDALIAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA 1300 VA

Nursalim^{1*}, Wellem F Galla¹, Silvester tena¹, Nixson J. Meok²

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Email: nursalim@staf.undana.ac.id*, wfidzgalla@staf.undana.ac.id, siltena@staf.undana.ac.id, nixsonmeok@staf.undana.ac.id

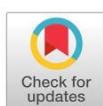
Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Agu 21, 2025

Direvisi Sep 09, 2025

Disetujui Okt 20, 2025



ABSTRACT

This study aims to design and implement a smart kWh meter system based on ESP32 that is capable of monitoring and controlling electricity consumption in households with a connected power of 1300 VA. The developed system utilizes the ESP32 microcontroller as the main data processor, which is integrated with the PZEM-004T sensor to measure electrical parameters, including voltage, current, power, energy, and power factor. Measurement data is displayed in real-time through the Blynk application, while control and limitation of energy consumption are managed using a Telegram bot service. The system is equipped with a relay to automatically disconnect the load when energy consumption exceeds a predetermined limit. System testing is conducted by comparing the sensor measurement results against the PLN kWh meter as a reference tool. The test results indicate that the developed smart kWh meter system operates effectively and possesses an average current measurement accuracy of above 99% across various types of household loads. Additionally, the load control and notification system based on Telegram functions reliably in limiting electricity consumption. Therefore, this system can serve as an effective solution to assist household users in monitoring and controlling electricity consumption more efficiently.

Keywords: Smart kWh Meter; ESP32; Energy Monitoring; PZEM-004T Sensor

This is an open access article



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart kWh meter berbasis ESP32 yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik pada rumah tangga dengan daya terpasang 1300 VA. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data utama yang terintegrasi dengan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter kelistrikan, meliputi tegangan, arus, daya, energi, dan faktor daya. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk, sedangkan pengendalian dan pembatasan konsumsi energi dilakukan menggunakan layanan bot Telegram. Sistem dilengkapi dengan relay sebagai pemutus beban otomatis ketika konsumsi energi melebihi batas yang telah ditentukan. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap kWh meter PLN sebagai alat referensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem smart kWh meter yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan memiliki tingkat akurasi pengukuran arus rata-rata di atas 99% pada berbagai jenis beban rumah tangga. Selain itu, sistem pengendalian beban dan notifikasi berbasis Telegram dapat berfungsi secara andal dalam membatasi konsumsi energi listrik. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi efektif untuk membantu pengguna rumah tangga dalam memantau dan mengendalikan konsumsi energi listrik secara lebih efisien.

Kata Kunci: Smart kWh Meter; ESP32; Monitoring Energi; Sensor PZEM-004T

Penulis Korespondensi:

Nursalim,

Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Indonesia,

Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang,

nursalim@staf.undana.ac.id



I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan mendasar dalam kehidupan modern, khususnya pada sektor rumah tangga, di mana hampir seluruh aktivitas sehari-hari bergantung pada ketersediaan energi listrik. Seiring dengan meningkatnya penggunaan peralatan listrik rumah tangga, konsumsi energi listrik cenderung meningkat dan berpotensi menyebabkan pemborosan energi serta peningkatan biaya tagihan listrik. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik secara efektif agar penggunaan energi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Di Indonesia, penyediaan energi listrik untuk pelanggan rumah tangga dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Salah satu perangkat utama yang digunakan untuk mencatat konsumsi energi listrik pelanggan adalah kWh meter. Pada tahap awal, kWh meter yang digunakan bersifat analog dengan prinsip induksi elektromagnetik, yang hanya berfungsi untuk mencatat total energi listrik yang dikonsumsi [1, 2]. Meskipun kWh meter analog mampu mengukur energi listrik, perangkat ini memiliki keterbatasan, antara lain tidak mampu menampilkan parameter kelistrikan secara detail serta tidak mendukung monitoring konsumsi energi secara real-time [3, 4].

Sebagai bentuk pengembangan, PLN telah menerapkan kWh meter digital yang mampu menampilkan parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya [5, 6]. Namun demikian, kWh meter digital konvensional masih memiliki keterbatasan karena informasi konsumsi energi hanya dapat diakses secara lokal dan belum mendukung pemantauan jarak jauh secara real-time [4, 5]. Kondisi ini menyebabkan pengguna rumah tangga masih kesulitan dalam mengawasi pola konsumsi energi listrik secara kontinu dan melakukan pengendalian konsumsi energi secara langsung.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut [7]. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring energi listrik berbasis mikrokontroler dan IoT, yang memungkinkan pemantauan konsumsi energi secara real-time melalui aplikasi berbasis internet [8, 9]. Beberapa penelitian memanfaatkan sensor arus dan tegangan untuk memantau konsumsi energi listrik rumah tangga serta menampilkan data melalui platform berbasis web atau aplikasi mobile [10-13]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek monitoring, tanpa dilengkapi dengan mekanisme pengendalian dan pembatasan konsumsi energi secara otomatis ketika terjadi kelebihan beban.

Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan sistem monitoring energi dengan layanan komunikasi berbasis pesan instan, seperti Telegram, masih relatif terbatas. Padahal, pemanfaatan layanan pesan instan memiliki keunggulan dalam hal kemudahan akses, notifikasi real-time, dan interaksi langsung dengan sistem pengendalian [14, 15]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem smart kWh meter yang tidak hanya mampu melakukan monitoring konsumsi energi listrik secara real-time, tetapi juga menyediakan fitur pengendalian dan pembatasan konsumsi energi yang terintegrasi dengan platform IoT dan layanan komunikasi yang mudah diakses oleh pengguna rumah tangga [16].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart kWh meter berbasis ESP32 yang mampu melakukan monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik pada rumah tangga dengan daya 1300 VA. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mengukur parameter kelistrikan secara akurat, menampilkan data konsumsi energi secara real-time melalui aplikasi IoT, serta melakukan pemutusan beban secara otomatis apabila konsumsi energi melebihi batas yang telah ditentukan. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna rumah tangga dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan mengendalikan biaya konsumsi listrik secara lebih optimal.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yang meliputi tahap perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian dan evaluasi kinerja sistem smart kWh meter.

2.1. Diagram Blok Sistem Monitoring dan Pengendalian Energi Listrik Rumah Tangga

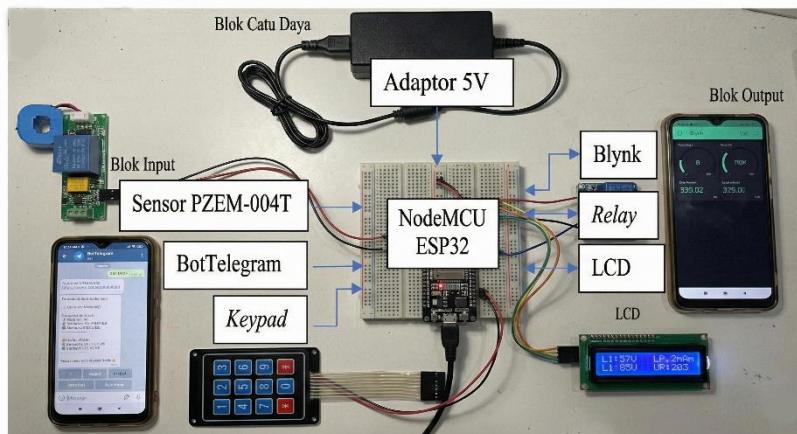
Diagram blok sistem menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem smart kWh meter yang dikembangkan. Sistem ini dirancang untuk melakukan monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik rumah tangga dengan daya terpasang 1300 VA. Komponen utama sistem terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, modul relay, aplikasi Blynk, dan bot Telegram.

ESP32 berfungsi sebagai unit pemroses utama yang mengelola seluruh data dan proses pengendalian sistem. Sensor PZEM-004T digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan pada setiap jalur beban, meliputi tegangan, arus, daya, energi, dan faktor daya. Data hasil pengukuran sensor dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi serial, kemudian

diproses dan ditampilkan pada aplikasi Blynk serta layar LCD secara real-time.

Aplikasi Blynk berfungsi sebagai antarmuka monitoring jarak jauh yang memungkinkan pengguna memantau konsumsi energi listrik melalui perangkat bergerak[17]. Sementara itu, bot Telegram digunakan sebagai media pengendalian sistem, di mana pengguna dapat memasukkan nilai batas konsumsi

energi listrik. ESP32 akan membandingkan nilai konsumsi energi yang terukur dengan batas yang telah ditetapkan. Apabila konsumsi energi melebihi batas tersebut, ESP32 akan mengaktifkan modul relay untuk memutus aliran listrik secara otomatis. Diagram blok sistem monitoring dan pengendalian energi listrik rumah tangga ditunjukkan pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Monitoring dan Pengendalian Energi Listrik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor pada sistem smart kWh meter dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan tingkat akurasi pengukuran parameter kelistrikan. Pada penelitian ini, pengujian difokuskan pada pengukuran arus listrik menggunakan sensor PZEM-004T. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan arus dari sensor PZEM-004T terhadap hasil pengukuran kWh meter PLN sebagai alat referensi. Setiap jenis beban diuji sebanyak lima kali

pengulangan untuk memperoleh hasil pengukuran yang representatif.

Beban listrik yang digunakan dalam pengujian terdiri dari beberapa peralatan rumah tangga dengan karakteristik daya yang berbeda, yaitu lampu LED 10 W, kipas angin 20 W, charger laptop 45 W, rice cooker 300 W, dan setrika listrik 350 W. Nilai error dan tingkat akurasi pengukuran arus dihitung menggunakan persamaan error dan akurasi yang telah dijelaskan pada bagian metode penelitian. Hasil pengujian pengukuran arus ditunjukkan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Data Pengukuran Arus Menggunakan Sensor PZEM-004T dan kWh Meter PLN

No	Beban	Arus (A) PZEM-004T	Arus (A) kWh Meter PLN	Nilai Error %	Akurasi %
1	Lampu 10W	0,08	0,06	0,02	99,98
2	Kipas Angin 20W	0,15	0,158	0,008	99,992
3	Charger Laptop 45W	0,19	0,201	0,011	99,989
4	Rice Coker300W	1,22	1,214	0,006	99,994
5	Setrika 350W	1,46	1,451	0,009	99,991

Berdasarkan hasil pengujian pada [Tabel 1](#), dapat diketahui bahwa sensor PZEM-004T mampu mengukur arus listrik dengan tingkat akurasi yang tinggi pada berbagai jenis beban rumah tangga. Pada beban lampu LED 10 W, diperoleh rata-rata akurasi pengukuran arus sebesar 99,97%. Meskipun nilai akurasi relatif tinggi, terlihat bahwa nilai error

cenderung lebih besar dibandingkan beban dengan daya yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh kecilnya arus yang mengalir pada beban lampu LED, sehingga sensitivitas sensor terhadap perubahan arus menjadi lebih terbatas.

Pada beban kipas angin 20 W, rata-rata akurasi pengukuran arus yang diperoleh sebesar 99,98%.

Hasil ini menunjukkan peningkatan stabilitas pembacaan sensor dibandingkan pada beban lampu LED, seiring dengan meningkatnya nilai arus yang diukur. Namun demikian, fluktuasi nilai error masih terlihat akibat karakteristik beban induktif pada kipas angin yang dapat memengaruhi kestabilan arus.

Pengujian pada beban charger laptop 45 W menunjukkan performa sensor yang sangat baik, dengan rata-rata akurasi pengukuran arus mencapai 99,99%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T bekerja secara optimal pada beban dengan arus menengah, di mana sinyal arus yang terukur lebih stabil dan mudah dideteksi oleh sensor.

Pada beban berdaya besar, yaitu rice cooker 300 W dan setrika listrik 350 W, sensor PZEM-004T menunjukkan kinerja pengukuran yang sangat baik dengan rata-rata akurasi masing-masing sebesar 99,98% dan 99,99%. Nilai error yang relatif kecil pada beban berdaya besar menunjukkan bahwa sensor memiliki performa yang lebih stabil ketika digunakan untuk mengukur arus dengan nilai yang lebih tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem smart kWh meter yang dikembangkan sangat andal untuk monitoring konsumsi energi listrik pada peralatan rumah tangga berdaya menengah hingga tinggi.

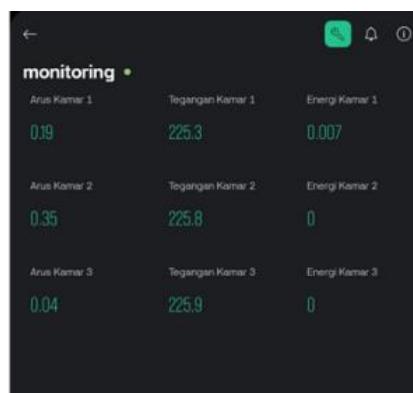
Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran arus menggunakan sensor PZEM-004T berada di atas 99% untuk seluruh jenis beban yang diuji. Penurunan akurasi pada beban berarus kecil merupakan karakteristik umum dari sensor arus berbasis transformator arus. Namun, nilai akurasi yang diperoleh masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk aplikasi monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik rumah tangga. Dengan demikian, sensor PZEM-004T yang terintegrasi dengan ESP32 dinilai layak digunakan sebagai komponen utama dalam sistem smart kWh meter yang dikembangkan.

3.3.1 Perancangan Monitoring Menggunakan Blynk

Perancangan sistem monitoring pada penelitian ini bertujuan untuk menampilkan informasi konsumsi energi listrik rumah tangga secara real-time melalui perangkat bergerak berbasis Android. Sistem monitoring dikembangkan dengan memanfaatkan platform Blynk sebagai antarmuka pengguna (user interface) yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 melalui jaringan internet.

Data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk berasal dari hasil pengukuran sensor PZEM-004T yang telah diproses oleh ESP32. Parameter kelistrikan yang dimonitor dalam sistem ini meliputi arus listrik, tegangan, dan energi listrik. Pemilihan parameter tersebut didasarkan pada kebutuhan utama pengguna rumah tangga dalam memantau konsumsi energi listrik secara praktis dan mudah dipahami. Data ditampilkan secara real-time, sehingga pengguna dapat mengamati perubahan konsumsi energi sesuai dengan kondisi beban listrik yang sedang digunakan. Sistem monitoring dirancang untuk menampilkan data dari masing-masing jalur beban secara terpisah, sehingga pengguna dapat mengetahui kontribusi konsumsi energi dari setiap beban listrik yang terhubung. Proses pengiriman data dari ESP32 ke aplikasi Blynk dilakukan secara periodik melalui koneksi Wi-Fi, yang memungkinkan pemantauan jarak jauh selama perangkat terhubung ke jaringan internet. Tampilan antarmuka pada aplikasi Blynk dirancang secara sederhana dan informatif untuk memudahkan pengguna dalam membaca nilai parameter kelistrikan.

Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring, data arus, tegangan, dan energi yang ditampilkan pada aplikasi Blynk menunjukkan perubahan nilai yang konsisten dengan kondisi beban listrik yang digunakan. Hal ini menandakan bahwa sistem monitoring berbasis Blynk mampu bekerja secara andal dalam menampilkan informasi konsumsi energi listrik secara real-time. Dengan demikian, sistem monitoring ini mendukung tujuan penelitian dalam menyediakan sarana pemantauan konsumsi energi listrik rumah tangga yang efektif dan mudah diakses.



Gambar 2. Perancangan Monitoring Menggunakan Blynk

3.3.2 Perancangan Pengontrolan Menggunakan Telegram

Perancangan sistem pengendalian pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan mekanisme pembatasan konsumsi energi listrik rumah tangga secara jarak jauh dan real-time. Sistem pengendalian dikembangkan dengan memanfaatkan layanan bot Telegram sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem smart kWh meter. Penggunaan Telegram dipilih karena kemudahan akses, kecepatan pengiriman pesan, serta kemampuan integrasi yang baik dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT).

Dalam sistem ini, bot Telegram berfungsi sebagai antarmuka input bagi pengguna untuk memasukkan nilai batas konsumsi energi listrik. Ketika pengguna mengirimkan perintah awal, misalnya dengan mengetikkan kata kunci SMART kWh, bot Telegram akan menampilkan menu pengendalian yang berisi opsi pengaturan batas konsumsi energi. Perintah yang dikirimkan oleh pengguna kemudian diteruskan ke ESP32 melalui koneksi internet untuk diproses lebih lanjut. ESP32 akan memproses input batas konsumsi energi yang diterima dari bot Telegram dan

membandingkannya dengan nilai energi listrik yang terukur oleh sensor PZEM-004T. Apabila nilai konsumsi energi masih berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem akan tetap mempertahankan kondisi beban dalam keadaan aktif. Sebaliknya, ketika konsumsi energi melebihi batas yang telah ditetapkan, ESP32 akan memberikan perintah kepada modul relay untuk memutus aliran listrik secara otomatis. Pada saat yang sama, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui bot Telegram sebagai informasi bahwa batas konsumsi energi telah terlampaui.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pengendalian berbasis Telegram mampu merespons perintah pengguna dengan baik dan mengeksekusi proses pembatasan energi listrik secara andal. Integrasi antara bot Telegram, ESP32, dan modul relay memungkinkan sistem smart kWh meter untuk tidak hanya memonitor, tetapi juga mengendalikan konsumsi energi listrik rumah tangga secara efektif. Tampilan antarmuka pengendalian menggunakan Telegram ditunjukkan pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Perancangan Pengontrolan Menggunakan Telegram

3.2. Hasil dan Pembahasan

Pada perancangan prototipe smart kWh dengan sistem— Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, prototipe smart kWh meter berbasis ESP32 yang dikembangkan mampu menjalankan fungsi monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik rumah tangga dengan baik. Sistem dirancang untuk mengelola beberapa kelompok beban listrik yang masing-masing dipantau dan dikendalikan secara independen. Pengaturan batas konsumsi energi dilakukan melalui bot Telegram, sedangkan informasi penggunaan energi ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika nilai batas konsumsi energi dimasukkan oleh pengguna melalui Telegram, sistem dapat memproses perintah tersebut dengan baik dan mempertahankan kondisi beban selama konsumsi energi masih berada di bawah batas yang ditentukan. Data konsumsi energi yang terukur oleh sensor PZEM-004T ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau penggunaan energi listrik secara langsung dan berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan mampu bekerja secara responsif dan konsisten terhadap perubahan kondisi beban listrik.

Ketika konsumsi energi listrik melebihi batas yang telah ditentukan, ESP32 secara otomatis mengaktifkan modul relay untuk memutus aliran listrik pada beban terkait. Proses pemutusan beban ini disertai dengan pengiriman notifikasi kepada pengguna melalui Telegram, sehingga pengguna dapat segera mengetahui terjadinya kelebihan konsumsi energi. Selain itu, sistem akan melakukan pengaturan ulang (reset) pada parameter energi setelah pemutusan beban dilakukan, yang menandakan bahwa sistem telah kembali ke kondisi awal dan siap menerima pengaturan batas konsumsi energi selanjutnya.

Pada pengujian sistem monitoring jarak jauh, parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, dan energi yang ditampilkan pada aplikasi Blynk menunjukkan perubahan nilai yang sesuai dengan kondisi beban listrik yang digunakan. Nilai parameter tersebut bersifat dinamis dan berubah secara real-time, sehingga mencerminkan kondisi aktual konsumsi energi listrik. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara sensor PZEM-004T, ESP32, dan platform Blynk mampu menyediakan sistem monitoring energi listrik yang andal dan informatif.

Secara keseluruhan, integrasi sistem monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik menggunakan sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, aplikasi Blynk, dan bot Telegram dapat berfungsi secara efektif. Sistem ini tidak hanya mampu memantau konsumsi energi listrik secara real-time, tetapi juga menyediakan mekanisme pengendalian otomatis untuk menjaga konsumsi energi tetap berada dalam batas yang aman. Dengan adanya notifikasi otomatis dan peringatan melalui Telegram, pengguna dapat lebih cepat merespons kondisi kelebihan beban, sehingga sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan mengurangi risiko gangguan pada instalasi listrik rumah tangga.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem smart kWh meter berbasis ESP32 yang dikembangkan mampu melakukan monitoring dan pengendalian konsumsi energi listrik rumah tangga secara real-time dengan baik. Sistem ini memanfaatkan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, energi, dan faktor daya, yang selanjutnya diproses oleh ESP32 dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk, serta dikendalikan menggunakan bot Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data pengukuran yang ditampilkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan kWh meter PLN, dengan rata-rata akurasi arus mencapai 99,98% dan energi sebesar 99,99% pada beban daya besar, sehingga sistem

dinilai andal dalam memantau konsumsi energi listrik. Selain itu, mekanisme pengendalian berbasis Telegram dan modul relay mampu membatasi konsumsi energi secara otomatis ketika nilai penggunaan melebihi batas yang ditentukan, disertai dengan notifikasi kepada pengguna, sehingga sistem ini efektif dalam mendukung pengelolaan dan efisiensi penggunaan energi listrik rumah tangga..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Parulian Saragih, "Analisis Perbandingan KWH Meter Analog dengan KWH Meter Digital 3 Phasa Ditinjau Dari Segi Error KWH Meter." [Online]. Available: <http://eprints.pancabudi.ac.id/id/eprint/141>
- [2] J. Son, "Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital," *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 3, pp. 181-191, 2021, doi: <https://doi.org/10.23960/elc.v15n3.2219>.
- [3] M. Fatmawati and M. Y. Amir, "Kwh Meter Online Berbasis Internet Of Things (Iot)," Politeknik Negeri ujung Pandang, 2024. [Online]. Available: <https://repository.poliupg.ac.id/>
- [4] R. Rifa'i, W. Lestari, and J. Maulindar, "Implementasi Internet of Things untuk Sistem Pemantauan dan Optimasi Energi Rumah Tangga," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 5, no. 3, pp. 5540-5554, 2025, doi: <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i3.19421>.
- [5] L. A. Saputra, "Perancangan Sistem Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Iot," Universitas Islam Indonesia, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/dspace.uii.ac.id/123456789/51931>
- [6] B. A. Ashad, "Pengembangan Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Pada kWh Meter Pascabayar," *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 9, no. 2, pp. 53-56, 2024, doi: <https://doi.org/10.33772/jfe.v9i2.180>.
- [7] M. Yusuf and M. Sodik, "Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan fasilitas dan infrastruktur lembaga pendidikan Islam," *PROPHETIK: Jurnal Kajian Keislaman*, vol. 1, no. 2, pp. 65-82, 2023, doi: <https://doi.org/10.35457/prophetik.v1i2.3233>.
- [8] D. Azizi and V. Arinal, "Sistem Monitoring Daya Listrik Menggunakan Internet Of Thing (Iot) Berbasis Mobile," *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, no. 3, pp. 1808-1813, 2023, doi: <https://doi.org/10.35870/jimik.v4i3.409>.
- [9] M. Munir and I. S. Wibisono, "Pemantauan Daya Listrik Real-Time Menggunakan IoT untuk Efisiensi Energi Rumah Tangga," *Jurnal Algoritma*, vol. 22, no. 2, pp. 1853-1862-1853-1862, 2025, doi: <https://doi.org/10.33364/algoritma/ v.22-2.2391>.
- [10] M. T. Muslihi, "Pengembangan dan Evaluasi Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT dengan Sensor PZEM-004T dan ESP8266," *JURNAL*

- FASILKOM*, vol. 15, no. 1, pp. 77-83, 2025, doi: <https://doi.org/10.37859/jf.v15i1.8508>.
- [11] P. W. Setiawan, A. L. Hananto, E. Novalia, and A. Hananto, "Sistem Monitoring Dan Visualisasi Data Konsumsi Energi Listrik Rumah Berbasis IoT Dengan Aplikasi Blynk," *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 14, no. 1, 2025. [Online]. Available: <http://repository.ubpkarawang.ac.id/id/eprint/5557>.
- [12] E. S. Susanto, S. Bulan, and D. Dinola, "Perancangan prototype alat monitoring dan kontrol peralatan listrik berbasis internet of things (IoT) pada rumah tangga menggunakan sensor Pzem-004T," *Jurnal Simantec*, vol. 13, no. 2, pp. 91-100, 2025, doi: <https://doi.org/10.21107/simantec.v13i2.29078>.
- [13] A. P. Wijaya, M. S. Said, and A. M. Islah, "Pengembangan Sistem Pemantauan Pemakaian Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things," *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 475-479, 2025, doi: <https://doi.org/10.51876/simtek.v10i2.1676>.
- [14] J. W. Fathoni, N. I. ER, and I. W. Sukerayasa, "Implementasi Api Telegram Sebagai Antarmuka Manusia-Mesin Untuk Sistem Monitoring Dan Notifikasi Kondisi Real-Time Infrastruktur Publik," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 12, no. 3, pp. 12-20, 2025, doi: <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2025.v12.i03.p2>.
- [15] M. Ramadhan, M. F. Gozali, and S. Mallu, "Pengembangan Website Reservasi Online Restoran Yang Terintegrasi Dengan Telegram Sebagai Notifikasi Real-Time," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 357-369, 2025, doi: <https://doi.org/10.70248/jesit.v2i3.2463>.
- [16] K. Diantoro, "Desain Dan Realisasi Smart Home Automation Menggunakan Platform Internet Of Things," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis (JUNSIBI)*, vol. 6, no. 2, pp. 305-312, 2025, doi: <https://doi.org/10.55122/junsibi.v6i2.1694>.
- [17] A. O. Putri, T. Tohir, and F. A. S. Putra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Rumah 900VA Berbasis Arduino Uno dan Node MCU ESP32 Melalui Aplikasi Blynk," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2024, vol. 15, no. 1, pp. 514-520, doi: <https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6247>.