



RANCANG BANGUN ALAT KONTROL DAN MONITORING PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Denny Aditya¹, Medi Yuwono Tharam², H. Ardi Marwan³

Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

e-mail: dennyaditya230703@gmail.com¹, mediyuwonotharam@polnep.ac.id²,
ardirini@yahoo.com³

Jl. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Fax : +62 0561 740143

Abstract

As time goes by, the use of electrical energy continues to grow. this research aims to design an Internet of Things (IoT)-based tool that can monitor and control the use of electrical energy in real-time to improve control the use of electrical energy in real-time to improve household energy efficiency, reduce electricity bills, and prevent excessive power usage. excessive power usage. This tool allows users to monitor consumption through the Blynk app and 20x4 LCD and control the flow of electricity using relays if the consumption limit is reached. using a relay if the consumption limit is reached. This system uses ESP32 as microcontroller, PZEM-004T sensor to read electrical parameters, 4x4 keypad to input energy limits, and relays to regulate electricity flow. keypad to input the energy limit, and relay to control the electricity flow. Results The test results show that the no-load voltage measurement error is 0.066% and the power factor error reached 20% due to the lack of regular calibration. This tool works according to the designed control logic, the relays function automatically, and the Blynk app can be used to manage the electricity flow. automatically, and the Blynk application can display data in real-time. With this appliance, household energy efficiency is increased, electricity bills can be reduced, and user awareness of electricity consumption increases.

Keywords : ESP32, PZEM-004T, Relay, Energi Listrik, Blynk, Internet of Things

Abstrak

Seiring berjalannya waktu, penggunaan energi listrik terus bertambah. penelitian ini bertujuan untuk merancang alat berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memonitor dan mengontrol penggunaan energi listrik secara real-time guna meningkatkan efisiensi energi rumah tangga, mengurangi tagihan listrik, dan mencegah penggunaan daya berlebihan. Alat ini memungkinkan pengguna memantau konsumsi energi melalui aplikasi Blynk dan LCD 20x4 serta mengontrol aliran listrik menggunakan relay jika batas konsumsi tercapai. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor PZEM-004T untuk membaca parameter listrik, keypad 4x4 untuk memasukkan batas energi, serta relay untuk mengatur aliran listrik. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan pengukuran tegangan tanpa beban sebesar 0,066% dan kesalahan faktor daya mencapai 20% akibat kurangnya kalibrasi secara rutin. Alat ini bekerja sesuai logika kontrol yang dirancang, relay berfungsi otomatis, dan aplikasi Blynk dapat menampilkan data secara real-time. Dengan alat ini, efisiensi energi rumah tangga meningkat, tagihan listrik dapat ditekan, serta kesadaran pengguna terhadap konsumsi listrik bertambah.

Kata kunci: ESP32, PZEM-004T, Relay, Energi Listrik, Blynk, Internet of Things

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No 673

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

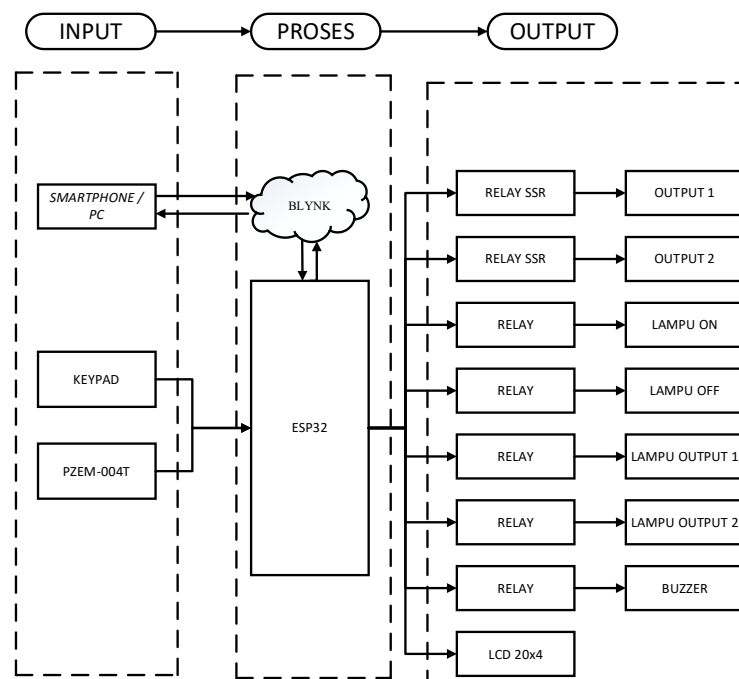
Listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari di berbagai sektor. Seiring meningkatnya konsumsi energi, efisiensi penggunaan listrik menjadi penting untuk mengurangi pemborosan dan menekan biaya. Penggunaan listrik yang tidak terkendali dapat menyebabkan lonjakan konsumsi daya yang tidak perlu, sehingga meningkatkan biaya dan beban energi. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya sistem pemantauan real-time yang dapat memberikan informasi akurat mengenai konsumsi listrik. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam pemantauan dan pengelolaan energi listrik. Dengan IoT, pengguna dapat memonitor dan mengendalikan konsumsi listrik dari jarak jauh melalui perangkat berbasis internet seperti smartphone atau komputer. Salah satu penelitian terkait dilakukan oleh Muhammad Adam Pratama dkk (2020) yang mengembangkan alat pemantauan berbasis Arduino Mega untuk membaca arus, tegangan, daya, dan biaya listrik menggunakan sensor arus dan tegangan. Penelitian ini membantu pengguna dalam mengontrol konsumsi daya listrik secara lebih efisien. Penelitian ini mengembangkan sistem yang tidak hanya memantau tetapi juga membatasi penggunaan energi listrik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, energi dan faktor daya, serta dilengkapi dengan relay untuk memutus aliran listrik saat batas konsumsi tercapai. Aplikasi Blynk juga digunakan untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Dengan sistem ini, diharapkan efisiensi penggunaan listrik meningkat, pemborosan berkurang, dan pengguna dapat mengelola konsumsi energi secara lebih bijaksana melalui teknologi berbasis IoT.

METODE

Beberapa tahapan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Diagram blok sistem

Diagram blok sistem yang akan dirancang pada proyek akhir ini seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1. Blok sistem terbagi menjadi 3 bagian yaitu input yang adalah masukan, kemudian di proses oleh mikrokontroler lalu akan ditampilkan pada output.



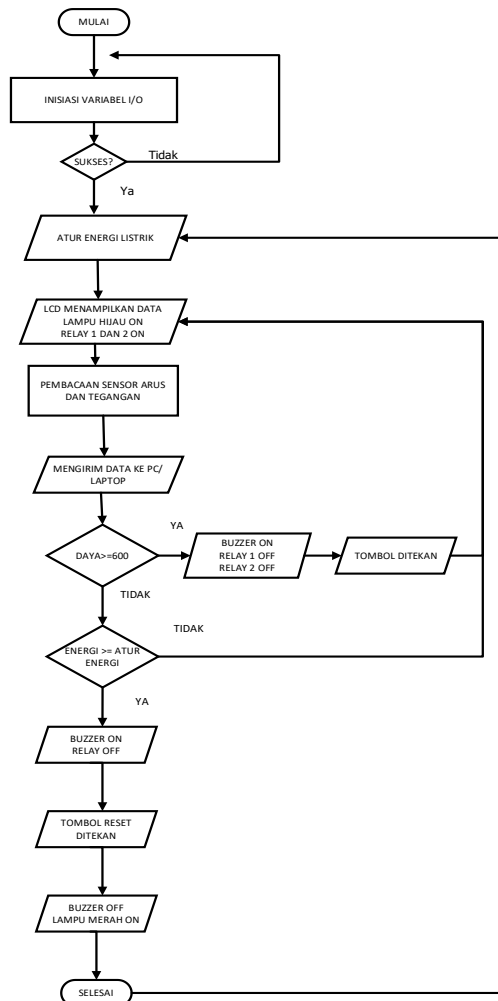
Gambar 1. Diagram blok sistem

Diagram blok diatas terdiri dari 3 bagian yaitu Input, Proses dan Output. Berikut ini adalah penjelasan diagram blok:

1. Smartphone / PC berfungsi untuk memasukkan nilai input konsumsi energi listrik yang ingin digunakan
2. Keypad berfungsi memasukkan nilai input yang ingin digunakan secara langsung pada sistem.
3. Blynk sebagai platform IoT yang berfungsi mengirim dan menerima data dari ESP32.
4. Mikrokontroler ESP32 berfungsi untuk mengelola data yang diterima.
5. Relay berfungsi sebagai memutus aliran listrik pada lampu dan buzzer
6. Relay SSR berfungsi untuk memutuskan aliran listrik yang mengalir pada setiap Output.

Prinsip kerja

a. Flowchart Sistem Pada ESP32

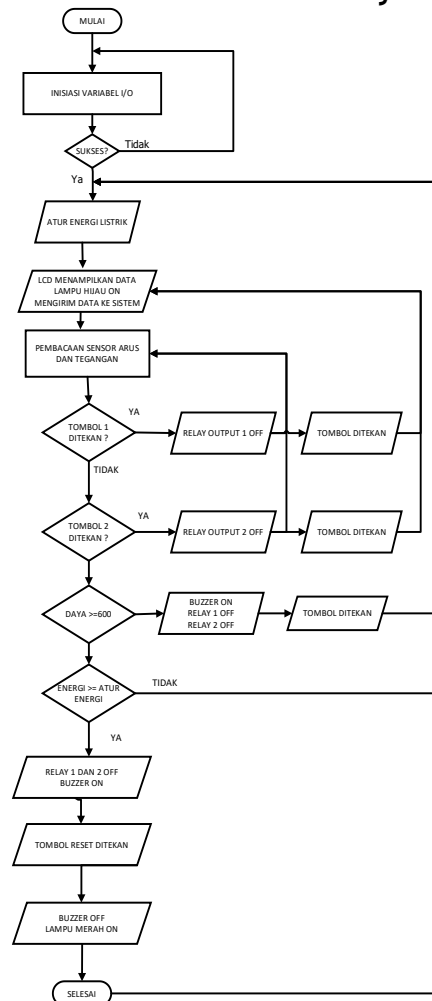


Gambar 1 Flowchart Sistem Pada ESP32

Berikut adalah penjelasan *flowchart* sistem pada ESP32.

1. Inisiasi variabel input dan output.
2. Masukkan jumlah energi listrik.
3. LCD menampilkan data yang akan dibaca oleh sensor dan lampu hijau, output 1 dan output 2 ON.
4. Memulai pembacaan sensor.
5. Mengirim data ke PC/Smartphone.

b. Flowchart IoT Pada Blynk



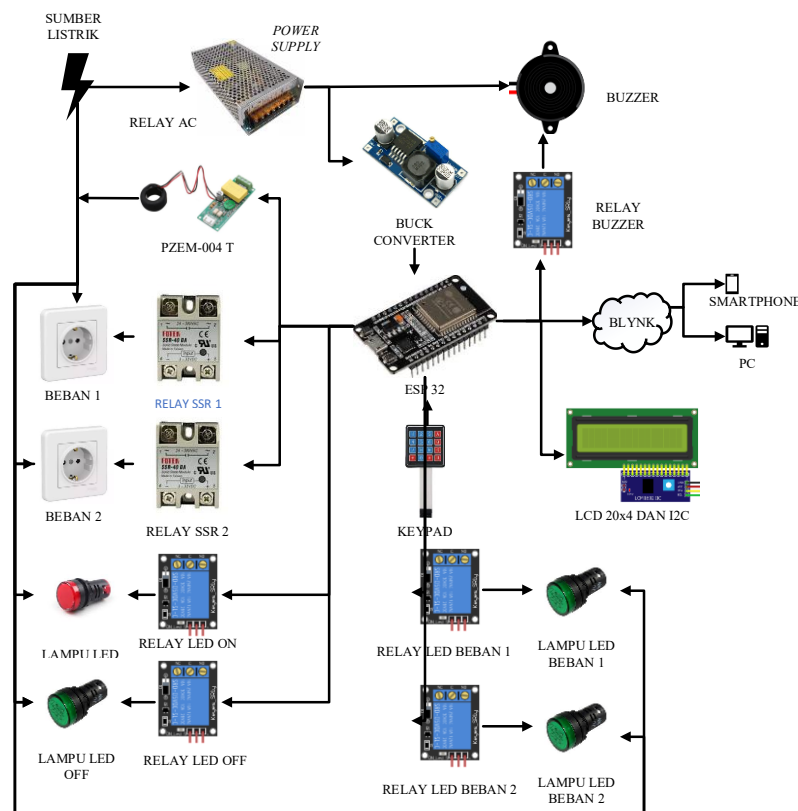
Gambar 2 Flowchart IoT Pada Blynk

Berikut adalah penjelasan *flowchart* IoT pada Blynk.

1. Inisiasi variabel input dan output
2. Masukkan jumlah energi listrik
3. LCD menampilkan data yang akan dibaca oleh sensor dan lampu hijau, output 1 dan output 2 ON serta mengirim data jumlah energi listrik ke sistem.
4. Memulai pembacaan sensor.

- | | |
|--|---|
| <p>6. Jika daya diatas 600, maka buzzer akan hidup dan output 1 dan 2 akan terputus.</p> <p>7. Tekan tombol untuk mengaktifkan output 1 dan 2.</p> <p>8. Jika jumlah energi listrik sudah tercapai, maka buzzer akan hidup dan output 1 dan output 2 terputus.</p> | <p>5. Jika tombol 1 ditekan, maka output 1 akan terputus. Tekan tombol untuk menghidupkan kembali.</p> <p>6. Jika tombol 2 ditekan, maka output 2 akan terputus. Tekan tombol untuk menghidupkan kembali.</p> <p>7. Jika daya diatas 600, maka buzzer akan hidup dan output 1 dan 2 akan terputus.</p> <p>8. Jika jumlah energi listrik sudah tercapai, maka buzzer akan hidup dan output 1 dan output 2 terputus</p> |
|--|---|

Wiring Diagram

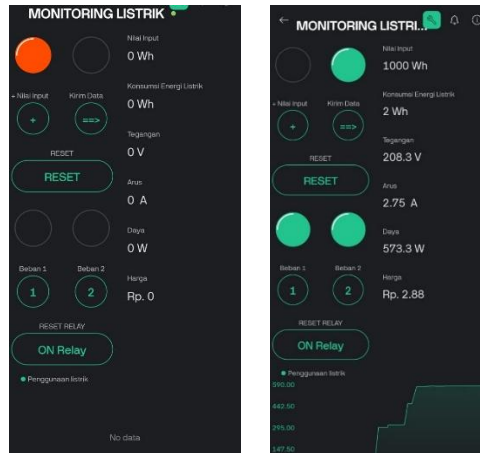


Gambar 3: Wiring sistem

Berikut ini adalah penjelasan diagram blok diatas:

1. Menggunakan Power Supply sebagai penyuplai energi listrik.
2. Menggunakan mikrokontroler ESP32.
3. Menggunakan Buck Converter yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V.
4. Menggunakan sensor PZEM-004T sebagai pendeteksi tegangan, arus, daya dan energi listrik.
5. Menggunakan 5 relay untuk mengaktifkan 4 lampu led dan 1 buzzer.
6. Menggunakan 2 relay SSR untuk mengalirkan arus listrik tegangan AC ke beban 1 dan beban 2.
7. Menggunakan LCD I2C untuk menampilkan data pembacaan sensor dan biaya tagihan listrik.
9. Blynk berfungsi sebagai platform untuk memantau data sensor dan mengontrol sistem secara real-time dari jarak jauh melalui smartphone atau PC.
10. Menggunakan keypad yang berfungsi untuk memasukkan jumlah energi listrik yang ingin digunakan.

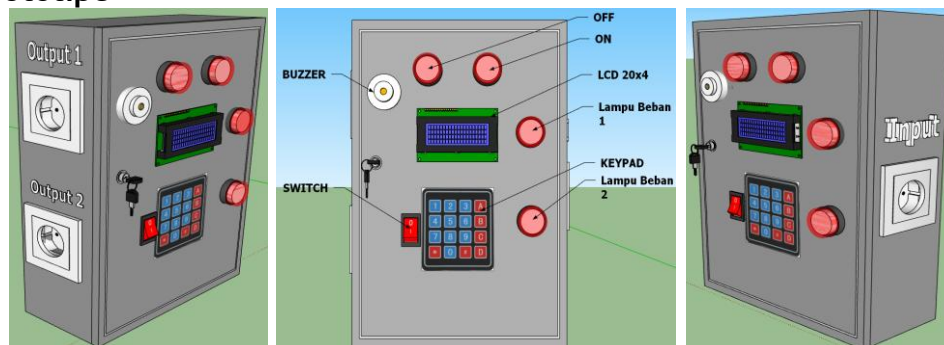
Tampilan Pada Blynk



Gambar 5 Tampilan Fungsi Pada Blynk

Pada tampilan blynk ini terdapat indikator lampu ON, OFF, Beban 1 dan Beban 2. Terdapat juga tombol untuk memasukkan nilai input, mengirim data nilai input ke sistem, tombol reset alat, tombol untuk memutuskan aliran listrik beban 1 dan 2 serta tombol untuk mengaktifkan beban kembali. Untuk display yang digunakan ini untuk menampilkan nilai input yang sudah dimasukkan, jumlah energi listrik yang digunakan, tegangan, arus, daya, dan total tagihan biaya. Pada tampilan blynk, terdapat juga grafik penggunaan energi listrik yang digunakan.

Desain Sistem Prototipe



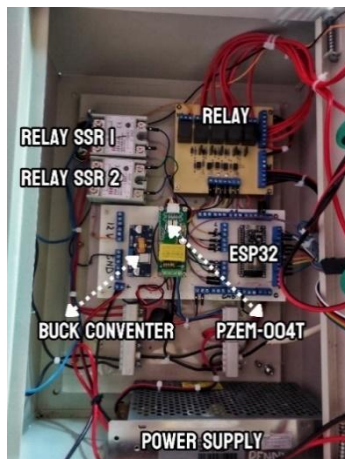
Gambar 4: Desain 3D Alat Kontrol dan Monitoring Penggunaan Energi Listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN Bentuk Alat



Gambar 3 Bentuk Alat Kontrol dan Monitoring Penggunaan Energi Listrik

Wiring Sistem



Gambar 4 Wiring Sistem

Pengujian Alat dengan Berbagai Beban

1. Pengujian Dengan Beban Kipas

Tabel 1 Tabel pengujian dengan beban kipas

Waktu	Sensor (PZEM-004T)					Alat Ukur (Power Meter)				
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya
12:00	213,9	0,063	14,3	0	0,94	214	0,065	13,8	0	0,96
12:05	215,9	0,059	14,1	1	0,90	215,6	0,066	13,8	1	0,98
12:10	214,8	0,057	13,8	2	0,89	214,4	0,064	13,5	2	0,97
12:15	214,7	0,057	13,7	3	0,89	214,4	0,064	13,4	3	0,98
12:20	215,3	0,056	13,9	4	0,87	214,9	0,064	13,6	4	0,96
12:25	215,3	0,057	13,9	5	0,88	215	0,064	13,6	5	0,96
12:30	215,4	0,057	13,8	6	0,89	215,2	0,064	13,6	6	0,97
12:35	215	0,056	13,9	7	0,87	214,5	0,063	13,6	7	0,95
12:40	215,2	0,057	13,7	8	0,90	214,9	0,064	13,5	8	0,97
12:45	215,2	0,057	13,7	9	0,90	214,8	0,065	13,4	9	0,99
12:48	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0

Pada tabel diatas merupakan hasil perbandingan pengukuran antara sensor PZEM-004T dan alat ukur yaitu *Power Meter* dari pukul 12:00 sampai 12:48 dengan memasukkan nilai input sebesar 10 Wh. Data menunjukkan bahwa hasil pembacaan sensor mendekati hasil pembacaan alat ukur. Tegangan dan arus terukur stabil dengan nilai yang tidak terlalu jauh selisihnya. Energi (Wh) terus meningkat seiring berjalanya waktu. Faktor daya pada sensor PZEM-004T cenderung sedikit lebih rendah dibandingkan alat ukur. Pada pukul 12:48 sistem memutuskan aliran listrik karena sudah mencapai batas yang telah ditentukan dan membuat parameter menunjukkan angka nol.

2. Pengujian Dengan Beban Setrika

Tabel 2 Tabel pengujian dengan beban setrika

Waktu	Sensor (PZEM-004T)					Alat Ukur (Power Meter)				
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya
15:00	212,9	1,551	336	0	0,98	212,6	1,527	329,5	0	0,99
15:02	214,5	0	0	1	0	214,3	0	0	1	0
15:10	206,6	1,43	300	13	0,98	205,5	1,445	294,7	13	1



15:11	203,9	0	0	14	0	203,7	0	0	14	0
15:15	203,2	1,451	293,60	16	1,00	204,7	1,424	287,8	16	0,99
15:17	201	0	0	18	0	201,2	0	0	18	0
15:20	201,2	1,42	289,1	18	0,98	201	1,414	283,5	18	0,99
15:22	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0

Pada tabel diatas merupakan hasil perbandingan pengukuran antara sensor PZEM-004T dan alat ukur *Power Meter* dari pukul 15:00 sampai 15:22 dengan memasukkan nilai input sebesar 20Wh. Data menunjukkan bahwa hasil pembacaan sensor mendekati hasil dari alat ukur. Pada pukul 15:02, nilai arus dan daya turun menjadi nol karena setrika sudah mencapai suhu maksimal, lalu kembali aktif beberapa saat kemudian. Hasil pembacaan sensor PZEM-004T mendekati hasil pembacaan alat ukur. Energi (Wh) terus meningkat seiring berjalannya waktu. Pada pukul 15:22, sistem memutuskan aliran listrik karena sudah mencapai batas yang telah ditentukan dan membuat parameter menunjukkan angka nol.

3. Pengujian Dengan *Rice Cooker*

Waktu	Sensor (PZEM-004T)					Alat Ukur (<i>Power Meter</i>)				
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Faktor Daya
12:10	207,7	1,70	351,7	0	1,00	207,4	1,68	351,0	0	0,99
12:15	209	1,72	361,9	34	0,99	208,4	1,69	354,7	34	0,99
12:20	206,6	1,741	362,3	55	0,99	206	1,676	356,7	55	0,97
12:25	209,6	1,722	360	94	1,00	209	1,694	352,2	94	1,00
12:30	209	1,722	359,5	113	1,00	208,5	1,694	353	113	1,00
12:35	209,4	1,73	362,7	139	1,00	208,8	1,701	358,4	139	0,99
12:40	211	1,741	366	172	1,00	210,4	1,714	360	172	1,00
12:42	0	0	0	200	0	0	0	0	200	0

Pada tabel diatas merupakan hasil perbandingan pengukuran sensor PZEM-004T dan alat ukur *Power Meter* dari pukul 12:10 sampai 12:42 dengan memasukkan nilai input 200 Wh. Hasil pengukuran sensor PZEM-004T mendekati hasil pembacaan alat ukur *Power Meter*. Energi (Wh) terus bertambah seiring berjalannya waktu. Pada pukul 12:42, sistem memutuskan aliran listrik karena sudah mencapai batas yang telah ditentukan dan membuat parameter menjadi nol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Alat kontrol dan monitoring energi listrik berbasis IoT, berhasil dirancang menggunakan ESP32, PZEM-004T, relay, dan aplikasi Blynk. Alat ini dapat membaca tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi listrik secara *real-time* serta menampilkan total biaya penggunaan listrik.
- Sistem ini dapat membatasi jumlah energi listrik yang ingin digunakan secara langsung atau dari jarak jauh.
- Sistem ini dapat menampilkan data pembacaan sensor secara langsung dengan menggunakan LCD 20x4.
- Sistem kontrol energi berhasil membatasi penggunaan listrik sesuai nilai yang dimasukkan oleh pengguna. Saat batas energi tercapai, relay akan memutus aliran listrik, dan buzzer akan aktif sebagai peringatan.
- Hasil pembacaan sensor dan alat ukur memiliki selisih yang sedikit dan masih dapat ditoleransi.



Saran

- a. Untuk memastikan sensor PZEM-004T membaca data dengan akurat, diperlukan proses kalibrasi secara rutin.
- b. Menambahkan fitur penyimpanan data seperti EEPROM atau cloud sehingga pengguna tidak perlu memasukkan kembali batas konsumsi energi listrik apabila sistem mengalami restart.
- c. Tambahkan filter elektronik pada sistem untuk mengurangi noise yang dapat memengaruhi akurasi pembacaan sensor.
- d. Selain menggunakan aplikasi Blynk untuk sistem IoT, dapat dikembangkan khusus yang lebih mudah digunakan dengan fitur analisa konsumsi listrik untuk mendukung penghematan energi.
- e. Menggunakan modul WiFi tambahan dengan jangkauan yang lebih luas agar pengiriman data lebih cepat.
- f. Dapat dikembangkan untuk mendukung pengendalian beberapa jenis beban listrik dengan kapasitas lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi, M., Antara, S., & Suteja, I. W. A. (2021). Analisis Arus , Tegangan , Daya , Energi , Dan Biaya Pada Sensor. 5(1), 76-84.
- [2] Anis, Y. H., Mangiri, H. S., & Trisetiyanto, A. N. (2020). Pengembangan Alat Ukur Tinggi Badan Manusia Secara Otomatis dengan Arduino. *Joined Journal (Journal of Informatics Education)*, 3(2), 65. <https://doi.org/10.31331/joined.v3i2.1416>
- [3] Cahyono, Agus Adi. (2024). Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita. Online (Diakses pada tanggal 2 Juli 2024). <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita>
- [4] Despa, D., Nama, G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B. (2021). Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(1), 33-38.
- [5] Hudan, Ivan Safril, R. T. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Teknik ELEKTRO*, 08(01), 91-99.
- [6] Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721-9100.
- [7] Kumar, A., Sharma, S., Singh, A., Alwadain, A., Choi, B. -J., Manual-Brenosa, J., Ortega-Mansilla, A., & Goyal, N. (2022). Revolutionary Strategies Analysis and Proposed System for Future Infrastructure in Internet of Things. *Sustainability*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.3390/su14010071>
- [8] Pratama, M. A., & Widyartono, M. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Biaya Tagihan Listrik Berbasis Arduino Mega. *Journal Unesa*, 9(2), 385-392.
- [9] Rahmawati, D., Ulum, M., Farisal, M., & Joni, K. (2021). Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 7(3), 84.
- [10] Rostini, A. N., & Junfithrana, A. P. (2020). Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1-7.
- [11] Taufiqurohman, M. N., Alfianto, M. A., Yazid, H., Pardosi, R. H., & Pambudi, W. S. (2023). Sistem Monitoring Energi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sensor PZEM004T dengan Integrasi Firebase dan Blynk. 529-535.
- [12] Widodo, F., Studi, P., Rekayasa, T., Elektronika, S., Elektro, J. T., & Pontianak, P. N. (2024). PURWARUPA MONITORING TANDON AIR DAN.