

Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things

Anne Fadia Ikhfa*¹, Muldi Yuhendri²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, annefadia143@gmail.com

Abstrak

Alat ukur kilo Watt Hours (kWh) meter yang terpasang di setiap rumah pelanggan PLN baru sebatas memberikan data pemakaian energi listrik dalam satuan kWh saja, sedangkan biaya tarif listrik belum dapat ditampilkan. Selain itu juga data pemakaian listrik tidak dapat dilihat dari jarak jauh. Seiring perkembangan teknologi yang semakin pesat terutama dibidang Internet of Things (IoT), maka diusulkan sistem monitoring pemakaian energi listrik dari jarak jauh secara *realtime* dengan menggunakan antarmuka *Blynk* pada *smartphone*. Sistem monitoring dirancang untuk dua kelompok beban dengan menggunakan ISP32 sebagai pengolah data yang diterima dari sensor PZEM-004T dan dikirim langsung ke *server Blynk* sehingga data dapat di akses atau di monitoring pada *smartphone* melalui aplikasi *Blynk*. Data yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* berupa daya (*Watt*), tegangan (*Volt*), arus (*Ampere*), frekuensi (*Hz*), energi listrik (*KWh*), dan tarif pemakaian listrik dalam rupiah secara *realtime*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat monitoring pemakaian energi listrik telah bekerja dengan baik, dimana alat ini telah mampu memberikan data-data pemakain listrik dari jauh secara *realtime*.

INFO.

Info. Artikel:

No. 233

Received May 17, 2022

Revised. May 23, 2022

Accepted. May 27, 2022

Page. 257-266

Kata kunci:

- ✓ *KWh Meter*
- ✓ *Monitoring*
- ✓ *PZEM-004T*
- ✓ *ISP32*
- ✓ *Blynk*
- ✓ *IoT*

Abstract

The kilo Watt Hours (kWh) meter installed in each PLN customer's home is only limited to providing data on electricity consumption in kWh units, while the cost of electricity rates cannot be displayed. In addition, electricity consumption data cannot be viewed remotely. Along with the rapid development of technology, especially in the field of the Internet of Things (IoT), it is proposed that a remote real-time monitoring system for electrical energy consumption using the *Blynk* interface on a *smartphone* is proposed. The monitoring system is designed for two load groups using *ISP32* as a data processor that is received from the *PZEM-004T* sensor and sent directly to the *Blynk* server so that data can be accessed or monitored on a *smartphone* via the *Blynk* application. The data displayed on the *Blynk* application is in the form of power (*Watts*), voltage (*Volts*), current (*Amperes*), frequency (*Hz*), electrical energy (*KWh*), and electricity usage rates in rupiah in real time. Based on the tests that have been carried out, it can be concluded that the monitoring tool for electricity consumption has worked well, where this tool has been able to provide data on electricity usage remotely in real time.

PENDAHULUAN

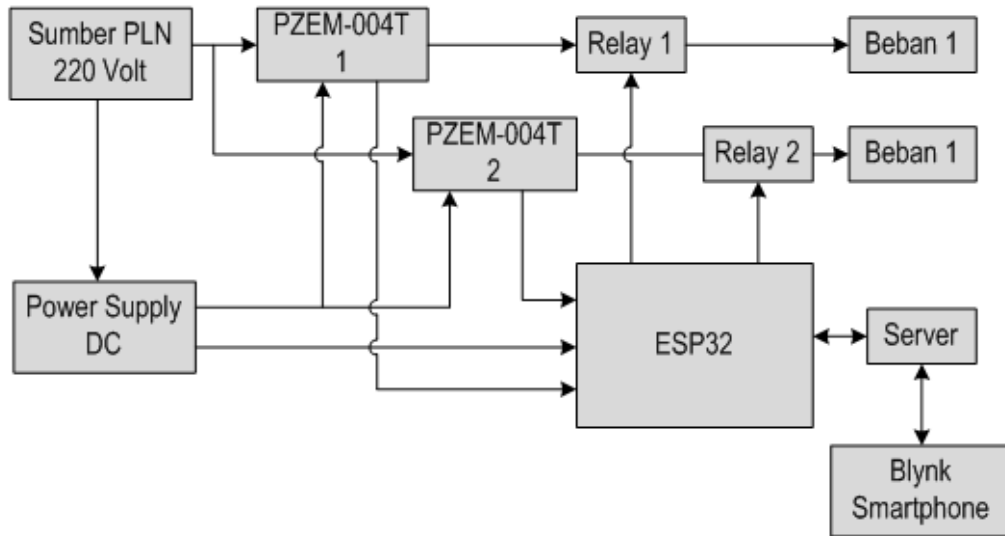
Setiap rumah yang terpasang jaringan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) pasti memiliki kilo Watt Hours (kWh) meter untuk mengukur jumlah pemakaian energi listrik oleh pelanggan, baik itu kWh meter analog maupun kWh meter digital. Alat ukur kWh meter analog biasanya digunakan untuk pelanggan pasca bayar, sedangkan kWh meter digital digunakan pada pelanggan Prabayar [1]. Data yang ditampilkan oleh kedua alat ukur ini baru sebatas data pemakaian energi listrik dalam satuan kWh, sedangkan jumlah tarif pemakaian listrik belum dapat ditampilkan pada alat ini. Selain itu, kWh meter yang terpasang pada pelanggan hanya bisa menampilkan data pemakaian energi listrik pada alat ukur itu sendiri dan tidak bisa dilihat pada media lain, seperti *smartphone* dan sebagainya. Artinya, pelanggan yang ingin mengetahui pemakaian energi listriknya harus melihat langsung pada alat ukur tersebut.

Saat ini telah berkembang teknologi-teknologi terbaru yang dapat memonitor dan mengendalikan peralatan listrik dari jarak jauh. Sistem monitoring yang memungkinkan untuk menampilkan data dalam bentuk angka dan grafik membuat pekerjaan dalam pengawasan dan pengendalian peralatan menjadi lebih mudah dan efisien [2]-[3]. Seiring dengan perkembangan peralatan teknologi informasi yang memungkinkan komunikasi data jarak jauh dengan internet juga telah merambah system monitoring dan kendali peralatan listrik berbasis internet atau disebut juga dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) [4]-[6]. Teknologi IoT ini sudah banyak diterapkan di beberapa bidang keilmuan dan industri, seperti dalam bidang ilmu kesehatan, informatika, geografis dan dalam kehidupan sehari-hari [7]-[8]. Dalam bidang kelistrikan, teknologi IoT telah diterapkan untuk berbagai keperluan, seperti untuk monitoring parameter-parameter besaran listrik untuk audit energi [9]-[12], system monitoring dan kendali pada *smart home* [13] dan sebagainya. Penggunaan teknologi IoT ini memungkinkan pengguna dapat memonitoring dan mengendalikan peralatan listrik dari jarak jauh secara *realtime*.

Berdasarkan keunggulan system IoT ini, maka dalam penelitian ini dirancang alat system monitoring dan kendali pemakaian energi listrik untuk dua kelompok beban pada rumah tangga berbasis IoT. Sistem monitoring dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengolah data yang akan langsung dikirim ke internet, karena ESP32 ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi sehingga dapat mengirim data langsung ke internet. Alat ini dapat terhubung ke internet dan data hasil pengukuran dapat di monitoring dari jarak jauh melalui *smartphone* lewat aplikasi *Blynk* secara *realtime* [13]-[15]. Data yang akan di tampilkan berupa tegangan (*Volt*), arus (*Ampere*), daya (*Watt*), faktor daya, frekuensi, energi dan total biaya pemakaian listrik perbulannya dalam rupiah. Untuk mendapatkan data yang akan diolah oleh mikrokontroler ESP32, digunakan sensor PZEM-004T yang akan memberikan data tegangan dan arus yang menjadi input bagi ESP32 dalam mengolah data untuk mendapatkan data-data yang akan ditampilkan di aplikasi *Blynk* nantinya. Alat ini dilengkapi dengan system proteksi menggunakan relay sebagai pembatas pemakaian daya listrik, dimana relay ini akan bekerja memutuskan rangkaian apabila pemakaian arus melebihi batas yang diizinkan. Berdasarkan rancangan ini, diharapkan pemakaian energi listrik dapat dimonitoring dan dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* pada *smartphone*, sehingga memudahkan menggunakan dalam memantau pemakaian listriknya.

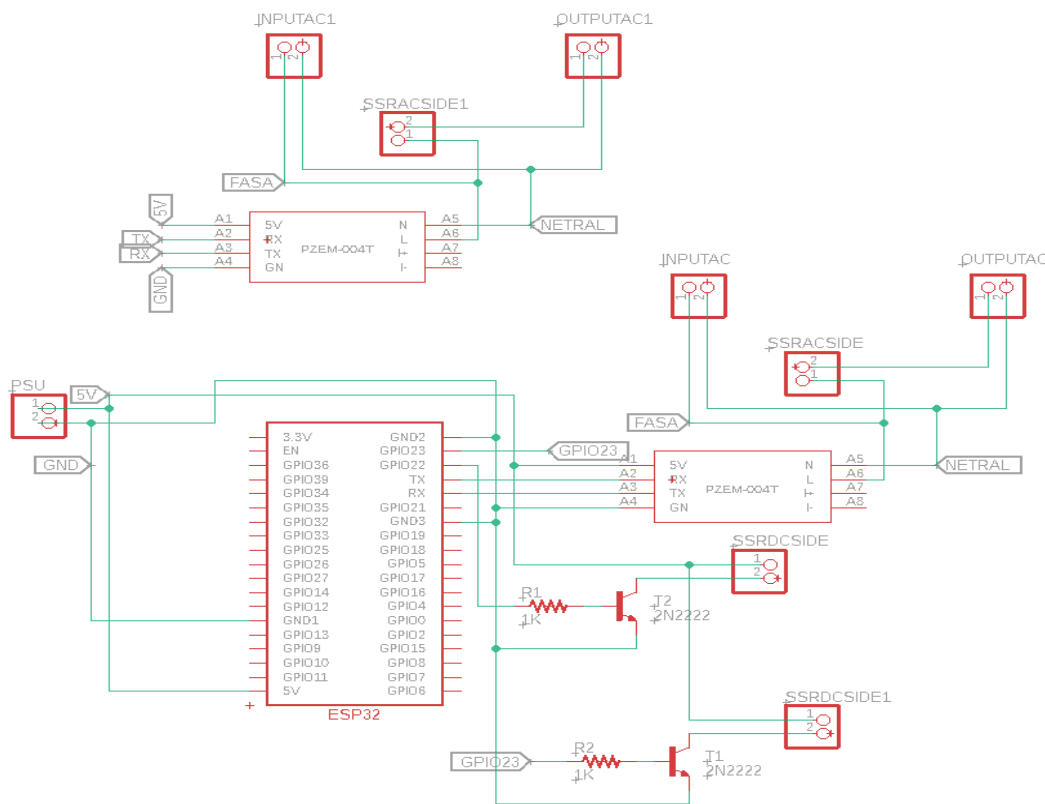
METODE PENELITIAN

Sistem monitoring energi listrik yang diusulkan dalam penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen, yang mencakup perancangan, pembuatan alat hardware dan software dan pengujian. Alat system monitoring pemakaian energi listrik yang dibuat dalam penelitian ini ditunjukkan oleh blok diagram pada Gambar 1. Blok diagram perancangan sistem monitoring pemakaian energi listrik yang diusulkan dalam penelitian ini terdiri dari sumber tegangan bolak balik 220 Volt untuk menyuplai daya ke kedua kelompok beban yang akan dimonitor, power supply dc yang berfungsi untuk menyuplai tegangan untuk mikrokontroler ESP32 dan sensor, dua buah sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk mendapatkan data tegangan dan arus yang akan dikirim ke ESP32, Relay SSR yang berfungsi untuk membatasi beban maksimum setiap kelompok dan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai alat yang akan memproses data dari sensor dan mengirimkan data melalui jaringan internet ke aplikasi *blynk* serta *smartphone* dengan aplikasi *blynk* untuk menampilkan data yang dimonitor pada *smartphone*. Data yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* berupa energi (*Watt*), tegangan (*Volt*), arus (*Ampere*), frekuensi (*Hz*), pemakaian beban (*KWh*), dan total tarif pemakaian listrik dalam rupiah secara *realtime*. Data yang dimonitor ini ditampilkan dalam bentuk angka numerik dan grafik. Pemakaian daya setiap kelompok beban dibatasi dengan aliran arus maksimum 2 A. Jika arus pada beban melebihi dari batas maksimum, maka relay akan bekerja memutuskan aliran arus dari sumber ke beban.

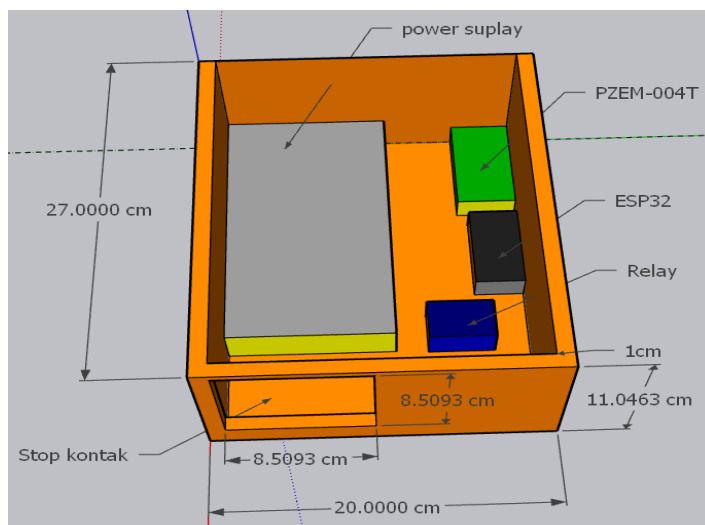


Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

Gambar 2 menunjukkan skema rangkaian hardware alat yang dibuat dalam penelitian ini, yang terdiri dari board mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, Power Suplay, dan SSR. Gambar 3 menunjukkan desain mekanik box komponen yang akan digunakan untuk penempatan hardware alat yang dibuat dalam penelitian ini.

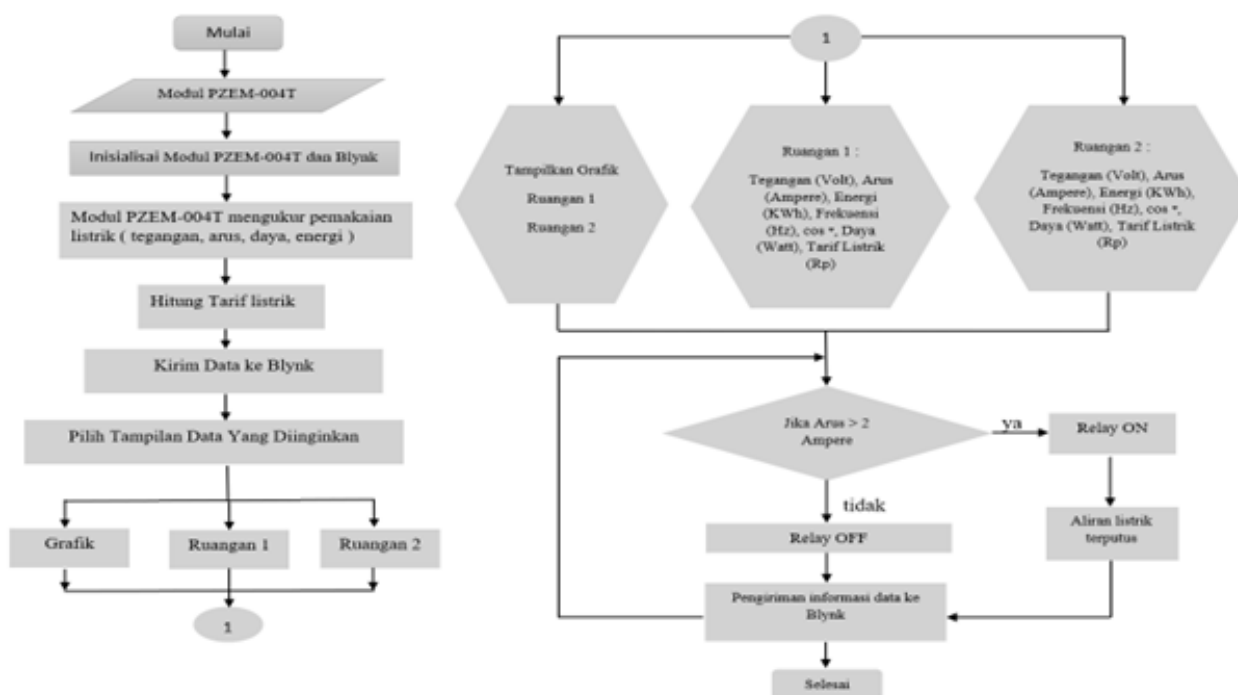


Gambar 2. Rangkaian Elektronik



Gambar 3. Desain mekanik box komponen hardware

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE versi 2.0.0 untuk proses pemrograman ESP32 dan Aplikasi Blynk untuk penampilan data di smartphone android. Flowchart pembuatan program ditunjukkan oleh gambar 4. Pemograman dimulai dengan inialisasi modul PZEM 04T untuk mendapatkan data pengukuran arus dan tegangan pada masing-masing kelompok beban dan inialisasi blynk untuk tampilan awal sistem monitoring. Modul PZEM 04T akan menghasilkan data tegangan dan arus dan selanjutnya dilakukan perhitungan daya, energi, frekuensi dan faktor daya. Hasil pengukuran dan perhitungan ini, selanjutnya dikirim ke blynk untuk ditampilkan pada smartphone android.

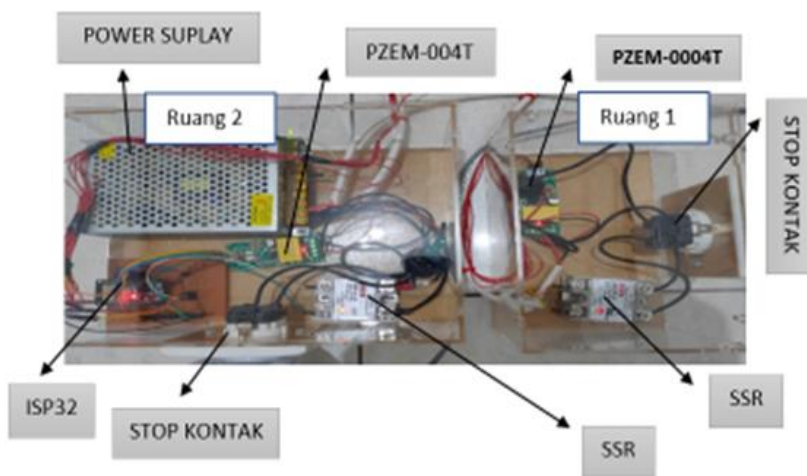


Gambar 4. Flowchart Perancangan Software

Tampilan aplikasi blynk pada smartphone akan memberikan pilihan kelompok beban yang akan dimonitor dan pilihan apakah data ditampilkan dalam bentuk angka atau dalam bentuk numerik. Jika dipilih untuk menampilkan data ruangan 1, maka akan tampil data-data kelompok beban 1 pada smartphone android. Hal yang sama juga berlaku untuk ruangan 2. Bentuk tampilan data juga bisa dipilih, apakah dalam bentuk grafik atau angka. Jika kita ingin menampilkan data dalam bentuk grafik, maka aplikasi akan menampilkan data dalam bentuk grafik, begitu juga sebaliknya.

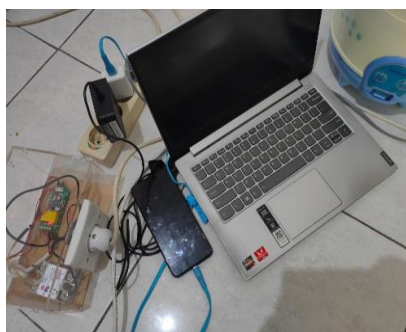
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat system monitoring energi listrik ini dilakukan berdasarkan skema rangkaian yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Komponen dirakit dan disusun dalam dua buah box yang terbuat dari akrilik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Alat yang dibuat untuk monitoring dua kelompok beban ini terdiri dari power supply dc, dua buah stop kontak, dua buah relay SSR, dua buah sensor PZEM-04T dan ISP32 sebagai pusat pengolahan data.



Gambar 5. Bentuk Tampilan Alat

Setelah selesai pembuatan alat, selanjutnya dilakukan pengujian untuk melihat akurasi data yang dihasilkan oleh alat ini. Untuk melihat validitas data yang dihasilkan oleh alat yang dibuat dalam penelitian ini, maka data yang ditampilkan pada smartphone akan dibandingkan dengan data pengukuran dari alat ukur. Pengujian dilakukan dengan memasang beban pada masing-masing kelompok, yakni berupa laptop Lenovo dengan daya 65 Watt dan OppoA31 dengan daya 10 Watt, sedangkan ruangan 2 dipasang kipas angin dengan daya 35 Watt.



(a) Beban Ruang 1



(b) Beban Ruang 2

Gambar 6. Beban Pengujian

Pengujian dilakukan selama 24 jam untuk melihat data energi listrik serta biayanya yang ditampilkan pada smartphone. Untuk melihat akurasi data pada smartphone, maka data yang ditampilkan dibandingkan dengan data yang diperoleh dari alat ukur. Tabel 1 menguraikan data tegangan, arus, daya energi listrik yang diperoleh dari pengujian.

Tabel 1. Hasil pengujian alat

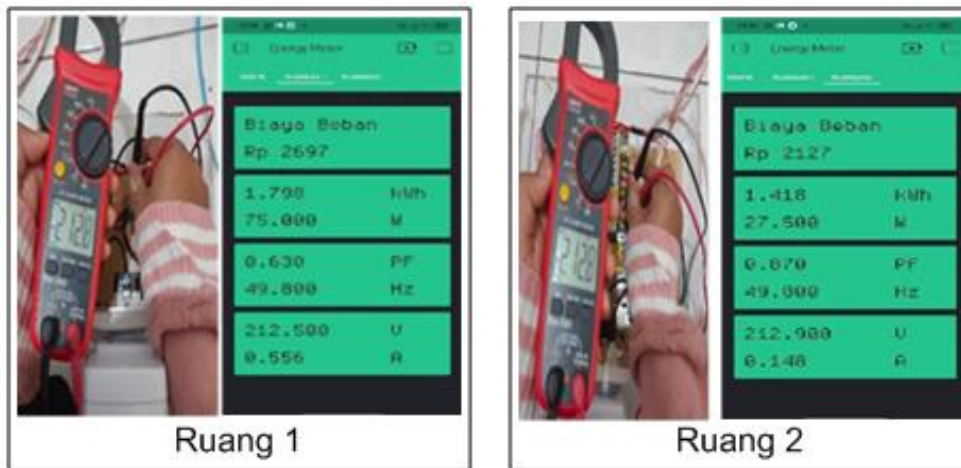
Parameter	Ruang 1		Ruang 2	
	Data monitoring	Data Alat ukur	Data monitoring	Data Alat ukur
Arus (Ampere)	0,556	0.486	0.148	0.138
Tegangan (Volt)	212.5	212.8	212.9	212.8
Energi (kWh)	1,798	1,797	1,419	1,419

Hasil pengujian arus pada masing-masing kelompok beban pada Tabel 1 menunjukkan bahwa data arus yang dihasilkan oleh aplikasi blynk pada smartphone telah mendekati sama dengan data pengukuran dari alat ukur tang Ampere. Data arus untuk ruang 1 pada aplikasi blynk diperoleh sebesar 0,556 A, sedangkan hasil pengukuran dengan tang ampere diperoleh nilai sebesar 0,486 Ampere. Data arus untuk ruang 2 menunjukkan bahwa tampilan pada smartphone sebesar 0,148 dan hasil pengukuran dengan alat ukur sebesar 0,138 A. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan data arus hasil pengukuran dengan data yang ditampilkan pada smartphone tidak lebih dari 0,1 Ampere. Hal ini menunjukkan bahwa data monitoring sudah mendekati sama dengan data hasil pengukuran, sehingga dapat diasumsikan bahwa data arus yang ditampilkan pada layar smartphone sudah valid untuk mengukur arus pada masing-masing kelompok beban. Tampilan data hasil pengujian arus pada masing-masing beban ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Hasil Pengukuran Arus

Hasil pengujian tegangan juga menunjukkan bahwa data pengukuran tegangan dengan alat ukur sudah mendekati sama dengan data tegangan yang ditampilkan pada smartphone. Berdasarkan data yang diuraikan dalam Tabel 1 dan hasil pengukuran tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 8, tegangan system pada masing-masing beban berkisar sekitar 212 Volt dengan error maksimum sebesar 0,3 Volt. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran dengan data yang ditampilkan pada smartphone, sehingga dapat diasumsikan bahwa tegangan yang dimonitor melalui aplikasi blynk telah valid.



Gambar 8. Hasil Pengukuran Tegangan

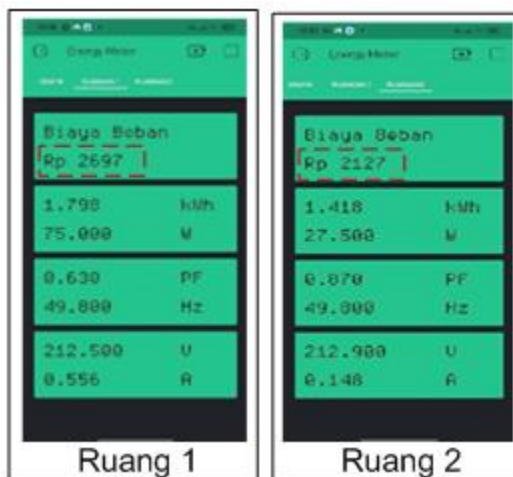
Selain data arus dan tegangan, alat system monitoring energi listrik ini juga menampilkan data frekuensi, factor daya, daya, energi dan biaya pemakaian listrik, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7 dan 8. Frekuensi masing-masing kelompok beban menunjukkan nilai 49,8 Hz, dimana nilai ini sudah mendekati sama dengan frekuensi system 50 Hz. Faktor daya pada beban kelompok 1 sebesar 0,63, sedangkan pada beban ruang 2 sebesar 0,87. Data monitoring daya pada kelompok 1 menunjukkan nilai 75 Watt yang setara dengan nilai beban berupa laptop 65 Watt dan HP 10 Watt, sedangkan data monitoring daya pada kelompok beban 2 diperoleh nilai sebesar 27,5 Watt yang nilainya ini setara dengan beban kipas angin 35 Watt.

Berdasarkan data daya dan waktu pemakaian selama 24 jam, maka diperoleh data pemakaian energi listrik. Hasil monitoring energi listrik yang diuraikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa data pengukuran energi dengan Power meter sudah mendekati sama dengan data monitoring yang ditampilkan pada aplikasi blynk di smartphone. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 9 yang menunjukkan perbandingan hasil pengukuran energi dengan power meter dengan data monitoring untuk ruangan 2.



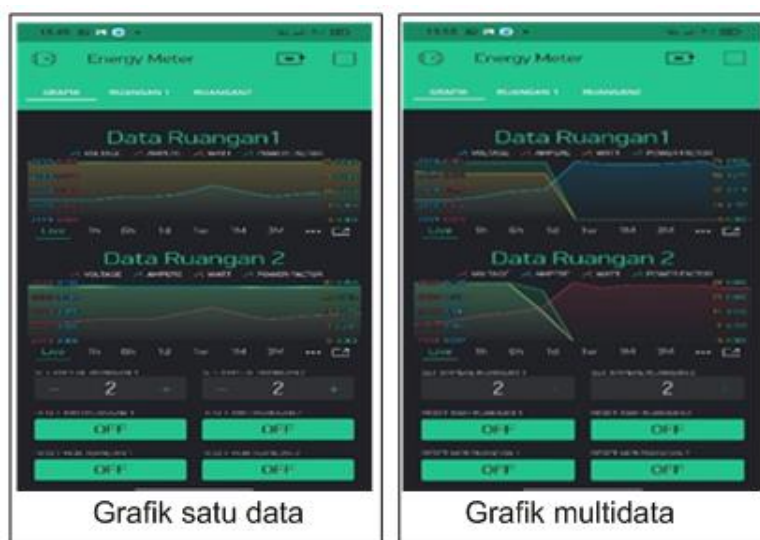
Gambar 9. Hasil Pengukuran Energi Listrik

Data monitoring energi listrik pada masing-masing kelompok beban menunjukkan bahwa energi listrik yang terpakai untuk ruangan 1 adalah sebesar 1,798 kWh dan 1,418 kWh untuk ruangan 2. Berdasarkan data pemakaian energi ini, maka dapat dihitung biaya pemakaian listrik yang juga ditampilkan dalam alat sistem monitoring yang dibuat dalam penelitian ini. Biaya pemakaian energi listrik dihitung dengan asumsi biaya per kWhnya sebesar Rp. 1.500,-, sehingga diperoleh biaya pemakaian untuk kelompok beban 1 sebesar Rp. 2.697,- dan Rp. 2.127,- untuk kelompok 2. Tampilan biaya pemakaian pada aplikasi blynk untuk kedua kelompok beban ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan pemakaian energi listrik

Kelebihan alat monitoring energi listrik yang dibuat dalam penelitian ini adalah system monitoring dibuat untuk dua kelompok beban dengan data yang dimonitor mencakup arus, tegangan, faktor daya, frekuensi, daya, energi listrik dan pemakaian energi listrik. Selain itu, system monitoring ini juga dilengkapi dengan system proteksi beban lebih, dimana masing-masing kelompok beban di set dengan beban maksimum 2 A, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Tampilan data dalam bentuk grafik

Selain dapat memonitor dua kelompok beban, kelebihan alat monitoring energi yang dibuat dalam penelitian ini juga terdapat pada fitur data yang ditampilkan, dimana dalam alat yang dibuat ini data dapat ditampilkan dalam bentuk numerik seperti Gambar 10 dan data juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11. Grafik dapat diset untuk tampilan multi data atau satu data, sehingga pengguna dapat dengan bebas memilih bentuk data yang ditampilkan. Tampilan data dalam bentuk grafik ini memungkinkan pengguna melihat histori data dalam jangka waktu tertentu.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring pemakaian energi listrik untuk dua kelompok beban pada rumah tinggal. Sistem monitoring dirancang menggunakan ISP32 sebagai pusat pengolahan data dengan beban masing-masing kelompok maksimal 2 Ampere. Parameter yang dimonitor mencakup data tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, daya, energi listrik dan pemakaian energi listrik. Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan digunakan sensor tegangan dan arus berupa modul PZEM-04T. Data yang dimonitor akan ditampilkan di smartphone dengan menggunakan aplikasi blynk. Tampilan data dibuat dalam bentuk data numerik dan grafik. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa alat monitoring pemakai energi listrik yang dirancang dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat dari data monitoring yang dihasilkan telah mendekati sama dengan data hasil pengukuran dengan alat ukur. Selain itu alat yang dibuat juga telah sukses menampilkan data yang diinginkan, baik dalam bentuk grafik maupun dalam bentuk data numerik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time". *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 26. 2020, <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i2.109138>. 2020.
- [2] N Gusriani, M Yuhendri, " Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Arduino Berbasis GUI Matlab". *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 229-233. 2020. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.76>
- [3] R. Firanda and M. Yuhendri, "Monitoring State Of Charge Accumulator Berbasis Graphical User Interface Menggunakan Arduino". *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no.1, hal. 11-16, 2021. <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.95>
- [4] B. Bohora, S. Maharjan and B.R. Shrestha. "IoT based smart home using Blynk framework". *Zerone Scholar*. vol. 1. no. 1, pp. 26-30, 2016.
- [5] I. W. Sukadana, D. Prayoga and I W. Suriana. "Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT)". *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, pp. 139-149, 2021. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i2.112081>
- [6] R. Vengatesh, K. Subiramani, P. Thangamani, M. Rajeshwaran, and S. D. Kumar, "IoT Based Energy Auditing System in Boys Hostel," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 6, no. 07, pp. 1-6, 2018.
- [7] G.T. Mardiani, "Sistem Monitoring Data Aset Dan Inventaris PT Telkom Cianjur Berbasis Web". *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*. vol. 2. no. 1, pp. 1-6. <https://doi.org/10.34010/komputa.v2i1.78>, 2013.
- [8] R. Y. Pratama and M. Yuhendri, "Monitoring Turbin Angin Menggunakan Smartphone Android". *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, hal. 64-71, 2020. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108517>.
- [9] D. Despa, G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Saputra, "Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran

- dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila," *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 33-38, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2180.
- [10] A. Kurniawan, D. Syauqy, and B. H. Prasetyo, "Pengembangan Sistem Monitoring Listrik Pada Ruang Menggunakan NodeMCU dan MQTT," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 6, pp. 486-491, 2017
- [11] S. Anwar, T. Artono, Nasrul, Dasrul and A Fadli. "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T". *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. vol. 3. no. 1. 2019.
- [12] Z. Ramadhan, S. R. Akbar and G. E. Setyawan, " Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Web dan Protokol Komunikasi Websocket," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, no. 3, no. 1, pp. 205-211 Januari 2019.
- [13] Santoso and Ilham, "Implementasi NodeMCU dalam Home Automation dengan Sistem Kontrol Aplikasi Blynk". *Swabumi*. vol. 9, no. 1, pp. 32-40, 2021.
- [14] E. Systems, "ESP32 Series Datasheet, Espressif Systems, Espressif Systems". hal.1-61, 2019.
- [15] P. Sharma, and P. Kantha. "Blynk Cloud Server Based Monitoring And Control Using NodeMCU". *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 7, no.10, pp. 1362-1366, 2020.