

Perancangan Alat Monitoring Daya Dan Kontrol Peralatan Elektronik Berbasis IoT

Gregorius Agung Ena^{*1}, Samy Y. Doo², Hendrik J. Djahi³, Wenefrida T. Ina⁴

¹Teknik Komputer Kendali;/ Teknik Elektro/ Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

²Teknik Komputer Kendali;/ Teknik Elektro/ Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

³Teknik Komputer Kendali;/ Teknik Elektro/ Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

^{*})Corresponding author, email: gregoriusagungena@gmail.com

Abstrak

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Berbagai peralatan elektronik rumah tangga, seperti lemari pendingin, televisi, dan pemanas, membutuhkan sumber listrik. Namun, banyak pengguna tidak mengetahui konsumsi energi dalam kWh serta biaya yang harus dibayarkan setiap bulan. Kurangnya alat pemantau daya menyebabkan penggunaan listrik tidak terkendali, sehingga tagihan sering membengkak. Selain itu, kebiasaan membiarkan perangkat tetap menyala meskipun tidak digunakan juga berkontribusi terhadap pemborosan energi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan alat yang dapat memonitor serta mengontrol penggunaan listrik dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan konsumsi listrik berbasis sensor PZEM-004T. Alat ini dapat menampilkan parameter daya, arus, tegangan, dan energi secara real-time serta mengontrol beban menggunakan relay melalui aplikasi Blynk. Sistem ini terdiri dari modul PZEM-004T untuk pengukuran, relay sebagai pengontrol beban, dan mikrokontroler ESP 8266 sebagai pembaca serta pengirim data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai perancangan. Miniatur sistem ini dapat memonitor konsumsi listrik dan mengontrol relay melalui Blynk. Pengujian menunjukkan tingkat akurasi pembacaan daya mencapai 99,893%, arus 98,815%, dan tegangan 99,941% berdasarkan 17 kali percobaan dengan beban berbeda.

INFO.

Info. Artikel:

No. 024

Received. Feb, 08, 2025

Revised. March, 03, 2025

Accepted. September, 09, 2025

Page 73-87

Kata kunci:

- ✓ Monitoring
- ✓ Kontrol
- ✓ Esp8266
- ✓ Internet Of Things
- ✓ PZEM- 004T
- ✓ Blynk

Abstract

Electrical energy is a primary need in human life. Various household electronic devices, such as refrigerators, televisions, and heaters, require a power source. However, many users do not know the energy consumption in kWh and the costs that must be paid each month. The lack of power monitoring devices causes uncontrolled electricity usage, so that bills often increase. In addition, the habit of leaving devices on even when not in use also contributes to energy waste. To overcome this problem, a tool is needed that can monitor and control electricity usage remotely. This study aims to design an electricity consumption monitoring system based on the PZEM-004T sensor. This tool can display power, current, voltage, and energy parameters in real time and control the load using a relay through the Blynk application. This system consists of a PZEM-004T module for measurement, a relay as a load controller, and an ESP 8266 microcontroller as a reader and data sender. The results of the study showed that the tool worked according to the design. This miniature system can monitor electricity consumption and control the relay via Blynk. Testing shows the power reading accuracy level reaches 99.893%, current 98.815%, and voltage 99.941% based on 17 trials with different loads.

PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan utama yang berperan penting dalam keberlangsungan hidup manusia setiap hari. Penggunaan peralatan elektronik dan peralatan listrik rumah tangga seperti lemari pendingin, televisi, pemanas dan peralatan-peralatan lainnya membutuhkan sumber listrik[1]. Sehingga hal ini perlu adanya pemahaman dan edukasi kepada pelanggan listrik tentang bagaimana cara untuk memanfaatkan energi listrik secara baik dan benar [2][3]. Dewasa ini pengguna listrik tidak mengetahui secara pasti dan jelas berapakah nilai kWh (*kilo Watt hour*) yang terpakai di tempat tinggal nya, serta kisaran biaya listrik yang akan dibayarkan. Hal ini dikarenakan minimnya peralatan yang dapat memonitoring seberapa besar daya yang digunakan oleh peralatan listrik dan nilai konsumsi kWh yang

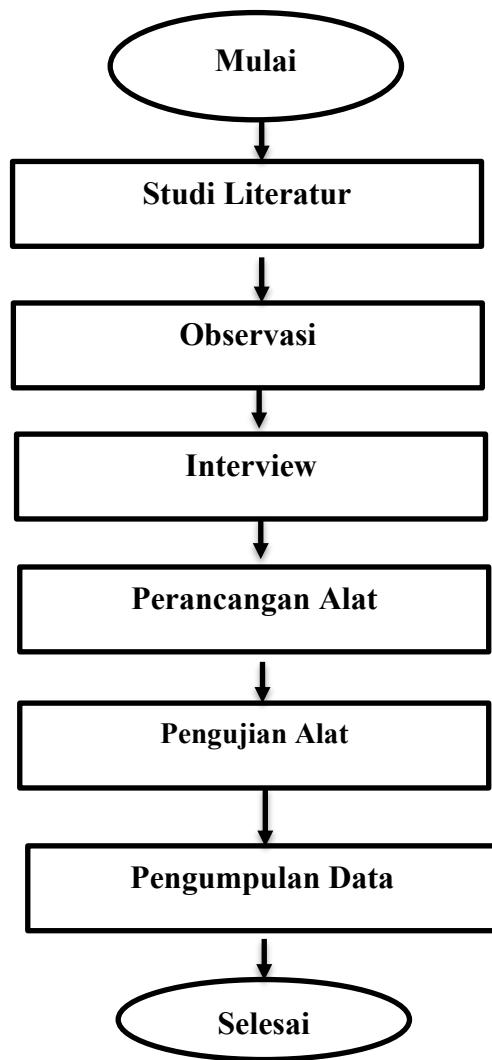
ditampikan secara *real time*[1]. Pengguna atau pelanggan listrik juga sering kali lupa untuk mematikan peralatan-peralatan yang sudah tidak digunakan lagi pada bangunan ataupun tempat tinggalnya, contohnya seperti lupa untuk mematikan lampu di pagi hari dan peralatan lainnya yang masih terhubung ke sumber listrik, sementara peralatan-peralatan itu sudah tidak digunakan lagi [4]. Kebiasaan ini sering terjadi akibat para pengguna listrik yang mungkin terburu-buru ketika melakukan kegiatan diluar rumah, sehingga peralatan-peralatan listrik itu dibiarkan hidup begitu saja sampai pemilik dari bangunan atau tempat tinggal tersebut datang mematikan. Maka dalam perhitungan ekonomis sangatlah tidak efisien ketika hal tersebut dilakukan dalam jangka waktu yang lama, karena berdampak pada tingkat konsumsi daya yang tidak teratur dan bengkaknya tagihan listrik yang akan dibayar. Untuk mengatasinya dibutuhkan sistem pemantauan dan pengontrolan yang memadai. Teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat menjawab kekurangan ini [5].

Beberapa penelitian telah membahas masalah pengontrolan ini dengan berbagai metode misalnya dengan monitoring berbasis android [6][7], berbasis Arduino [1][8][9] ataupun yang menggunakan IoT [4][10][11][12]. Salah satu misalnya studi yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Menggunakan Esp32 Berbasis Internet Of Things". Dengan hasil yaitu berupa sebuah alat yang dapat memonitoring penggunaan listrik dari pelanggan, yang didukung oleh beberapa komponen yaitu, sensor SCT013 yang berfungsi untuk mengukur arus dan sensor ZMPT101B yang berfungsi sebagai pengukur tegangan. Sistem ini juga didukung dengan telegram bot yang digunakan untuk memberikan notifikasi jika terjadinya *over load* oleh pengguna[12]

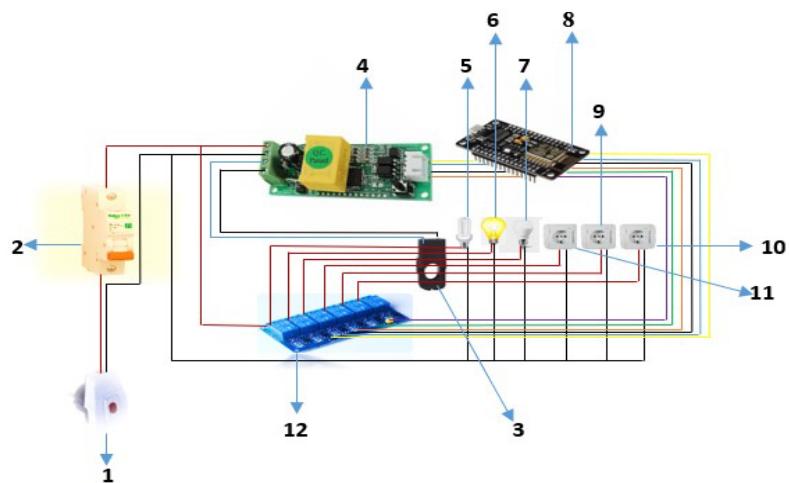
Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, maka penulis berinisiatif untuk mengembangkan alat ini dengan tidak hanya untuk memonitoring penggunaan listrik saja, tetapi bisa mengontrol peralatan-peralatan listrik dari jarak jauh. Penulis juga memilih menggunakan jenis sensor yang sedikit berbeda oleh penelitian sebelumnya yaitu sensor PZEM-004T versi 3.0, dimana sensor ini memiliki tingkat akurasi pengukuran yang baik dan kapasitas dalam mengukur yang jauh lebih besar dari pada sensor-sensor yang digunakan oleh peneliti sebelumnya. Pada penelitian ini juga penulis menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, hal tersebut didasarkan pada integrasi Wi-Fi yang dimilikinya, System on a Chip (SoC) yang kuat, dukungan terhadap beragam bahasa pemrograman, kemampuan untuk melakukan prototyping dengan cepat, harga yang terjangkau, serta adanya komunitas pengguna yang luas [13].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penulisan ini adalah metode eksperimen yaitu mencakup studi literatur, perancangan perangkat keras (*Hardware*) dan perancangan lunak (*software*) serta pembuatan sistem untuk melakukan monitoring penggunaan listrik dan sistem kontrol peralatan listrik dari jarak jauh menggunakan Blynk. Pada sistem yang akan dibuat terdapat sebuah *input* berupa sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk mengukur daya, arus, tegangan, dan energi. Kemudian terdapat juga pemrosesan data melalui mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah nilai masukkan dari sensor PZEM-004T menggunakan serial komunikasi dan juga digunakan sebagai sistem kontrol relay sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik melalui jaringan wifi yang terhubung ke chip NodeMCU ESP8266, sehingga dapat terkoneksi ke internet. selain itu ESP8266 akan mengirim nilai *input* yang didapat dari sensor PZEM-004T ke Blynk. Sehingga dari *Input* dan pemrosesan yang sudah ada maka adupun keluaran atau *output* dari alat yang akan dirancang yaitu, APK. Blynk sebagai *platform internet of things* (IoT) dengan menggunakan *Handphone* sehingga pemilik rumah dapat mengontrol dan memonitoring peralatan listrik rumah dari mana saja, Blynk Cloud sebagai *platform internet of things* (IoT) menggunakan Laptop/PC melalui WEB sehingga pemilik rumah dapat mengontrol dan memonitoring peralatan listrik rumah dari mana saja, serta relay sebagai kontrol untuk menghidupkan/mematikan perangkat listrik/elektronik melalui Blynk, pada tugas akhir ini penulis menggunakan jenis relay 6 *channel* digunakan untuk 6 jenis *output* ke beban listrik yang ada pada alat. Gambar 1 menunjukan alur kerja dalam penelitian tugas akhir ini.



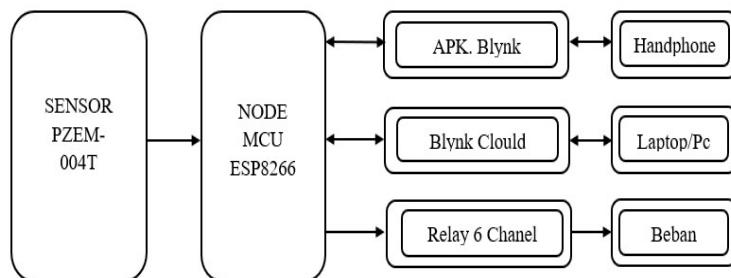
Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 2. Blok Diagram Perangkat Keras

Prinsip Kerja Alat Monitoring Daya dan Kontrol Perangkat Elektronik

Prinsip kerja dari alat monitoring dan kontrol perangkat elektronik serta proses pengiriman data secara keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 blok diagram sistem kerja alat dibawah ini.



Gambar 3. Blok Diagram Kerja Alat Monitoring Daya dan Kontrol Perangkat Elektronik

Penjelasan pada blok diagram Gambar 3. yaitu nilai tegangan, arus, daya, dan energi yang digunakan (kWh), diperoleh melalui hasil monitoring sensor PZEM-004T ketika ada beban listrik yang diaktifkan menggunakan relay, sehingga parameter-parameter hasil monitoring tersebut kemudian akan di *input* menuju ke NodeMCU ESP8266, nilai-nilai tersebut juga akan di proses pada mikrokontroler dan dikirim menuju aplikasi blynk (*Handphone*) maupun WEB blynk Clould (*Laptop/PC*) yang sudah dirancang. Selain itu kontrol jarak jauh pada aplikasi blynk dapat dilakukan untuk memutus aliran listrik menggunakan relay, agar para pengguna listrik dapat menghidupkan atau mematikan peralatan listrik/elektronik dari mana saja [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang telah dilakukan penulis merupakan, pengujian terhadap perangkat keras (*Hardware*) serta perangkat lunak (*Software*) dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan memastikan kerja dari sistem sudah berjalan dengan baik atau tidak.

Pengujian Komponen Dan Sensor

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian terhadap sensor dan komponen sebelum digunakan untuk memastikan bahwa alat-alat tersebut berfungsi dengan baik. Komponen dan sensor yang diuji meliputi NodeMCU ESP8266, Relay 6 Chanel, dan sensor PZEM-004T. Hasil pembacaan dari sensor PZEM-004T ini kemudian ditampilkan pada platform Blynk untuk memonitor hasil bacaan sensor serta mengontrol peralatan listrik secara langsung. Tahapan ini penting dilakukan untuk memastikan kehandalan Komponen dan sensor yang digunakan agar pada saat alat ini diimplementasikan dapat menghasilkan nilai *output* pembacaan yang lebih efektif dan akurat.

1. Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 ketika menjalankan program menggunakan *software arduino IDE*, dengan memastikan program yang dibuat sudah siap untuk di upload tanpa ada *error* saat program di *compile*. Gambar 4 Menujukan proses ketika serial monitor berhasil dijalankan untuk menjalankan fungsi ESP8266 di arduino IDE.

```

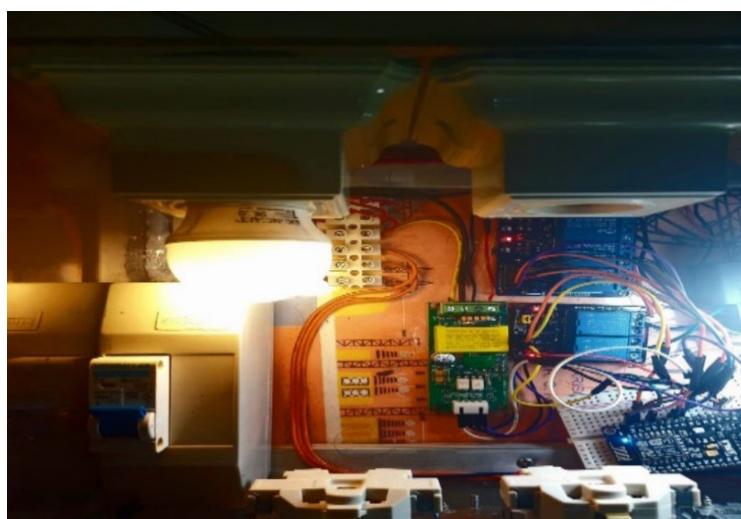
COM11
|
15:54:45.516 -> Gagal membaca power
15:54:45.612 -> Gagal membaca voltase
15:54:45.752 -> Gagal membaca current
15:54:46.413 -> Gagal membaca power
15:54:46.506 -> Gagal membaca energy
15:54:46.650 -> Gagal membaca voltase
15:54:46.743 -> Gagal membaca current
15:54:46.743 -> [70282] Connecting to blynk.cloud:80
15:54:46.790 -> [70282] Connecting to blynk.cloud:8080
15:54:47.404 -> Gagal membaca power
15:54:47.498 -> Gagal membaca energy
15:54:47.640 -> Gagal membaca voltase
15:54:47.736 -> Gagal membaca current
15:54:48.398 -> Gagal membaca power
15:54:48.539 -> Gagal membaca energy
15:54:48.634 -> Gagal membaca voltase
15:54:48.730 -> Gagal membaca current
15:54:49.394 -> Gagal membaca power
15:54:49.534 -> Gagal membaca energy
15:54:49.629 -> Gagal membaca voltase
15:54:49.723 -> Gagal membaca current
15:54:50.424 -> Gagal membaca power
15:54:50.517 -> Gagal membaca energy
15:54:50.611 -> Gagal membaca voltase
15:54:50.755 -> Gagal membaca current
15:54:51.408 -> Gagal membaca power
15:54:51.502 -> Gagal membaca energy
15:54:51.644 -> Gagal membaca voltase
15:54:51.739 -> Gagal membaca current
15:54:51.739 -> [75283] Connecting to blynk.cloud:80
15:54:51.786 -> [75283] Connecting to blynk.cloud:8080
15:54:52.437 -> Gagal membaca power
15:54:52.531 -> Gagal membaca energy
15:54:52.625 -> Gagal membaca voltase
15:54:52.718 -> Gagal membaca current
15:54:53.426 -> Gagal membaca power

```

Gambar 4. Serial Monitor Ketika Sudah Aktif

2. Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor PZEM-004T ini adalah, agar dapat memastikan apakah sensor yang digunakan sudah bekerja atau beroperasi secara baik dalam mengukur parameter dari daya, arus, tegangan dan energi, dengan melihat pada monitor di arduino IDE. Berikut Gambar 5 Menunjukan proses pengujian dengan memberi beban peralatan listrik yang terhubung langsung dengan sensor dan hasilnya dapat dilihat pada monitor arduino, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.

**Gambar 5. Percobaan Fungsi Sensor PZEM-004T Dengan Memberikan Aliran Listrik Ke Satu Bola Lampu**

```
15:58:37.366 -> Voltase : 218.40 V
15:58:37.366 -> Current : 0.30 A
15:58:38.361 -> Power : 65.80 W
15:58:38.361 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:38.361 -> Voltase : 218.40 V
15:58:38.361 -> Current : 0.30 A
15:58:38.881 -> [302417] Connecting to blynk.cloud:80
15:58:38.927 -> [302417] Connecting to blynk.cloud:8080
15:58:39.354 -> Power : 65.80 W
15:58:39.354 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:39.402 -> Voltase : 218.40 V
15:58:39.402 -> Current : 0.30 A
15:58:40.348 -> Power : 65.90 W
15:58:40.348 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:40.396 -> Voltase : 218.30 V
15:58:40.396 -> Current : 0.30 A
15:58:41.336 -> Power : 65.40 W
15:58:41.336 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:41.383 -> Voltase : 217.30 V
15:58:41.383 -> Current : 0.30 A
15:58:42.374 -> Power : 65.70 W
15:58:42.374 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:42.374 -> Voltase : 218.10 V
15:58:42.374 -> Current : 0.30 A
15:58:43.351 -> Power : 65.70 W
15:58:43.351 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:43.398 -> Voltase : 218.10 V
15:58:43.398 -> Current : 0.30 A
15:58:43.873 -> [307418] Connecting to blynk.cloud:80
15:58:49.907 -> [313418] Connecting to blynk.cloud:8080
15:58:55.944 -> Power : 66.10 W
15:58:55.944 -> Energy : 1.93 kWh
15:58:55.991 -> Voltase : 218.60 V
15:58:55.991 -> Current : 0.31 A
15:58:56.037 -> [319481] Connecting to blynk.cloud:80
15:59:01.944 -> [325481] Connecting to blynk.cloud:8080
```

Gambar 6. Tampilan Parameter Pembacaan Sensor PZEM-004T Melalui Serial Monitor Ketika Sudah Di Beri Aliran Listrik Ke Beban.

3. Pengujian Kalibrasi Sensor PZEM- 004T Dengan Alat Ukur Digital Tang Ampere

Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sensor PZEM- 004T yang digunakan pada penelitian ini bekerja secara baik ataukah tidak dengan mengkalibrasi hasil pembacaan sensor yang ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino IDE dengan hasil pembacaan digital tang ampere. Berikut merupakan tabel 1. percobaan kalibrasi sensor PZEM-004T dengan alat ukur digital tang ampere.

Tabel 1. Pengujian Menggunakan Sensor PZEM-004T

No	Beban Listrik	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	Dispenser	233,1	1,62	377,6
2	Setrika	227,5	1,63	370,8
3	Rice Cooker	230,9	1,89	436
4	Solder	230,3	0,17	40,15
5	Kipas Angin	230	0,14	20,4

Tabel 2. Pengujian Menggunakan Tang Ampere

No	Beban Listrik	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	Dispenser	233,1	1,5	349,65
2	Setrika	226,7	1,4	317,38
3	Rice Cooker	230,9	1,8	415,62
4	Solder	230,3	0,1	23,03
5	Kipas Angin	229,9	0,1	22,9

Pada tabel 1. merupakan hasil pembacaan sensor PZEM-004T yang ditampilkan melalui serial monitor pada arduino IDE, berupa nilai dari tegangan, arus serta daya, dan pada tabel 2. merupakan hasil pembacaan tang ampere berupa nilai tegangan, arus, dan untuk daya pada tabel 2. merupakan hasil perkalian antara Tegangan dan arus menggunakan rumus daya nyata sehingga dari pengujian pada tabel 1. dan 2. maka akan dicari nilai *error* pada masing-masing hasil pengukuran diatas.

Tabel 3. Data Rata-Rata Error Pada Tabel 1 dan 2

No	Beban Listrik	Error		
		Tegangan (%)	Arus (%)	Daya (%)
1	Dispenser	0	0,08	0,079
2	Setrika	0,3	0,164	0,168
3	Rice Cooker	0	0,05	0,049
4	Solder	0	0,7	0,743
5	Kipas Angin	0,4	0,4	-0,109
Nilai Error Rata-Rata		0,14	0,278	0,186

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 dan tabel 2 diatas terdapat rata – rata *error* menggunakan Excel yaitu Tegangan 0,14%, Arus 0,278% dan Tegangan 0,186% dari hasil 5 kali pengujian dengan menggunakan beban yang berbeda- beda. Sehingga dari hasil *error* yang ada, dapat disimpulkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang baik dalam pengukuran daya, arus, dan tegangan dengan tingkat deviasi yang sangat kecil dari nilai sebenarnya.

4. Pengujian Menggunakan Alat Pembanding kWh Meter

Hal ini bertujuan untuk membandingkan parameter yang didapatkan dari hasil pengukuran sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran kWh meter prabayar berupa nilai dari Daya, Arus, dan Tegangan.

1. Pengujian Daya Menggunakan kWh meter



Gambar 7. Tampilan Parameter Daya Hasil pembacaan kWh meter Prabayar

2. Pengujian Tegangan Menggunakan kWh meter



Gambar 8. Tampilan Parameter Tegangan Hasil Pembacaan kWh meter Prabayar

3. Pengujian Arus Menggunakan kWh Meter Prabayar



Gambar 9. Tampilan Parameter Arus Hasil Pembacaan kWh meter Prabayar

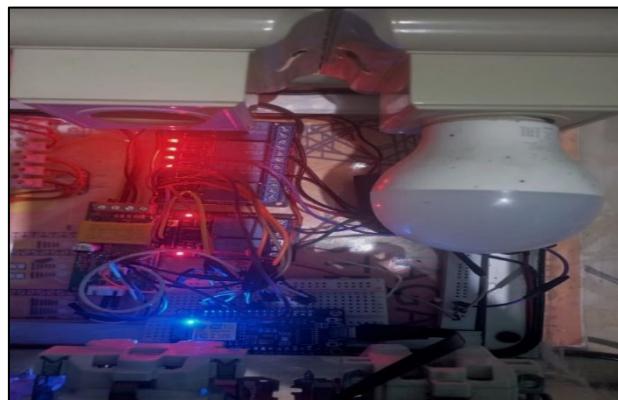
Tabel 4. Hasil Pengujian Akurasi Sensor PZEM-004T Dengan kWh Meter

NO	Beban	Daya			Arus			Tegangan		
		Listrik	PZEM	S . M	Error	PZEM	S . M	Error	PZEM	S . M
1	Kipas Angin	19	18	0,05%	0,14	0,112	0,25%	226,4	227,32	0,4%
2	Setrika	362	362	0%	1,62	1,650	0,018%	224,40	224	0,001 %
3	R. Cooker	414	415	0,002%	1,88	1,852	0,015%	220,3	224,10	0,016%
4	Solder	37,4	37	0,010%	0,16	0,162	0,012%	226,9	227,72	0,001%
5	Dispenser	351,8	352	0,05%	1,59	1,573	0,010%	223,1	223,95	0,003%
6	Speaker	37	38	0,026%	0,26	0,305	0,147%	229,20	229,08	0,005%
7	Pemanas Lem	23	23	0%	0,1	0,107	0,065%	226,4	227,43	0,004%
8	Lampu	5,5	6	0,083%	0,04	0,057	0,298%	226,50	227,06	0,002%
9	Charger Laptop	43,5	44	0,011%	0,23	0,245	0,061%	226	226,92	0,004%
10	Lampu Pijar	64,4	64	0,006	0,29	0,285	0,017	226,4	227,45	0,004

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3. diatas terdapat rata – rata error Daya 0,08%, Arus 0,26% dan Tegangan 0,08% dari hasil 10 kali pengujian dengan menggunakan beban yang berbeda-beda. Sehingga dari hasil *error* yang ada, dapat disimpulkan bahwa alat yang di rancang memiliki tingkat akurasi yang baik dalam pengukuran Daya, Arus dan Tegangan dengan menunjukkan tingkat deviasi yang sangat kecil dari nilai sebenarnya pada saat dilakukan pengukuran.

5. Pengujian Relay

Tujuan dilakukan pengujian relay ini adalah, untuk dapat memastikan bahwa relay yang digunakan pada alat ini sudah dapat bekerja dengan tingkat akurasi yang baik, ketika menghubungkan dan memutuskan aliran listrik ke *load* (Beban).



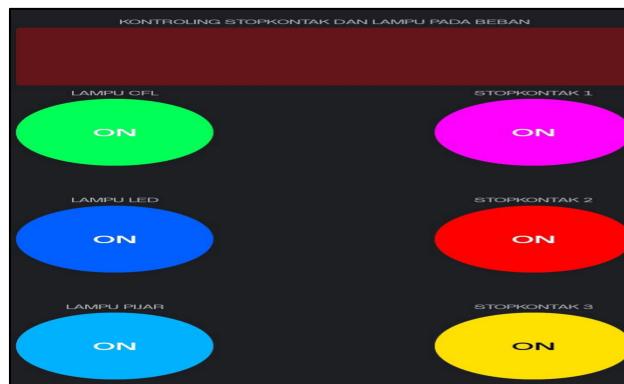
Gambar 10. Relay Dalam Posisi Aktif *LOW* (Lampu Mati)



Gambar 11. Relay Dalam Posisi Aktif *HIGH* (Lampu Nyala)

6. Pengujian Aplikasi Blynk Pada Handphone

Proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi blynk dapat saling terhubung dan bertukar data dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 secara baik. Dari hasil pengujian apabila terdapat tulisan *Done Uploading* saat program di *upload* dari arduino ke NodeMCU ESP8266 dan tidak terdapat tulisan *error*, maka dapat dipastikan *program* dapat ter-*upload* dengan baik dan aplikasi blynk siap untuk dijalankan sebagai media pengirim dan penerima data pada alat.



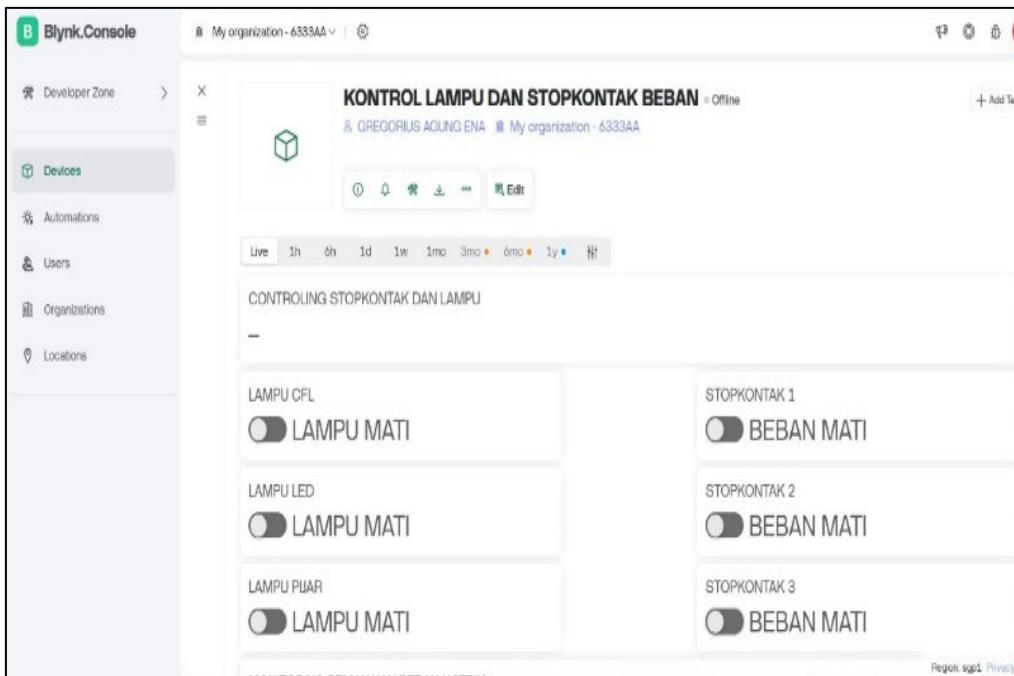
Gambar 12. Swic Pengontrolan Relay Pada Aplikasi Blynk



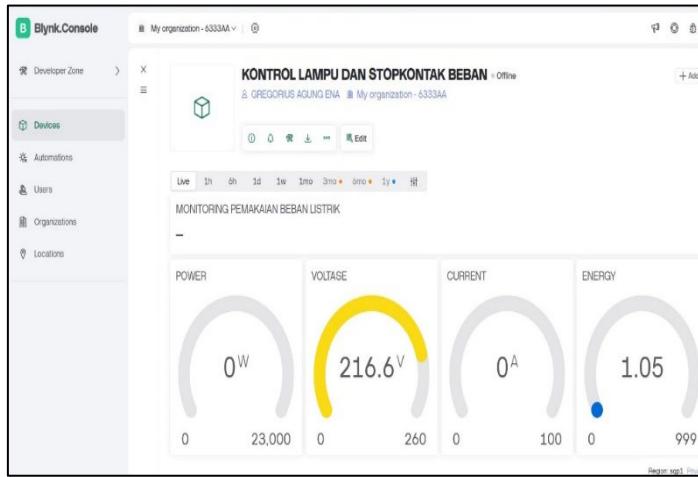
Gambar 13. Gauge Monitoring Pemakaian Listrik Pada Aplikasi Blynk

7. Pengujian Pada Web Blynk Cloud

Tujuan dari pengujian blynk pada WEB blynk cloud ini adalah, untuk dapat mengetahui apakah blynk cloud yang di buat sudah berfungsi secara baik ataukah tidak dalam mengirim dan menerima data dari alat. Dari hasil pengujian apabila terdapat tulisan *Done Uploading* saat program di *upload* dari arduino ke NodeMCU ESP8266 dan tidak terdapat tulisan *error*, maka dapat dipastikan *program* dapat *ter-upload* dengan baik dan blynk Cloud siap untuk mengirim dan menerima data pada alat. Berikut Gambar 13 dan 14 adalah WEB blynk cloud yang sudah terhubung dengan alat.



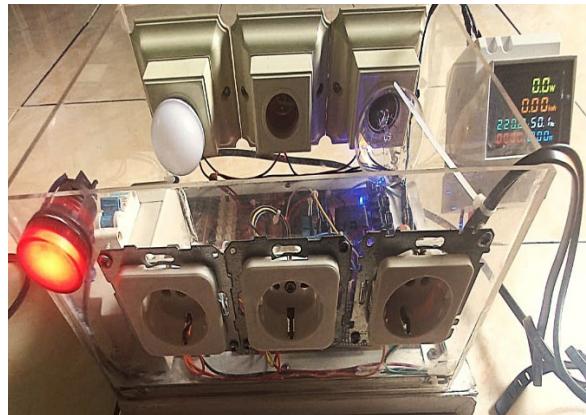
Gambar 14. Swic Pengontrol Relay Pada Web Blynk Cloud



Gambar 15. Gauge Monitoring Pemakaian Listrik Pada Web Blynk Cloud

Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

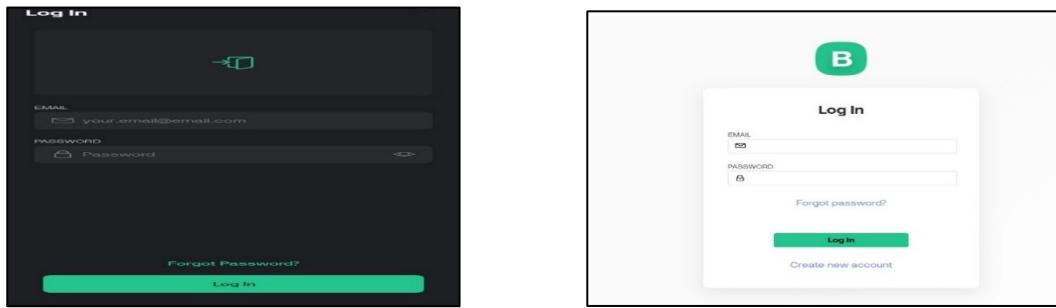
Pada tahapan ini implementasi perangkat keras di buat dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai sistem pengelola, penyimpanan dan petukaran data serta sebagai pengatur interkoneksi jaringan internet dalam hal ini adalah jaringan WIFI, yang dapat menghubungkan antara alat (Perangkat Keras) dan blynk (Perangkat Lunak). Yang kemudian data dari hasil pembacaan sensor PZEM-004T berupa parameter dari Daya, Arus, Tegangan dan Energi akan dikirim kembali ke aplikasi blynk tiap pembacaan nya. Berikut merupakan Gambar 15 perangkat keras alat monitoring dan kontrol daya pada skala listrik satu fasa.



Gambar 16. perangkat keras alat monitoring dan kontrol daya pada skala listrik satu fasa

Implementasi Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahapan implementasi perangkat lunak yang di gunakan dalam pembuatan alat monitoring dan kontrol daya listrik pada skala listrik satu fasa adalah aplikasi blynk IoT, dan juga tersedia web dari aplikasi blynk IoT yaitu WEB blynk cloud sebagai *database* dan *WEB server* nya. Blynk di pilih sebagai media kontrol dan monitoring pada projek ini, karena blynk memungkinkan pemantauan data dari pembacaan sensor secara *real-time* serta mendukung respons yang cepat terhadap perubahan kondisi pada alat.



Gambar 17. Tampilan *Login* Awal Melalui Aplikasi Blynk (a) Dan *Login* Awal Melalui Web Blynk Cloud (b)

Hasil Pengujian Alat

Pada tahapan ini yaitu pengujian alat kontrol dan monitoring Daya, Arus, Tegangan, dan Energi yang digunakan oleh beban listrik, serta menghitung *error* tiap masing-masing hasil pengukuran. Pengumpulan data dilakukan selama 1 jam dan hasilnya akan di *input* ke dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 5. Pengujian Dilakukan Selama 1 Jam Pada Setiap Beban Listrik

No	Beban	Daya			Arus			Tegangan			Energi	
		Listrik	PZEM	S.M	Error (%)	PZEM	S.M	Error (%)	PZEM	S.M	Error (%)	PZEM (kWh)
1	K. Angin	20,1	19	0,057	0,14	0,116	0,206	230,1	230,57	0,002	0,02	
2	Setrika	366,7	367	0,817	1,63	1,611	0,011	229,7	228,5	0,005	0,24	
3	R.Cooker	425	425	0	1,89	1,870	0,010	225,6	229,78	0,018	1,37	
4	Solder	37,4	37	0,010	0,16	0,168	0,004	225,9	226,11	0,9	0,06	
5	Dispenser	357,9	359	0,003	1,6	1,581	0,012	222,8	225,73	0,012	0,36	
6	Speaker	35,1	35	0,002	0,28	0,255	0,992	225,7	225,35	0,001	0,04	
7	Pemanas Lem	37,2	29	0,282	0,17	0,177	0,039	225,3	225,82	0,002	0,02	
8	L. CFL	5,5	6	0,083	0,04	0,057	0,298	229,2	230,04	0,003	0,06	
9	L. Pijar	65,2	65	0,003	0,29	0,287	0,010	228,7	229,64	0,004	0,01	
10	L. LED	6,7	7	0,042	0,06	0,87	0,931	233,8	233,73	0,002	0,01	
11	Charger Laptop	47,5	45	0,055	0,25	0,249	0,004	232,7	232,40	0,001	0,06	
12	Charger HP	10,9	11	0,009	0,09	0,097	0,072	233,9	233,69	0,002	0,01	
13	Catok	63,6	85	0,251	0,28	0,319	0,122	232,8	229,06	0,016	0,12	
14	Kulkas	190,8	182	0,048	1,41	1,426	0,011	225,5	224,86	0,002	0,24	
15	Frezer	165,5	157	0,054	1,148	1,18	0,027	220,6	220,51	0,004	0,12	
16	Pompa Air	1236,8	1278	0,032	6,03	5,005	0,095	206,1	213,42	0,034	0,72	
17	Dinamo Air	176,5	164	0,076	1,21	1,76	0,312	219,1	219,80	0,003	0,12	

Catatan: Singkatan S.M Pada Tabel 5 Yaitu Smart Meter Yang Merupakan Alat yang digunakan sebagai Pembanding.

Analisis Hasil Pengujian Alat

Berdasarkan tabel hasil pengujian di atas maka dilakukan analisis hasil pengujian alat untuk megetahui tingkat akurasi dari alat yang dirancang pada penelitian ini, dengan alat pembanding yang di pakai yaitu kWh meter prabayar sebagai alat ukur yang sudah terstandarisasi, sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai *Error Relatif* dan akurasi dari setiap hasil pengukuran di atas. Berikut merupakan hasil perhitungan *Error Relatif* dari hasil pengukuran yang ada pada Tabel (5) dengan menggunakan rumus *error relatif*, dan untuk analisis akurasi dari alat yang dirancang akan menggunakan rumus akurasi yang kemudian hasil nya akan dicantumkan pada kesimpulan secara keseluruhan dalam proses perancangan alat ini.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat dituliskan setelah melakukan analisis dari hasil sistem alat yang telah dirancang antara lain sebagai berikut: Alat yang di rancang pada penelitian ini dapat mempermudah para pengguna listrik dalam mengontrol peralatan listrik yang di gunakan serta memonitoring secara langsung parameter daya, arus, tegangan dan energi dari mana saja, dengan memanfaatkan teknologi IoT (*Internet of Things*). Dari hasil pengujian terdapat tingkat akurasi pembacaan alat yaitu daya sebesar 99,893%, arus 98,815% dan tegangan 99,941% dari 17 kali percobaan dengan menggunakan beban yang berbeda-beda. Alat yang di rancang pada penelitian ini juga berhasil di buat dan berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yohanes Lakapu, Piet., Mauboy, Evtaleny R, 2021 *Sistem kontrol dan monitor untuk manajemen konsumsi energi listrik pada sistem kelistrikan rumah tangga R-1*. Jurnal Media Elektro Vol. X / No. 2
- [2] Daryanto. 2014. *Konsep dasar teknik elektronika kelistrikan* ALFABETA
- [3] Hamdi., 2016. *Energi terbarukan*. Kencana
- [4] Sapriyanto, N.Y., 2020., *Sistem monitoring daya listrik rumah berbasis internet of things*
- [5] Setiawardhana., Oktavianto, H. Wasista., S. & Susanto, E., 2021. *Belajar cepat Internet Of Things (IoT)*. Group penerbitan CV Budi Utama.
- [6] Lumbantobing, C.T. 2020. *Rancang bangun monitoring pemakaian energi listrik maksimal 1000W berbasis smartphone android via wifi*.
- [7] Nasution, M.F., 2023., *Rancang bangun system monitoring daya listrik rumah tinggal interface android*.
- [8] Alfan, N.A & Ramadhan, R. 2022. *Prototype detektor gas dan monitoring suhu berbasis arduino uno*. Vol 9 No (2), september 2022.
- [9] Nursalim., Galla, F.W., Syam, S., Kurniati, Sry., Rondak, V.A.E.,2023., *Perancangan sistem pengisi token listrik berumpan balik pada kwh meter prabayar berbasis Arduino*. Jurnal Media Elektro Vol. XII / No. 2
- [10] Ibrahim, R.R & Yulianti B. 2017. *Rancang bangun pemakaian arus listrik PLN berbasis IoT*. Program studi teknik elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.
- [11] Ma'ruf, A, Purnama, R, & Susilo, E.K. 2021. *Rancang bangun alat monitoring tegangan, arus, daya dan faktor daya berbasis IoT*. Program studi sistem komputer universitas Narotama. Vol 5 No (1), september 2021.
- [12] Talmera, A.T., 2022., *Rancang bangun sistem monitoring listrik menggunakan esp32 berbassi internet of things (IoT)*

[13] Mujahid, A., 2021. *Data sheet pzem-004 v.3.0*. Repository UNHAS

[14] Sakti, E., 2013. *Pengertian fungsi prinsip dan cara kerja relay*.