

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK PADA RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Elisua Sibuea¹, Mhd. Alfi Ridho², Sinta Marito Siagian³

Teknik Listrik^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

elisuasibuea@students.polmed.ac.id¹, mhd.alfiridho@students.polmed.ac.id²,

sintasiagian@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan teknologi telah merubah paradigma pengelolaan energi listrik di rumah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem yang memungkinkan pengguna mengontrol dan memonitor konsumsi energi listrik secara efisien untuk mengoptimalkan penggunaan daya. Metode penelitian melibatkan pendekatan eksperimental dengan sensor PZEM004Tv, modul *Relay*, dan mikrokontroler ESP32 Devkit v1 untuk mengendalikan dan memantau konsumsi energi dirumah. Data dari sensor dikirimkan melalui jaringan internet ke platform *cloud* untuk dianalisis dan diakses melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan selisih pengukuran tegangan sebesar 3,2, selisih pengukuran arus sebesar 0,14, selisih pengukuran daya sebesar 13,91, dan *error* pengukuran energi sebesar 0,75%. Dengan selisih dan *error* yang rendah, alat ini dianggap baik dan sistemnya berfungsi optimal. Penemuan ini berpotensi meningkatkan penghematan energi di rumah dan memberikan wawasan lebih baik tentang pola konsumsi listrik.

Kata Kunci : Kontrol, Monitoring, ESP32 Devkit V1, *Blynk*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan beban listrik secara berlebihan dapat memiliki beberapa dampak negatif, diantaranya peningkatan tagihan listrik, overload listrik, kerusakan pada peralatan listrik. sebagian masyarakat yang kurang sadar dalam menggunakan energi listrik, penggunaan energi listrik yang tidak efisien seperti lampu pijar atau AC yang tidak hemat energi. Perihal ini bisa menimbulkan pemakaian energi listrik yang tidak perlu serta membengkaknya tagihan listrik. Meninggalkan perlengkapan listrik dalam kondisi standby semacam perlengkapan Televisi, Pc ataupun Charger dalam kondisi menyala pula bisa menimbulkan pemborosan energi listrik Dengan demikian, otomatisasi pengendalian serta monitoring energi listrik jadi salah satu upaya untuk meminimalisir penggunaan energi listrik yang berlebihan. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis mencoba untuk membuat suatu inovasi baru khususnya untuk mengontrol dan memonitor besar penggunaan energi listrik yang digunakan pada rumah. Adapun komponen peralatan yang digunakan yaitu 2 ESP32, PZEM004Tv 3.0, Modul Relay yang terkoneksi dan dikontrol melalui suatu aplikasi smartphone yaitu Blynk. Hasil pengukuran besar energi yang digunakan pada peralatan listrik rumah akan terbaca pada tampilan Blynk dan dapat dikontrol dari jarak jauh.

Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yang akan dibahas pada KONSEP adalah:

1. Bagaimana cara membuat sebuah sistem kontrol dan *monitoring* pemakaian energi listrik pada rumah dengan metode perencanaan dan merancang alat berbasis Internet Of Things.
2. Bagaimana sistem dapat menampilkan informasi berupa Arus, Tegangan, Daya dan kWh pada tampilan *Blynk*.
3. Bagaimana upaya untuk meminimalisir konsumsi pemakaian energi listrik yang berlebihan sehingga pemakaian energi listrik dapat dikendalikan.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam pembahasan KONSEP, sebagai berikut:

1. Sistem dapat menampilkan pemakaian hasil *monitoring* penggunaan listrik kepada pengguna melalui aplikasi *blynk*.
2. Pada sistem dapat dilakukan pengontrolan pada perangkat elektronik pada rumah dari jarak jauh melalui aplikasi *blynk*.

3. Sistem dapat mengolah data pemakaian listrik dengan kurun waktu tertentu dalam mikrokontroler ESP32 devkit v1.

TINJAUAN PUSTAKA

Uraian Teori

Modul ESP32 Devkit V1



Gambar 1. ESP32 Devkit V1
Sumber: Arduatech, 2023

Modul ESP32 devkit V1 dilengkapi dengan Wi-Fi yang memungkinkan perangkat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan juga modul ini mendukung teknologi Bluetooth klasik dan Bluetooth *Low Energy*. Pada modul Esp32 Devkit V1 memiliki berbagai pin I/O yang dapat digunakan, modul ini juga memiliki dukungan GPIO (*General Purpose Input/Output*), UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), I2C (*Inter-Integrated Circuit*), PWM (*Pulse Width Modulation*).

Sensor PZEM-004T V3.0



Gambar 2. Sensor PZEM-004T V3.0
Sumber: Triawan, 2023

Sensor PZEM-004T V3.0 merupakan sebuah modul monitor energi yang digunakan untuk mengukur dan memantau berbagai parameter energi listrik. Modul ini dirancang untuk digunakan pada sistem tenaga listrik AC dengan tegangan operasional 80V hingga 260V AC. PZEM-004T V3.0 dapat mengukur berbagai parameter energi seperti Tegangan (*Voltage*), Arus (*Current*), Daya Aktif (*Active Power*), Faktor Daya (*Power Factor*), Energi Listrik yang terpakai (*Electricity Consumption*), Frekuensi (*Frequency*). Modul ini menggunakan sensor Transformator arus non-invasif untuk mengukur arus dan tegangan secara akurat. Modul PZEM-004T V3.0 ini mampu berkomunikasi dengan mikrokontroler atau dengan perangkat lain melalui protokol komunikasi serial TTL.

Modul Relay Elektromekanis



Gambar 3. Modul Relay
Sumber: Aldi Razor, 2020

Relay merupakan suatu perangkat yang berfungsi sebagai saklar atau *switch* yang dioperasikan secara listrik. Sebagai komponen elektromekanikal, *relay* terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Prinsip kerja *relay* didasarkan pada prinsip elektromagnetik, di mana elektromagnet yang ada pada *relay* akan menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik. Medan magnet ini akan menggerakkan komponen mekanikal, seperti armatur atau kontak saklar, yang terhubung dengan elektromagnet.

Modul DC Stepdown LM2596



Gambar 4. Modul Stepdown LM2596

Sumber: DigWare, 2020

Modul DC Stepdown LM2596 merupakan *Integrated Circuit* (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arus searah / *Direct Current* (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. Modul DC Stepdown LM2596 mempunyai Fungsi yaitu merubah voltase DC ke DC, bisa diatur untuk *output* lebih kecil atau lebih besar Untuk menurunkan tegangan dari LM2596 , Misalnya anda memiliki 5V DC dan ingin membuat arus DC 3V.

Power Supply



Gambar 5. Power Supply

Sumber: Johanna, 2022

Power Supply merupakan suatu komponen Listrik yang dapat berfungsi untuk mengubah arus listrik AC (arus bolak-balik) menjadi arus listrik DC (arus searah). Pada perancangan alat ini *power supply* yang digunakan adalah *power supply* AC ke DC dengan tegangan 12 Volt dan mampu memberikan arus hingga 10 Ampere. Prinsip kerja dari *Power supply* AC ke DC ini adalah menggunakan prinsip dasar transformasi tegangan dan penyearahan arus. Pada bagian masukan (*input*), *power supply* menerima tegangan AC dari sumber listrik rumah atau outlet listrik. Kemudian, melalui rangkaian transformator, tegangan AC tersebut diubah menjadi tegangan DC yang lebih rendah dan diredam (diseleksi) oleh komponen elektronik seperti dioda penyearah dan kapasitor filter. Setelah melalui proses penyearahan dan penyaringan, tegangan DC yang dihasilkan oleh *power supply* menjadi stabil pada tingkat 12 Volt dengan arus yang dapat mencapai 10 Ampere.

Pemrograman IDE Arduino

```

// Arduino IDE
// File: sketch_001.ino
// Project: Blink

// Pin definitions
const int ledPin = 13; // Pin untuk mengontrol led 1
const int ledPin2 = 12; // Pin untuk mengontrol led 2
const int ledPin3 = 11; // Pin untuk mengontrol led 3
const int ledPin4 = 10; // Pin untuk mengontrol led 4
const int ledPin5 = 9; // Pin untuk mengontrol led 5

// Pin definitions
const int ledPin = 13; // Pin untuk mengontrol led 1
const int ledPin2 = 12; // Pin untuk mengontrol led 2
const int ledPin3 = 11; // Pin untuk mengontrol led 3
const int ledPin4 = 10; // Pin untuk mengontrol led 4
const int ledPin5 = 9; // Pin untuk mengontrol led 5

// Pin definitions
const int ledPin = 13; // Pin untuk mengontrol led 1
const int ledPin2 = 12; // Pin untuk mengontrol led 2
const int ledPin3 = 11; // Pin untuk mengontrol led 3
const int ledPin4 = 10; // Pin untuk mengontrol led 4
const int ledPin5 = 9; // Pin untuk mengontrol led 5

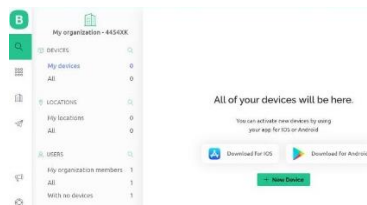
```

Gambar 6. IDE Arduino

Sumber: Arduino, 2023

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu aplikasi *cross-platform* ditulis dengan bahasa pemrograman java dan berasal dari IDE untuk bahasa pemrograman *wiring project*, hal ini dirancang untuk memudahkan pengguna mempelajari mikrokontroler dengan *software development*, termasuk didalam perangkat lunak dengan kode editor dan fitur seperti sintaks, brace pencocokan, dan identitas otomatis, serta mampu *compile* dan *upload* program dengan sekali perintah klik serta uji coba secara terminal serial.

Aplikasi *Blynk*



Gambar 7. *Blynk*
Sumber: Arduino, 2023

Blynk merupakan suatu aplikasi yang dapat diakses melalui perangkat android iOS dan OS untuk *memonitoring* dan juga mengontrol suatu komponen seperti, Arduino, NodeMCU, ESP32, *Raspberry Pi* melalui jaringan internet. Dengan menggunakan *blynk*, pengembangan prototipe aplikasi IoT juga dapat dilakukan dengan cepat dan mudah, tanpa perlu menulis kode pemrograman yang kompleks. *Blynk* memiliki komunitas aktif di mana pengguna dapat berbagi proyek, tutorial, dan sumber daya lainnya, yang memudahkan pengguna untuk belajar, mendapatkan inspirasi, dan berkolaborasi dengan pengembang lain dalam penggunaan *blynk*.

METODE PENELITIAN

Desaian Penelitian

Desain penelitian adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Referensi. Ketika hendak membuat suatu proyek KONSEP, referensi sangat diperlukan untuk memastikan terciptanya alat yang diinginkan. Referensi dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk penelitian dari pihak lain dan juga internet.
2. Perencanaan Pembuatan Alat. Setelah mendapatkan referensi, langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan pembuatan alat. Perencanaan ini dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram untuk memudahkan penentuan spesifikasi kerja sistem.
3. Alat dan Bahan. Langkah awal dalam pembuatan alat sebenarnya adalah menentukan alat, bahan, dan komponen yang diperlukan. Setelah spesifikasi kerja ditentukan, dilakukan analisis untuk menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan serta komponen mana yang mampu menjalankan fungsi dalam sistem kerja yang telah ditentukan.
4. Pengujian Komponen. Pengujian Komponen merupakan tahap penting dalam metode pengumpulan KONSEP. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan sistem kontrol dan monitoring.
5. Perancangan Alat. Dalam tahap perancangan alat, dilakukan proses pembuatan alat dengan langkah-langkah berikut: pertama, penempatan atau pemasangan komponen-komponen yang terdiri dari komponen *input*, sistem kontrol, dan komponen *output*. Selanjutnya, dilakukan koneksi dan instalasi yang diperlukan antara ketiga komponen tersebut.
6. Pengujian Alat. Setelah semua komponen dirancang dan dipasang, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa komponen bekerja sesuai dengan sistem kerja dan rancangan yang telah dibuat.
7. Pengambilan Data dan Hasil Pengujian. Setelah semua sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah mengambil data sebagai hasil akhir yang akan dimasukkan ke dalam KONSEP.

Rancangan Kegiatan

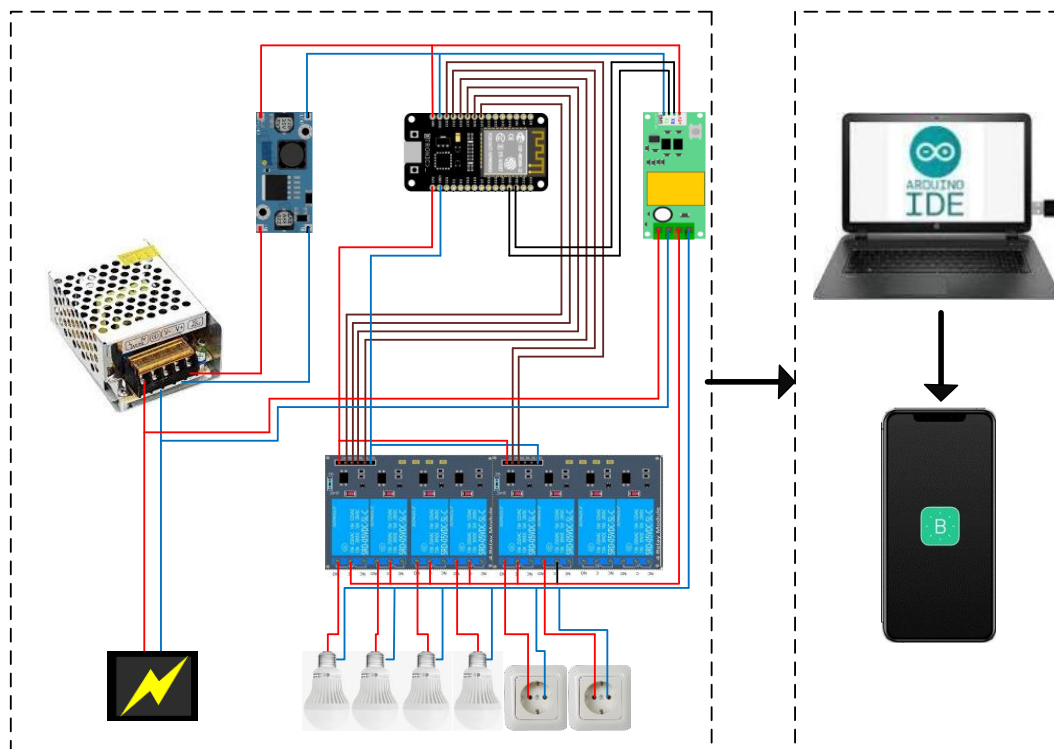
Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian meliputi perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak pada sistem control dan *monitoring* pemakaian energi listrik pada rumah. Dimana menggunakan dua unit sensor sebagai parameter ukur tegangan dan arus dan beberapa *relay* sebagai inputan untuk mengendalikan sistem kontrol dan *monitoring* yang di proses oleh ESP32 dan outputnya menggunakan modul Wifi sebagai integrasi konsep *Internet of things* untuk kontrol dan *monitoring* jarak jauh.

Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilaksanakan pada rumah peneliti yang berada di Jl. H M Joni, Teladan, Medan Kota.

Perancangan Alat

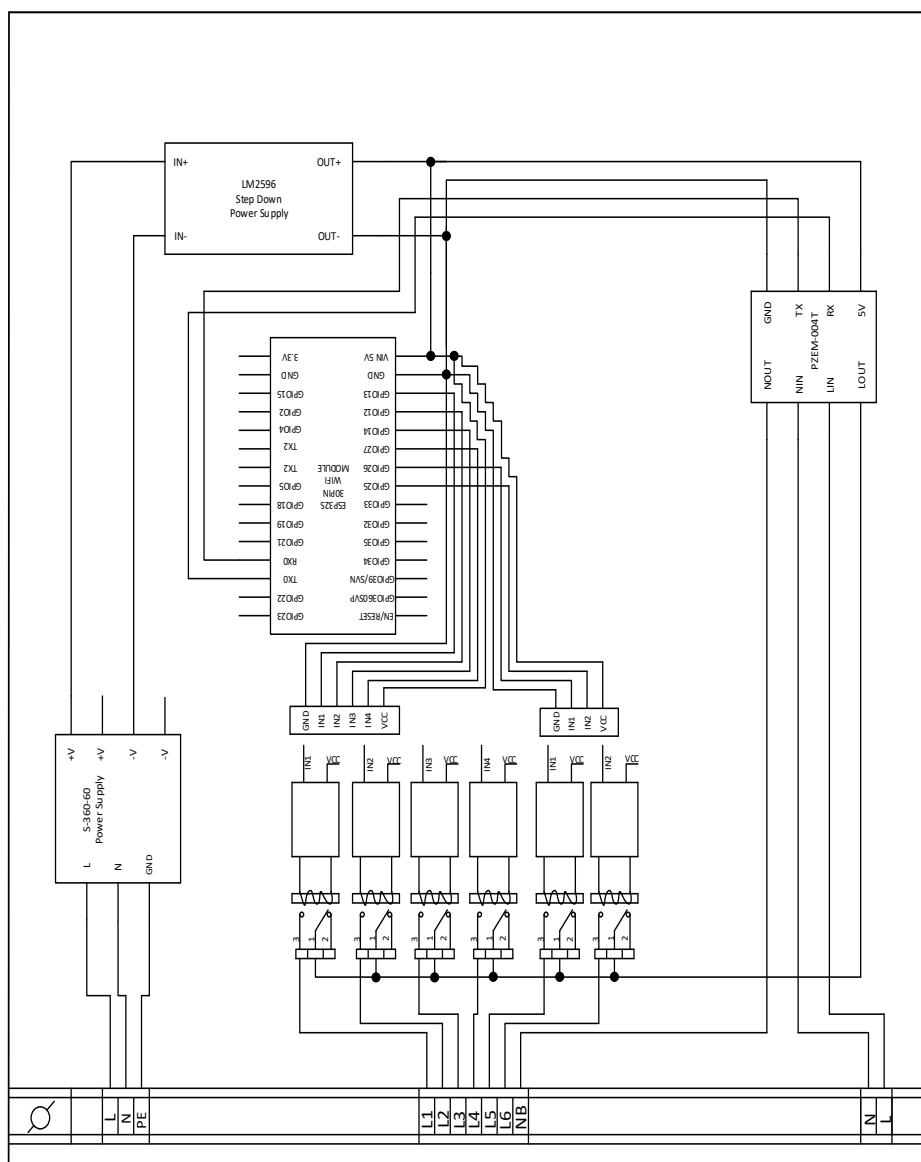
Perancangan Umum Sistem



Gambar 8. Rancangan Umum Sistem
Sumber: Penulis, 2023

Pada Gambar dapat di lihat terdapat dua indikator *input*, yaitu Modul Sensor PZEM004T v3.0 dan Modul *Relay* 5 Volt. Modul Sensor PZEM004T v3.0 berfungsi untuk membaca nilai tegangan dan arus yang mengalir dalam rangkaian. Sementara itu, Modul *Relay* 5 Volt bertugas mengontrol aliran listrik pada beban dengan memutuskan dan menghubungkannya. *Input* dari masing-masing sensor dan komponen tersebut akan diproses dan dikalibrasi oleh mikrokontroler ESP32 Devkit v1. Hasil *input* dari sistem ini akan ditampilkan sebagai informasi pada tampilan serial monitor, yang memberikan nilai besaran arus, tegangan, daya, dan energi yang terhubung dalam rangkaian. Data keluaran tersebut akan dikirim dan ditampilkan pada perangkat lunak *blynk* yang terpasang pada *smartphone*. Pada tampilan *Blynk*, akan terlihat secara jelas nilai arus, tegangan, daya, dan energi listrik yang digunakan untuk menghidupkan beban-beban yang terhubung dalam rangkaian. Selain itu, tampilan *blynk* juga dilengkapi dengan beberapa tombol perintah *On/Off* yang dapat mengendalikan *relay-relay* yang terpasang, sehingga memungkinkan untuk mematikan dan menghidupkan beban pada rangkaian dengan mudah.

Perancangan Rangkaian Alat



Gambar 9. Diagram Alir Rancangan Kegiatan
Sumber: Penulis, 2023

Analisis Pengujian Alat

Pengujian alat sistem kontrol dan *monitoring* pemakaian energi listrik pada rumah berbasis *Internet Of Things* (IoT) membutuhkan beberapa langkah untuk melakukan analisa pengujian. Berikut adalah langkah-langkah pengujian yang dilakukan oleh peneliti sebagai berikut:

1. Verifikasi Koneksi Perangkat Keras:
 - a. Pastikan semua komponen yang telah terpasang terhubung dengan benar. Periksa koneksi kabel antara komponen diantaranya, Daya, Semua Pin yang digunakan, komunikasi antara Modul ESP32 dan Sensor PZEM004Tv.
 - b. Pastikan *power supply* dan regulator LM2596 dapat berfungsi dengan baik untuk memberikan tegangan yang stabil ke semua komponen.
2. Pemrograman ESP32 Devkit V1:
 - a. Pemrograman dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE
 - b. Pastikan sebelum memprogram *library* yang akan digunakan telah di instal, seperti *library* untuk ESP32 Devkit V1 dan Sensor PZEM004Tv.
 - c. Buat program yang dapat memungkinkan ESP32 Devkit V1 berkomunikasi dengan sensor PZEM004Tv melalui koneksi *Serial* dan aplikasi *Blynk*.

- d. Program juga harus memungkinkan kontrol modul *relay* menggunakan pin yang terpasang pada ESP32 Devkit V1.
3. Pengujian Sensor PZEM004Tv:
 - a. Perhatikan bahwa sensor PZEM004Tv telah terhubung dengan benar ke ESP32 Devkit V1.
 - b. Baca data sensor menggunakan perintah yang sesuai dengan *library* yang digunakan
 - c. Pastikan apakah data yang diterima dari sensor benar dan sesuai dengan pemakaian energi listrik yang diharapkan.
 - d. Lakukan pengujian secara berkala dengan menggunakan berbagai beban energi listrik yang berbeda untuk memverifikasi akurasi sensor.
4. Pengujian Modul *Relay*:
 - a. Hal utama yang harus dilakukan pastikan modul *relay* terhubung dengan benar ke ESP32 Devkit V1.
 - b. Lakukan program ESP32 Devkit V1 untuk mengontrol modul *relay* menggunakan pin yang sesuai.
 - c. Lakukan pengujian fungsi modul *relay* dengan mengendalikan peralatan listrik, seperti lampu atau perangkat lainnya, dengan menggunakan *relay* pada modul tersebut.
5. Pengujian sistem kontrol dan *monitoring*:
 - a. Gabungkan semua komponen dan pastikan semua terhubung dengan benar.
 - b. Jalankan program pada ESP32 Devkit V1 untuk mengendalikan modul *relay* dan membaca data dari sensor PZEM004Tv.
 - c. Periksa apakah sistem dapat mengendalikan peralatan listrik dengan benar menggunakan modul *relay*.
 - d. Pastikan sistem mampu membaca dan memantau pemakaian energi listrik secara akurat dari sensor PZEM004Tv.
 - e. Lakukan pengujian sistem dengan menggunakan berbagai beban energi listrik dan periksa apakah pemantauan berfungsi dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan pengujian ini untuk melakukan pengujian dan pembahasan dari sistem yang telah dirancang agar diketahui bagaimana kinerja dari sensor yang digunakan. Dari hasil pengujian akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta kekurangan dari alat ini. Berikut hasil data pengujian yang penulis peroleh:

1. Hasil Pengujian Sensitivitas Modul *Relay*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja seberapa cepat modul *relay* bekerja. Berikut hasil Tabel Pengujian modul *relay*.

Tabel 1. pengujian sensitivitas Modul *Relay*

| Pengujian dengan <i>Blynk</i> pada 4 buah lampu | | |
|---|--|--------------|
| Lampu | Pengujian ON/OFF Aplikasi <i>Blynk</i> | Waktu Respon |
| Lampu 1 | Pengujian 1 | 1 Detik |
| Lampu 2 | | 0.5 Detik |
| Lampu 3 | | 1 Detik |
| Lampu 4 | | 1 Detik |
| Lampu 1 | Pengujian 2 | 1 Detik |
| Lampu 2 | | 1 Detik |
| Lampu 3 | | 1 Detik |
| Lampu 4 | | 0.5 Detik |
| Lampu 1 | Pengujian 3 | 0.5 Detik |
| Lampu 2 | | 0.5 Detik |
| Lampu 3 | | 1 Detik |
| Lampu 4 | | 1 Detik |

Adapun hasil dari pengujian sistem kontrol yang digunakan dari aplikasi *Blynk* yang telah dilakukan terhadap sistem kerja menghidupkan dan mematikan beban lampu bertujuan untuk mengetahui lama waktu respon yang diterima oleh *relay* yang terpasang. Waktu respon yang ditunjukkan dari tabel pengujian diatas memiliki nilai rata-rata 0.79 detik. Dari hasil pengujian yang dilakukan secara berulang-ulang dapat disimpulkan Kecepatan respons sistem kerja pada

alat kontrol ini sangat dipengaruhi oleh koneksi jaringan. Semakin baik kecepatan jaringan yang digunakan, semakin baik pula sistem kerja dalam merespon perintah yang diberikan oleh pengguna.

2. Hasil Pengukuran Tegangan

Pengujian tegangan dilakukan dengan cara mengukur tegangan yang berubah-ubah. Sensor PZEM004Tv ini merupakan suatu sensor yang dapat mengukur tegangan. Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan yang bertujuan untuk pengambilan data yang langsung sambung dengan tegangan PLN 220 V AC.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan

| Waktu pengujian | Hasil Pengukuran (Volt) | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------|---------|
| | Sensor PZEM004Tv | Multitester (V) | Selisih |
| 15.00 | 210 | 216 | 6 |
| 15.05 | 212 | 215 | 3 |
| 15.10 | 212 | 213 | 1 |
| 15.15 | 211 | 214 | 3 |
| 15.20 | 209 | 211 | 3 |

3. Hasil Pengukuran Arus

Kali ini yang akan diuji adalah pengukuran arus menggunakan sensor PZEM004Tv, pengukuran arus juga digunakan agar nilai daya dapat dihitung melalui program yang dibuat.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Arus

| No | Beban | Hasil Pengukuran Arus (Ampere) | | |
|----|---------------------|--------------------------------|-----------------|---------|
| | | Sensor PZEM004Tv (A) | Multitester (A) | Selisih |
| 1. | AC ½ PK 330 Watt | 2.3 | 2.1 | 0.2 |
| | Lampu 100 Watt | | | |
| | Kulkas 100 Watt | | | |
| 2. | AC 1 PK 840 Watt | 5.4 | 5.2 | 0.2 |
| | Magic com 350 Watt | | | |
| 3. | AC ½ PK 330 Watt | 0.9 | 0.8 | 0.1 |
| | Kulkas 100 Watt | | | |
| 4. | Mesin Cuci 230 Watt | 4.5 | 4.4 | 0.1 |
| | AC 1 PK 840 Watt | | | |
| 5. | Magic com 350 Watt | 2.5 | 2.4 | 0.1 |
| | Kulkas 100 Watt | | | |

Berdasarkan data hasil pengukuran diatas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari selisih pada sensor PZEM004Tv dan alat ukur manual menggunakan multitester, maka didapatkan selisih 0,14.

4. Hasil Pengukuran Energi Listrik

Pada sistem *monitoring* ini dapat diketahui besar pemakaian energi listrik yang digunakan, seperti pada rumah yang dijadikan tempat pengujian alat. Besar daya yang terpasang pada rumah tersebut 1300 VA. Dalam pengujian yang dilakukan, untuk mendapatkan suatu nilai pengukuran dari besar energi listrik yang terpakai pada kWh meter rumah yang di isi token listrik sebesar Rp. 20.000.00-, pada pengujian ini dapat diketahui jangka waktu yang dihabiskan dan jumlah kWh yang digunakan. Hasil dari pengukuran sensor dan hasil perkalian secara manual dapat dilihat beda pemakaian energi yang digunakan pada Tabel berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Energi

| Waktu (hari) | Sensor PZEM004Tv (kWh) | kWh Meter PLN (kWh) | Error (%) |
|--------------|------------------------|---------------------|-----------|
| 2 Hari | 14,9 | 14,15 | 0,75 |

Pada pengujian yang dilakukan dengan pembelian token sebesar Rp.20.000.00-, energi yang didapatkan sebesar 14.44 dengan jangka waktu 2 hari. Sehingga hasil pengukuran dari pengujian untuk mengukur energi menggunakan sensor PZEM004Tv didapatkan hasil nilai

error sebesar 0,75%. Dari data yang telah didapat, nilai *error* dari sensor PZEM004Tv ini masih relatif kecil, sehingga kinerja dari sensor ini dapat dikatakan baik. Dari data yang telah diperoleh dari pengujian yang dilakukan, nilai tegangan, arus, daya, dan energi yang didapatkan memiliki nilai yang hampir sama. Tapi keakurasiannya untuk membaca tegangan dan arus masih kurang akurat. Namun dari perhitungan yang dihasilkan nilai yang didapat tidak terlalu jauh dengan pengukuran langsung dengan multimeter, sehingga pengujian yang dilakukan ini bisa dikatakan baik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat sistem kontrol dan *monitoring* pemakaian energi listrik pada rumah berbasis IoT, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengendalian Jarak Jauh: Dengan kemampuan pengendalian jarak jauh ini, pengguna dapat mengoptimalkan pemakaian energi dan mengurangi pemborosan energi yang tidak perlu. Jadi, kesimpulan kedua adalah bahwa IoT memungkinkan pengendalian jarak jauh untuk mengelola pemakaian energi.
2. Pemantauan *Real-time*: Dengan pemantauan yang akurat, pengguna dapat mengidentifikasi kebiasaan yang boros energi dan mengadopsi tindakan yang sesuai untuk menghemat energi. Kesimpulan ketiga adalah bahwa penggunaan IoT memungkinkan pemantauan *real-time* yang membantu pengguna dalam mengelola pemakaian energi secara efektif.
3. Hasil pengujian yang dilakukan memiliki selisih pada pengujian pengukuran tegangan sebesar 3,2, pada pengujian pengukuran arus memiliki selisih sebesar 0,14, untuk pengujian pengukuran daya memiliki selisih sebesar 13,91, dan nilai *error* pada pengukuran energi sebesar 0,75%, yang digunakan masih memiliki selisih dan *error* cukup kecil, sehingga alat ini dikatakan baik sehingga dapat digunakan pada penelitian ini karena memiliki selisih pengukuran yang kecil jika dibandingkan dengan pengukuran yang menggunakan pengukuran secara manual menggunakan multimeter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, R., Monitoring, S., Dan, A., Listrik, T., Instalasi, P., Tinggal, R., & Mikrokontroler, B. (2022). *Jurnal simetrik vol 12, no. 2, desember 2022. 12(2)*, 606–612.
- Bina, K., Jl, W., Soebrantas, H. R., & Baru, S. (2019). RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK 1 FASA PELANGGAN PLN PASCABAYAR BERBASIS *WEB SERVER* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1 , 2) Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro S1 , Fakultas Teknik Universitas Riau Email : *Jom FTEKNIK*, 6(2), 1–6.
- Cahyono, G. H. (2013). Internet of Things (Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- 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.
- Setiaji, N., Sumpena, & Sugiharto, A. (2022). Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik. *Jurnal Tekonologi Industri*, 11(1), 1–8.