

# Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android

Edi Kurniawan<sup>1</sup>, Dwi Songgo Pangaudi<sup>1</sup>, dan Eko Nugroho Widjatmoko<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Politeknik Pelayaran Surabaya

Jl. Gunung Anyar Boulevard No. 1, 60294

<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Surabaya

Jl. Raya Sutorejo No 59, 60113

e-mail: edi.kurniawan@poltekpel-sby.ac.id

**Abstrak**— Tagihan penggunaan listrik kepada sebagian pelanggan listrik pasca bayar tidak sesuai dengan daya listrik yang digunakan. Salah satu penyebab hal tersebut adalah tidak ada penghuni rumah ketika dilakukan pencatatan meteran oleh petugas sehingga petugas mencatat penggunaan daya listrik berdasarkan rata – rata penggunaan sebelumnya. Dengan permasalahan tersebut maka dibuat suatu sistem yang dapat memonitor penggunaan daya listrik pelanggan listrik dari jarak jauh. Monitoring jarak jauh dilakukan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi mengenai *Internet of Think* (IoT) sehingga penggunaan daya listrik dapat dilihat kapanpun dan dimanapun melalui jaringan internet. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat mengirimkan data ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet. Rata – rata error yang dihasilkan untuk pembacaan tegangan 0,043 % sedangkan rata – rata error pembacaan arus listrik adalah 6,25% dan rata – rata error daya listrik 6,71%. Error pembacaan arus listrik disebabkan karena tingkat ketelitian alat ukur yang digunakan sebagai pembanding hanya 1 angka dibelakang koma sedangkan error daya listrik karena error arus listrik. Berdasarkan data tersebut maka sistem ini sangat cocok untuk digunakan sebagai monitoring konsumsi daya listrik karena error yang dihasilkan cukup kecil, dan dapat dilakukan monitoring dari manapun dan kapanpun.

**Kata kunci:** arus listrik, tegangan listrik, daya listrik, IoT

**Abstract**— *The bill for electricity usage to some postpaid electricity customers does not match the electricity used. One of the causes of this is that there are no residents of the house when the meter is recorded by the officer so that the officer records the use of electric power based on the average previous use. With these problems, a system is created that can monitor the use of electrical power from electricity customers remotely. Remote monitoring is carried out by utilizing technological developments regarding the Internet of Think (IoT) so that the use of electrical power can be seen anytime and anywhere through the internet network. The results showed that the system can send data to the Blynk application via the internet. The average error generated for the voltage reading is 0.043 %, while the average error for reading the electric current is 6.25% and the average error is 6.71% for electric power. The error in reading the electric current is caused by the level of accuracy of the measuring instrument used as a comparison, only 1 digit behind the comma, while the error in electrical power is due to an error in electric current. Based on these data, this system is very suitable to be used as monitoring of electric power consumption because the error generated is quite small, and can be monitored from anywhere and anytime.*

**Keywords:** current, voltage, power, IoT

## I. PENDAHULUAN

Daya listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer manusia karena semua lingkungan membutuhkan listrik seperti di rumah, tempat kerja, pabrik, dll. Kebutuhan listrik di Indonesia disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) dimana setiap konsumen harus membayar biaya sesuai dengan seberapa pemakaian daya dikalikan waktu dengan satuan kilo watt per jam, yang dapat dilihat pada alat KWH meter yang terpasang. Kilowatthour Meter (KWH) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur besar daya listrik yang digunakan oleh konsumen seperti perumahan, perkantoran, dan industri.

PLN sendiri memiliki kategori pelanggan untuk rumah tangga berupa pelanggan listrik pra bayar dan pasca bayar. Pada pelanggan listrik pasca bayar pelanggan menggunakan layanan yang diberikan PLN yaitu berupa daya listrik dan pelanggan melakukan pembayaran tagihan sesuai dengan daya listrik yang digunakan pelanggan selama kurun waktu 1 bulan. Namun dalam kenyataannya dilapangan sering terjadi kesalahan pencatatan meteran listrik oleh petugas PLN yang itu berarti dapat menimbulkan kerugian bagi pelanggan. Hal itu terjadi karena pada saat proses pencatatan pengecekan meteran dilakukan secara manual dari rumah – kerumah kadang masalah timbul ketika tidak ada penghuni rumah maka petugas tidak dapat melakukan pengecekan meteran listrik maka biasanya petugas akan menambahkan

tagihan bulan berikutnya berdasarkan rata-rata pemakaian bulan sebelumnya. Oleh karena itu dibuatlah alat Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android untuk bisa memantau secara *real time* pemakaian listrik selama 1 bulan dan seterusnya.

Penelitian terkait konsumsi daya sebelumnya juga telah dilakukan, seperti penggunaan teknologi *Internet of Thing* (IOT) [1]. Pemanfaatan teknologi IOT dalam rumah tangga masih jarang dilakukan karena terbatasnya teknologi tepat guna dalam masyarakat di Indonesia. Instalasi sensor tegangan dan arus untuk monitoring daya dalam rumah tangga juga kurang efektif karena rumitnya integrasi dengan alat yang telah dipasang oleh PLN [2]. Kemudian monitoring daya secara *real time* juga seharusnya diintegrasikan dengan teknologi IOT agar data yang dicatat dapat dilihat kapan pun dan dimana saja [3].

Oleh karena itu alat pemantau daya listrik berbasis android ini menggunakan aplikasi *smartphone* Blynk bertujuan untuk memberikan informasi pemakaian listrik terkini maupun akumulasi penggunaan listrik selama 1 bulan. Alat ini terdiri dari mikrokontroler nodemcu esp8266 yang terkoneksi dengan internet untuk mengirim data dari sensor PZEM-004T yang dilengkapi dengan *current transformer* (CT) untuk mengukur tegangan dan arus menggunakan dari listrik yang digunakan, dan juga menampilkan hasil pembacaan pada LCD maupun aplikasi *smartphone* Blynk dari mikrokontroler secara *real time*.

A. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terselesaikan, maka perlu adanya batasan – batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan mikrokontroler Nodemcu ESP8266
2. Menggunakan sensor tegangan dan arus PZEM-004T
3. Batas tegangan dan arus maksimum 260VAC dan 100A/22000W

B. Tujuan

Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah untuk memantau penggunaan daya listrik berdasarkan biaya pemakaian perangkat elektronik, sehingga dapat mempengaruhi pengguna untuk melakukan penghematan terhadap pemakaian daya listrik agar tidak terjadi pemborosan akibat penggunaan daya listrik berlebih.

C. Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan sistem ini adalah:

1. Dapat digunakan untuk memantau penggunaan daya listrik terhadap perangkat elektronik.
2. Ikut serta dalam pengembangan teknologi dalam penghematan penggunaan daya listrik.

II. STUDI PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

Terkait dengan judul “Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android” ada sejumlah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diantaranya: Penelitian tentang monitoring penggunaan daya panel surya dengan *Internet of Thing* (IOT) [1]. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu arduino mega yang diintegrasikan dengan ESP untuk menghubungkan ke

internet (*cloud*). Untuk membuat sistem menjadi lebih efektif dan efisien digunakanlah mikrokontroler NodeMCU yang sudah terintegrasi dengan ESP8266 untuk bisa terhubung dengan internet (*cloud*). Kemudian penelitian tentang penggunaan sensor untuk monitoring kualitas daya pada instalasi listrik [2]. Dalam penelitian tersebut digunakan teknologi *Field Programmable Gate Array* (PFGA) yang terhubung dengan *bluetooth* untuk mengirim data ke telepon pintar. Hal ini terbatas dengan jarak yang dapat dijangkau oleh *bluetooth* itu sendiri. Terbatas nya jarak jangkauan mempengaruhi efektifitas dalam pemantauan kualitas daya pada instalasi listrik. Pada penelitian yang akan dibuat digunakan teknologi IOT untuk dapat mengirim dan menerima data daya dalam jarak jauh. Dan juga penelitian tentang konsumsi daya menggunakan sistem komputasi waktu nyata [3]. Monitoring daya menggunakan sistem komputasi waktu nyata memanfaatkan *SD card* untuk dapat menyimpan data yang terbaca oleh sensor, tetapi data yang tersimpan tidak bisa diakses secara jarak jauh karena harus mendatangi lokasi untuk dapat dipantau secara waktu nyata. Oleh karena penelitian yang dibuat dapat menyimpan data secara waktu nyata kemudian dikirim ke *cloud* agar dapat dipantau secara langsung dimana saja. Data yang telah tersimpan di *cloud* secara waktu nyata dapat di unduh pada aplikasi *Blynk*.

B. Dasar Teori

1. Perhitungan Daya Listrik

Perhitungan total daya listrik secara waktu nyata adalah penjumlahan dari daya listrik tiap waktu seperti pada persamaan berikut (1).

$$P_{3\phi} = v_{an}i_a + v_{bn}i_b + v_{cn}i_c \text{ dimana } n = 0,1,2,3, \dots (1)$$

Versi penyederhanaan dari perhitungan daya 3 fasa dapat diambil dari analisa satu fasa:

$$P_{3\phi} = 3|V_p||I_p| \cos \theta (2)$$

Dimana  $\cos \theta$  merupakan faktor daya. Nilai faktor daya juga merupakan perbedaan sudut antara fasa tegangan dan fasa arus [3]. Meskipun begitu perhitungan secara langsung dari (1) tidak memungkinkan karena nilai akan terus berubah seiring waktu. Selain itu, (2) juga tidak dapat diimplementasikan secara langsung ke mikrokontroler nodeMCU. Maka dari itu, diperlukan perhitungan dari *Root Mean Square* (RMS). Fasa tunggal dari perhitungan daya RMS sebagai berikut

$$P = \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_n i_n)^2} (3)$$

Persamaan (3) sesuai untuk digunakan dalam perhitungan daya [6]. Maka dari itu, total RMS 3 fasa dari daya nyata dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{3\phi} = \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{an} i_{an})^2} + \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{bn} i_{bn})^2} + \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{cn} i_{cn})^2} (4)$$

Namun (4) tidak memberikan informasi tentang faktor daya. Untuk mendapatkan nilai faktor daya, perlu dilakukan perhitungan daya semu (S) [9]. Persamaan untuk mendapatkan nilai faktor daya dari daya semua sebagai berikut:

$$p.f = \cos \phi = \frac{P_{RMS}}{S_{RMS}} \quad (5)$$

Daya semu untuk fasa tunggal dapat ditentukan dengan persamaan umum (6). Untuk mendapatkan nilai daya semu RMS pada fasa a, b, maupun c dapat dilihat pada (7) – (9).

$$S_{1\phi} = v_a i_a \quad (6)$$

$$S_{a\phi} = \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{an})^2} \times \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (i_{an})^2} \quad (7)$$

$$S_{b\phi} = \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{bn})^2} \times \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (i_{bn})^2} \quad (8)$$

$$S_{c\phi} = \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (V_{cn})^2} \times \sqrt{\frac{1}{1+N} \sum_{n=0}^N (i_{cn})^2} \quad (9)$$

Jadi, total daya semu adalah total dari semua daya semu setiap fasa [7]. Dengan mempunyai nilai faktor daya, maka daya reaktif dapat dihitung. Persamaan umum untuk daya reaktif (10) sedangkan (11) adalah turunan dari persamaan daya reaktif sebelumnya [6].

$$Q_n = |V_n| |I_n| \sin \theta \quad (10)$$

$$Q_n = |V_n| |I_n| \sin(\cos^{-1} \frac{P_{RMS}}{S_{RMS}}) \quad (11)$$

## 2. Modul PZEM – 004T

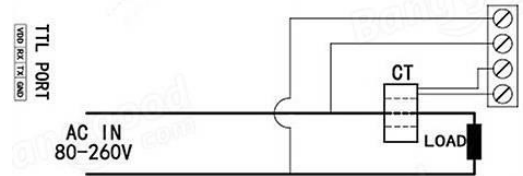
PZME-004T adalah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur tegangan rms, arus rms, daya, frekuensi, energi, dan juga faktor daya dengan dihubungkan melalui mikrokontroler maupun perangkat serial seperti komputer [4]. Modul PZEM-004T diproduksi oleh perusahaan bernama *Peacefair* dengan 2 jenis model, 10 *ampere* dan 100 *ampere*. Terdapat beberapa fitur pada modul ini diantaranya:

### 1. Fungsi

- Fungsi pengukuran (tegangan, arus, daya nyata)
- Reset perhitungan daya (menggunakan perangkat lunak)



Gambar 1. PZEM-004T



Gambar 2. Koneksi pengukuran tegangan dan arus pada PZEM-004T

- Penyimpanan akumulasi perhitungan daya
  - Komunikasi serial TTL
  - Pengukuran daya : 0 ~ 9999kW
  - Pengukuran tegangan : 80 ~ 260VAC
  - Pengukuran arus : 0 ~ 100A
2. Spesifikasi
- Tegangan kerja : 80 ~ 260VAC
  - Rating daya : 100A/22000W
  - Frekuensi kerja : 45-65Hz
  - Akurasi pengukuran : 1.0

Modul ini dapat diprogram menggunakan berbagai jenis mikrokontroler seperti arduino, esp8266, stm32, wemos, nodemcu, raspberry pi dll, karena menggunakan komunikasi serial TTL. Terdapat 2 versi dalam PZEM-004T yaitu V2.0 dan V3.0. Perlu diperhatikan dalam penggunaan protokol pemrograman antara kedua versi tersebut karena terdapat perbedaan sehingga dapat menyebabkan kesalahan ataupun kegagalan dalam melakukan pengukuran [10]. Untuk melakukan pengukuran koneksi dibuat seperti pada Gambar 2. Tegangan kerja yang digunakan untuk melakukan komunikasi TTL membutuhkan catu daya 5V dan keempat *port* harus terhubung (5v, Rx, Tx, Gnd)..

### 3. NodeMCU

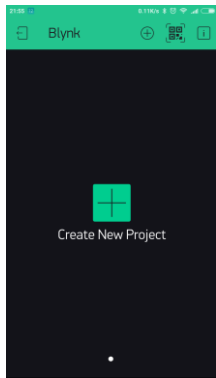
*NodeMCU* adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip ESP826* buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan menggunakan bahasa pemrograman Lua. Istilah *NodeMCU* secara *default* sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan dari perangkat keras *development kit NodeMCU* atau bisa dianalogikan sebagai papan perangkat arduino-nya *ESP8266* [8]. Karena jantung dari *NodeMCU* adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki *NodeMCU* akan kurang lebih sama ESP-12. Beberapa fitur tersebut diantara lain:

- a. 10 *port* GPIO dari D0-D10
- b. Fungsionalitas PWM
- c. Antarmuka I2C dan SPI
- d. Antarmuka 1 Wire
- e. ADC

Modul ini juga membutuhkan daya 3.3V dengan memiliki tiga mode *WiFi* yaitu *Station*, *Access Point*, dan keduanya. Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori, dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis *ESP8266* yang digunakan [5].



Gambar 3. Mikrokontroller NodeMCU



Gambar 4. Aplikasi Blynk

#### 4. Blynk

Blynk adalah sebuah platform dengan iOS dan android aplikasi untuk mengontrol mikrokontroller seperti arduino, nodeMCU, raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet. Dengan menggunakan aplikasi blynk dapat mengontrol LED atau sebuah motor dari *smartphone* dengan tanpa memiliki kemampuan dalam programming. Karena dalam pembuatan aplikasinya antarmuka yang ditampilkan membuat kita bisa memilih *widget* dengan cara seret dan lepas (*drag and drop*). Blynk juga merupakan aplikasi yang gratis untuk penggunaan personal. Setiap proyek yang dibuat dalam aplikasi berisi beberapa *widget* seperti grafik, virtual *led*, tombol, tampilan nilai, maupun grafik. Semua *widget* itu dapat dikontrol dan diintegrasikan pada arduino atau nodemcu. Proyek yang dibuat juga bisa dibagikan kepada teman maupun kustomer sehingga mereka dapat mengakses di *smartphone* mereka masing masing. Blynk juga mendukung *clien* yang bukan dari mikrokontroller. Seperti *javascript*, *python*, atau Lua. Ini berarti proyek yang dibuat dapat berupa interaksi antara arduino dan *python* di *Linux Virtual Machine* pada *cloud*. Tampilan muka pada Blynk dapat dilihat pada Gambar 4.

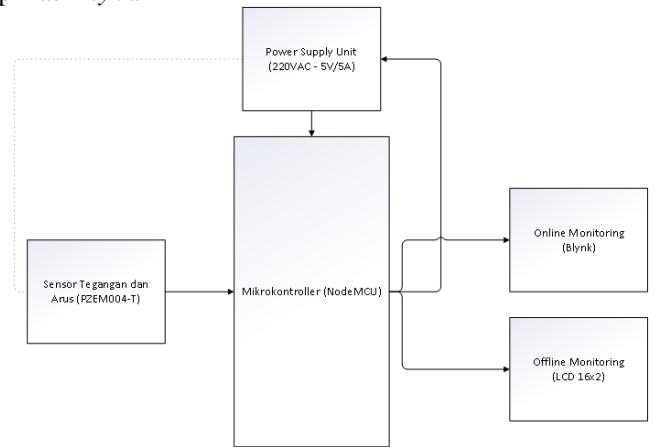
### III. METODE

#### A. Perangkat keras (Hardware)

Konfigurasi sistem atau diagram blok dapat dilihat pada Gambar 6. Terdiri dari sensor PZEM-004T sebagai masukan untuk pembaca tegangan dan arus, kemudian mikrokontroller *NodeMCU* untuk memproses data yang dibaca oleh sensor yang kemudian di tampilkan pada penampil berupa LCD 16x2 dan juga dikirim ke *cloud server* dari aplikasi *Blynk*. Alat pemantau daya mempunyai catu daya secara terpisah dengan spesifikasi masukan 5VDC.

Cara kerja dari Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android ini adalah mikrokontroller akan menghubungkan ke internet menggunakan *Service Set Identifier* (SSID) dan *password* dari jenis internet *service* yang digunakan kemudian setelah terhubung maka

mikrokontroller akan menghubungkan ke *server cloud* dari aplikasi *Blynk*.



Gambar 5. Diagram blok alat

Tabel 1. Pin PZEM-004T ke Mikrokontroller

Pin Sensor PZEM-004T	Pin Mikrokontroller
VCC	5V
Rx	GPIO 13
Tx	GPIO 15
GND	GND

Tabel 2. Pin LCD ke Mikrokontroller

Pin LCD	Pin Mikrokontroller
VCC	5V
SCL	GPIO 5
SDA	GPIO 4
GND	GND

Setelah terhubung dengan *server*, sensor dari PZEM-004T akan membaca tegangan dan arus yang terhubung ke listrik jala – jala rumah tangga, untuk pembacaan arus membutuhkan CT yang terpisah dengan maksimum arus 100A. Kemudian data yang terbaca dalam bentuk protokol TTL *serial* akan diolah oleh mikrokontroller *NodeMCU* dan didapatkan perhitungan daya dan juga daya yang kemudian akan ditampilkan pada LCD 16x2 dan juga dikirim ke aplikasi *Blynk*.

Pada aplikasi *Blynk* akan ditampilkan data yang berupa tegangan, arus, dan daya secara waktu nyata dilengkapi dengan nilai rata rata, nilai tertinggi, grafik arus, dan juga total daya yang telah digunakan selama alat digunakan. Koneksi dari sensor PZEM-004T ke mikrokontroller dapat dilihat pada Tabel 1, dan juga koneksi mikrokontroller ke LCD dapat dilihat pada Tabel 2.

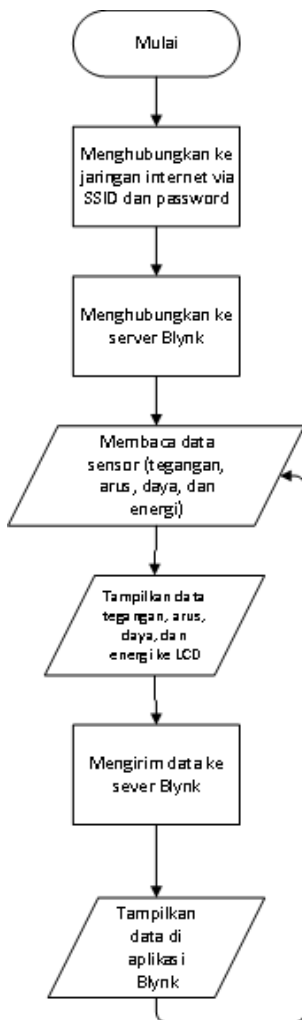
#### B. Perangkat lunak (Software)

Perangkat lunak dibuat menggunakan program arduino IDE, yang menggabungkan beberapa *library* seperti *Blynk*, PZEM-004T yang menggunakan protokol komunikasi serial, dan LCD yang menggunakan protokol *Inter Integrated Circuit* (I2C). Dalam *library* PZEM-004T sudah termasuk dalam konversi cara membaca tegangan, arus, dan daya dalam *shift register* sensor. Diagram alir dapat dilihat Gambar 6. Perhitungan dari tegangan, arus, dan daya oleh mikrokontroller dimulai sejak mikrokontroller telah terhubung dengan *server blynk*. Data yang telah dibaca akan disimpan dalam EEPROM sensor PZEM-004T sehingga

meskipun sistem mati data yang telah terakumulasi tetap tersimpan didalam dan akan dilanjutkan perhitungan ketika alat dihidupkan kembali. Untuk melakukan *reset* perhitungan daya didalam PZEM-004T dapat dilakukan menggunakan *upload* program reset ke dalam mikrokontroler.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sebelum mendapatkan hasil dan pembahasan maka perlu dilakukan suatu pengujian. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengujian sensor PZEM-004T yang di kalibrasikan dengan *clamp meter* untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor PZEM-004T dan membandingkan data yang didapat oleh sensor apakah mempunyai nilai yang sama dengan apa yang ditampilkan pada aplikasi. Setelah memastikan sensor bekerja dengan baik dibuat rancangan sistem secara keseluruhan seperti yang terlihat pada Gambar 6 yaitu pertama kali menghubungkan mikrokontroler ke server Blynk melalui jaringan internet menggunakan esp8266. Setelah terhubung, mikrokontroler mengirim data tegangan, arus dan daya listrik ke LCD untuk ditampilkan dan ke server Blynk. Pada aplikasi Blynk ditampilkan data arus listrik, tegangan listrik, daya listrik dan biaya yang dibebankan kepada pelanggan listrik.



Gambar 6.Diagram Alir

A. Perancangan Pengukuran



Gambar 7.Pengukuran tegangan dan arus

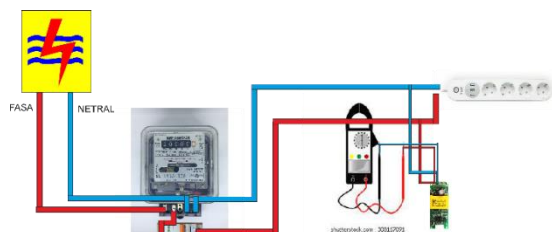


Gambar 8.Tampilan aplikasi Blynk

Pengukuran yang dilakukan berupa kalibrasi tegangan dan arus pada sensor PZEM-004T dengan alat ukur standar berupa *clamp meter*. Modul PZEM-004T akan mengeluarkan lampu indikator berwarna merah ketika aktif. Pengujian modul ini dilakukan sebanyak lima kali percobaan dengan rentan waktu yang berbeda menggunakan beban komputer yang mempunyai daya  $\pm 75$ Watt. Pengujian arus dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan *clamp* multimeter dengan PZEM-004T menggunakan *current transformer* (CT). Pengukuran dan tampilan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

1. Pengujian Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan seperti pada Gambar 9. *Probe* pada *clamp* meter dihubungkan pada masukan tegangan AC pada PZEM-004T kemudian dibandingkan hasil pembacaan pada rentan waktu tertentu. Perbedaan waktu pengukuran dilakukan setiap 1 menit selama 5 kali sehingga mendapatkan 5 nilai yang dibandingkan antara *clamp meter* dengan sensor PZEM-004T. Setiap data yang diperoleh dibandingkan dengan nilai yang tampil pada aplikasi *Blynk*. Apakah data yang terkirim dengan data yang ditampilkan secara waktu nyata pada LCD mempunyai nilai yang sama terhadap tegangan.



Gambar 9.Skematis pengukuran tegangan

2. Pengujian Arus



Gambar 10. Skematik pengukuran arus

Pengujian arus dilakukan dengan cara melakukan menjepit *clamp* meter pada salah satu kabel dari stop kontak yang digunakan sebagai alat uji coba. Skematik pengukuran arus dapat dilihat pada Gambar 10. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dengan interval waktu yang sama dengan pengujian tegangan yaitu setiap 1 menit.

Setiap data yang terbaca dalam interval 1 menit, nilai arus dari pembacaan sensor menggunakan CT dibandingkan dengan pengukuran dari *clamp* meter kemudian dibandingkan juga dengan aplikasi *blynk* apakah nilai yang terbaca mempunyai nilai yang sama dan juga apakah nilai terupdate secara waktu nyata.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus

B. Analisa Pengujian

No	Tegangan (Volt)			Arus (Ampere)			Daya (Watt)		
	Sensor (V)	Multimeter (V)	Error (%)	Sensor (A)	Multimeter (A)	Error (%)	Sensor (W)	Multimeter (W)	Error (%)
1	228,1	228	0,04384	0,32	0,3	6,25	72,992	68,4	6,71345
2	227	227	0	0,32	0,3	6,25	72,64	68,1	6,66667
3	228	228	0	0,32	0,3	6,25	72,96	68,4	6,66667
4	228,2	228	0,087642	0,32	0,3	6,25	73,024	68,4	6,760234
5	228,2	228	0,087642	0,32	0,3	6,25	73,024	68,4	6,760234

Setelah dilakukan pengujian tegangan dan arus seperti pada Gambar 9 dan Gambar 10. Diperoleh 5 data tiap tegangan dan arus yang didapat saat melakukan pengukuran dengan interval 1 menit. Dari data hasil kalibrasi didapatkan perhitungan persentase kesalahan (12). Nilai persentase yang sesuai standar berada pada nilai di bawah 5%. Karena persentase error yang kecil maka menunjukkan tingkat kesesuaian pembacaan sensor dengan alat ukur standar tinggi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Kalibrasi tegangan mempunyai rerata persentase kesalahan dibawah 1%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi pembacaan tegangan oleh sensor PZEM-004T sama dengan alat ukur standar yang digunakan. Kemudian hasil kalibrasi pada arus terlihat persentase kesalahan diatas 5%. Hal ini diakibatkan karena tingkat ketelitian dari alat ukur hanya 1 angka dibelakang koma, sedangkan tingkat ketelitian sensor PZEM-004T dua angka dibelakang koma.

Perbandingan daya dari sensor PZEM-004T dengan perhitungan dari *clamp meter* menggunakan rumus pada (1) dengan tanpa melakukan penjumlahan pada total daya yang diakumulasikan selama tiap interval 1 menit. Dari hasil perbandingan pengukuran daya dari sensor menunjukkan persentase kesalahan diatas 5% karena dari pengukuran arus terdapat perbedaan tingkat ketelitian pembacaan. Hal ini karena terbatasnya kemampuan alat ukur standar yang digunakan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sensor PZEM-004T yang digunakan untuk melakukan monitoring konsumsi daya listrik mempunyai nilai akurasi yang tinggi dengan persentase ± 6%. Persentase kesalahan daya lebih dari 5% disebabkan tingkat ketelitian alat ukur yang lebih rendah dibandingkan sensor PZEM-004T.

REFERENSI

- [1] M. Ali and M. K. Paracha, "An IoT Based Approach For Monitoring Solar Power Consumption With Adafruit Cloud", International Journal of Engineering Applied Science and Technology, vol. 4, pp 335-341, January 2020.
- [2] V. L. Morales, T. R. J. Romero, R. G. Herrera, S. D. Morinigo, and R. R. A. Osornio, "Smart Sensor Network For Power Quality Monitoring in Electrical Installations, Elsevier, vol. 103, pp 133 – 142, June 2017.
- [3] Elamvazuthi, M. K. A. A. Khan, S. B. B. Shaari, R. Sinnadurai, and M. Amudha, "Electrical Power Consumption Monitoring Using A Real Time", in Proc. 2012 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology, Oct. 2012, pp 295 -298.
- [4] A. Wahid, Junaidi, and I. Arsyad, "Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura", Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. 2, 2014.
- [5] Tukadi, W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet of Things", in Proc. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan, Sept 2019, pp 581 – 586.
- [6] C. Sookasame and W. Zhongdong, "Real Time Power Consumption Monitoring Using Arduino", International Journal of Research and Scientific Innovation, vol. 6, pp 6-12, January 2019.
- [7] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS 712", in Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial, Maret 2016, pp 17-23.
- [8] B. Ardyanto, "Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya Listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar", Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
- [9] A. M. Alipudin, D. Notosudjono, and D. B. Fiddiansyah, "Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (IOT)", Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik Elektro, vol. 1, pp 1-11, 2018.
- [10] S. Anwar, T. Artono, Nasrul, Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T", vol. 3, pp 272-276, Oktober 2019.