

Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Siti Nurdiyanti^{1*}, Oriza Candra²

^{1,2}Teknik Elektro Industri/Teknik Elektro/Universitas Negeri Padang

^{*}Corresponding author, sitinurdiyanti192@gmail.com

Abstrak	INFO.
<p>Efisiensi energi adalah suatu upaya yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi pemakaian energi yang dibutuhkan untuk menggunakan peralatan atau bahkan sistem yang berhubungan dengan energi. Permasalahannya adalah ketidaktahuan penggunaan daya listrik terutama daya listrik 3 fasa disebabkan tidak adanya monitoring penggunaan daya listrik yang dipakai sehingga penggunaan daya listrik tidak terpantau atau tidak diketahui. Oleh sebab itu dibuatlah alat Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i> merupakan sebuah solusi inovatif yang memungkinkan pemantauan <i>real-time</i> & analisis data daya listrik 3 fasa melalui jaringan internet. Metode sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis internet of things bekerja dengan memberikan data historis tentang arus, tegangan serta daya listrik menggunakan sensor PZEM 004T yang dapat dipantau dengan aplikasi <i>blynk</i>. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pengiriman data dari alat ke aplikasi <i>blynk</i> bekerja dengan baik perhitungan arus dan tegangan menggunakan sensor PZEM 004T dapat dikatakan akurat.</p>	<p>Info. Artikel: No. 532 Received. October, 9, 2023 Revised. October, 23, 2023 Accepted. October, 28, 2023 Page. 924 – 933</p> <p>Kata kunci: ✓ Monitoring ✓ PZEM 004T ✓ Daya Listrik ✓ Internet of Things</p>
<p>Abstract</p> <p><i>Energy efficiency is an effort made with the goal of reducing the energy consumption required to operate equipment or even systems related to energy. The problem lies in the lack of awareness of electricity usage, especially in three-phase electrical power, due to the absence of monitoring of electricity usage, which results in unmonitored or unknown electricity consumption. Therefore, a Three-Phase Power Monitoring System Based on the Internet of Things (IoT) has been created as an innovative solution that enables real-time monitoring and data analysis of three-phase electrical power through the internet network. The method of the three-phase power monitoring system based on the Internet of Things works by providing historical data on current, voltage, and electrical power using PZEM 004T sensors that can be monitored with the Blynk application. From the test results, it was found that the data transmission from the device to the Blynk application works well, and the calculation of current and voltage using PZEM 004T sensors can be considered accurate.</i></p>	

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin maju maka diperlukan kesadaran kita untuk berusaha menerapkan teknologi tepat guna yang dapat bermanfaat bagi kehidupan Masyarakat. Secara umum teknologi dapat memudahkan pekerjaan manusia, salah satu teknologi yang dapat memudahkan pekerjaan manusia adalah sebuah alat monitoring. Alat monitoring merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur, merekam atau memantau berbagai parameter atau kondisi dalam sistem tertentu, termasuk dalam hal monitoring penggunaan energi listrik[1]. Pemantauan penggunaan daya listrik agar tidak terjadi pemborosan penggunaan energi listrik.

Energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer manusia karena semua lingkungan membutuhkan energi listrik seperti di rumah, tempat kerja, pabrik, dll. Bebutuhan listrik disediakan oleh Perusahaan Negara dimana setiap konsumen harus membayar biaya sesuai dengan seberapa banyak listrik yang digunakan. Perhitungan pemakaian daya listrik dihitung berdasarkan besar pemakaian daya dikalikan waktu dengan satuan kilo watt per jam, yang dapat dilihat pada KWH meter[2]. Saat ini, Perusahaan Listrik Negara menggunakan dua jenis perangkat pengukur daya, yakni pengukur manual dan pengukur digital. Pengukur manual bekerja berdasarkan prinsip magnetisme dengan menggunakan

piringan berputar yang mengubah jumlah putaran menjadi angka yang menunjukkan besarnya pemakaian daya. Di sisi lain, perangkat pengukur digital menggunakan sensor daya yang terhubung ke sistem minimal atau mikrokontroler yang mampu menghitung daya. Dalam sistem digital ini, pelanggan harus membayar sebelumnya dan memasukkan nilai tertentu dalam bentuk pulsa yang dikenal sebagai token. Konsumsi daya dapat digunakan selama token masih tersedia dan akan berkurang sesuai dengan penggunaan yang sebenarnya. Dalam penggunaan kWh meter yang disediakan oleh PLN, semua pengguna harus melihat langsung tampilan di dalamnya untuk mengetahui jumlah listrik yang telah digunakan atau sisa deposit pulsa yang masih tersedia. Namun, masalahnya adalah bahwa pencatatan kWh listrik tidak dapat dikendalikan secara *real-time*, dan seringkali terjadi penggunaan yang melebihi anggaran. Akibatnya, pelanggan seringkali harus membeli pulsa kWh tambahan karena listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting untuk mendukung segala aktivitas[3]. Maka dari itu dibuatlah sebuah alat yang dapat memonitoring penggunaan daya listrik secara real time sehingga dapat dipantau penggunaan daya listrik secara berkala.

Beberapa penelitian sudah melakukan penelitian mengenai monitoring daya listrik, yaitu dari penelitian yang dilakukan oleh Hudan Yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis *Internet of Things* (IoT)" dimana pada alat tersebut menggunakan sensor ZMPT10B sebagai pengukuran tegangan dan sensor ACS712 sebagai sensor pengukur arus listrik dan menggunakan jaringan *wifi* dan dikirim ke server *thingspeak.com*. Pengujian pada alat tersebut pengiriman data ke server bekerja dengan baik dan pengukuran tegangan dan arus listrik menggunakan sensor akurat[4]. Pada penelitian yang dilakukan oleh prayitno dengan judul "Prototipe Sistem Rumah Tangga Bebas *Internet of Things*" menggunakan sensor ZMPT108b untuk mendeteksi tegangan listrik, sensor ACS sebagai sensor pendeteksi arus listrik dan mikrokontroler nodemcu ESP8266 sebagai proses data yang nantinya akan dikirim ke web. Hasil dari pengujian alat ini berupa sebuah grafik Thingspeak dari tegangan, arus dan daya listrik yang dipakai[5]. Penelitian dari Anggher dengan judul "Sistem Kendali dan Monitoring Faktor Daya Listrik Bebas Mikrokontroler dan *Internet of Things*" yang tersusun dari beberapa komponen yang digunakan yakni sensor PZEM-004T dengan actuator yakni relay serta Solid state relay, dimana didapatkan hasil dari pengujian ini dapat melihat kemampuan modul mengirim data ke database, dan dapat dilihat bahwa pengiriman data amat sangat cepat, kurang dari 5 detik, dari modul ESP8266 menuju ke database[6].

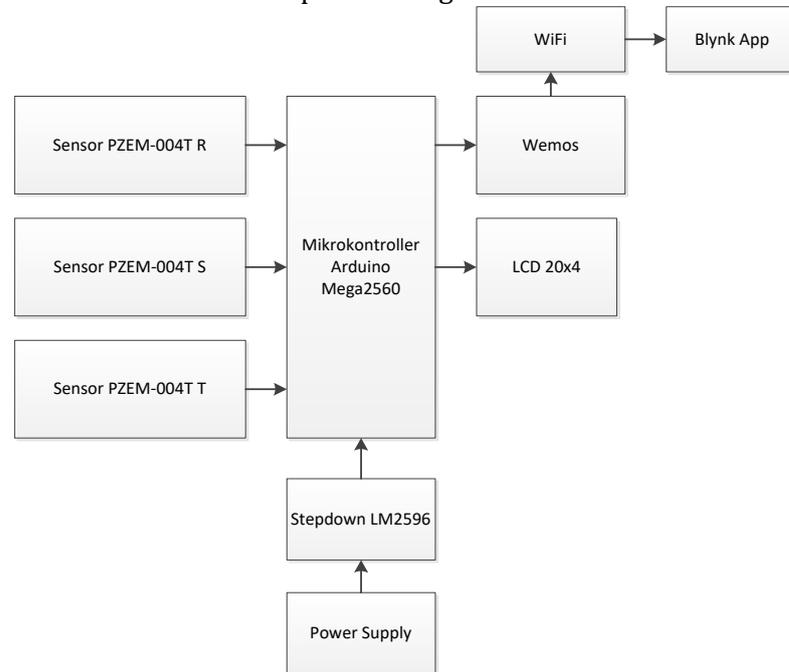
Berdasarkan beberapa uraian penelitian serta jurnal tersebut penulis terinspirasi untuk mengembangkan sistem monitoring kwh meter sesuai dengan judulnya yakni "SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK 3 FASA BERBASIS IoT (*Internet of Things*)" yang terdiri dari komponen Arduino Mega2560, ESP8266, sensor PZEM-004T, LCD, *Blynk* aplikasi. Dimana sistem pada alat ini adalah dengan menerapkan sistem monitoring pada nilai kwh listrik yang digunakan serta nantinya data dari nilai kwh ini akan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi untuk ditampilkan melalui *Blynk* Aplikasi.

METODE PENELITIAN

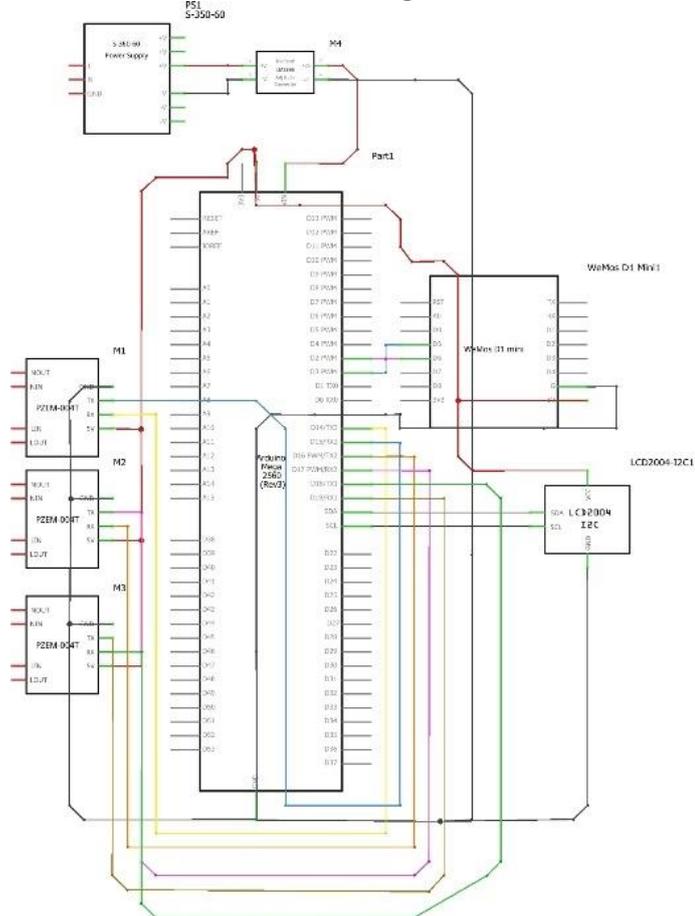
Metode yang diterapkan dalam perancangan dan pembuatan sistem pada perangkat ini adalah melalui metode eksperimen. Perancangan dan pembuatan sistem dari perangkat ini bertujuan untuk menentukan komponen-komponen yang akan membentuk perangkat tersebut, sehingga hasil akhirnya sesuai dengan yang diinginkan. Proses perancangan dan pembuatan sistem perangkat ini meliputi pembuatan blok diagram, menjelaskan prinsip kerja rangkaian, merancang perangkat keras sebagai langkah pertama dalam proses perancangan, serta merancang perangkat lunak sebagai alat monitoring dari penggunaan daya listrik sehingga perangkat nantinya dapat berfungsi sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

Mikrokontroler Arduino Uno berperan sebagai pusat pengolahan kontrol atau pengaturan input yang digunakan[7][8]. Semua data masukan akan disimpan dan diolah di dalam mikrokontroler Arduino Uno sesuai dengan program yang telah diprogramkan. Sensor PZEM 004T di pasang pada kabel Fasa R, S dan T sebagai pembacaan nilai tegangan dan Arus listrik yang nantinya akan dihitung dan dikonversi dalam daya listrik dan dikirim ke aplikasi *Blynk*[9][10][11]. LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai untuk menampilkan kondisi dari data sensor yang digunakan[12][13]. Wemos berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengirimkan data ke aplikasi *blynk* dengan menggunakan WiFi[14][15]. *Power Supply* digunakan sebagai merubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi

tegangan yang searah atau DC (*Direct Current*) dari 220 V_{AC} menjadi 12 V_{DC}[16]. Tegangan diturunkan menggunakan *Buck Converter* [17]. Hasil tegangan sebesar 5 V_{DC} menuju komponen Metode perancangan dilakukan dalam sistem alat berupa blok diagram:



Gambar 1. Blok diagram

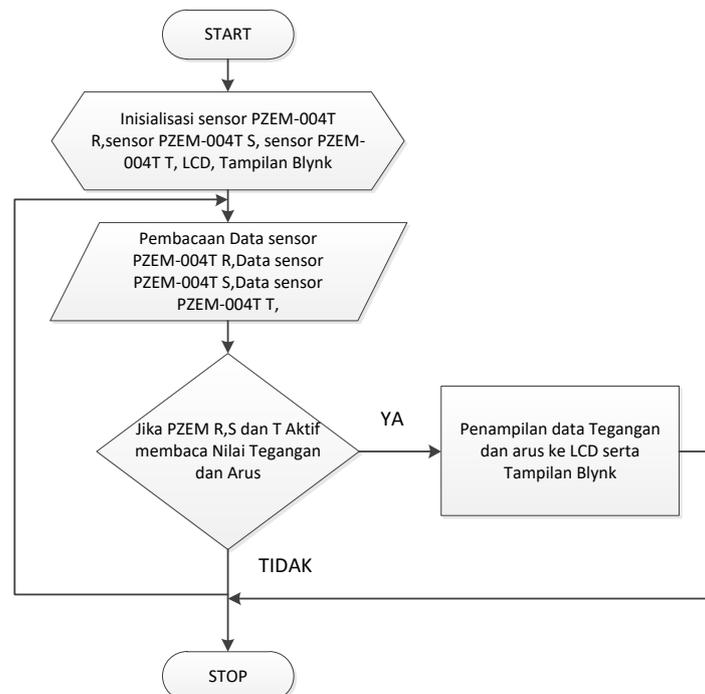


Gambar 2. Rangkaian keseluruhan

Berdasarkan blok diagram diatas dan juga dari rangkaian keseluruhan dapat diuraikan fungsi masing-masing blok diagram sebagai berikut:

1. Sensor PZEM-004T R, S dan T berfungsi sebagai sebuah sensor yang akan membaca nilai dari tegangan, arus, daya dan beban.
2. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan menerima data dari.
3. LCD 20x4 berfungsi untuk menampilkan kondisi dari data sensor yang digunakan.
4. Wemos berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengirimkan data ke aplikasi blynk dengan menggunakan WiFi
5. *Stepdown* LM2596 berfungsi sebagai bagian penurun tegangan dari *power supply* ke keseluruhan rangkaian.
6. *Power supply* berfungsi sebagai bagian penting yang membagikan tegangan dan arus pada seluruh blok sistem dan mengaktifkannya.

Seluruh sistem perangkat yang sedang dikembangkan dibuat menggunakan aplikasi desain skematik. Cara kerja perangkat ini diperlihatkan dalam *flowchart* yang terlihat pada Gambar 3. *flowchart* ini disusun untuk mempermudah pemahaman tentang perangkat ini. Dengan adanya *flowchart*, proses algoritma dan langkah-langkah pelaksanaan dari rangkaian kegiatan atau cara kerja perangkat yang dibuat dapat dijelaskan dengan jelas.



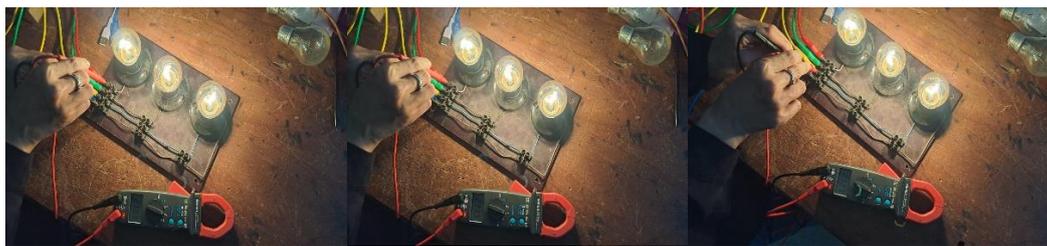
Gambar 3. Flowchart sistem alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

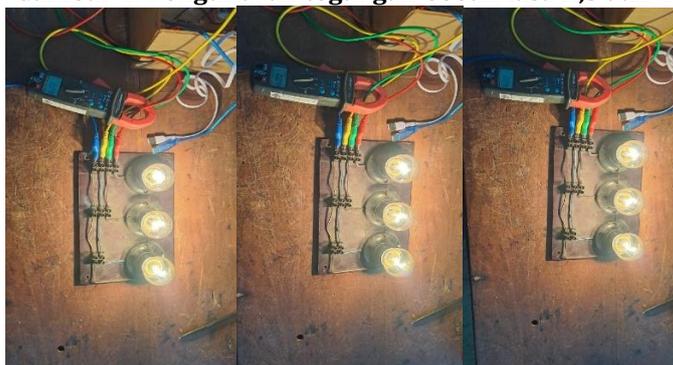
Pengujian sistem dan analisa data merupakan suatu langkah untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan dan sesuai dengan teori atau tidak, jika tidak sesuai dengan teori, maka perbedaan tersebut dapat diketahui penyebabnya dari analisa data. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok perancangan pada sistem.

Pengujian dan Analisa dengan beban lampu Pijar 15 Watt

Pengujian beban 15 watt ini bertujuan untuk mengetahui nilai arus dan tegangan pada beban pijar sebanyak 3 buah, pengukuran dilakukan dengan multimeter dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Pengukuran tegangan beban fasa R,S dan T



Gambar 5. Pengukuran arus beban fasa R,S dan T

Hasil Pengukuran dan pengujian arus dan tegangan pada beban lampu pijar sebanyak 3 buah pengukuran dilakukan dengan multimeter seperti pada gambar sebelumnya adapun untuk melihat data keseluruhan dapat dilihat pada tabel pengukuran yakni sebagai berikut.

Tabel 1. Pengukuran beban lampu pijar 15 W

No	Fasa	Alat			Pengukuran			Tampilan Blynk		
		Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)
1.	R	233,3	0,04	16,39	233,3	0,04	7,46	233,3	0,04	16,39
2.	S	229,9	0,06	18,85	229,1	0,04	7,33	229,9	0,06	18,85
3.	T	233,2	0,05	13,64	232,7	0,04	7,44	233,2	0,05	13,64

Dari tabel 1 pengukuran nilai daya pada pengukuran dihitung manual terlihat ada perbedaan untuk nilai perhitungan daya antara pengukuran dengan alat ukur dengan perhitungan dengan alat. perhitungan dengan alat ukur dapat dilihat sebagai berikut:

$$P = V.I.\cos\phi \dots\dots\dots (1)$$

1. Fasa R

$$\begin{aligned} P &= V.I.\cos\phi \\ &= 233,3 \cdot 0,04 \cdot 0,8 \\ &= 7,46 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Fasa S

$$\begin{aligned} P &= V.I.\cos\phi \\ &= 229,1 \cdot 0,04 \cdot 0,8 \\ &= 7,33 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3. Fasa T

$$\begin{aligned} P &= V.I.\cos\phi \\ &= 233,3 \cdot 0,04 \cdot 0,8 \\ &= 7,46 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Analisa *error* pada pengukuran arus dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran arus pada sensor PZEM-004T dengan besar arus sebenarnya pada alat ukur tang ampere.

1. Fasa R

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= 0,04 \text{ A} \\ \text{Arus Pada Tang Ampere} &= 0,04 \text{ A} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus Pada Tang Ampere} \\ &= 0,04 \text{ A} - 0,04 \text{ A} \\ &= 0 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Fasa S

$$\begin{aligned} \text{Arus Pada Blynk} &= 0,06 \text{ A} \\ \text{Arus Pada Tang Ampere} &= 0,06 \text{ A} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus Pada Tang Ampere} \\ &= 0,06 \text{ A} - 0,04 \text{ A} \\ &= 0,02 \text{ A} \end{aligned}$$

3. Fasa T

$$\begin{aligned} \text{Arus Pada Blynk} &= 0,06 \text{ A} \\ \text{Arus Pada Tang Ampere} &= 0,06 \text{ A} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus Pada Tang Ampere} \\ &= 0,04 \text{ A} - 0,04 \text{ A} \\ &= 0 \text{ A} \end{aligned}$$

Analisa *error* pada pengukuran tegangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan pada sensor PZEM-004T dengan besar tegangan sebenarnya pada alat ukur multimeter.

1. Fasa R

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada blynk} &= 233,3 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada multimeter} &= 233,3 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{tegangan blynk} - \text{tegangan pada multimeter} \\ &= 233,3 \text{ V} - 233,3 \text{ V} \\ &= 0 \text{ V} \end{aligned}$$

2. Fasa S

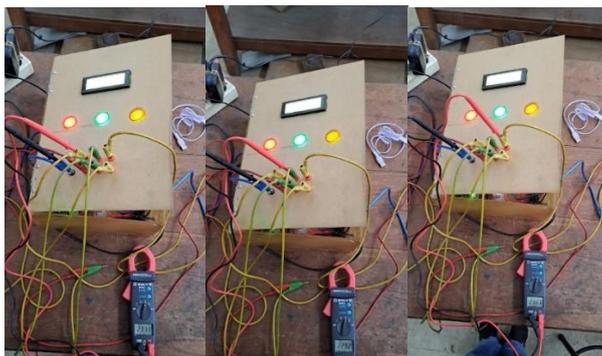
$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada blynk} &= 229,9 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada multimeter} &= 229,1 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{tegangan blynk} - \text{tegangan pada multimeter} \\ &= 229,9 \text{ V} - 229,1 \text{ V} \\ &= 0,8 \text{ V} \end{aligned}$$

3. Fasa T

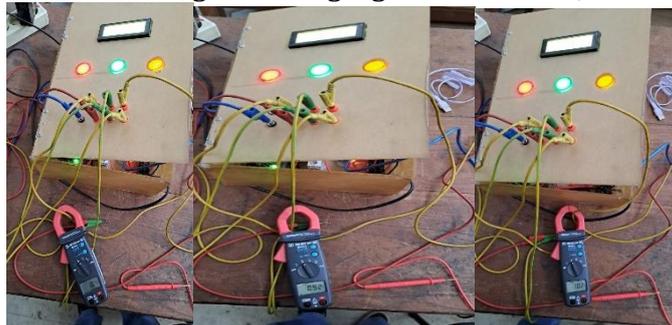
$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada blynk} &= 233,2 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada multimeter} &= 232,7 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{tegangan blynk} - \text{tegangan pada multimeter} \\ &= 233,2 \text{ V} - 232,7 \text{ V} \\ &= 0,5 \text{ V} \end{aligned}$$

Pengujian dan Analisa dengan Beban Motor 3 fasa

Pengujian beban motor 3 fasa ini bertujuan untuk mengetahui nilai arus dan tegangan pada beban motor 3 fasa, pengukuran dilakukan dengan multimeter dan tang ampere dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Pengukuran tegangan beban fasa R,S dan T



Gambar 7. Pengukuran arus beban fasa R,S dan T

Hasil Pengukuran dan pengujian arus dan tegangan pada beban motor 3 fasa pengukuran dilakukan dengan multimeter dan tang ampere seperti pada gambar sebelumnya adapun untuk melihat data keseluruhan dapat dilihat pada tabel pengukuran yakni sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian beban motor 3 fasa

No	Fasa	Alat		Pengukuran			Tampilan Blynk			
		Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (Vac)	Arus (A)	Daya (Watt)
1.	R	234,2	0,92	38,42	231	0,92	170,01	234,2	0,92	38,42
2.	S	230,1	0,79	55,38	229,2	0,78	143,02	230,1	0,79	55,38
3.	T	233,4	0,93	72,92	232,7	0,94	174,99	233,4	0,93	72,92

Adapun perhitungan dari pengukuran daya pada tabel pengujian beban dengan motor 3 fasa diatas dapat dilihat dibawah ini:

1. Fasa R

$$\begin{aligned}
 P &= V.I.\cos\phi \\
 &= 231 \cdot 0,92 \cdot 0,8 \\
 &= 170,1 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

2. Fasa S

$$\begin{aligned}
 P &= V.I.\cos\phi \\
 &= 229,2 \cdot 0,78 \cdot 0,8 \\
 &= 143 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

3. Fasa T

$$\begin{aligned}
 P &= V.I.\cos\phi \\
 &= 232,7 \cdot 0,94 \cdot 0,8 \\
 &= 174,99 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Analisa *error* pada pengukuran arus dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran arus pada sensor PZEM-004T dengan besar arus sebenarnya pada alat ukur tag ampere.

1. Fasa R

$$\begin{aligned}
 \text{Arus pada Blynk} &= 0,92 \text{ A} \\
 \text{Arus pada Tang Ampere} &= 0,92 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus pada Tang Ampere} \\ &= 0,92 \text{ A} - 0,92 \text{ A} \\ &= 0 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Fasa S

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= 0,79 \text{ A} \\ \text{Arus pada Tang Ampere} &= 0,78 \text{ A} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus pada Tang Ampere} \\ &= 0,06 \text{ A} - 0,04 \text{ A} \\ &= 0,01 \text{ A} \end{aligned}$$

3. Fasa T

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= 0,93 \text{ A} \\ \text{Arus pada Tang Ampere} &= 0,94 \text{ A} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Arus Blynk} - \text{Arus pada Tang Ampere} \\ &= 0,93 \text{ A} - 0,94 \text{ A} \\ &= 0,01 \text{ A} \end{aligned}$$

Analisa *error* pada pengukuran tegangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan pada sensor PZEM-004T dengan besar tegangan sebenarnya pada alat ukur multimeter.

1. Fasa R

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= 234,2 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada Tang Ampere} &= 231 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Tegangan Blynk} - \text{Tegangan Tang Ampere} \\ &= 234,2 \text{ V} - 231 \text{ V} \\ &= 3,2 \text{ V} \end{aligned}$$

2. Fasa S

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= 230,1 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada Tang Ampere} &= 229,2 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Tegangan Blynk} - \text{Tegangan Tang Ampere} \\ &= 230,1 \text{ V} - 229,2 \text{ V} \\ &= 0,9 \text{ V} \end{aligned}$$

3. Fasa T

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= 233,4 \text{ V} \\ \text{Tegangan pada Tang Ampere} &= 232,7 \text{ V} \\ \text{Selisih pengukuran} &= \text{Tegangan Blynk} - \text{Tegangan Tang Ampere} \\ &= 233,4 \text{ V} - 232,7 \text{ V} \\ &= 0,7 \text{ V} \end{aligned}$$

Pengujian software

Pengujian *Software* menggunakan aplikasi *blynk* dilakukan dengan menguji jarak monitoring dan lama waktu pengiriman data ke aplikasi *blynk* tersebut. Tampilan aplikasi *blynk* adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Tampilan aplikasi blynk sebagai monitoring daya 3 fasa

Hasil pengujian data *software* aplikasi ini berupa jarak memonitoring penggunaan daya dan juga lama pengiriman data ke aplikasi blynk dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Pengujian *software*

Jarak	Lama Pengiriman data
>15 Meter s/d 30 Meter	5 detik
<15 Meter	2 detik

Pada data tabel diatas dapat diketahui bahwa jika jarak lebih 15meter tanpa adanya halangan maka pengiriman data ke aplikasi *blynk* hanya membutuhkan waktu 25 detik dan pada jarak kurang dari 15meter tanpa ataupun adanya halangan data yang dikirmkan ke aplikasi hanya membutuhkan waktu 2 detik pengiriman.

KESIMPULAN

Sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT diusulkan dalam penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler dalam proses pengolahan data. Sensor PZEM-004T sebagai pendeteksi tegangan listrik dan arus listrik pada beban. Wemos ESP8266 sebagai kontroler pengiriman data yang diolah oleh Arduino ke aplikasi blynk menggunakan WI-FI. LCD 20x4 digunakan untuk memonitoring arus, tegangan daya pada alat. hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dari sebuah alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT bekerja dengan baik dalam hal Pengukuran tegangan dan arus pada beban listrik yang ditampilkan pada alat dan juga pada aplikasi *blynk*. Dan pengiriman data ke aplikasi *blynk* bisa dilakukan dengan jarak mencapai 30meter dengan waktu pengiriman yang cukup cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Kurniawati, M. H. Kraar, V. N. Amalia, and M. T. Kusaeri, "Peningkatan Akses Air Bersih Melalui Sosialisasi Dan Penyaringan Air Sederhana Desa Haurpugur," *J. Pengabd. dan Peningkatan Mutu Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 136–143, 2020, doi: 10.22219/janayu.v1i2.11784.
- [2] W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 581–586, 2019, [Online]. Available: <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/659/468>
- [3] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 26, 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i2.109138.
- [4] R. T. Hudan, Ivan Safril, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. Elektro*, vol. 08, no. 01, pp. 91–99, 2019.
- [5] B. Prayitno and P. Palupiningsih, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things," *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.
- [6] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [7] A. A. Sinaga and A. Aswardi, "Rancangan Alat Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan Rtc Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 150–157, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.60.
- [8] A. Arfad and O. Candra, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksi Dan Sterilisasi Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler," vol. 4, no. 2, pp. 584–591, 2023.
- [9] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019.
- [10] - Andriana, - Zuklarnain, and H. Baehaqi, "Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T," *J. TIARSIE*, vol. 16, no. 1, p. 29, 2019, doi: 10.32816/tiarsie.v16i1.43.
- [11] S. Nirwan and H. MS, "Rancang Bangun Aplikasi Untuk Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis Pzem-004T," *Tek. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 22–28, 2020.
- [12] C. Wardi Putra and O. Candra, "Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Milkshake Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Chipset*, vol. 3, no. 02, pp. 120–130, 2022, doi: 10.25077/chipset.3.02.120-130.2022.
- [13] M. Hafiz and O. Candra, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.111420.

-
- [14] N. A. Kusuma, "Rancang Bangun Smart Home Menggunakan Wemos D1R2 Arduino Compatible Berbasis ESP-12F," *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, vol. 13, no. April, pp. 15–38, 2018.
- [15] R. Wahyuni, A. Rickyta, U. Rahmalisa, and Y. Irawan, "Home security alarm using wemos D1 and HC-SR501 sensor based telegram notification," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 3, pp. 200–204, 2021, doi: 10.18196/jrc.2378.
- [16] A. Jayadi and D. Saputra, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air Pada Reservoir Berbasis Internet Of Things," *J. ICTEE*, vol. 3, no. 2, pp. 23–32, 2023.
- [17] A. Mudawari, "Konverter Dc-Dc Penurun Tegangan Dua Fasa," *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 1, pp. 19–24, 2021, doi: 10.35313/energi.v11i1.3500.