

PERANCANGAN SISTEM MONITORING TEGANGAN, ARUS, DAYA, FAKTOR DAYA, DAN FREKUENSI PADA LISTRIK AC SATU PHASA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Sefrizal Eka Putra¹, Sapto Nisworo², Ika Setyowati³

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar
Jln. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara

¹sefrizaleka9@gmail.com, ²saptonisworo@untidar.ac.id, ³ikasetyowati@untidar.ac.id

INTISARI

Intisari - Fokus penelitian ini yaitu sistem monitoring parameter kelistrikan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem monitoring kelistrikan yang dapat diakses dimanapun secara real time membantu seorang yang bertanggung jawab akan kualitas tenaga listrik yang digunakan pada plant dalam memutuskan tindakan. Pengukuran parameter kelistrikan AC dilakukan dengan menggunakan sensor diantaranya sensor ZMPT 101B untuk mengukur tegangan, sensor ACS712 untuk mengukur arus, sensor PZEM-004T untuk mengukur faktor daya, dan rangkaian zero crossing detector untuk mengukur frekuensi. Semua sensor terhubung dengan Arduino nano sebagai pusat pengendali utama, yang nantinya dikirim secara serial ke Wemos D1 Mini agar data pengukuran dapat dikirim ke Internet of Things. Hasil pengujian diperoleh bahwa nilai kesalahan atau error value yang didapat pada sistem ini yaitu sebesar 0,68% untuk pengujian sensor tegangan, 4,68% untuk pengujian sensor arus, 1% untuk sensor frekuensi, 7,66% untuk nilai daya dan 5,12% untuk sensor faktor daya. Penggunaan platform blynk sebagai penyimpan dan interface Internet of Things berfungsi dengan baik, yaitu dengan tanpa terjadinya packet loss data dan sedikitnya nilai delay/latency data yang terjadi yaitu sebesar 84,5 ms. Penggunaan Wemos D1 Mini sebagai media pengirim ke Internet of Things berfungsi dengan baik yaitu dapat diaksesnya jaringan WiFi sampai jarak maksimal 147 m dengan kekuatan sinyal -96 dBm.

Kata kunci - Sistem Monitoring Real Time, Arduino Nano, Wemos D1 Mini, Sensor Parameter Kelistrikan, Blynk

ABSTRACT

Abstract – The focus of this research is an electrical parameter monitoring system based on Internet of Things (IoT). An electrical monitoring system that can be accessed anywhere in real time helps a person who is responsible for the quality of electric power used in the plant in deciding what action to take. Measurement of AC electrical parameters is carried out using sensors including the ZMPT 101B sensor to measure voltage, ACS712 sensor to measure current, PZEM-004T sensor to measure power factor, and a zero crossing detector circuit to measure frequency. All sensors are connected to the Arduino nano as the main control center, which is then sent serially to the Wemos D1 Mini so that measurement data can be sent to the Internet of Things. The test results show that the error value obtained in this system is 0.68% for voltage sensor testing, 4.68% for current sensor testing, 1% for frequency sensors, 7.66% for power values and 5.12% for the power factor sensor. The use of the blynk platform as a storage and Internet of Things interface functions well, with no packet loss data occurring and at least the value of data delay/latency that occurs is 84.5 ms. The use of Wemos D1 Mini as a sending medium to the Internet of Things works well, namely that it can access a Wi-Fi network up to a maximum distance of 147 m with a signal strength of -96 dBm.

Keywords - Real Time Monitoring System, Arduino Nano, Wemos D1 Mini, Electrical Parameter Sensor, Blynk

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri di Indonesia menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Hal ini dapat dilihat dari kebutuhan listrik Indonesia pada tahun 2018 sebesar 1,06 MWH/kapita meningkat menjadi 1,08 MWH/kapita pada tahun 2019 dan meningkat kembali menjadi 1,09 MWH/kapita pada tahun 2020. Menanggapi hal

tersebut seluruh dunia mengedepankan konservasi terhadap energi listrik sehingga sistem tenaga listrik harus dibuat seefisien mungkin. Hal ini menyebabkan seorang manager harus bisa memutuskan setiap saat berdasarkan data pengukuran parameter energi listrik. Fasilitas yang memungkinkan seseorang untuk memonitoring data pengukuran parameter listrik secara jarak jauh dan

secara *real time* adalah menggunakan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). Hal ini dikarenakan perkembangan industri di Indonesia saat ini masuk ke era 4.0 yang dipacu oleh perkembangan *Internet of Things* (IoT) [1]. Adanya pemantauan tegangan, arus, daya, dan frekuensi energi listrik secara *real time* ini diharapkan dapat dianalisis tindakan apa yang akan dilakukan dan kapan akan dilakukan proses perawatan terhadap suatu plant.

Dalam suatu plant tenaga listrik parameter yang digunakan sangat banyak. Parameter ini dapat berupa tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi dengan fungsinya masing-masing. Salah satunya adalah faktor daya, faktor daya sangat berpengaruh dalam sistem tenaga listrik. Menurunnya kualitas faktor daya merupakan suatu masalah yang dapat menyebabkan kerugian bagi konsumen yang menggunakan energi listrik. Kerugian ini berupa terjadinya drop tegangan pada sistem sehingga dapat menyebabkan efisiensi tenaga listrik dan kapasitas daya menjadi menurun, sedangkan kerugian yang dirasakan provider layanan tenaga listrik harus menyediakan suplai daya yang lebih besar ke sistem [2].

Perangkat pada platform IoT merupakan suatu alternatif yang dipilih oleh industri dengan tujuan untuk mengoptimalkan dalam penyimpanan data serta dalam pengontrolan maupun pengendalian sebuah sistem dengan respon waktu yang sangat cepat (tanpa delay). Penggunaan IoT memungkinkan perusahaan dapat memantau dan mengontrol kapanpun dan dimanapun semua proses di industri. Oleh karena itu, penggunaan IoT dapat berpotensi dalam meningkatkan kualitas produksi dan produktivitas karyawan. Hal ini menjadi salah satu keunggulan IoT. IoT masih terdapat kekurangan dalam pengiriman data yang masih terjadi keterlambatan baik data yang dikirim maupun data yang diterima, namun keterlambatan ini masih lebih cepat daripada operator atau karyawan mengecek satu persatu sistem yang ada dengan berpindah tempat secara manual. Sistem pemantauan merupakan hal yang sangat diperhatikan [3].

Amani, dkk (2021) melakukan penelitian tentang monitoring arus dan tegangan pada transformator menggunakan sensor arus SCT-013000 dan sensor tegangan ZMPT101B. Berdasarkan penelitian ini didapat nilai error sebesar 0,686% untuk sensor tegangan dan 2,367% untuk sensor arus. Sistem monitoring tegangan dan arus berbasis arduino ini menggunakan *Internet of Things*. Penelitian ini menggunakan Modul GSM SIM800L mengirimkan data yang didapatkan oleh

arduino ke API melalui internet kemudian dikirimkan ke antarmuka android. Sistem monitoring ini masih terdapat keterlambatan yang tinggi yaitu sebesar satu menit sehingga pemantauan tegangan dan arus tidak dapat dilakukan secara *real time* [4].

Monitoring tegangan pada konsumsi daya rumah tangga berguna untuk mengetahui konsumsi daya pada rumah tangga. Sistem monitoring dapat dilakukan dengan menggunakan bluetooth dengan bantuan antarmuka android. Teknologi bluetooth terdapat kelemahan yaitu pada jarak kerjanya, bluetooth hanya bisa bekerja dalam jarak maksimal 10 meter sehingga sistem pemantauan daya hanya dapat dilakukan dengan jarak yang sangat terbatas [5].

Sistem monitoring tegangan dan arus berbasis arduino dapat dilakukan dengan menggunakan microSD sebagai tempat penyimpanannya, sehingga operator dapat melihat data pemantauan. Sistem pemantauan dengan menggunakan microSD sebagai tempat penyimpanan tidak efektif karena operator perlu untuk bolak-balik ke tempat pemantauan untuk mengambil data pada microSD untuk melihat data yang terekam [6].

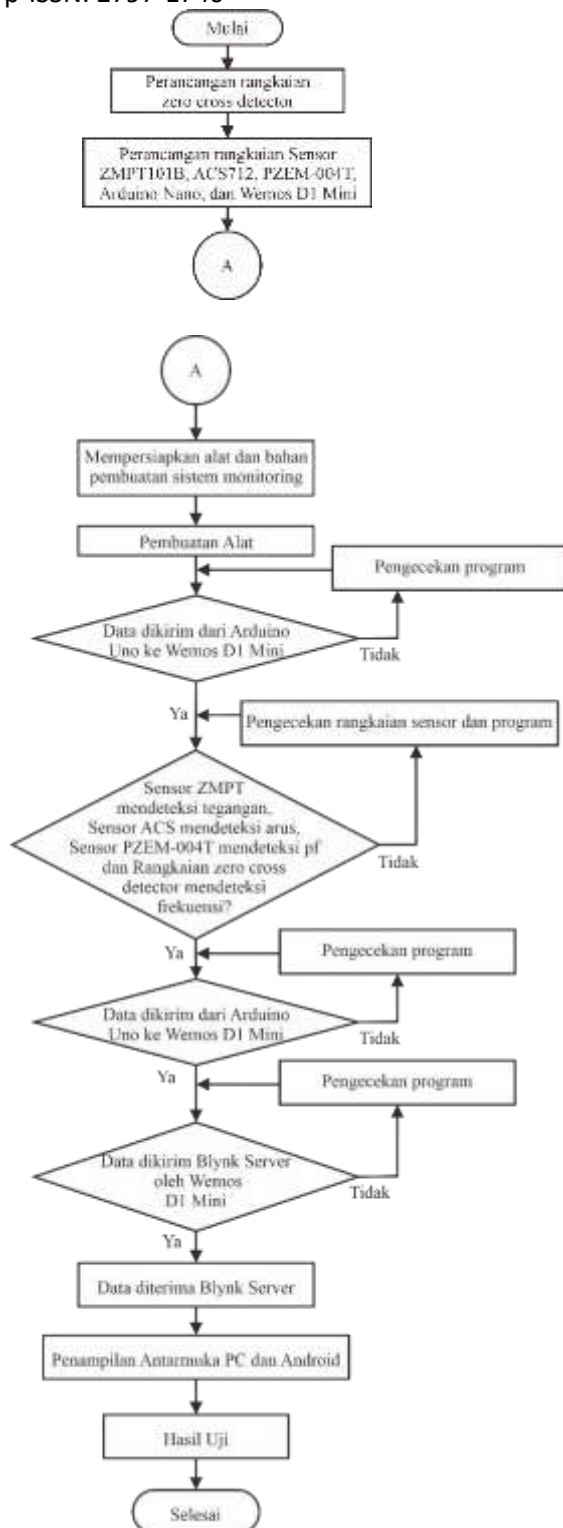
Berdasarkan hasil kajian diatas sistem monitoring tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi pada listrik satu fasa diperlukan *Internet of Things* (IoT) dengan metode yang tepat untuk mempermudah sistem monitoring dimana saja dan kapan saja serta memperbaiki keterlambatan pengiriman data pada sistem sehingga proses pemantauan dapat dilakukan secara *real time* dan ketepatan pada pengukuran terhadap parameter tersebut.

METODE

Metode penelitian ini menjelaskan cara penyelesaian yang akan dilakukan oleh penulis dalam penyusunan laporan penelitian.

A. Diagram alir perencanaan sistem

Diagram alir perencanaan sistem monitoring tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi pada listrik satu fasa berbasis *Internet of Things* ditunjukkan pada Gambar 1, sebagai berikut:



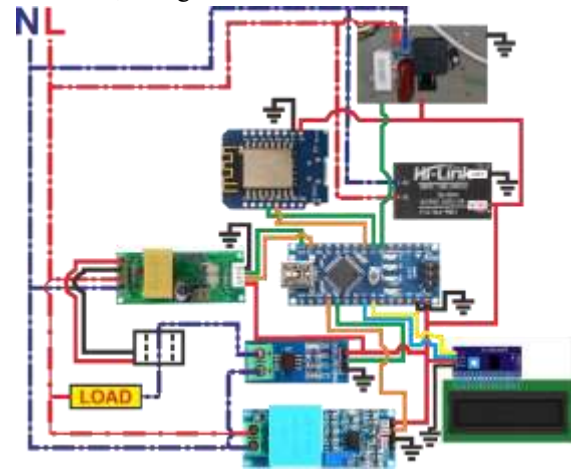
Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

B. Perancangan alat

1. Rangkaian keseluruhan

Penelitian ini menggunakan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangan, sensor ACS712 untuk mengukur arus, sensor PZEM-004T untuk mengukur faktor daya, dan *zero crossing detector* untuk mengukur frekuensi. Arduino Nano digunakan untuk mengolah data pengukuran sensor, Arduino Nano

dihubungkan dengan Wemos D1 Mini untuk menyambungkan perangkat dengan Blynk sehingga dapat ditampilkan pada antarmuka PC dan android. Rangkaian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 2, sebagai berikut:



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Daya, Faktor Daya, dan Frekuensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tugas akhir dalam pembuatan sistem monitoring tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi pada listrik AC satu fasa berbasis *Internet of Things* diperlukan data dalam proses penyusunan laporan penelitian. Data penelitian dan pembahasan yang diperlukan dalam penyusunan laporan penelitian ini antara lain:

A. Realisasi Perangkat

Hasil pembuatan sistem monitoring tegangan, arus, daya, frekuensi, dan faktor daya yang sudah jadi beserta penjelasan tiap bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar 3, sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil pembuatan sistem monitoring tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi yang sudah jadi beserta penjelasan tiap bagian-bagiannya

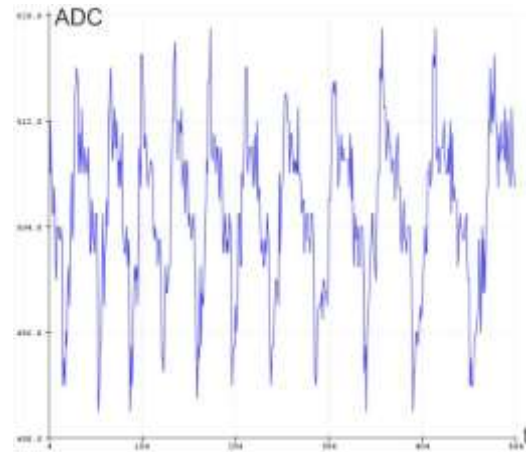
B. Pengujian Alat

Data yang diperoleh dalam pengujian alat sistem monitoring tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi pada listrik AC satu phasa berbasis *Internet of Things*, sebagai berikut:

1. Pengujian sensor tegangan

Pengujian sensor tegangan ZMPT 101B dilakukan dengan cara mengkalibrasi nilai ADC yang terukur oleh sensor tegangan ZMPT 101B dengan tegangan yang diukur oleh voltmeter digital.

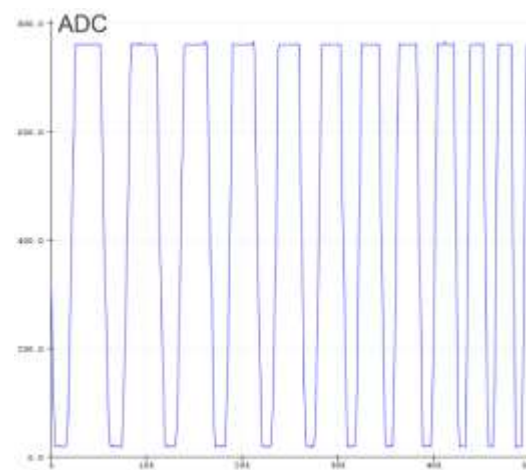
Nilai ADC yang terbaca oleh sensor tegangan ZMPT 101B akan membentuk suatu gelombang. Gelombang ini dapat dilihat di serial plotter pada software arduino IDE. Bentuk gelombang saat nilai tegangan yang masuk adalah 0 volt ditunjukkan oleh Gambar 4, sebagai berikut:



Gambar 4. Serial plotter nilai ADC dari ZMPT

101B ketika 0 V Pengambilan nilai ADC Arduino Nano dengan cara membaca nilai ADC yang ditampilkan di serial plotter pada software arduino IDE yang nantinya akan dikonversi nilai ADC yang terbaca arduino nano dengan nilai tegangan.

Bentuk gelombang saat nilai tegangan yang masuk adalah 237 volt ditunjukkan oleh Gambar 5, sebagai berikut:



Gambar 5. Serial plotter nilai ADC dari ZMPT

101B ketika 237 V

Setelah dilakukan pengambilan data pada serial plotter dan monitor maka didapat data kalibrasi. Data kalibrasi sensor tegangan ditunjukkan pada Tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Data kalibrasi sensor tegangan

No	Voltmeter digital (V)	Nilai ADC
1	0	502
2	237	761

Perhitungan ADC yang terjadi pada arduino nano untuk sensor tegangan sesuai dengan Persamaan 1 resolusi ADC arduino yaitu 10 bit dengan referensi tegangan 5 V, persamaan menjadi

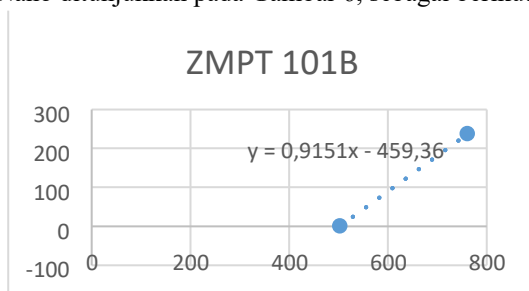
Resolusi ADC

ADC yang terdeteksi

$$\frac{\text{.....(1)}}{\text{Tegangan Sistem}} = \frac{\text{.....}}{\text{Nilai Analog yang terukur}}$$

$$\frac{1023}{5V} = \frac{761}{\text{Nilai Analog yang terukur}}$$

Nilai analog yang terukur = $\frac{761}{1023} \times 5V = 3,72$ volt
Setelah didapat nilai ADC dan nilai dari tegangan yang terukur oleh voltmeter, selanjutnya data diolah di Microsoft Excel untuk mendapatkan persamaan garis linear dari pembacaan nilai tegangan dengan nilai ADC. Hasil persamaan garis antara nilai tegangan yang diukur voltmeter dan nilai ADC yang terukur oleh Arduino Nano ditunjukkan pada Gambar 6, sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram pembacaan nilai tegangan pada voltmeter dengan nilai ADC

Berdasarkan grafik dapat diperoleh persamaan garis yang ditunjukkan pada Persamaan 4.1, sebagai berikut:

$$y = 0,9151x - 459,36 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan: y = nilai

V rms x = nilai ADC

puncak

Setelah sensor ZMPT 101B dikaliberasi maka dilakukan pengujian terhadap pembacaan tegangan untuk mengetahui nilai kesalahan atau error yang terjadi pada sensor. Data pengujian sensor tegangan ditunjukkan pada Tabel 4.2, sebagai berikut:

Tabel 2. Data pengujian sensor tegangan

No	Sensor tegangan (V)	Voltmeter digital (V)	Nilai error (%)
1	202	200	1
2	210	209	0,47
3	223	225	0,88
4	234	232,5	0,64
5	235	236	0,42

Berdasarkan Tabel 2, nilai error dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3 berikut:

Error value =

$$|\text{Pengukuran perangkat} - \text{Pengukuran alat ukur} \times 100\%|$$

$$\frac{\text{Pengukuran alat ukur}}{\text{.....(3)}}$$

$$\text{Error value 1} = \frac{200}{210-209} |202-200 \times 100\%| = 1\%$$

$$\text{Error value 2} = \frac{209}{223-224} | \times 100\%| = 0,47\%$$

$$\text{Error value 3} = \frac{220}{234-232,5} | \times 100\%| = 0,88\%$$

$$\text{Error value 4} = | \times 100\%| = 0,64\%$$

$$\text{Error value 5} = \frac{232,5}{235-236} | \times 100\%| = 0,42\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai kesalahan atau error value dapat ditarik rata-rata kesalahan, sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata error value} = 0,68\%$$

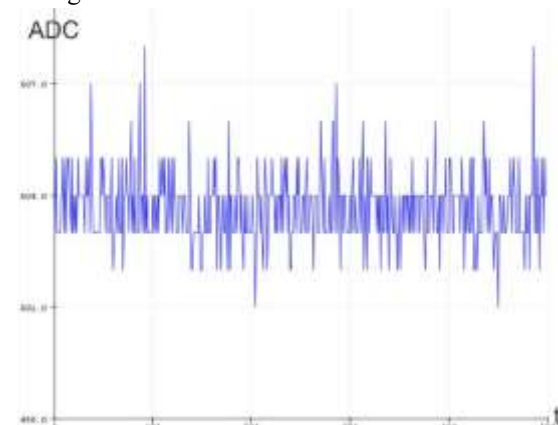
Perbandingan pengukuran tegangan antara sensor tegangan dengan voltmeter ditunjukkan pada Gambar 7, sebagai berikut:



Gambar 7. Perbandingan pengukuran tegangan antara sensor tegangan dan voltmeter

2. Pengujian sensor arus Pengujian sensor arus ACS 712 dilakukan dengan cara mengkalibrasi nilai ADC yang terukur oleh sensor arus ACS 712 dengan arus yang diukur oleh clampmeter digital.

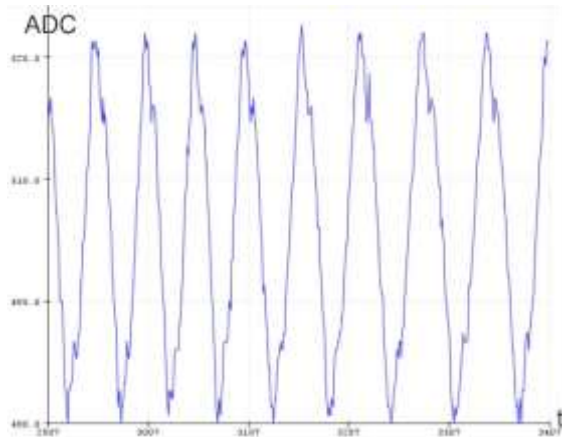
Nilai ADC yang terbaca oleh sensor arus ACS 712 akan membentuk suatu gelombang. Gelombang ini dapat dilihat di serial plotter pada software arduino IDE. Bentuk gelombang saat nilai tegangan yang masuk adalah 0 ampere ditunjukkan oleh Gambar 8, sebagai berikut:



Gambar 8. Serial plotter nilai ADC dari ACS 712 ketika 0 V

Pengambilan nilai ADC Arduino Nano dengan cara membaca nilai ADC yang ditampilkan di serial plotter pada software arduino IDE yang nantinya akan dikonversi nilai ADC yang terbaca arduino nano dengan nilai arus.

Bentuk gelombang saat nilai tegangan yang masuk adalah 0,9 ampere ditunjukkan oleh Gambar 9 , sebagai berikut:



Gambar 9. Serial plotter nilai ADC dari ACS 712 ketika 0,9 V

Setelah dilakukan pengambilan data pada serial plotter maka didapat data kalibrasi. Data kalibrasi sensor arus ditunjukkan pada Tabel 3, sebagai berikut:

Tabel 3. Data kalibrasi sensor arus

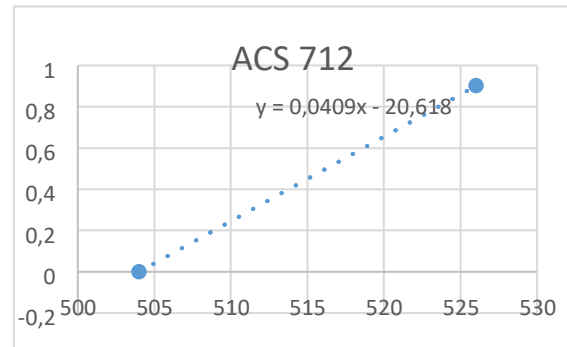
No	Clampmeter digital (A)	Nilai ADC
1	0	504
2	0,9	526

Perhitungan ADC yang terjadi pada arduino nano untuk sensor tegangan sesuai dengan Persamaan 1 apabila resolusi ADC arduino yaitu 10 bit dengan referensi tegangan 5 V, persamaan menjadi:

$$\frac{1023}{5V} = \frac{526}{\text{Nilai Analog yang terukur}}$$

Nilai analog yang terukur = $\frac{426 \times 5V}{1023} = 2,08 \text{ volt}$

Setelah didapat nilai ADC dan nilai dari arus yang terukur oleh clampmeter digital, selanjutnya data diolah di Microsoft Excel untuk mendapatkan persamaan garis pembacaan nilai arus dengan nilai ADC. Hasil persamaan garis antara nilai tegangan yang diukur clampmeter dan nilai ADC yang terukur oleh Arduino Nano ditunjukkan pada Gambar 10, sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram nilai tegangan yang diukur clampmeter dan nilai ADC

$$y = 0,0409x - 20,618 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

y = nilai I rms x =

nilai ADC puncak

Setelah sensor ACS 712 dikalibrasi maka dilakukan pengujian terhadap pembacaan tegangan untuk mengetahui nilai kesalahan atau error yang terjadi pada sensor. Data pengujian sensor tegangan ditunjukkan pada Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4. Data pengujian sensor tegangan

No	Sensor arus (A)	Clampmeter digital (V)	Beban	Nilai error (%)
1	0,92	0,90	Motor 1 phasa	2,22
2	0,76	0,70	Kulkas	8,57
3	0,15	0,14	Kipas angin	7,14
4	1,14	1,15	Motor 1 phasa	0,86

Berdasarkan Tabel 4, nilai error dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$\text{Error value 1} = \left| \frac{0,92 - 0,90}{0,90} \times 100\% \right| = 2,22\%$$

$$\text{Error value 2} = \left| \frac{0,76 - 0,70}{0,70} \times 100\% \right| = 8,57\%$$

$$\text{Error value 3} = \left| \frac{0,15 - 0,14}{0,14} \times 100\% \right| = 7,14\%$$

$$\text{Error value 4} =$$

$$\left| \frac{1,14 - 1,15}{1,15} \times 100\% \right| = 0,86\%$$

237

Berdasarkan perhitungan nilai kesalahan atau error value dapat ditarik rata-rata kesalahan, sebagai berikut:

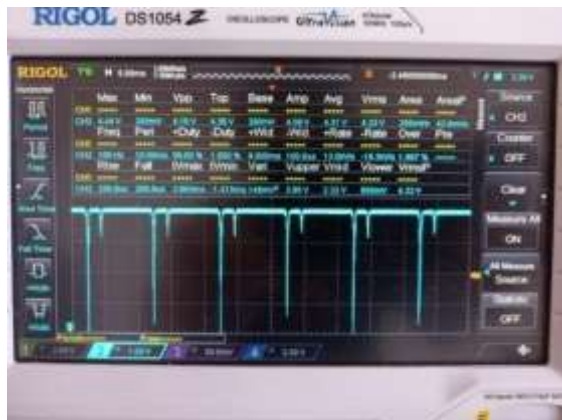
$$\text{Rata - rata error value} = 4,68\%$$

Perbandingan pengukuran tegangan antara sensor tegangan dengan voltmeter ditunjukkan pada Gambar 11, sebagai berikut:



Gambar 11. Perbandingan pengukuran arus antara sensor arus dan clampmeter

3. Pengujian sensor frekuensi Pengujian sensor frekuensi *zero crossing detector* dilakukan dengan cara melihat bentuk gelombang output dari rangkaian *zero crossing detector* terlebih dahulu. Gelombang output dari rangkain *zero crossing detector* dan pengukuran frekuensi menggunakan osiloscope ditunjukkan pada gambar 12, sebagai berikut



Gambar 12. Gelombang output dari rangkain *zero crossing detector* dan pengukuran frekuensi menggunakan osiloscope

Berdasarkan Gambar 12 dapat diketahui nilai frekuensi dari osiloscope adalah 100 Hz. Frekuensi yang ditunjukkan oleh osiloscope harus dibagi 2 terlebih dahulu agar menunjukkan frekuensi pada kenyataannya, Hal ini disebabkan oleh karakteristik dari rangkaian *zero crossing detector* yang mendeteksi ketika terjadi perpotongan di nilai 0. Satu gelombang terdapat 2 zero crossing sehingga jika osiloscope mendeteksi nilai frekuensi sebesar

100 Hz maka nilai frekuensi pada kenyataannya adalah 50 Hz.

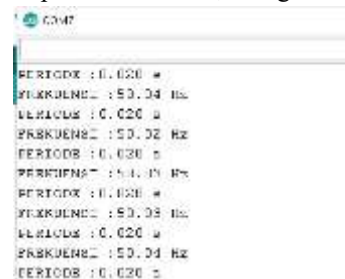
Setelah diketahui bahwa bentuk gelombang output dari rangkaian *zero crossing detector* adalah benar, selanjutnya dilakukan pemrograman pada software arduino IDE. Pemrograman ini berisi perhitungan periode dan frekuensi terhadap gelombang *zero crossing detector*. Nilai periode dapat diperoleh dengan cara menghitung waktu antar *zero crossing* yang terjadi. Setelah didapat periode dilakukan perhitungan frekuensi sesuai dengan Persamaan 5, sebagai berikut:

$$frekuensi = \frac{1}{periode} \dots\dots\dots(5)$$

$$frekuensi = \frac{1}{0,020}$$

$$= 50 \text{ Hz}$$

Hasil dari perhitungan periode dan frekuensi dapat dilihat pada Gambar 13, sebagai berikut:



Gambar 13. Serial monitor hasil dari perhitungan periode dan frekuensi

Nilai frekuensi dari output rangkaian *zero crossing detector* perlu dibandingkan dengan nilai frekuensi yang terukur oleh alat ukur *Power Quality Analyzer*. Data pengujian sensor frekuensi ditunjukkan pada Tabel 5, sebagai berikut:

Tabel 5. Data pengujian sensor frekuensi

No	Sensor Frekuensi	<i>Power Quality Analyzer</i>	Nilai error (%)
1	50	49	2
2	50	50	0
3	49	50	2

Berdasarkan Tabel 5, nilai error dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3berikut:

$$Error \text{ value } 1 = \left| \frac{50 - 49}{50} \times 100\% \right| = 2\%$$

$$Error \text{ value } 2 = \left| \frac{49 - 50}{50} \times 100\% \right| = 2\%$$

$$Rata - rata \text{ error value} = 1\%$$



Gambar 14. Perbandingan pengukuran frekuensi menggunakan *zero crossing detector* dengan pengukuran frekuensi menggunakan *Power Quality Analyzer*

4. Pengujian sensor faktor daya

Pengujian sensor PZEM-004T dilakukan dengan cara membandingkan nilai faktor daya yang terukur oleh sensor PZEM-004T dengan nilai faktor daya yang terukur oleh alat ukur Power Quality Analyzer. Sensor PZEM dapat memperoleh nilai faktor daya karena sensor PZEM-004T dapat mengukur sudut beda fasa antara fasa tegangan dan fasa arus kemudian data pengukuran tersebut dapat diperoleh Arduino Nano dengan cara komunikasi secara serial antara sensor PZEM-004T dengan arduino nano.

Data pengujian sensor faktor daya ditunjukkan pada Tabel 6, sebagai berikut:

No	Sensor PZEM 004T	Power Quality Analyzer	Beban	Nilai error (%)
1	0,51	0,55	Motor 1 fasa	7,27
2	0,99	0,96	Kipas angin	3,12

Berdasarkan Tabel 4.6, nilai error dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3 berikut: *Error value 1* = $|0,51-0,55| \times 100\% = 7,27\%$ *Error value 2* = $|0,99-0,96| \times 100\% = 3,12\%$

Rata – rata error value = 5,19%

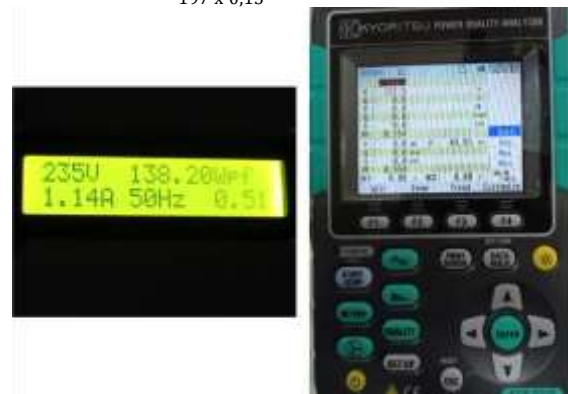
Nilai faktor daya yang terbaca oleh PZEM004T sesuai dengan turunan Persamaan 6 [7], sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I} \dots\dots\dots(6)$$

1. Data 1 $\cos \varphi 1 = \frac{138,5}{235 \times 1,14} = 0,51$

2. Data 2

$$\cos \varphi 1 = \frac{29,2}{197 \times 0,15} = 0,99$$



Gambar 15. Perbandingan pengukuran faktor daya menggunakan sensor PZEM-004T dengan pengukuran faktor daya menggunakan *Power Quality Analyzer*

5. Pengujian nilai daya

Nilai daya yang diukur adalah daya nyata (active power) yang diperoleh dengan cara mengalikan nilai dari tegangan, arus, dan nilai faktor daya yang terbaca oleh masing-masing sensor sesuai dengan Persamaan 6. Data pengujian nilai daya ditunjukkan pada Tabel 7, sebagai berikut:

Tabel 7. Data pengujian nilai daya

No	Nilai daya oleh perangkat dari perhitungan	Nilai daya oleh alat ukur dari perhitungan	Beban	Nilai error (%)
1	138,20	148,12	Motor 1 fasa	6,69
2	29,1	29,2	Kipas angin	8,63

Error value 1 = $|138,20-148,12| \times 100\% = 6,69\%$
Error value 2 = $|29,2-26,88| \times 100\% = 8,63\%$

Rata – rata error value = 7,66%



Gambar 16. Perbandingan pengukuran daya nyata (active power) menggunakan perangkat dengan pengukuran daya nyata (active power) menggunakan *Power Quality Analyzer*

6. Pengujian pemrograman Pengujian pemrograman terdiri dari pengujian program sensor tegangan, sensor arus, sensor frekuensi, sensor faktor daya, komunikasi serial, dan pemrograman untuk konektivitas *Internet of Things* (IoT). Pemrograman diperlukan juga untuk mendapatkan nilai daya yaitu hasil perkalian nilai tegangan dan nilai arus. Pengujian dapat dikatakan berhasil jika hasil pembacaan sensor sudah sesuai dengan pembandingnya, data dapat terkirim secara serial dari arduino nano ke wemos D1 mini, dan data yang diterima oleh wemos D1 mini dapat terkirim ke *Internet of Things* (IoT). Data pengujian pemrograman ditunjukkan pada Tabel 8, sebagai berikut:

Tabel 8. Data pengujian pemrograman

No	Pengujian Pemrograman	Hasil	
		Gagal	Berhasil
1	Sensor tegangan	-	V
2	Sensor arus	-	V
3	Nilai daya	-	V
4	Sensor frekuensi	-	V
5	Sensor faktor daya	-	V
6	Komunikasi serial arduino nano ke wemos D1 mini	-	V
7	Konektivitas Wemos D1 mini dengan <i>Internet of Things</i> (IoT)	-	V

7. Pengujian interface

Pengujian *interface* dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah didapat oleh masing-masing sensor dapat ditampilkan pada *interface* yang digunakan. Pengujian *interface* meliputi pengujian *interface* blynk yang ditunjukkan pada Gambar 17 dan pengujian *interface* LCD yang ditunjukkan oleh Gambar 18, sebagai berikut:



Gambar 17. Pengujian *interface* blynk



Gambar 18. Pengujian *interface* meliputi pengujian LCD

8. Pengambilan data pada *Internet of Things*

Pengambilan data pengukuran pada *Internet of Things* (IoT) dilakukan pada salah satu instalasi rumah tangga yang bertempat di Desa Rejosari, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang berdaya 900 VA. Pengambilan sampel data dilakukan setiap menit dalam dua hari atau 48 jam dengan total parameter berjumlah 5 sehingga jumlah data setiap parameter adalah

2880 data. Data pengambilan data pengukuran pada *Internet of Things* (IoT) ditunjukkan pada Tabel 9 berikut

Tabel 9. Data pengambilan data pada IoT

Senin, 28 Februari 2022							
No	V	I	P	f	pf	Time	P asli
1	232	0,2	34,3	50	0,74	05.45	35
2	221	0,11	16,8	49	0,69	09.45	18
3	220	0,72	90,4	49	0,57	13.45	95
4	224	0,97	167	49	0,77	17.45	185
5	225	1,02	184	49	0,8	21.45	185
Selasa, 1 Maret 2022							
6	229	0,81	139	49	0,75	01.45	140
7	226	0,25	42,4	49	0,75	05.45	44
8	221	0,76	99,1	49	0,59	09.45	100
9	222	0	0	49	0	13.45	0
10	225	0,8	122	49	0,68	17.45	120
11	227	0,63	112	50	0,78	21.45	120
Rabu, 2 Maret 2022							
12	229	0,81	122	49	0,66	01.45	135
13	224	0,25	43,7	50	0,78	05.44	44

9. Pengujian *Quality of Services* (QoS)

a. Pengujian *packet loss data*

Pengujian *packet loss data* sesuai dengan persamaan 7

Paket Loss

$$= \left| \frac{jml \text{ data dikirim} - jml \text{ data diterima}}{jml \text{ data yang dikirim}} \times 100\% \right| \dots\dots\dots (7)$$

Paket Loss/parameter

$$= \left| \frac{2880 - 2880}{2880} \times 100\% \right| = 0\%$$

b. Pengujian *delay* atau *latency data*

Pengujian *delay* atau *latency data* sesuai dengan persamaan 8

Rata – rata *delay*

$$= \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket data yang diterima}} \dots\dots\dots (8)$$

Rata – rata *error delay*

$$= \frac{80+104+83+86+85+85+82+79+77}{8} = 84,5 \text{ ms}$$

c. Pengujian radius jaringan Wi-Fi pada Wemos D1 Mini

Pengujian radius jaringan Wi-Fi pada Wemos D1 Mini dilakukan dengan cara menggunakan program tester kekuatan koneksi sinyal router atau program wifi.rssi. Data pengujian radius jaringan Wi-Fi pada Wemos D1 Mini ditunjukkan tabel 20 berikut

Tabel 10. Data pengujian radius jaringan Wi-Fi pada Wemos D1 Mini

Radius Wemos dengan sumber internet (m)	Kualitas sinyal Wi-Fi pada Wemos D1 Mini (dBm)
9	-75,9
42	-84,56666667
102	-90
147	-96

Berdasarkan data pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa kualitas sinyal Wi-Fi yang tertangkap Wemos D1 mini mempunyai batas radius maksimal yaitu 147 m dengan nilai kualitas sinyal -96 dBm.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian beserta pengujian yang sudah dilakukan, penelitian “Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Daya, Faktor Daya, dan Frekuensi pada Listrik AC Satu Fasa Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, penulis menarik kesimpulan, bahwa:

1. Performa sistem monitoring tegangan, arus, daya, frekuensi dan faktor daya dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dari nilai kesalahan atau error value yang kecil. Nilai kesalahan atau error value yang didapat pada sistem ini yaitu sebesar 0,68% untuk pengujian sensor tegangan, 4,68% untuk pengujian sensor arus, 1% untuk sensor frekuensi, 7,66% untuk nilai daya dan 5,12% untuk sensor faktor daya.
2. Penggunaan platform blynk sebagai penyimpan dan *interface Internet of Things* berfungsi dengan baik, yaitu dengan tanpa terjadinya *packet loss data* dan sedikitnya nilai *delay/latency data* yang terjadi yaitu sebesar 84,5 ms.
3. Penggunaan Wemos D1 Mini sebagai media pengirim ke *Internet of Things* berfungsi dengan baik yaitu dapat diaksesnya jaringan Wi-Fi sampai jarak maksimal 147 m dengan kekuatan sinyal -96 dBm.

REFERENSI

- [1] S. W. Jadmiko, D. N. Suharno, and S. K. Nugraha, “Aplikasi *Internet of Things* (IoT) untuk Pemantauan Simulator Plant Berbasis PLC – Web Server,” pp. 28–33, 2020.

- [2] M. A. Alipudin and et. al, "Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis *Internet of Things* (IOT)," *J. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [3] M. Zaini, S. Safrudin, and M. Bachrudin, "Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 139, 2020, doi: 10.24912/tesla.v0i0.9081.
- [4] H. Kurnia and T. Nur, "Rancangan Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Pada PHB-TR Dan Suhu Pada Transformator Menggunakan Arduino Berbasis Mobile," pp. 1–5.
- [5] S. Banerjee, A. Chowdhury, A. Roy, S. Laskar, S. Sarkar, and A. Das, "Real-time monitoring and control of consumed power for household appliances using arduino uno through bluetooth and android application," *Proc. Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2019*, vol. 2019April, no. Icoei, pp. 529–533, 2019, doi: 10.1109/icoei.2019.8862528.
- [6] J. P. G. A. Siwabessy, K. Ui, and M. Kuliah, "POLITEKNIK NEGERI JAKARTA Soal-Soal :," no. 021, pp. 21–22, 2021.
- [7] I. Anugrah, "Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B," pp. 1–80, 2017, [Online]. Available: <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/60197>.