

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL GAGAL FASA LISTRIK 3 PHASE BERBASIS IoT

Raihan Dari Wiguna¹, Suhanto², Wasito Utomo³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: raihan.wiguna55@gmail.com

Abstrak

Sistem tiga fasa banyak digunakan pada jaringan listrik yang disediakan oleh PLN mulai dari genset hingga tegangan rendah. Situasinya adalah teknisi mengetahui bahwa hanya satu komponen yang gagal, tetapi ia tidak dapat menentukan komponen R, S, atau T mana yang hilang. Kegagalan komponen mengakibatkan tegangan tidak seimbang dan dapat merusak peralatan. Jika terjadi masalah, alat ini memutus aliran listrik dan membunyikan alarm sehingga teknisi dapat dengan cepat memperbaiki bagian yang rusak tersebut.

Perancangan alat praktikum untuk lulusan perguruan tinggi ini menggunakan metode studi kepustakaan dan metode eksperimen. Tinjauan pustaka dilakukan dengan tujuan untuk menemukan data empiris yang relevan dengan pertanyaan atau masalah yang diidentifikasi dan memeriksa sumber teks tertulis sebelumnya. Metode eksperimen ini diimplementasikan dalam desain blockchain dan perangkat lunak. Dengan meneliti desain dan produksi alat ini, diharapkan dapat menemukan timeline dan program yang sesuai dengan tugas dan tujuan penelitian ini. Dengan desain ini, jika terjadi kegagalan komponen, rangkaian diaktifkan sehingga kontaktor diaktifkan dan pemutus sirkuit dan proteksi diaktifkan untuk mematikan catu daya.

Hasil pembahasan dan kesimpulan dari draft ini, ketika terjadi error maka tombol “reset” pada aplikasi monitoring digunakan untuk mereset proteksi untuk memulihkan perangkat. Menggunakan beban motor 3 fasa, arus, tegangan dan daya dapat dibaca dari sensor PZEM-004T dan dipantau secara online, dan perbedaan arus pada avometer adalah 1,48A dan sensor adalah 1,46A dan arus yang mengalir ke Beban ditulis 1.88A. Kontaktor bekerja saat relay menerima perintah dari Arduino nano dengan waktu yang cepat yaitu : 1,60 detik pada percobaan pertama, 1,72 detik pada percobaan kedua dan 1,68 detik pada percobaan ketiga.

Kata Kunci : PZEM-004T, *Buzzer*, Sistem Tiga Fasa, Kelistrikan, Proteksi

Abstract

Three-phase systems are widely used in the electricity network provided by PLN, from generators to low voltages. The situation is that the technician knows that only one component has failed, but he cannot determine which R, S, or T component is missing. Component failure results in unbalanced voltages and can damage equipment. If a problem occurs, it cuts off the power supply and sounds an alarm so that a technician can quickly repair the damaged part.

The design of practicum tools for university graduates uses the literature study method and the experimental method. The literature review is carried out with the aim of finding empirical data relevant to the identified questions or problems and examining the sources of previously written texts. This experimental method is implemented in blockchain design and software. By researching the design and production of this tool, it is hoped that you will be able to find a timeline and program that fits the tasks and objectives of this research. With this design, in the event of a component failure, the circuit is activated so that the contactor is activated and the circuit breaker and protection are activated to turn off the power supply.

The results of the discussion and conclusion of this draft, when an error occurs, the "reset" button on the monitoring application is used to reset the protection to restore the device. Using a 3-phase motor load, the current, voltage and power can be read from the PZEM-004T sensor and monitored online, and the current difference in the avometer is 1.48A and the sensor is 1.46A and

the current flowing to the load is written 1.88A. The contactor works when the relay receives a command from the Arduino nano with a fast time, namely: 1.60 seconds on the first try, 1.72 seconds on the second experiment and 1.68 seconds on the third experiment. seconds on the first try, 1.72 seconds on the second try, and 1.68 seconds on the third try.

Keywords : PZEM-004T, Buzzer, Three Phase System, Electricity, Protectoin

PENDAHULUAN

Di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik, sistem satu fasa ditingkatkan menjadi tiga fasa. Sistem tiga fasa menggunakan tiga gelombang sinusoidal yang mempunyai sudut fasa masing-masing 120° . Sistem tiga fasa biasanya digunakan pada jaringan listrik yang dipasok PLN dari pembangkit hingga tegangan rendah. Listrik perumahan dengan daya yang digunakan di bawah 3500 VA mendapatkan satu fasa listrik menggunakan dua kabel pengiriman, yaitu dengan kabel fasa dan netral. Sementara listrik dengan daya di atas 3500 VA akan menerima listrik tiga fasa menggunakan empat kabel pengiriman. Instalasi listrik tiga fasa memberikan daya yang lebih besar dan umumnya digunakan di industri dan pabrik untuk menggerakkan motor mesin yang membutuhkan tenaga besar. Dengan beban atau daya yang sama, semakin besar tegangan maka semakin kecil arus yang dihasilkan, dan semakin kecil arus yang mengalir tentunya semakin kecil pula diameter penampang yang dibutuhkan.

Pada saat ini kondisi yang diketahui oleh teknisi hanya salah satu fasa ada yang mengalami kegagalan dalam sistem tiga fasa, akan tetapi teknisi tidak dapat mengetahui fasa manakah yang hilang R, S, atau T.

Alat pemantau kegagalan salah satu fasa pada kabel R, S, T atau sistem tiga fasa dan alat pemantau daya dapat digunakan sebagai pengaman yang berfungsi untuk melindungi fasa sehingga selalu dalam pemantauan. Hilangnya satu fasa akan menyebabkan tegangan tidak simetris dan dapat merusak

peralatan yang menggunakan sistem tiga fasa. Sehingga jika terjadi gangguan pada sistem, maka alat ini akan memutus aliran listrik dan membunyikan buzzer sehingga kegagalan fasa dapat segera diperbaiki oleh teknisi.

Adapun tujuan dibuatnya rancangan alat ini yaitu :

1. Merancang desain alat pendeteksi kegagalan fasa yang hilang pada listrik 3 *phase*.
2. Mengetahui cara kerja monitoring kegagalan fasa dan daya pada listrik 3 *phase*.
3. Membantu teknisi mengetahui apabila terdapat kegagalan pada salah satu fasa dengan adanya *alarm*.

Dari latar belakang tersebut didapatkannya ide dalam membuat proyek akhir ini dengan mengangkat judul “RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL GAGAL FASA LISTRIK 3 *PHASE* BERBASIS IoT”. Dengan adanya alat ini, penulis berharap dapat digunakan untuk proses pembelajaran (praktikum) dan dapat dimanfaatkan dilingkungan masyarakat sebagai bentuk pengaman deteksi kegagalan.

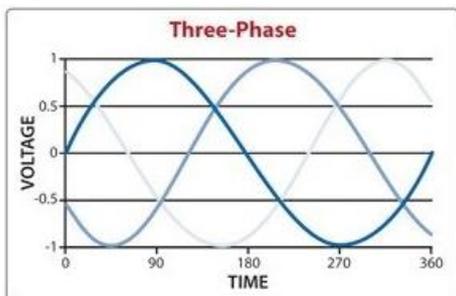
METODE

1. Sistem Tiga Fasa

Agar memenuhi kebutuhan dalam suplai daya listrik, sistem satu fasa dikembangkan menjadi tiga fasa. Sistem ini memiliki tiga gelombang sinusoidal yang mempunyai perbedaan sudut fasa masing-masing 120° .

Sistem tiga fasa yang digunakan PLN yaitu tegangan 380V. Akan tetapi ada pula industri yang memiliki pembangkit sendiri dengan tegangan 400 VAC, 480 VAC atau 690 VAC.

Sistem tiga fasa dikembangkan agar mempunyai keunggulan yaitu daya yang disalurkan bisa lebih besar dibanding sistem satu fasa dengan besar penghantar dan arus listrik yang sama. Karena itu dari pembangkitan hingga distribusi, sistem tiga fasa ini digunakan.

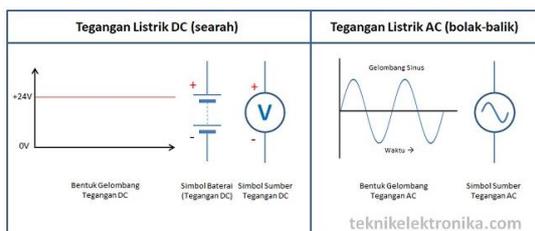


Gambar 2. 1 Gelombang sinusoidal 3 fasa
(amanitekno.com)

2. Tegangan Listrik

Tegangan adalah banyaknya energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu unit muatan listrik dari suatu tempat ke yang tempat lain. Tegangan listrik dapat dinyatakan dalam satuan volt dan juga biasa disebut dengan beda potensial listrik oleh karena itu dasarnya tegangan listrik ialah ukuran beda potensial antara 2 titik dalam suatu rangkaian listrik.

Sumber tegangan konstan biasanya disebut tegangan DC dan sumber tegangan yang berubah-ubah dengan periodik terhadap waktu disebut dengan tegangan AC. Tegangan pada listrik dapat diukur dengan volt yang memiliki lambang huruf “V”.



Gambar 2. 2 Simbol tegangan AC dan DC
(teknikelektronika.com)

3. Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran yang terjadi karena banyaknya muatan listrik yang

mengalir dari suatu titik ke titik lain dalam suatu rangkaian per satuan waktu. Arus listrik juga terjadi karena adanya beda potensial atau tegangan pada media penghantar antara dua titik. Satuan internasional arus listrik adalah A (ampere), yang dalam penulisan rumus arus listrik ditulis dengan lambang I (arus).

4. Daya Listrik

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut *Electrical Power* adalah besarnya energi yang diserap atau dibangkitkan dalam suatu rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam suatu rangkaian atau rangkaian listrik.

5. Miniature Circuit Breaker (MCB)

Miniature Circuit Breaker atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan.



Gambar 2. 3 Miniature Circuit Breaker
(MCB) (teknikelektronika.com)

6. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan sensor yang dapat mengukur arus, tegangan, daya dan energi dari daya AC. Sensor ini keluar dengan komunikasi serial. Jika kita ingin terhubung dengan Arduino, komunikasi yang digunakan adalah komunikasi serial.

Sensor ini cukup mudah digunakan, karena keluarannya dapat dibaca secara langsung baik berupa arus, tegangan, daya

maupun energi, sensor ini tidak mampu membaca arus AC dengan ketelitian mili ampere.



Gambar 2. 4 Sensor PZEM-004T(mikroavr.com)

7. Arduino Nano

Merupakan *board* mikrokontroler kecil lengkap, dan salah satu board yang menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3). Ini memiliki fungsi yang kurang lebih sama dengan Arduino UNO, tetapi dalam kemasan yang berbeda. Arduino Nano ini bekerja dengan kabel USB Mini-B, bukan yang standar.



Gambar 2. 5 Bentuk Fisik Arduino Nano
(www.arduinoindonesia.id)

8. Relay

Merupakan saklar yang dioperasikan secara elektrik dan adalah komponen elektromekanis yang memiliki 2 bagian utama yaitu elektromagnet dan mekanik (satu set kontak saklar). Relay dengan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga hanya dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik bertegangan yang lebih tinggi.



Gambar 2. 6 Bentuk Fisik Relay

(teknikelektronika.com)

9. Kontaktor

Adalah suatu alat elektronik yang digunakan untuk mempermudah sistem kerja pada instalasi listrik atau alat-alat yang berhubungan. Kontaktor bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana kumparan diberi energi dan menghasilkan kontak bantu NO tertutup dan NC terbuka.



Gambar 2. 7 Bentuk Fisik Kontaktor
(wikielektronika.com)

10. Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini adalah modul WiFi berbasis ESP-8266. Wemos D1 mini memiliki *chip on board*, *chip on board* yang tidak lagi membutuhkan mikrokontroler untuk pengolahan datanya. Wemos D1 mini juga memiliki pin digital dan pin analog yang dapat dihubungkan ke sensor atau aktuator.



Gambar 2. 8 Bentuk fisik Wemos D1 Mini
(Wemos.cc)

11. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair agar menghasilkan tampilan yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* telah banyak digunakan di produk seperti layar Hp, layar multimeter, layar jam digital, layar kalkulator, layar laptop, Monitor Komputer, Televisi, layar

Game Portable, layar Termometer Digital dan produk elektronik lainnya. .



Gambar 2. 9 Bentuk fisik LCD
(teknikelektronika.com)

12. Arduino IDE

Arduino memiliki *software* yaitu *Integrated Development Environment (IDE)* yang digunakan sebagai pengembangan untuk melakukan sintaks pemrograman.

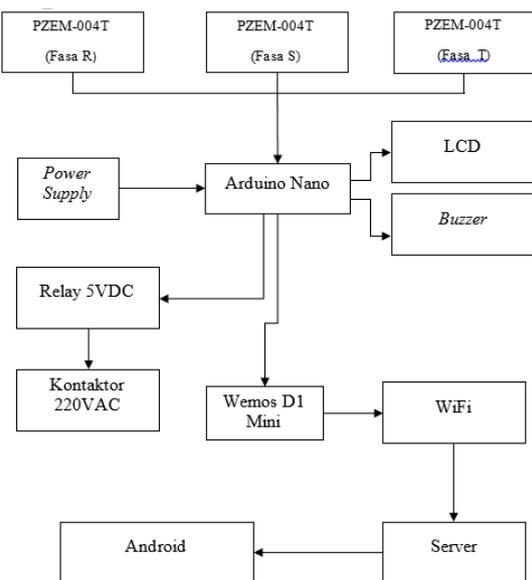
13. Android Studio

Android Studio adalah *Integrated Development Environment (IDE)* untuk pengembangan aplikasi Android, berbasis IntelliJ IDEA.

1. Beban pada fasa R,S,T dibaca oleh sensor PZEM-004T,
2. Sensor PZEM-004T sebagai sensor arus dan tegangan fasa R,S, dan T yang akan dibaca oleh Arduino Nano,
3. *Power Supply* 5V sebagai sumber catudaya Arduino Nano, Wemos D1 Mini dan LCD,
4. Arduino nano akan mengaktifkan *buzzer* jika terjadi tegangan atau arus pada fase mengalami kegagalan,
5. Saat terjadi kegagalan arduino nano akan memberikan informasi kepada relay untuk mengaktifkan kontaktor agar aliran listrik terputus secara otomatis,
6. Kemudian nilai sensor yang telah dibaca Arduino nano akan ditampilkan pada LCD,
7. Selain pada LCD, Arduino nano akan mengirimkan data pada Wemos D1 Mini yang akan dikirim ke server,
8. Wemos D1 Mini untuk dapat mengirim data ke server memerlukan WiFi untuk terhubung keinternet,
9. Setelah terhubung ke internet, Wemos D1 Mini akan mengirim data ke server yang kemudian dapat diakses melalui android.

PERANCANGAN

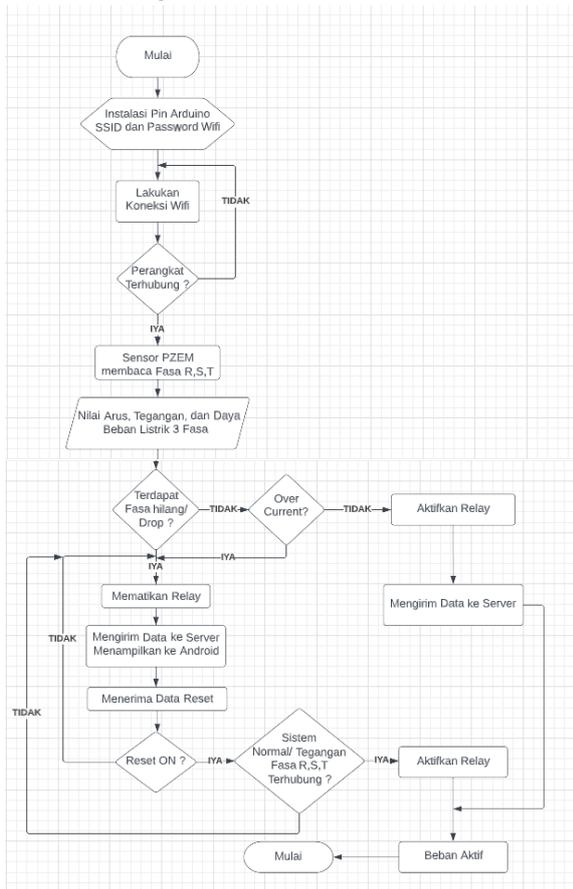
1. Desain Alat



Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Alat

Dengan adanya blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa alur diagram tersebut adalah sebagai berikut :

2. Cara Kerja Alat



Gambar 3. 2 Diagram Cara Kerja Alat

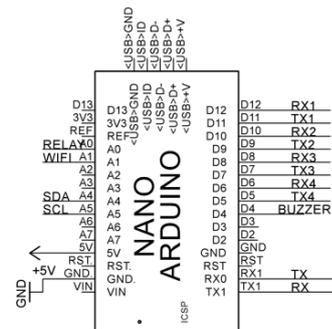
Cara kerja dari alat ini adalah arus dan tegangan yang berada pada fasa R,S,T akan dibaca oleh sensor PZEM-004T yang kemudian akan dikirim ke Arduino nano, dari Arduino nano akan memerintah *buzzer* agar menyala apabila terjadi kegagalan pada salah satu fasa R,S,T dan memerintahkan relay agar mengaktifkan kontaktor agar memutus aliran listrik. Arduino nano yang mendapatkan sumber catudaya dari *power supply* akan mengirim data pada LCD dan Wemos D1 Mini yang merupakan penghubung ke jaringan WiFi kemudian akan mengirim data menuju server yang nanti dapat diakses melalui android. Pada suatu kendala apabila jaringan wifi mengalami gangguan (terputus) indikator lampu akan menyala

berkedip yang menunjukkan bahwa alat tidak terhubung ke jaringan sehingga teknisi dapat segera melakukan pengecekan dan pengamanan.

3. Komponen Alat

- Mikrokontroler

Pada perancangan alat ini menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang memiliki input dari sensor dan output menuju ke LCD, relay, *buzzer*, dan wemos d1 mini.



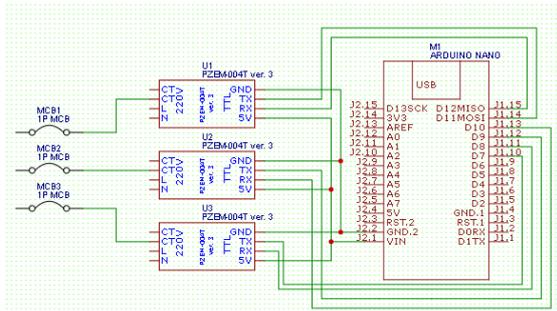
Gambar 3. 3 Output dan Input dari Pin Arduino Nano

Tabel 3. 1 Pin Arduino Nano

Pin Arduino Nano	Input
A0	Relay
A1, RX1 dan TX1	WiFi(Wemos D1 Mini)
A4 dan A5	SDA&SCL (LCD)
D12 dan D11	Sensor PZEM 1
D10 dan D9	Sensor PZEM 2
D8 dan D7	Sensor PZEM 3
D6 dan D5	Sensor PZEM 4
D4	<i>Buzzer</i>
5V	+5V
GND	GND

- Sensor Arus, Tegangan dan Daya

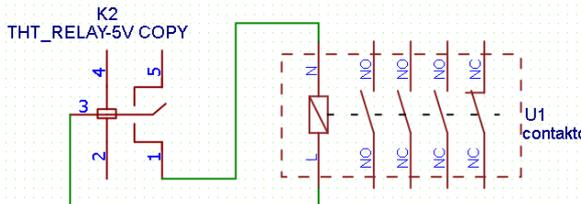
Menggunakan sensor PZEM-004T sebagai pembaca Arus, Tegangan dan Daya yang masuk. Memiliki input dari MCB dan output menuju ke Arduino nano



Gambar 3. 4 Wiring sensor PZEM-004T dengan Arduino Nano

- **Komponen Proteksi**

Pada komponen proteksi digunakan Relay dan Kontaktor sebagai pengaman apabila terjadi kegagalan ataupun arus dan tegangan berlebih serta *Buzzer* sebagai *alarm* pendeteksi kegagalan.



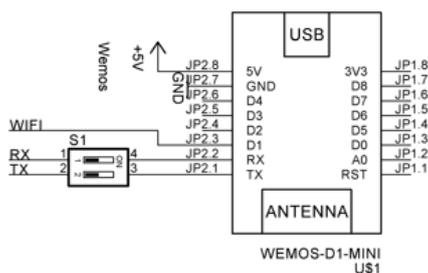
Gambar 3. 5 Rangkaian Proteksi

- **LCD 16 x 2**

LCD digunakan untuk menampilkan hasil sensor PZEM-004T dalam membaca arus, tegangan, dan daya. LCD memiliki input dari Arduino Nano.

- **Komponen Penghubung**

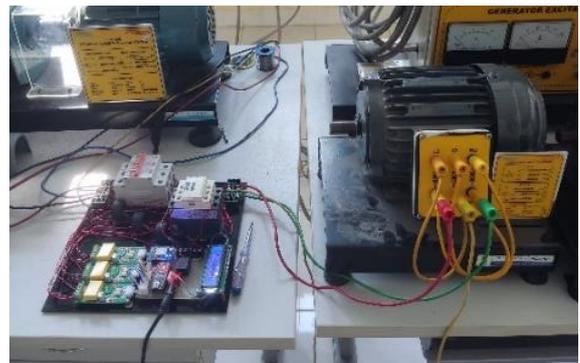
Wemos D1 Mini digunakan sebagai komponen penghubung dengan jaringan internet atau wifi.



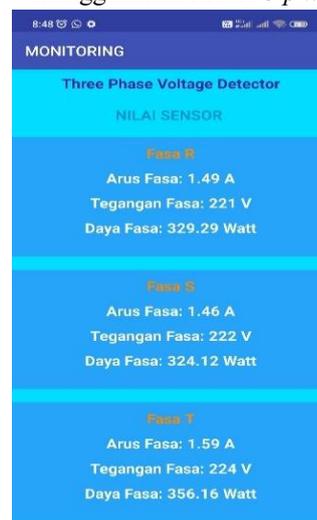
Gambar 3. 6 Rangkaian Wemos D1 Mini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor PZEM-004T dan Relay serta Kontaktor terhadap beban dan ketika terjadi kegagalan. Beban yang digunakan berupa Motor induksi 3 *phase* dengan tegangan 380 VAC dan arus 1,88A.



Gambar 4. 1 Pengujian Keseluruhan Alat menggunakan Motor 3 *phase*



Gambar 4. 2 Tampilan Aplikasi pada Pengujian Keseluruhan

Tabel 4. 1 Pengujian arus pada sensor PZEM-004T

Fasa	Arus tertulis	Arus pada avometer	Arus pada sensor
R	1.88 A	1.49 A	1.49 A
S	1.88 A	1.48 A	1.46 A
T	1.88 A	1.63 A	1.59 A

Tabel 4. 2 Pengujian tegangan pada sensor PZEM-004T

Fasa	Tegangan tertulis keseluruhan	Tegangan pada avometer	Tegangan pada sensor (<i>phase to netral</i>)
R	380 VAC	382 V	222 V
S	380 VAC	379 V	223 V
T	380 VAC	378 V	224 V

Tabel 4. 3 Pengujian daya pada sensor PZEM-004T

Fasa	Daya pada wattmeter	Daya pada sensor
R-N	329.55 watt	329.29 watt
S-N	325. 61 watt	324.12 watt
T-N	345. 77 watt	356.16 watt

Pada hasil pengujian keseluruhan diatas dapat disimpulkan bahwa sensor PZEM-004T pada rangkaian ini digunakan untuk mengetahui arus, tegangan dan daya yang diterima oleh alat dari beban motor 3 *phase* pada LCD dan aplikasi monitoring atau sebagai sistem monitoring yang berguna untuk mengetahui adanya gangguan atau kegagalan.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di dapatkan hasil bahwa sensor PZEM-004T dapat bekerja dengan baik dan dapat ditampilkan pada LCD serta aplikasi monitoring. Meskipun terdapat selisih nilai arus, tegangan dan daya pada saat dilakukan pengujian dengan menggunakan avometer dan *wattmeter*.

SIMPULAN

Simpulan dalam pengujian serta penelitian yang dilandasi pada penjelasan bab dan sub bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada rancang bangun ini ketika terjadi hilang fasa, relay akan aktif sehingga kontaktor *energize* serta mengaktifkan *buzzer* dan proteksi sehingga akan memutus aliran listrik. Pada keadaan ini tombol “reset” yang ada pada aplikasi monitoring digunakan untuk menonaktifkan kembali proteksi sehingga alat kembali dialiri listrik.
2. Pada rancang bangun ini arus, tegangan dan daya yang dibaca oleh sensor PZEM-004T dapat dimonitoring secara online pada aplikasi dan secara offline pada LCD sehingga sangat memudahkan untuk dilakukan monitoring.
3. Ketika terjadi kegagalan/ hilang fasa pada salah satu fasa *buzzer* akan otomatis berbunyi dan indikator tiap fasa pada aplikasi akan berubah dari berwarna hijau menjadi merah sesuai dengan fasa yang mengalami kegagalan sehingga teknisi dengan mudah mengetahui fasa mana yang mengalami kegagalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bitar. (2022). *Arus Listrik : Pengertian, Rumus, Hambatan, Contoh Soal [LENGKAP]*.
<https://www.gurupendidikan.co.id/arus-listrik/>
- [2] Dani, A. (2022). *Pengertian Kontaktor, Simbol, Fungsi & Bagian Bagiannya*.
<https://wikielektronika.com/pengertian-simbol-fungsi-kontaktor/>
- [3] Dickson Kho. (2014). *Pengertian Daya Listrik dan Rumus Menghitung Daya Listrik*.

<https://teknikelektronika.com/pengertian-daya-listrik-rumus-cara-menghitung/>

- [4] Dickson Kho. (2015). *Pengertian Tegangan Listrik (Electric Voltage) - Teknik Elektronika*.

<https://teknikelektronika.com/pengertian-tegangan-listrik-electric-voltage/>

- [5] Elga Aris Prastyo. (2019). Arduino Nano | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia. In *Https://Www.Arduinoindonesia.Id/*.

<https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-nano.html>

- [6] Fajri, A. F., & Suhendi, A. (2021). Rancang Bangun Website Untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik Tiga Fasa Berbasis Power Meter Di Gedung Deli Universitas Telkom. *EProceedings*, 8(2), 1905–

1912.<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/14600/14379>

- [7] Sitepu, J. (2020). *Membaca Sensor PZEM-004t dengan Arduino, NodeMcu*. <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/>

- [8] Subagyo, L. A., & Suprianto, B. (2017). Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3), 213–221.

- [9] Sucita, L. I. (2021). *View of Rancang Bangun Sistem Monitoring Fasa dan Daya berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Smartphone.pdf*.