

SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING KESEIMBANGAN BEBAN TIGA FASA PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS IOT

Rifdian I.S.¹, Hartono¹, Kustori.¹, Slamet Hariyadi¹, Suhanto²

¹ Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

² Politeknik Penerbangan Makassar, Jl. Salodong, Untia, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar

E-mail correspondence : rifian.anto@gmail.com

Abstrak

Sistem listrik 3 fasa banyak digunakan oleh konsumen industri karena kebutuhan daya yang besar. Sistem 3 fasa lebih ekonomis dalam penghantaran daya listrik dibandingkan dengan sistem 1 fasa karena penghantar yang digunakan lebih kecil untuk daya yang sama. Sistem 3 fasa dikatakan seimbang apabila beban yang digunakan juga seimbang diantara ketiga fasa R-S-T. Namun dalam praktiknya keseimbangan dari ketiga fasa sangat sulit di capai karena beban listrik setiap rumah ataupun industri belum tentu identik. Akibat dari ketidakseimbangan antar fasa R-S-T ini dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan elektronik yang menggunakan listrik 3 fasa jika digunakan secara terus menerus. Menurut PUIL 2011 sistem distribusi unbalance meliputi tidakseimbangny arus antar fasa dengan ketentuan sampai dengan nilai toleransi 10%. Pada sistem distribusi listrik 3 phase, sering mengalami akan ketidakseimbangan beban. Hal ini dikarenakan penambahan maupun pemakaian beban-beban listrik yang tidak memperhatikan ketidakseimbangan pada sistem. Untuk itu pada penelitian ini dibuatlah alat yang menggunakan sensor PZEM-004T, modul Wemos D1 mini, dan Android Studio yang mana dapat memungkinkan untuk dilakukan monitoring dari jarak jauh menggunakan alat elektronik yang sudah terinstal aplikasi yang telah dibuat. ketika terjadi error maka tombol "reset" pada aplikasi monitoring digunakan untuk mereset proteksi untuk memulihkan perangkat. Perbedaan arus pada avometer adalah 1,48A dan sensor adalah 1,46A dan arus yang mengalir ke Beban ditulis 1.88A. Kontakor 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, Wemos D1 mini, Android Studio, sistem listrik tiga fasa,

Abstract

Three-phase electrical systems are widely used by industrial consumers because of their large power requirements. The 3-phase system is more economical in the delivery of electrical power than the single-phase system because the conductor used is smaller for the same power. A 3-phase system is said to be balanced if the load used is also balanced between the three R-S-T phases. However, in practice the balance of the three phases is very difficult to achieve because the electrical load of each house or industry is not necessarily identical. As a result of this imbalance between the R-S-T phases can cause damage to electronic equipment that uses 3-phase electricity if used continuously. According to PUIL 2011 the unbalance distribution system includes an unbalanced current between phases with provisions up to a tolerance value of 10%. In a 3 phase electrical distribution system, there will often be load imbalances. This is due to the addition or use of electrical loads that do not pay attention to the imbalance in the system. For this reason, in this study, a tool that uses the PZEM-004T sensor, Wemos D1 mini module, and Android Studio was created which can

allow for remote monitoring using electronic devices that have installed applications that have been created. when an error occurs, the "reset" button on the monitoring application is used to reset the protection to restore the device. 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.

Keywords: PZEM-004T, Wemos D1 mini, Android Studio, three phase system

PENDAHULUAN

Sistem listrik tiga fasa sering digunakan oleh konsumen dalam dunia industri karena kebutuhan daya yang besar. Sistem 3 fasa lebih ekonomis dalam penghantaran daya listrik dibandingkan dengan sistem 1 fasa karena penghantar yang digunakan lebih kecil untuk daya yang sama. Sistem listrik 3 fasa mampu menghantarkan daya listrik yang besar dan juga dapat memberikan daya ke beban yang membutuhkan daya listrik yang besar seperti motor induksi 3 fasa dengan kapasitas yang besar.

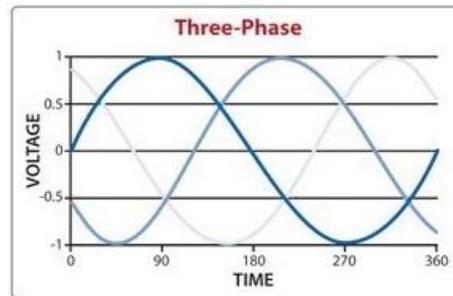
Secara teori sistem 3 fasa dapat mengalami keseimbangan fasa apabila beban yang digunakan juga seimbang diantara ketiga fasa R-S-T. Namun pada praktiknya, keseimbangan dari ketiga fasa sangat sulit di capai, karena beban listrik setiap rumah ataupun industri belum tentu identik. Apabila terjadi ketidak seimbangan fasa, maka arus netral akan mengalir ke jaringan instalasi listrik konsumen dan melewati sistem pembumian untuk masuk ke tanah. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah bahkan kerusakan pada parameter prabayar konsumen bila pengawatannya tidak benar.

Proteksi dan monitoring listrik 3 fasa ini dilakukan untuk mengetahui kondisi arus listrik 3 fasa yang menuju ke beban apakah seimbang atau tidak. Metode yang pernah dilakukan antara lain untuk monitoring keseimbangan fasa dengan cara manual menggunakan alat tang amper. Dari metode tersebut masih dapat dikembangkan agar bisa dilakukan lebih efisien dan mengurangi kecelakaan kerja dilapangan.

METODE

Sistem tiga fasa 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.



Gambar 1. Gelombang sinusoidal

Berkaitan dengan permasalahan yang telah teridentifikasi, maka peneliti membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada, yaitu dengan membuat suatu rancangan sistem alat yang dapat memproteksi dan *monitoring* keseimbangan beban 3 fasa pada jaringan distribusi tegangan rendah berbasis IoT.

Untuk dapat membuat suatu rangkaian maka diperlukan komponen baik perangkat keras maupun perangkat lunak diantaranya yaitu :

Miniature Circuit Breaker 3 phase (MCB 3 fasa)

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



Gambar 2. *Miniature Circuit Breaker 3 phase* (MCB 3 fasa)

Sensor PZEM-(

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 3. Sensor PZEM-004T

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 4. Arduino Nano

Relay

Relay adalah perangkat elektronik yang dapat menghubungkan atau memutus arus listrik dengan memanfaatkan prinsip kerja elektromagnet.



Gambar 5. Relay

Kontaktor

Kontaktor merupakan peralatan listrik yang bekerja dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik, terdapat sebuah belitan ketika dialiri arus listrik akan timbul medan magnet di inti besi, yang menyebabkan kontak tertarik *normally open* (NO) ataupun *normally close* (NC).



Gambar 6. Kontaktor

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 7. Wemos D1 mini

Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan sebuah alat elektronik yang menggunakan kristal cair sebagai tampilan tulisan di layar, memiliki banyak titik cahaya yang terdiri dari satu kristal.



Gambar 8. LCD

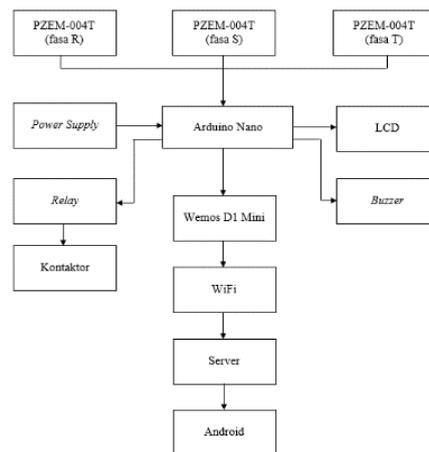
Arduino IDE

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

Android Studio

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

Desain Alat



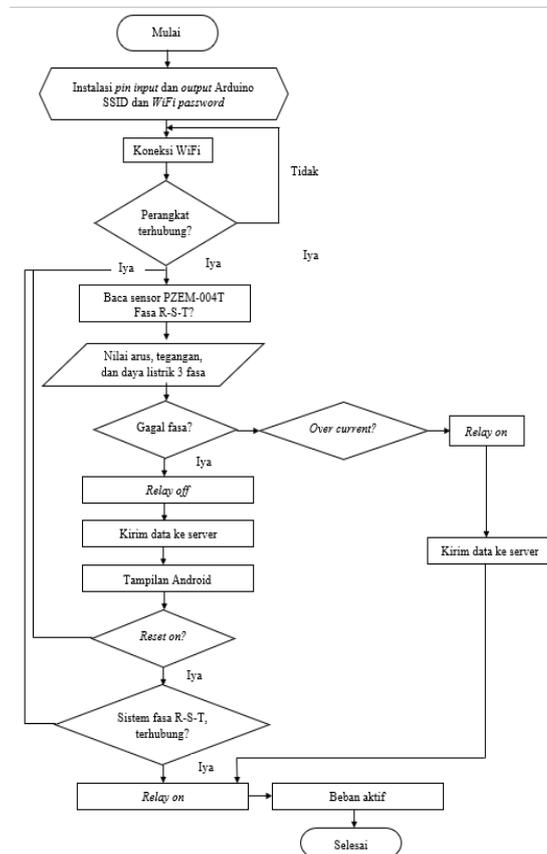
Gambar 9. Blok Diagram Desain

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

- Power Supply* 5V sebagai sumber catudaya Arduino Nano, Wemos D1 Mini dan LCD,
- Beban fasa R-S-T dibaca oleh sensor PZEM-004T meliputi arus dan tegangan pada fasa R-S-T.
- Arduino nano akan mengaktifkan *buzzer* jika terjadi kegagalan fasa.
- Arduino Nano akan memberikan informasi kepada relay untuk mengaktifkan kontaktor supaya aliran listrik terputus secara otomatis,
- Nilai sensor yang dibaca sensor PZEM-004T akan ditampilkan pada LCD.

- f. Selain pada LCD, Arduino nano akan mengirimkan data pada Wemos D1 Mini yang akan dikirim ke server,
- g. Untuk dapat mengirim data ke server Wemos D1 Mini memerlukan jaringan WiFi untuk mengirim data ke sever yang dapat diakses melalui android.

Cara Kerja Alat



Gambar 10. Cara Kerja Alat

Cara kerja alat ini adalah dengan membaca arus dan tegangan yang berada pada fasa R- S-T, dengan menggunakan modul sensor PZEM-004T, hasil *monitoring* dari sensor tersebut dikirim ke Arduino nano, yang kemudian memeberikan instruksi pada pada *buzzer* untuk aktif apabila terjadi suatu kegagalan pada salah satu fasa dari R-S-T, relay mengaktifkan kontaktor untuk memutus aliran listrik. Wemos D1 mini merupakan modul penghubung ke jaringan WiFi yang berfungsi untuk mengirimkan data ke server Android Studio. Hasil *monitoring*

secara keseluruhan dapat ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) dan pada layar Android. Ketika terdapat kendala atau kegagalan pada jaringan WiFi maka indikator lampu akan menyala berkedip dimana hal ini menunjukkan bahwa alat tidak terhubung ke jaringan sehingga dapat segera dilakukan pengecekan dan perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor PZEM-004T dan Relay serta kontaktor ketika terjadi kegagalan yang dapat ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) dan layar Android.



Gambar 11. Pengujian menggunakan motor 3 fasa



Gambar 12. Hasil Monitoring

Tabel 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 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 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 ada pada LCD dan aplikasi Android sebagai system proteksi dan *monitoring* yang berguna untuk mengetahui adanya gangguan atau kegagalan pada salah satu fasa.

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*.

PENUTUP

Kesimpulan

Pada penelitian ini relay akan aktif dan kontaktor *energize* serta mengaktifkan *buzzer* dan proteksi sehingga aliran listrik akan terputus. Pada keadaan ini tombol "*reset*" pada aplikasi Android digunakan untuk menonaktifkan kembali proteksi sehingga alat kembali dialiri listrik. Pada penelitian ini arus, tegangan dan daya yang dibaca

oleh sensor PZEM-004T dapat dimonitoring secara online pada aplikasi Android dan secara offline pada LCD. Ketika terjadi kegagalan fasa *buzzer* akan otomatis berbunyi dan indikator tiap fasa pada aplikasi akan berubah dari berwarna hijau menjadi merah sesuai dengan fasa 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-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*.