

Rancang Bangun Alat Deteksi Sag Tegangan Menggunakan Sistem Data Logger

Arizal Maulana Pratama^{*a)}, Ajeng Bening Kusumaningtyas^{b)}, Ferdian Ronilaya^{a)},
Sapto Wibowo^{a)}

(Artikel diterima: Januari 2021, direvisi: Februari 2021)

Abstract - This research discusses the design and manufacture of a voltage sag detection device using a data logger system. Voltage sag detection device to detect the presence of voltage sag which is one of the power quality problems in industrial electrical systems. Voltage sag can cause disturbances in electronic components that are sensitive to changes in voltage values. In this device, the voltage sag is detected using a voltage sensor by reading the RMS voltage from the PLN 220V AC source, then it is converted into a digital signal. The digital signal is sent to the ESP32 module to be processed and outputs a voltage value which is then displayed on the LCD Display. The voltage value data collection is carried out every <10ms and the data taken is the voltage value <90% of the rms voltage. The data taken is then saved to a micro SD card and displayed on the LCD Display. Several tests were carried out to ensure the performance of the voltage sag detector as designed. By switching the 110 / 220VAC transformer connected to the voltage sensor for 10 seconds, 12 seconds and 17 seconds. Based on these tests, the voltage sag detector can read and store the voltage sag data when the voltage read is below 90% of the rms voltage.

Keyword – voltage sag, voltage sensor, rms voltage, data logger.

Abstrak – Penelitian ini membahas tentang perancangan dan pembuatan alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger. Alat deteksi Sag tegangan berfungsi untuk mendeteksi adanya sag tegangan yang merupakan salah satu masalah kualitas daya dalam sistem kelistrikan di industri. Sag tegangan dapat mengakibatkan gangguan pada komponen elektronika yang sensitif terhadap perubahan nilai tegangan. Pada alat ini sag tegangan dideteksi menggunakan sensor tegangan dengan cara membaca tegangan RMS dari sumber PLN 220V AC, kemudian dikonversikan kedalam bentuk sinyal digital. Sinyal digital tersebut dikirimkan ke modul ESP32 untuk diolah dan mengeluarkan output berupa angka nilai tegangan yang kemudian ditampilkan pada LCD Display. Pengambilan data nilai tegangan dilakukan setiap < 10ms dan data yang diambil yaitu nilai tegangan < 90% tegangan rms. Data yang diambil kemudian disimpan ke micro sd card dan ditampilkan pada LCD Display. Beberapa pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja alat deteksi sag tegangan sesuai dengan yang dirancang. Dengan melakukan proses switching trafo 110/220VAC yang dihubungkan dengan sensor tegangan selama 10 detik, 12 detik dan 17 detik. Berdasarkan beberapa pengujian tersebut, alat deteksi sag tegangan dapat membaca dan menyimpan data sag tegangan ketika tegangan yang terbaca dibawah 90% dari tegangan rms.

Kata kunci - sag tegangan, sensor tegangan, tegangan rms, perekaman data

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik bagi manusia terus meningkat setiap tahunnya, yang mana penggunaannya merupakan sebuah faktor penting baik dalam penerangan, rumah tangga, pabrik, komunikasi dan sebagainya. Banyaknya penggunaan komponen-komponen elektronika daya yang digunakan didalam bidang industri dimana komponen-komponen tersebut merupakan peralatan yang sensitif. Kehadiran komponen elektronika daya membutuhkan penyediaan daya dengan kualitas yang tinggi karena komponen tersebut rentan terhadap gangguan-gangguan elektromagnetik. Adanya gangguan dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas daya pada sistem tenaga, masalah kualitas daya seperti: kedip tegangan (*Voltage sag*), flicker, ketidakseimbangan tegangan, pemutusan dan masalah harmonisa, yang mana harus disuplai oleh tegangan yang diharapkan besaran nilai maupun frekuensi dalam kondisi yang konstan. *Voltage sag* dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu : pertama, adanya gangguan hubung singkat pada jaringan atau instalasi tenaga listrik itu sendiri; kedua, adanya perubahan beban secara mendadak (seperti : switching beban dan pengasutan motor induksi). Untuk membantu dalam mendeteksi fenomena sag

tegangan, dapat dilakukan dengan cara perekaman nilai tegangan. Dengan dilakukan perekaman nilai tegangan maka dapat diketahui trend fenomena tersebut dan total frekuensi terjadinya sag tegangan, sehingga dapat dilakukan tindakan preventif pada beban-beban yang sensitif terhadap variasi suplai tegangan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Voltage Sag

Voltage sag atau kedip tegangan adalah salah satu faktor yang menyebabkan berkurangnya kualitas daya listrik. *Voltage sag* terjadi karena penurunan nilai rms dari nilai nominalnya yang terjadi dalam waktu singkat dari 10 ms sampai beberapa detik. Menurut standar IEEE 1159-1995 *Voltage sag* didefinisikan sebagai variasi tegangan rms dengan besar antara 10% - 90% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0,5 siklus sampai dengan satu menit.

2.1.1. Sumber Voltage Sag

Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab utama terjadinya *Voltage sag* pada sistem tenaga. Secara umum, ada dua

* Korespondensi: arizal.MP@gamil.com

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

b) Prodi Listrik Otomasi, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G. A.
Siwabessy, Kukusan, Depok Jawa Barat

penyebab terjadinya *Voltage sag*, yaitu terjadi akibat adanya gangguan pada sistem transmisi atau distribusi sistem tenaga yang menjadi sumber dari *Voltage sag* seperti single-line-to-ground (SLG) yang sering disebabkan oleh kondisi cuaca yang buruk dan juga disebabkan oleh manusia seperti konstruksi line-to-line (L-L) fault dapat terjadi akibat cuaca yang buruk, ranting pohon yang jatuh maupun karena aktivitas binatang dan juga diakibatkan oleh starting motor induksi dengan daya yang cukup besar beserta terjadinya energizing transformator.

2.1.2. Pengaruh *Voltage Sag*

Voltage sag memiliki pengaruh yang besar terhadap beban listrik pada konsumen terutama pada peralatan elektronik yang sensitif terhadap perubahan dari tegangan tersebut.

Secara umum kesensitifan sebuah peralatan terhadap *Voltage sag* dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu:

- Peralatan yang sensitif terhadap besaran *Voltage sag*
- Peralatan yang sensitif terhadap besaran serta lama *Voltage sag*
- Peralatan yang sensitif terhadap karakteristik lain

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan mikroprosesor. Hal ini dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal masih bisa mencukupi.

2.3. ESP32

ESP32 dikenalkan oleh Espressif System yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. ESP32 kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IoT (Internet of Things). Mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroler host.

2.4. ADC (Analog to Digital Converter)

Analog To Digital Converter (ADC) merubah nilai suatu masukan yang berupa arus, tegangan listrik atau sinyal analog lainnya menjadi sinyal digital (angka). Mengapa harus dikonversi, karena sebagian besar data/sinyal yang ada di dunia ini merupakan besaran analog.

2.5. Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan cara dirubah menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sensor tegangan ZMPT101B telah dilengkapi summing-amplifier sehingga dapat digunakan untuk menaikkan tegangan negatif sehingga baik untuk pengukuran tegangan dengan menggunakan mikrokontroler.

2.6. LCD 20 x 4 (Liquid Crystal Display) dengan I2C

LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut.

2.7. Modul Micro SD Card Adapter

Modul *Micro SD Card Adapter* adalah modul pembaca kartu *Micro SD*, melalui sistem file dan SPI antarmuka driver, MCU untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu *MicroSD*.

2.8. M Serial RTC (Real Time Clock) DS3231

RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender. RTC yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pengganti dari serial RTC tipe DS1307 dan DS1302.

2.9. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.

3. Metode Penelitian

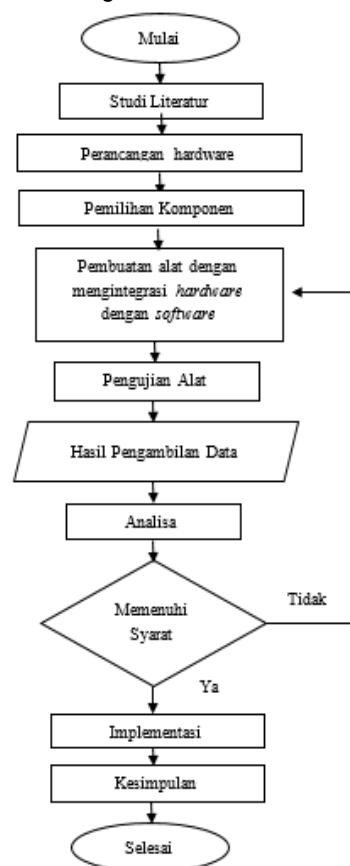
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian akan dimulai pada Bulan Desember 2019 hingga Mei 2020 yang bertempat di Politeknik Negeri Malang.

3.2. Pemilihan Alat Dan Komponen yang Digunakan

Pemilihan alat dan komponen yang digunakan pada Alat Deteksi Sag Tegangan sangatlah penting dan berpengaruh terhadap kinerja alat.

3.3. Flowchart Perancangan Alat



Gambar 1 Diagram Alir Pengerjaan

3.4. Perancangan Alat

Berdasarkan *flowchart* diatas adapun perancangan alat penelitian ini akan dijelaskan pada point-point berikut :

3.4.1. Studi Literatur

Sumber literatur didapatkan dari buku-buku pendukung, *website*, dan jurnal ilmiah sebagai media informasi penunjang pembuatan alat.

3.4.2. Perancangan Hardware

Pada perancangan sistem hardware ini dilakukan dengan mendesain alat menggunakan software eagle yang akan dibuat skematik board dan dicetak dalam bentuk PCB.

3.4.3. Desain Deteksi Sag Tegangan

Mendesain dan membuat alat deteksi sag tegangan sesuai dengan pengarah yang didapat dari buku dan referensi.

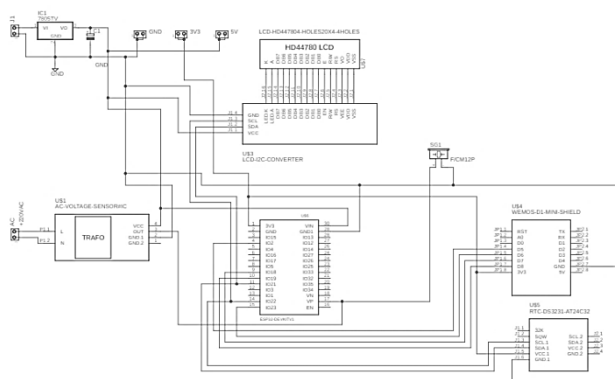
4. Analisis Dan Pembahasan

4.1. Pembuatan Alat Deteksi Sag Tegangan

Pembuatan Alat Deteksi Sag Tegangan dilakukan dengan mengikuti beberapa alur pengerjaan. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam proses pembuatan Alat Deteksi Sag Tegangan, dimulai dengan membuat desain rangkaian, desain layout PCB, pemilihan komponen, pemasangan komponen yang sudah dipilih sebelumnya sampai dengan mengintegrasikan antara hardware dengan software sehingga pembuatan Alat Deteksi Sag Tegangan selesai dan dapat bekerja sesuai prinsip kerja alat tersebut.

4.1.1 Desain Rangkaian Skematik Alat Deteksi Sag Tegangan

Desain rangkaian skematik yang dibuat dimulai dari rangkaian suplai alat, rangkaian pembacaan sensor tegangan, rangkaian kontrol alat, hingga rangkaian output. Berikut di halaman selanjutnya merupakan desain rangkaian skematik dari Alat Deteksi Sag Tegangan yang dibuat menggunakan software Eagle.



Gambar 2 Skematik Alat Deteksi Sag Tegangan

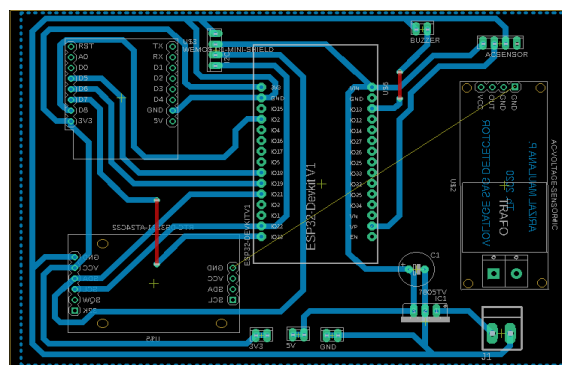
4.1.2 Desain Layout PCB

Didalam aplikasi Eagle terdapat tile schematic yang berfungsi sebagai pedoman dan dasar pembuatan rangkaian, dan yang

kedua yaitu board yang berarti desain board untuk PCB yang akan digunakan berdasarkan dari schematic yang sudah kita buat. Berikut ini merupakan desain layout PCB dari Alat Deteksi Sag Tegangan.

4.1.3 Pemilihan Komponen

- Mikrokontroler yang dipilih sebagai kontrol alat adalah tipe Mikrokontroler ESP32 pabrikan dari ESPRESSIF dikarenakan nilai pembacaan ADC sebesar 12 bit dengan pembacaan atau pengolahan data beresolusi besar yaitu 4096. Mikrokontroler ESP 32 memiliki tegangan kerja yang cukup hemat yaitu 3.3 V, memiliki kapasitas memori yang cukup besar yaitu 520 kB.
- Sensor tegangan yang digunakan pada Alat Deteksi Sag Tegangan ini adalah sensor tegangan ZMPT101B dikarenakan memiliki range tegangan input antara 110-250 VAC. Sensor ini bisa secara langsung dihubungkan ke tegangan PLN dari sisi inputnya.
- Sebagai daya cadangan dan penyimpanan data waktu digunakan modul RTC-DS3231 dengan kecepatan clock 400Khz sehingga nilai data waktu yang disimpan hampir presisi.



Gambar 3 Desain Layout PCB

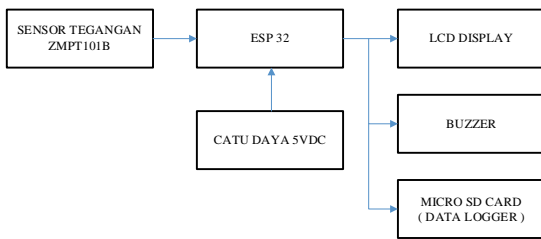
4.1.4 Pemasangan Komponen

Setelah semua komponen yang telah didesain pada layout PCB sudah terpasang pada board PCB maka selanjutnya yaitu memasang komponen pendukung seperti cover box, saklar, pemasangan LCD pada cover box, pemasangan kabel untuk input sensor beserta aksesorisnya.

4.2. Integrasi Hardware dengan Software

Ketika pemrograman pada software ARDUINO IDE sudah selesai dilakukan maka selanjutnya proses pengintegrasian pada software dengan hardware alat deteksi sag tegangan. Sebelum dilakukan upload program, coding program harus dibuat terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan dan depenelitian kerja alat.

4.3. Prinsip Kerja Alat Deteksi Sag Tegangan



Gambar 4 Gambar Blok Diagram Prinsip Kerja Alat Deteksi Sag Tegangan

Pada gambar blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa sumber tegangan PLN yang terhubung dengan beban dideteksi oleh sensor tegangan AC analog tipe ZMPT101B yang kemudian akan dikonversi menjadi sinyal digital. Sinyal digital tersebut dikirimkan ke modul ESP32 untuk diolah dan mengeluarkan output berupa angka nilai tegangan yang kemudian ditampilkan pada LCD Display. Pengambilan data nilai tegangan dilakukan setiap <math>< 10\text{ms}</math>, dan parameter yang digunakan dalam pengambilan data alat ini yaitu tegangan rms. Jika nilai tegangan menurun atau kurang dari nilai rms (90% dari rms) maka data nilai tegangan tersebut akan terdeteksi sebagai sag tegangan yang kemudian disimpan ke memori SD Card dengan format data yaitu data sebelum terjadi sag tegangan, ketika terjadi sag tegangan, dan sesudah sag, beserta dengan keterangan waktu terjadinya penurunan nilai tegangan tersebut terjadi. Selain disimpan pada memori *micro* SD Card, alat ini juga mengaktifkan buzzer sebagai tanda terjadinya penurunan tegangan dan menampilkannya ke LCD Display.

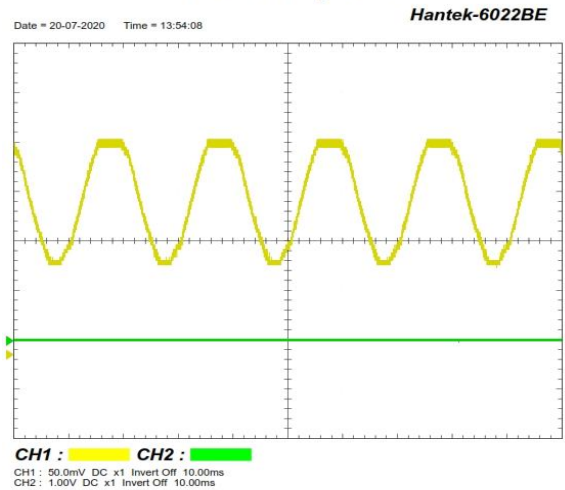
4.4. Hasil Kinerja Alat Deteksi Sag Tegangan

Untuk pengujian kontrol kinerja komponen terdapat beberapa langkah penyettingan yaitu setting nilai adc sensor tegangan, setting waktu RTC pada software, setting data logging ke *micro* SD Card, setting tampilan display LCD.

4.5. Kalibrasi Sensor Tegangan

Kalibrasi sensor tegangan menggunakan osiloskop bertujuan untuk mendapatkan bentuk gelombang yang sinus pada sisi output sensor tegangan dengan menggunakan osiloskop sebagai media penampilan bentuk gelombang. Setelah dilakukan pengujian menggunakan osiloskop, maka selanjutnya yaitu membandingkan nilai output tegangan hasil pembacaan dari osiloskop dan voltmeter. Pengujian kontrol kinerja komponen bertujuan untuk memaksimalkan kinerja alat deteksi sag tegangan. Pengujian ini dilakukan melalui beberapa proses pengujian meliputi setting nilai adc sensor tegangan, setting waktu RTC pada software ARDUINO IDE, setting data logging ke *micro* SD Card, dan setting tampilan display LCD. Berikut adalah beberapa proses penyetting dalam pengujian kinerja komponen.

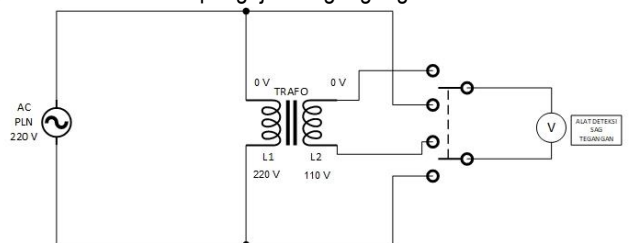
Test Report



Gambar 5 Bentuk Gelombang Output Sensor Tegangan Menggunakan Osiloskop

4.6. Pengujian Alat Deteksi Sag Tegangan

Pada langkah pengujian alat deteksi sag tegangan ini dilakukan dengan menggunakan tegangan sumber dari PLN, trafo 220/110 VAC, switch toggle 6 kaki. Untuk melakukan pengujian sag tegangan pada alat yaitu dengan cara memindah 2 variasi nilai tegangan yaitu 220V dan 110V menggunakan switch toggle 6 kaki. Tegangan 110V dimaksudkan untuk mengasumsikan bahwa sedang terjadi sag tegangan. Berikut gambar rangkaian wiring diagram serta data hasil pengujian sag tegangan.

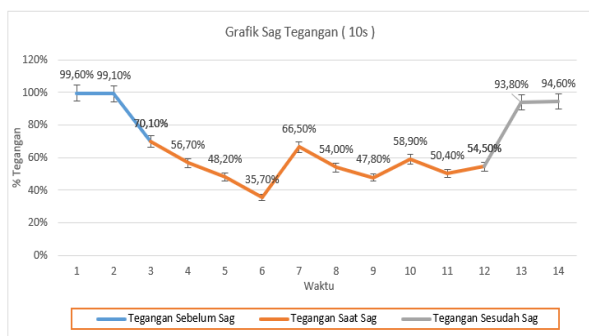


Gambar 6 Gambar Wiring Diagram Pengujian Sag Tegangan

Berikut untuk data hasil pengujian sag tegangan :

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Sag Tegangan (10s)

Durasi Waktu	No.	Waktu	Tegangan Sebelum Sag (V)	Tegangan Saat Sag (V)	Tegangan Sesudah Sag (V)
10 Detik	1	13:21:55	220		
	2	13:21:56	223		
	3	13:21:57		157	
	4	13:21:58		127	
	5	13:21:59		108	
	6	13:22:00		80	
	7	13:22:01		149	
	8	13:22:02		121	
	9	13:22:03		107	
	10	13:22:04		132	
	11	13:22:05		113	
	12	13:22:06		122	
	13	13:22:07			210
	14	13:22:08			212



Gambar 7 Grafik Sag Tegangan dengan Durasi (10s)

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dalam mendesain alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger komponen utama yang digunakan yaitu Mikrokontroler ESP32, sensor tegangan ZMPT101B, display LCD 20x4, modul *micro* SD CARD, RTC DS3231, adaptor 5V. Alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger dapat bekerja untuk melakukan pembacaan nilai sag tegangan dan menyimpan data sag tegangan ketika tegangan yang terbaca di bawah 90% dari tegangan nominal.

Alat ini bekerja menggunakan Mikrokontroler ESP32 sebagai perangkat pengolah data output dari sensor tegangan ZMPT101B yang kemudian ketika tegangan yang terbaca di bawah 90% dari tegangan nominal yang terbaca maka alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger akan mengaktifkan buzzer dan menyimpan data dari nilai sag tegangan ke memori *micro* SD CARD. Data yang telah tersimpan di memori *micro* SD CARD ditampilkan pada display LCD.

Pada pengujian alat menggunakan trafo 220/110 V dengan metode switching tegangan dari 220 ke 110 untuk mendapatkan nilai tegangan sag. Dan didapatkan hasil dari data pengujian untuk nilai terendah saat terjadi sag tegangan yaitu sebesar 29.0 %.

5.2. Saran

Dari hasil perancangan alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger ini terdapat beberapa saran yang dibuat penulis agar dapat melanjutkan dan memperbaiki kekurangan yang ada pada perancangan alat ini :

Dalam perancangan alat deteksi sag tegangan menggunakan sistem data logger ini diharapkan dapat digunakan untuk mempermudah mitigasi tegangan pada sistem kelistrikan.

Sensor tegangan yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat pembacaan yang kurang akurat, sehingga perlu pertimbangan dalam pemilihan sensor tegangan untuk mencapai hasil yang akurat

- [2]. Anonym.(1995).IEEE Standard 1159-1995 Voltage Reduction Standard. American National Standards Institute.
- [3]. Anugrah, Iyan. (2017). Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A Dan Sensor Tegangan ZMPT101B. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4]. Asril, A., dkk. (2018). Perancangan dan Implementasi WSN (Wireless Sensor Network) Pada Alat Ukur Energi Listrik. POLI REKAYASA Volume 14, No. 1. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang.
- [5]. Dadan Nur Ramadan, Agus Ganda Permana, Galuh Mardiansyah, Dyah Puspaningrum. (2015). Rancang Bangun Dan Implementasi Alat Ukur dan Sistem Informasi Pada Listrik Satu Fasa. Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom.
- [6]. Dwiyantri, Murie, dkk. (2019). Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya. Jurnal Multinetics Vol: 5 No.2. Politeknik Negeri Jakarta.
- [7]. Fauzan Ahmad. (2017). Analisis Mitigasi Voltage sag Akibat Ground Fault Menggunakan Dynamic Voltage Restorer di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kayutangi Kalimantan Selatan.
- [8]. Gunawan, Adhi Kris. (2015). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan. Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [9]. Hayusman.L dkk. (2011). Analisis Tegangan Sags Akibat Pengasutan Motor Induksi Menggunakan Dynamic Voltage Regulator (DVR). Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [10]. J. Santosao, Alat Ukur dan Teknik Pengukuran. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [11]. Z. Mulia Sari, A. Hermawan, and S. Wibowo, "Analisis Power Quality Sistem Kelistrikan Pada Apartemen Malang City Point", *ELPOSYS*, vol. 7, no. 3, pp. 39-44, Nov. 2020.

Daftar Pustaka

- [1]. Alexander Maier, Andrew Sharp dan Yuriy Vagapov, "Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things," <https://ieeexplore.ieee.org>, 2017 [Online].