

# Prototipe Alat Pendeteksi Dini Gangguan *Fuse Cut Out* (FCO) Sistem Kelistrikan PLN Berbasis IoT

M. Aan Auliq, Fachrur Rizal Zamroni

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No. 49, Jember 68124

E-mail: realrizalzamroni@gmail.com

---

## ABSTRAK

---

**Abstrak** - Listrik pada saat ini menjadi salah satu kebutuhan penting. PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan yang bergerak di bidang ketenagalistrikan bertugas untuk melayani pasokan energi listrik. Sebuah sistem keandalan ketenagalistrikan dapat dikatakan handal apabila sistem itu mampu mengatasi gangguan listrik. Pada sebuah jaringan listrik tegangan menengah, beberapa peralatan proteksi yang sering dipasang salah satunya adalah *fuse cut out* (FCO). *Fuse Cut Out* (FCO) merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Untuk mendeteksi dini gangguan *fuse cut out* putus sehingga dapat mempercepat proses penormalan gangguan, maka dibutuhkan instrumentasi pengukuran untuk memonitoring nilai tegangan, arus, intensitas suara ketika terjadi ledakan pada *fuse cut out*, dan mendeteksi lokasi tempat terjadinya gangguan dengan mengetahui titik koordinat *longitude* dan *latitude*. Secara garis besar, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan instrumentasi pengukuran dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan 3 sensor yaitu PZEM-004T, sensor suara, dan GPS. Media perantara pengiriman data IoT dari alat ke Android adalah *module* GSM SIM800L. Dari hasil uji alat didapatkan *error persen* pada masing-masing pengukuran sensor dan didapatkan pula hasil pengujian pada empat kondisi.

**Kata kunci:** *fuse cut out*, PZEM-004T, sensor suara, GPS, IoT.

---

## ABSTRACT

---

**Abstract** - Electricity is currently one of the most important needs. PT. PLN (Persero) as a company engaged in the electricity sector is tasked with serving the supply of electrical energy. An electricity reliability system can be said to be reliable if the system is able to overcome electrical disturbances. In a medium voltage power network, several protective equipment that is often installed, one of which is the *fuse cut out* (FCO). *Fuse Cut Out* (FCO) is a protective device that works in case of an overcurrent disturbance. To detect early *fuse cut out* disturbances so that it can accelerate the normalization process of the disturbance, measurement instrumentation is needed to monitor the value of voltage, current, sound intensity when an explosion occurs at the *fuse cut out*, and detect the location where the disturbance occurs by knowing the *longitude* and *latitude* coordinate points. Broadly speaking, the purpose of this study is to develop measurement instrumentation from previous studies. This study uses 3 sensors, namely PZEM-004T, sound sensor, and GPS. The intermediary medium for sending IoT data from the device to Android is the GSM SIM800L module. From the results of the test tools, the percent error was obtained for each sensor measurement and the test results were obtained in four conditions.

**Keywords:** *fuse cut out*, PZEM-004T, sound sensor, GPS, IoT.

Copyright © 2021 Universitas Muhammadiyah Jember.

---

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan yang penting dalam kalangan perkantoran, perindustrian, maupun rumah tangga adalah listrik yang handal. Sebuah sistem ketenagalistrikan dapat dikatakan handal apabila sistem itu mampu mengatasi dan jarang sekali terjadi gangguan listrik yang biasanya timbul dari dalam peralatan atau bisa disebut gangguan permanen maupun faktor dari luar peralatan atau bisa disebut gangguan temporer dengan aman, cepat, tepat, dan selektif tanpa harus melakukan pemadaman total. Sebuah jaringan listrik tegangan menengah (JTM) memiliki beberapa peralatan proteksi yang dipasang sebagai pengaman jaringan agar dapat meminimalisir padam antara lain seperti PMT (Pemutus Tenaga), *recloser*, PMCB (*Pole Mounted Circuit Breaker*), *Fuse Cut Out* (FCO), dan *Lightning Arrester* [1].

*Fuse Cut Out* (FCO) merupakan peralatan proteksi yang bekerja untuk memutuskan rangkaian listrik yang bekerja akibat gangguan arus lebih. Komponen dari *Fuse Cut Out* (FCO) yaitu *fuse link* yang dirancang dan disesuaikan dengan ukuran *Fuse Cut Out* (FCO). *Fuse link* tersebut akan terputus jika arus yang berkerja melewati kapasitasnya. Prinsip kerja sebuah FCO yaitu ketika terjadi gangguan arus berlebih maka *fuselink* akan putus, dan tabung tersebut akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak akan ada arus yang mengalir pada system [2]. Karena di era industri 4.0 ini PT. PLN (Persero) sebagai satu - satunya penyedia listrik di Indonesia milik Negara dituntut untuk memberikan layanan yang terbaik dan prima. Tuntutan inilah yang membuat penulis memikirkan cara untuk mempercepat penormalan gangguan sistem kelistrikan agar pelanggan bisa cepat menikmati listrik lagi.

Selama ini di PT. PLN terdapat sistem monitoring gangguan secara *real time* yang disebut SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yang berfungsi untuk memantau peralatan dan memonitoring gangguan pada alat proteksi yang ada pada jaringan PLN dan trafo di Gardu Induk (GI). Akan tetapi SCADA hanya terbatas dipasang di alat proteksi (recloser, PMCB) dan trafo di Gardu Induk karena terkait biaya investasi yang cukup mahal. Hal ini didasari dengan pengalaman penulis juga di PT. PLN (Persero) ULP Klakah dimana banyak terjadi padam yang tidak terencana akibat gangguan sistem kelistrikan dan tidak termonitor sehingga tidak dapat ditangani dengan cepat. Hal ini didasari dengan pengalaman penulis juga di PT. PLN (Persero) ULP Klakah dimana banyak terjadi padam yang tidak terencana akibat gangguan sistem kelistrikan.

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi pada masa kini maka akan meningkat juga ilmu di bidang elektronika. Hal ini dapat diketahui dengan adanya sensor-sensor yang digunakan untuk mengamati dan mendeteksi sesuatu yang ada di lingkungan sekitar, seperti *module* tegangan dan arus, sensor suara, dan modul GPS. *Module* tegangan dan arus merupakan *module* yang digunakan untuk mengukur tegangan dan arus listrik AC. Sensor ini mengeluarkan output dengan komunikasi serial. Modul GPS merupakan suatu komponen elektronika yang dirancang untuk mendeteksi lokasi dengan menangkap dan kemudian memproses sinyal dari satelit navigasi. Modul GPS ini melingkupi sistem keamanan pada perangkat bergerak, system navigasi, *location tracking*, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, dll. Sensor suara merupakan sensor yang dirancang untuk dapat mengukur besaran suara yang ditangkap melalui kekuatan gelombang suara yang masuk lalu diubah menjadi besaran listrik yang kemudian masuk ke mikrokontroler untuk diolah [3].

Berdasarkan uraian-uraian tersebut penulis mengusulkan judul *prototype* alat pendeteksi dini gangguan *Fuse Cut Out* (FCO) di sistem kelistrikan PLN menggunakan PZEM-004T, sensor suara, dan GPS berbasis Arduino Mega dengan IoT. Alat ini menggunakan tiga buah *input* yaitu *module* tegangan dan arus PZEM-004T, sensor suara KY-037, dan modul GPS GY-NEO6MV2 dan menggunakan IoT sebagai penampil data pada Android. Media perantara pengiriman data IoT dari alat ke Android adalah *module* GSM SIM800L. *Module* GSM SIM800L merupakan perangkat yang bisa digunakan untuk menggantikan fungsi *handphone* sebagai media perantaraannya. Alat pendeteksi dini gangguan *Fuse Cut Out* (FCO) ini juga menggunakan LED sebagai lampu indikator jika terjadi *Fuse Cut Out* (FCO) terputus.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang terkait dengan permasalahan untuk meningkatkan sistem kehandalan listrik dengan melakukan pendeteksi dini gangguan *fuse cut out*, maka dilakukan sebuah upaya rancang bangun sebuah *prototype* alat pendeteksi dini gangguan *Fuse Cut Out* (FCO) di sistem kelistrikan PLN menggunakan PZEM-004T, sensor suara, dan GPS berbasis Arduino Mega dengan IoT. Adapun bagian-bagian dari sistem tersebut adalah:

### 2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Berbeda dari versi sebelumnya, Arduino Mega2560 terbaru sudah menggunakan *chip* ATmega16U2 yang diprogram dan berfungsi sebagai converter *USB-to-serial*, sehingga tidak lagi menggunakan *chip driver* FTDI *USB-to-serial*. Arduino Mega2560 versi terbaru ini memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga akan lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU [4].



Gambar 1. Arduino Mega 2560

## 2.2 Module PZEM-004T

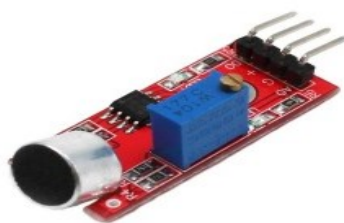
Sensor PZEM-004T berbentuk sebuah modul yang memiliki beberapa spesifikasi pada komponennya antara lain, yang pertama yaitu mampu beroperasi pada tegangan AC dalam rentang 80-260VA, yang kedua adalah terdapat toleransi arus yang terukur yaitu pada 0-100A, yang ketiga adalah daya yang terukur memiliki rentang 0-22kW, yang keempat adalah energi yang dihasilkan terukur dengan rentang 0 – 1000kWh [5].



Gambar 2. Module PZEM-004T

## 2.3 Sensor Suara KY-037

Sensor suara KY-037 bekerja berdasarkan besar atau kecilnya kekuatan gelombang suara. Sensor suara merupakan sensor yang dirancang untuk dapat mengukur besaran suara yang ditangkap melalui kekuatan gelombang suara kemudian masuk ke mikrokontroler untuk diolah besaran nilai yang terukur. Sensor suara KY-037 memiliki beberapa spesifikasi yaitu tegangan sumber bernilai 3.3-5 V, berfungsi untuk mendeteksi intensitas bunyi dengan cepat, antarmuka analog, dan memiliki ukuran 22 x 32 mm (0.87 x 1.26 inci) [6].



Gambar 3. Sensor Suara KY-037

## 2.4 Modul GPS (Global Positioning System) APM2.5 NEO-6MV2

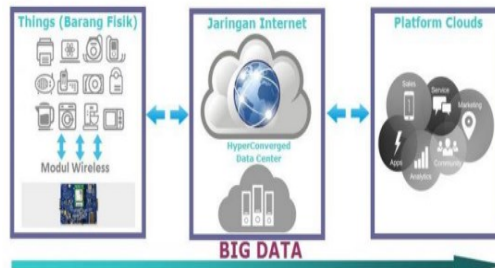
Modul GPS merupakan suatu komponen elektronika yang dirancang untuk mendeteksi lokasi dengan menangkap dan kemudian memproses sinyal dari satelit navigasi yang memiliki ukuran 25x35mm untuk modul dan 25x25mm untuk antenna. Beberapa spesifikasinya yaitu yang pertama adalah tipe penerima sebanyak 50 channel dan sensitivitas penjejak & navigasi yaitu 161 dBm (reakuisisi dari *blank-spot* yaitu -160 dBm), yang kedua adalah sensitivitas saat baru memulai yaitu -147 dBm pada *cold-start* dan -156 dBm pada *hot start*, yang ketiga adalah kecepatan pembaharuan data/navigation *update rate* yaitu sebesar 5 Hz, dengan tingkat akurasi penetapan lokasi GPS secara horizontal yaitu 2,5 meter (SBAS = 2m), rentang frekuensi pulsa waktu yang dapat disetel yaitu 0,25 Hz hingga 1 kHz, akurasi sinyal pulsa waktu yaitu RMS 30 ns (99% dalam kurang dari 60 ns) dengan granularitas 21 ns atau 15 ns saat terkompensasi, akurasi kecepatan yaitu 0,1 meter/detik [7].



Gambar 4. Modul GPS APM2.5 NEO-6MV2

**2.5 IoT (Internet of Things) Thing speak**

*Internet of things* atau biasanya lebih dikenal juga dengan IoT merupakan sebuah konsep untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Pada tahun 1999 istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton dan mulai terkenal melalui *Auto-ID Center* di MIT. Adapun beberapa kemampuan IoT seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Sementara “*Things*” sedangkan pada kata IoT merujuk pada subyek yang dikendalikan oleh internet. Contohnya penggunaan pemesanan tiket secara *online*, transportasi *online*, pengontrolan dan pengendalian peralatan, *e-commerce* dengan menggunakan sensor yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global dan selalu aktif. [5].

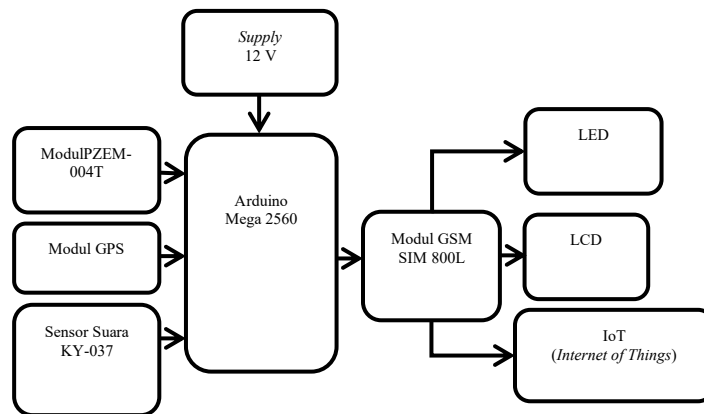


Gambar 5. Prinsip IoT (*Internet of Things*)

**3. METODE PENELITIAN**

Pada pelaksanaan penelitian ini terdapat empat tahap yang dilakukan yaitu yang pertama adalah perancangan sistem berupa diagram blok sistem keseluruhan, yang kedua adalah perancangan perangkat keras (*hardware*) berupa tabel komponen yang menghubungkan pin-pinnya, dan yang ketiga adalah perancangan perangkat lunak (*software*) berupa *flowchart* alat secara keseluruhan, dan yang keempat adalah pengujian yang terbagi menjadi 3 macam yaitu, pengujian pengukuran, tampilan data, dan pengujian keseluruhan.

**3.1 Perancangan Sistem**



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

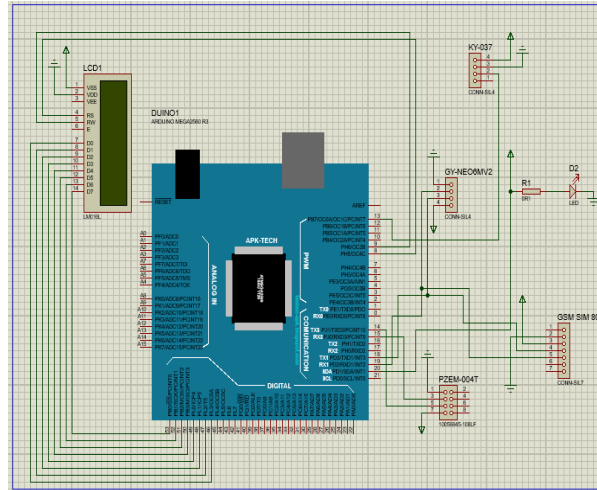
Pada diagram blok diagram menjelaskan desain sistem keseluruhan pada alat. *Input* sistem terdiri dari tiga yaitu *module* tegangan dan arus PZEM-004T, sensor suara KY-037, dan modul GPS yang akan diolah datanya oleh Arduino Mega. Kemudian hasil *output* ditampilkan pada LCD, LED dan dikirim menggunakan *module* GSM SIM800L untuk ditampilkan pada Android.

**3.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)**

Pada perancangan perangkat keras dapat dilihat terdapat beberapa komponen yang sudah terangkai dan terhubung pin-pinnya seperti pada gambar rangkaian dibawah yaitu Arduino Mega 2560, *module* tegangan dan arus PZEM-004T, sensor suara KY-037, modul GPS, LED, LCD 16x2, dan modul GSM SIM 800L. Ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koneksi Pin Pada Arduino

NO.	KOMPONEN	PIN ARDUINO	KONEKSI
1	Module PZEM-004T dengan Arduino Mega	5V	VCC
		GND	GND
		RXD3	TX
		TXD3	RX
2	Modul GPS dengan Arduino Mega	5V	VCC
		GND	GND
		RXD1	TX
		TXD1	RX
3	Sensor Suara KY-037 dengan Arduino Mega	5V	VCC
		GND	GND
		13	Data
4	LED dengan Arduino Mega	GND	Katoda
		20	Anoda
5	LCD dengan Arduino Mega	5V	VCC
		GND	GND
		53	D0
		52	D1
		51	D2
		50	D3
		49	D4
		48	D5
		47	D6
		46	D7
6	Modul GSM SIM 800L dengan Arduino Mega	5V	VCC
		GND	GND
		TXD1	SIM_RXD
		RXD1	SIM_TXD

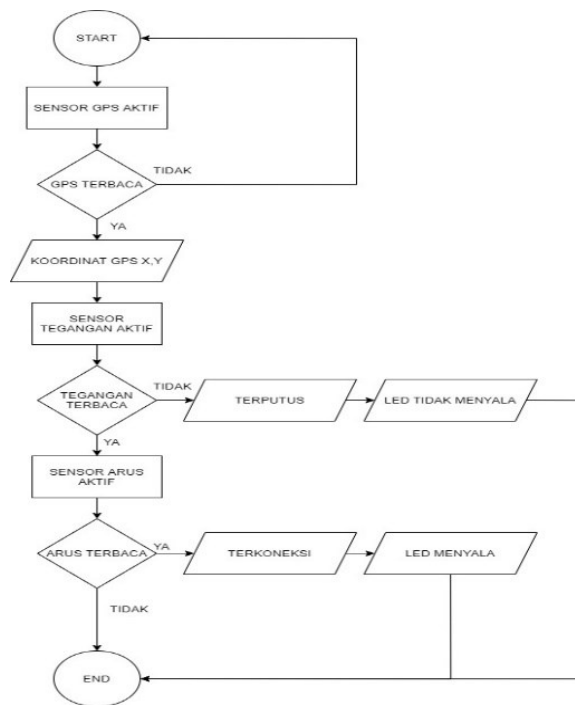


Gambar 7. Rangkaian Elektronika



Gambar 8. Rancang Bangun Alat

**3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)**



Gambar 9. Flowchart

Pada gambar 9 merupakan *flowchart prototype* alat pendeteksi dini gangguan *Fuse Cut Out* (FCO) di sistem kelistrikan PLN menggunakan PZEM-004T, sensor suara, dan GPS berbasis Arduino Mega dengan IoT. Pada *flowchart* tersebut yang pertama adalah mengaktifkan ketiga *input*, kemudian memproses data ketiga *input* yaitu PZEM-004T, sensor suara, dan GPS. Terdapat empat kondisi yaitu, jika PZEM-004T terbaca tegangan dan arus, tetapi sensor suara tidak terjadi ledakan, maka LED akan menyala dan kondisi CO tidak terputus. jika PZEM-004T tidak terbaca tegangan dan arus, tetapi sensor suara tidak terjadi ledakan, maka LED tidak menyala dan kondisi CO terputus. jika PZEM-004T tidak terbaca tegangan dan arus, tetapi sensor suara terjadi ledakan, maka LED tidak menyala dan kondisi CO terputus. jika PZEM-004T terbaca tegangan dan arus, tetapi sensor suara terjadi ledakan, maka LED akan menyala dan kondisi CO tidak terputus. Lalu data input akan dikirim menggunakan modul GSM SIM 800L. Kemudian Tampilan *output* berupa IoT (*Internet of Things*)



pada Android berupa data pengukuran PZEM-004T tegangan dan arus, indikator sensor suara, titik koordinat *longitude* dan *latitude* GPS, serta status CO.

### 3.4 Pengujian

Pengujian yang dilakukan untuk penelitian ini terbagi menjadi 3 macam yaitu, pengujian pengukuran, tampilan data, dan pengujian keseluruhan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengujian, hasil-hasil yang diperoleh pada saat dilakukan pengujian dijabarkan sebagai berikut:

### 4.1 Pengujian Pengukuran

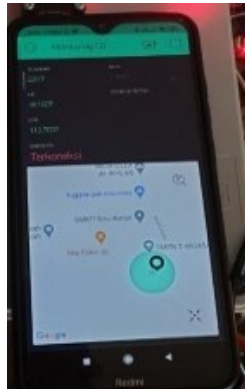
Pengujian untuk pengukuran module PZEM-004T, modul GPS, dan sensor suara dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali data percobaan pada masing-masing sensor, sehingga diperoleh nilai *error* persen rata-rata pengujian *module* PZEM-004T yaitu sebesar 0,25% untuk tegangan dan 2,15% untuk arus, pengujian modul GPS yaitu sebesar 0,002% untuk *longitude* dan 0,0001% untuk *latitude*, pengujian sensor suara yaitu sebesar 0,81%. nilai *error* persen rata-rata pada masing-masing sensor diperoleh dari perhitungan persamaan berikut ini:

$$E\% = \left| \frac{NA-NU}{NA} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Dimana NA merupakan nilai asli dan NU merupakan nilai ukur.

### 4.2 Tampilan Data

Data yang diproses oleh Arduino ditampilkan melalui media IoT (*Internet of Things*), LED, dan LCD 16x2. Tampilan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Tampilan data pada IoT (*Internet of Things*)

Pada tampilan data di IoT (*Internet of Things*) yang ditampilkan pada Android dengan menampilkan nilai pengukuran tegangan, arus, *longitude* *latitude*, dan status CO. Pada tampilan IoT (*Internet of Things*) di Android juga dapat dilihat lokasi GPS yang ditampilkan dalam bentuk peta dan lokasinya ditandai dengan lingkaran berwarna hijau.



Gambar 11. Tampilan data pada LCD 16x2 dan LED

Pada tampilan data di LCD 16x2 dengan menampilkan nilai pengukuran tegangan, arus, *longitude* dan *latitude*, dan intensitas suara. Sedangkan tampilan pada LED dapat diketahui dengan menyala atau tidaknya LED tersebut yang menandakan status CO. Jika CO terputus maka LED mati dan jika CO tidak terputus maka LED akan menyala.

#### 4.3 Pengujian Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan melakukan percobaan menggunakan empat kondisi. Hasil dari pengujian alat secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

NO.	PZEM-004T		GPS		SENSOR SUARA	LED	IoT
	Tegangan (V)	Arus (A)	Long	Lat			
1	220,1	1,931	-8.1007	113.7037	Tidak ada ledakan	Menyala	CO tidak putus
2	0	0	-8.1007	113.7037	Tidak ada ledakan	Tidak Menyala	CO putus
3	0	0	-8.1007	113.7037	Ledakan	Tidak Menyala	CO putus
4	220,0	1,929	-8.1007	113.7037	Ledakan	Menyala	CO tidak putus

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dari penelitian diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Prinsip kerja *module* PZEM-004T pada alat ini adalah mengukur dan menampilkan nilai arus dan tegangan, selain itu *module* PZEM-004T dapat memonitor secara *real time*. Berdasarkan pengujian *module* PZEM-004T didapatkan *error* persen rata-rata untuk tegangan sebesar 0,27% dan arus sebesar 1,24%.
2. Prinsip kerja *module* GPS pada alat ini adalah mengukur dan menampilkan titik koordinat *longitude* dan *latitude* dengan memperhatikan ciri-ciri modul tersebut jika mendapat sinyal, maka led pada GPS akan berkedip, hal ini dikarenakan akses GPS langsung ke satelit. Berdasarkan pengujian modul GPS didapatkan *error* persen rata-rata untuk *longitude* sebesar 0,002% dan *latitude* sebesar 0,0001%.
3. Prinsip kerja sensor suara KY-037 pada alat ini mengukur dan menampilkan nilai intensitas suara secara *real time*. Sensor suara KY-037 dikonversi oleh Arduino berupa sinyal *analog* pada bagian ADC (*Analog to Digital Converter*) menjadi sinyal *digital* dalam bentuk intensitas suara. Berdasarkan pengujian sensor suara didapatkan *error* persen rata-rata untuk *longitude* sebesar 0,78%.
4. Berdasarkan hasil pengujian alat secara keseluruhan yang telah terkalibrasi tingkat keberhasilannya dapat dikatakan besar karena nilai *error* persen yang kecil yang didapat pada setiap percobaan yaitu pada pengujian *module* PZEM-004T didapatkan *error* persen rata-rata untuk tegangan sebesar 0,27% dan arus sebesar 1,24%, pengujian modul GPS didapatkan *error* persen rata-rata untuk *longitude* sebesar 0,002% dan *latitude* sebesar 0,0001%, dan pengujian sensor suara didapatkan *error* persen rata-rata untuk *longitude* sebesar 0,78%.

## REFERENSI

- [1] Hofuron, Imam. 2018. *Analisis Koordinas Kerja PMT (Pemutus Tenaga) Dengan Recloser Akibat Gangguan Ars Hubung Singkat Pada Penyulang Kalibakal-09 PT. PLN (Persero) Area Purwokerto. Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [2] Armansyah, Yusmartato. 2019. *Pemilihan Fuse Cut Out Untuk Pengaman Transformator Distribusi 400 KVA*. ISSN:2598-1099 (Online). Universitas Islam Sumatra Utara.
- [3] Faudin, Agus. 2017. *Cara mengakses sensor suara menggunakan Arduino Uno*. In Arduino Projects Tutorial.
- [4] Alfareza, Rexi Kurniawan. 2016. *Kendali Pintu Bendungan Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik PING Berbasis Arduino Mega. Thesis*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [5] Aggista, Jimmy Lutfi. 2020. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Menggunakan Sensor PZEM-004T Berbasis Internet of Things. Thesis*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6] Bachtiar, T. 2011. Sensor Suara. Blogspot. <http://ilmuteknikpertanian.blogspot.com/p/sensor-suara.html>.
- [7] Saputra, Chandra Bayu. 2016. *Aplikasi RFID Sebagai Identifikasi Pada Prototype Selenoid Valve Berbasis Arduino Uno (ATMEGA328). Thesis*. Politeknik Negeri Sriwijaya.



**BIOGRAFI PENULIS**

Muhammad Aan Auliq merupakan Dosen di Jurusan Jurusan Teknik Elektro Strata 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Pendidikan Terakhir yang ditempuh adalah Strata 2 (Magister).



Fachrur Rizal Zamroni merupakan Mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Topik penelitiannya berkaitan dengan alat pendeteksi dini gangguan *fuse cut out* (FCO) Sistem Kelistrikan PLN Berbasis IoT.