

## Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN

**Rizal Pratama<sup>1</sup>, Yuliarman Saragih<sup>2</sup>, Ibrahim<sup>3</sup>, Ulinnuha Latifa<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

e-mail: rizal.pratama15100@student.unsika.ac.id

**Abstrak**— Sistem monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler pada studi kasus prototype gardu distribusi PLN. Sistem ini dapat mendeteksi adanya gejala jaringan terputus dengan cara memonitoring arus pada jalur-jalur jaringan distribusi yang masuk kedalam sistem kerja. Sistem ini dilengkapi dengan fitur aplikasi android sebagai *Human Main Interface* (HMI). Apabila ada jaringan yang arusnya tiba-tiba menghilang maka sistem akan menampilkan *message error* tersebut pada HMI. Analisis pengujian performa sistem dilakukan dengan berbagai variabel dan parameter yaitu uji perbandingan pembacaan avometer dan sistem, uji keberhasilan pengiriman data sensor, uji keberhasilan notifikasi *error* dan uji pengaruh provider terhadap kerja sistem. Pada Uji pengukuran arus antara sistem dengan avometer didapat selisih sebesar 0,03A. Pada uji keberhasilan pengiriman data sistem NodeMCU terhadap aplikasi memiliki persentase keberhasilan 100%, begitu juga dengan hasil uji notifikasi *error*. Pada uji pengaruh *provider* terhadap kerja sistem memiliki waktu rata-rata untuk Indosat sebesar 3,828s dan Telkomsel sebesar 3,16s.

**Kata kunci** : ACS712, Arduino, Jaringan Distribusi, Monitoring Arus, NodeMCU

**Abstract**— A microcontroller-based current and voltage monitoring system in a case study of a prototype PLN distribution substation. This system can detect symptoms of a disconnected network by monitoring the flow of distribution network lines that enter the work system. This system is equipped with an android application feature as a human main interface (HMI). If there is a network whose current suddenly disappears, the system will display the error message on the HMI. Analysis of system performance testing is carried out with various variables and parameters, namely a comparison test of Avometer readings and the system, testing the success of sending sensor data, testing the success of error notifications and testing the influence of the provider on the system's work. In the current measurement test between the system and the avometer, a difference of 0.03A is obtained. In the successful test of sending data the NodeMCU system to the application has a 100% success percentage, as well as the results of the error notification test. In the test of the influence of the provider on the system work, the average time for Indosat is 3.828s and Telkomsel is 3.16s.

**Keywords** : ACS712, Arduino, Current Monitoring, Distribution Network, NodeMCU

### I. PENDAHULUAN

Proses penyaluran tenaga listrik merupakan peran yang penting pada kebutuhan masyarakat di bidang perbengkelan atau reparasi alat elektronik, karena dengan adanya tenaga listrik berbagai kegiatan masyarakat dan aktifitas industri dapat dilaksanakan.

Sumber tenaga atau daya diperoleh dari pembangkit yang kemudian disalurkan dengan menggunakan tegangan tinggi yang sering disebut penyaluran transmisi. Tujuan dari penyaluran transmisi ini agar mengurangi rugi daya dan menghemat dalam proses penyaluran jarak jauh. Setelah proses penyaluran dari pembangkit tegangan tinggi dirubah menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah pada gardu induk dan gardu distribusi untuk disalurkan kepada konsumen. Proses

penyaluran ini dinamakan proses penyaluran distribusi.

Masyarakat menuntut proses penyaluran tenaga listrik berjalan dengan baik, karena sekarang ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, jika tidak terjaga tentu akan merugikan banyak pihak. PT.PLN (Persero) berupaya dengan maksimal untuk menanggapi kebutuhan masyarakat mengenai penyaluran tenaga listrik, tetapi dengan beberapa syarat yang harus dipenuhi konsumen. Syarat tersebut tercantum pada Undang-Undang No.30 tahun 2009 pasal 29 tentang ketenagalistrikan.

Dalam pelaksanaan undang-undang tersebut masih terdapat banyak penyalahgunaan. Terutama pada point ketiga, yaitu memanfaatkan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dibuktikan

masih terdapat banyak pemanfaatan tenaga listrik ilegal yang tidak terdaftar di PT. PLN (Persero).

Akibat dari pemanfaatan tenaga listrik yang ilegal adalah terganggunya jaringan tenaga listrik karena pembebanan yang melebihi kapasitasnya. Gangguan ini mengakibatkan pemadaman yang berpengaruh dengan berlanjutnya penyaluran tenaga listrik.

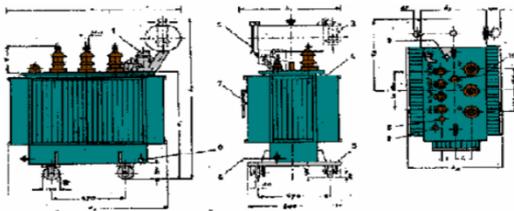
Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan penulis membuat alat bantu pemantauan gardu distribusi yang mengalami turun tegangan dengan judul penelitian "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN".

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Gardu Distribusi

Sistem Distribusi adalah bagian sistem energi listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk mendistribusikan energi listrik sesuai dengan asal kapasitas listrik yang besar (Bulk Power Supply) kepada konsumen. Dari 11 kV menjadi 24 kV, tegangan dinaikkan oleh gardu induk menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV dan kemudian ditransmisikan melalui saluran. Tujuan penaikan tegangan adalah agar meminimalkan rugi-rugi daya pada saluran transmisi, dalam hal ini rugi-rugi daya sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir melaluinya. Dengan kapasitas yang sama, saat tegangan dinaikkan, arus yang mengalir semakin kecil, sehingga rugi-rugi daya juga akan kecil. Dari saluran tersebut tegangan diturunkan kembali menjadi 20 kV oleh trafo step-up di gardu distribusi, kemudian dengan sistem tegangan ini, penyaluran daya dilakukan melalui saluran distribusi primer sistem tegangan rendah yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen [1].

Berdasarkan tegangan operasinya trafo dapat dibedakan menjadi trafo 500/150 kV dan 150/70 kV yang biasa disebut dengan *Inter Bus Transformer* (IBT). Trafo 150/20 kV dan 70/20 kV juga dikenal sebagai trafo distribusi. Titik netral trafo ditanahkan sesuai dengan kebutuhan sistem pengamanan/proteksi, misalnya trafo 150/70 kV ditanahkan langsung pada sisi netral 150 kV dan trafo 70/20 kV ditanahkan dengan resistansi rendah atau tinggi, hambatan atau langsung ke sisi netral 20 kV [1].



Gambar 1. Transformator  
Sumber : (Makaringas, 2016)

### B. Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah perangkat keras dan perangkat lunak yang berbasis mikrokontroler. *Arduino* bersifat *open source* dan diagram elektroniknya gratis untuk semua sarjana dan profesional untuk menggunakan *Arduino* dalam berbagai proyek. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, maka *Arduino Mega2560* perlu dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau dengan memberi daya dengan adaptor AC-to-DC atau baterai agar dapat bekerja [2].

### C. Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus efek *Hall*. *Hall Effect allegro* ACS712 adalah sensor yang akurasinya sangatlah. Secara umum aplikasi sensor ini biasa digunakan untuk kontrol motor, pendeteksi beban listrik, power switching dan proteksi beban lebih [3]. Pengoperasian sensor ini adalah bahwa arus baca mengalir melalui kabel tembaga di dalamnya, menciptakan medan magnet yang diambil oleh sirkuit *Hall*. Keakuratan pembacaan sensor dioptimalkan dengan memasang komponen antara konduktor penghasil medan magnet dan transduser efek *Hall* dalam jarak dekat [4].

### D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah platform IoT sumber terbuka. Perangkat lunak NodeMCU berjalan pada SoC Wi-Fi ESP8266 yang dirancang oleh Sistem Espressif dan didasarkan pada modul ESP-12. Istilah "NodeMCU" secara *default* mengacu pada *firmware DevKit*. *Firmware* menggunakan bahasa skrip Lua dan dapat digunakan di beberapa proyek seperti *lua-cjson* dan *spiff*. Terdapat banyak pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi aplikasi monitoring dan kontrol untuk proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan compiler *Arduino*, menggunakan *Arduino IDE*. Bentuk fisik NodeMCU ESP 8266, memiliki port USB (mini USB) untuk memudahkan pemrograman.

### E. MIT App Inventor

App Inventor digunakan untuk memprogram komputer untuk membuat perangkat lunak untuk sistem operasi Android. App Inventor digunakan dengan mendaftarkan alamat email sebagai pengguna atau sebagai pemrogram aplikasi [5]. Perangkat yang sebenarnya dapat dihubungkan secara nirkabel dan melalui USB. Perancang komponen adalah kelas dan metode siap pakai, seperti kelas dan metode dalam bahasa pemrograman Java, hanya di AI2 mereka disebut komponen.

### F. Firebase

Firestore Realtime Database, juga dikenal sebagai Google Firestore, adalah *database* yang dihosting di *cloud*. Data yang disimpan dalam format JSON

disinkronkan secara *real time* dengan setiap klien yang terhubung. Pengguna yang membuat aplikasi di atas Android, iOS, dan JavaScript SDK dapat berbagi data dengan instans DB secara *real-time* dan secara otomatis menerima pembaruan data setiap saat. Data dapat diakses dari perangkat yang berbeda di semua platform dan keamanan terjamin [7].

### III. METODE

#### A. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang penulis gunakan pada penelitian ini adalah:

- a. PC atau Laptop
- b. Multimeter
- c. Baterai 5V
- d. Arduino Mega
- e. Sensor Arus ACS712
- f. NodeMCU ESP8266
- g. Panel Distribusi

#### B. Flowchart Penelitian

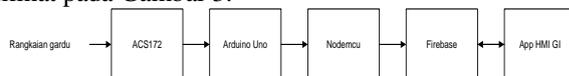
Pada penelitian ini penelitian dilakukan sesuai dengan alur dari *flowchart* yang telah ditentukan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

#### G. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Sistem monitoring arus dan tegangan menggunakan mikrokontroler memiliki komponen penting berupa Arduino UNO dan NodeMCU yang berfungsi sebagai

mikrokontroler dan pengirim data sensor ke *database*. Ketika sistem dihidupkan maka data arus dan tegangan akan dikirim ke aplikasi HMI GI sebagai media *interface monitoring* dan notifikasi gejala yang akan terjadi pada sistem jaringan kabel distribusi. Apabila sensor arus mendeteksi adanya arus yang kurang atau adanya sistem distribusi yang terputus maka aplikasi akan menampilkan *error message* sesuai dengan gejala atau masalah yang terjadi oleh jaringan distribusi secara *real time*.

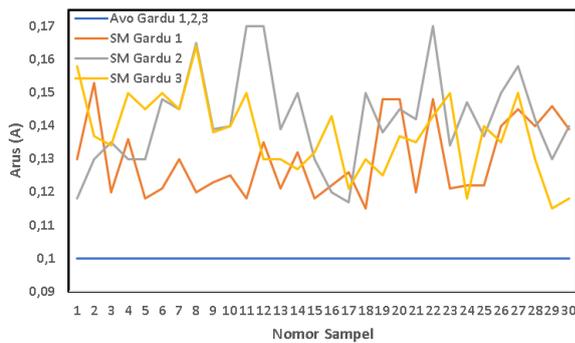
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Sistem Pembacaan Arus

Pada percobaan ini alat akan diuji dengan membandingkan nilai arus pada sistem dan pengukuran menggunakan avometer Hasil pengujian merupakan nilai rata-rata akurasi dari pembacaan sensor dengan monitor selama 30 kali uji di tiga gardu yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Pembacaan Arus

No	Arus Pengukuran Multimeter pada Gardu 1,2 dan 3 (A)	Arus pengukuran Sensor Gardu 1 (A)	Arus pengukuran Sensor Gardu 2 (A)	Arus pengukuran Sensor Gardu 3 (A)
1	0,1	0,13	0,118	0,158
2	0,1	0,153	0,13	0,137
3	0,1	0,12	0,135	0,134
4	0,1	0,136	0,13	0,15
5	0,1	0,118	0,13	0,145
6	0,1	0,121	0,148	0,15
7	0,1	0,13	0,145	0,145
8	0,1	0,12	0,165	0,164
9	0,1	0,123	0,139	0,138
10	0,1	0,125	0,14	0,14
11	0,1	0,118	0,17	0,15
12	0,1	0,135	0,17	0,13
13	0,1	0,121	0,139	0,13
14	0,1	0,132	0,15	0,127
15	0,1	0,118	0,13	0,132
16	0,1	0,122	0,12	0,143
17	0,1	0,126	0,117	0,121
18	0,1	0,115	0,15	0,13
19	0,1	0,148	0,138	0,125
20	0,1	0,148	0,145	0,137
21	0,1	0,12	0,142	0,135
22	0,1	0,148	0,17	0,143
23	0,1	0,121	0,134	0,15
24	0,1	0,122	0,147	0,118
25	0,1	0,122	0,137	0,14
26	0,1	0,14	0,15	0,135
27	0,1	0,145	0,158	0,15
28	0,1	0,14	0,142	0,13
29	0,1	0,146	0,13	0,115
30	0,1	0,139	0,14	0,118



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Sistem Pembacaan Arus

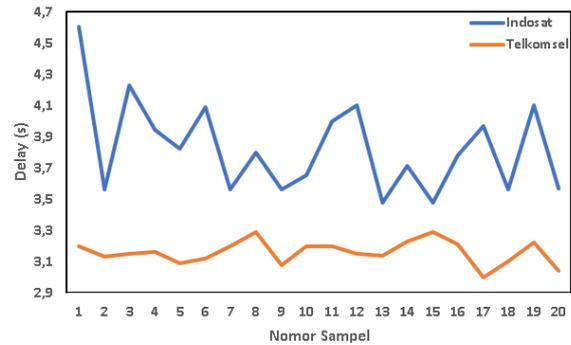
Dari total rata-rata selisih yang didapat maka pembacaan pada sistem melebihi 0,03mA dari pembacaan avometer. Hal ini bisa disebabkan oleh avometer atau clamp meter yang digunakan memiliki ketelitian nilai sebesar 0,1 A saja, jadi kita tidak tahu pasti besaran nilai dari satuan mA yang harusnya dibaca oleh clamp meter tersebut.

#### B. Pengujian Delay Notifikasi

Pada percobaan ini alat akan diuji dengan mengamati pengaruh perbedaan provider terhadap notifikasi *error* pada aplikasi HMI GI. Data hasil uji yang telah didapatkan yaitu berdasarkan jumlah rata-rata kecepatan pengiriman dalam satuan waktu pendeteksian gerak dengan 30 kali uji pengiriman notifikasi menggunakan provider Telkomsel dan Indosat. Hasil pengujian delay notifikasi berdasarkan provider yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2. Grafik pengujian delay notifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Hasil Pengujian Delay Notifikasi

No	Delay (s)	
	Indosat	Telkomsel
1	4,6	3,2
2	3,56	3,13
3	4,23	3,15
4	3,94	3,16
5	3,82	3,09
6	4,09	3,12
7	3,56	3,2
8	3,8	3,29
9	3,56	3,08
10	3,65	3,2
11	4	3,2
12	4,1	3,15
13	3,48	3,14
14	3,71	3,23
15	3,48	3,29
16	3,78	3,21
17	3,97	3
18	3,56	3,1
19	4,1	3,22



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Delay Notifikasi

Berdasarkan data yang telah didapat dari pengujian delay time sistem komunikasi antara NodeMCU dan android terlihat *provider* Indosat memiliki waktu tempuh yang lebih lambat dibandingkan dengan Telkomsel dengan waktu rata-rata untuk Indosat sebesar 3,828s dan Telkomsel sebesar 3,16s. Perbedaan waktu tempuh ini dipengaruhi oleh kecepatan data internet dari dua *provider* ditempat pengujian tersebut. Telkomsel memiliki kecepatan internet sebesar 16.02 Mbps sedangkan Indosat sebesar 6,80 Mbps. Semakin besar kecepatan akses internet dari suatu *provider* yang digunakan maka akan semakin cepat pula pertukaran data yang dapat dilakukan oleh NodeMCU dan android maupun sebaliknya.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN” menghasilkan beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Nilai arus pembacaan aktual menggunakan avometer dan sistem memiliki nilai yang hampir sama dengan rata-rata selisih nilai sebesar 0,03mA. Dengan selisih nilai yang kecil dan juga pengujian menggunakan avometer yang hanya memiliki ketelitian 0,1A maka pembacaan arus pada sistem sudah hampir presisi dan akurasi pembacaan sudah bisa digunakan sebagai acuan analisa terkait *trouble* pada sistem jaringan distribusi.
2. Berdasarkan pengujian pengiriman data serta respon notifikasi *error* antara NodeMCU dengan *database* ataupun aplikasi HMI GI memiliki persentase keberhasilan 100%.
3. Kecepatan pengiriman notifikasi *alert* atau data lain sangat bergantung terhadap kecepatan data internet yang digunakan pada alat tersebut. Dari pengujian yang sudah dilakukan menggunakan 2 *provider* yaitu Telkomsel dan Indosat maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *provider* jelas berpengaruh terhadap *time* delay pengiriman data.

Semakin besar kecepatan data dari suatu *provider* maka akan lebih efektif juga proses pengiriman datanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Makangiras, "Pemeliharaan Gardu Distribusi," 2016.
- [2] P. A. D, "Pengendalian Suhu pada Sistem Pasteurisasi Putih Telur Menggunakan Metode PID Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560," 2018.
- [3] F. D. Sulistyowati R, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Smikrokontroler," 2012.
- [4] B. M. S, "SISTEM PENGENDALI BEBAN ARUS LISTRIK BERBASIS ARDUINO," *Skripsi*, 2017.
- [5] A. A. B, "Pengembangan Komik Menggunakan MIT App Inventor Pada Pokok bahasan Pythagoras Kelas VII C SMP Pangudi Luhur 1 Yogyakarta," *Skripsi*, 2019.
- [6] S. S. Hidayatullah, "Pengertian Buzzer Elektronika Beserta Fungsi dan Prinsip Kerjanya," Belajar Online, Oktober 2020. [Online]. Available: [www.belajaronline.net](http://www.belajaronline.net): <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-buzzer-elektronika-fungsi-prinsip-kerja.html>. [Accessed 1 Maret 2022].
- [7] N. C. F, "Ancang Bangun Sistem Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IoT," *Skripsi*, 2021.