

Sistem *Monitoring* Tegangan DC 110 Volt Berbasis *IoT* pada Gardu Induk Kebonagung

Arief Rachman Hermanto¹, M. Jasa Afroni², Sugiono³

^{1,2,3}Universitas Islam Malang

ariefrach16@gmail.com, jasaafro@unisma.ac.id, gionounisma@unisma.ac.id

Abstract

The Direct Current (DC) system at the substation functions as a DC voltage source for equipment control such as a loaded voltage breaker (PMT), an unloaded voltage separator (PMS), and as the main voltage source for protection relays. The current condition is that the monitoring process at the Kebonagung Substation is still done manually during working hours, while outside these hours it is not monitored, and there is limited Early Warning if an anomaly occurs in the DC system. The need for a battery capacity (Ah) calculation facility is urgently needed to find out its capacity value in real-time if a substation experiences a blackout to determine the readiness of the battery to accommodate the load, as well as problems with substations using Operatorless Substation (GITO) management. With this tool, it is very helpful for the substation operator to monitor the DC system in real time and get an early warning if an anomaly occurs. Using a smartphone and a web browser.

Keywords— *Monitoring, DC System, Substation, Internet of Things*

Abstraksi

Sistem *Direct Current* (DC) pada Gardu Induk berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk kontrol peralatan seperti pemutus tegangan berbeban (PMT), pemisah tegangan tidak berbeban (PMS), dan sebagai sumber tegangan utama untuk *relay* proteksi. Kondisi saat ini, proses monitoring di GI Kebonagung masih secara manual pada saat jam kerja, sedangkan diluar jam tersebut tidak termonitor serta keterbatasan *Early Warning* jika terjadi *anomaly* pada sistem DC. Kebutuhan fasilitas perhitungan kapasitas baterai (Ah) sangat dibutuhkan untuk mengetahui nilai kapasitasnya secara real-time jika Gardu Induk mengalami gangguan padam total (*blackout*) untuk mengetahui kesiapan baterai menampung beban, serta permasalahan Gardu Induk yang menggunakan manajemen Gardu Induk Tanpa Operator (GITO). Dengan adanya alat ini, maka pihak operator Gardu Induk sangat terbantu untuk memonitor sistem DC secara *real time* serta mendapat *Early Warning* secara cepat jika terjadi *anomaly*. Menggunakan smartphone dan via web browser.

Kata Kunci— *Monitoring, Sistem DC, Gardu Induk, Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

Gardu Induk merupakan salah satu sistem pada jaringan transmisi yang memegang peranan penting. Gardu Induk berfungsi mendistribusikan tegangan listrik mulai dari pembangkit hingga ke konsumen atau biasa disebut tegangan rendah. Fungsi lain dari Gardu Induk adalah untuk memonitor operasi sekaligus mengamankan sistem tenaga listrik yang beroperasi terus menerus dan saling terhubung antara Gardu Induk yang satu dengan yang lainnya [9]. Di Gardu Induk terdapat sistem DC dengan kapasitas 110 Volt yang terdiri atas *rectifier* utama dan baterai cadangan untuk mengontrol peralatan *Master Terminal Unit* (MTU) saat sumber pada *rectifier* utama mengalami gangguan atau pada saat Gardu Induk mati total (*blackout*). Pengukuran dalam sistem DC 110 Volt saat ini masih dilakukan oleh operator Gardu Induk secara manual menggunakan AVO meter dan *clamp digital* belum

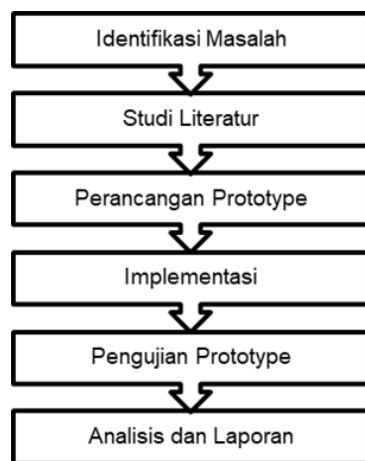
secara *real time* 24 jam. Sehingga saat operator tidak berada di lokasi dapat menyulitkan monitoring sistem tegangan DC 110 V.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka direncanakan untuk membangun sistem monitoring menggunakan *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan perangkat komputer melakukan kontrol terhadap sistem secara otomatis dimana saja melalui jaringan *internet*. Dengan sistem *monitoring* berbasis IoT, perangkat keras atau *hardware* yang dilengkapi dengan modul *Wi-Fi*, dapat meningkatkan efisiensi waktu, yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan kapanpun dan dimanapun tempatnya selama terkoneksi dengan jaringan *internet* [3]. Gardu Induk telah terhubung dengan jaringan internet yang memudahkan penggunaan IoT untuk keperluan memonitor parameter tegangan, arus, suhu ruangan, pemantauan kapasitas baterai sistem DC 110 Volt pada Gardu Induk jarak jauh secara *real time* 24

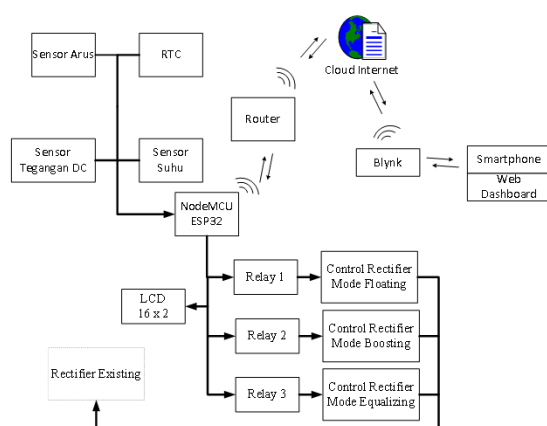
jam dan dapat memberikan *early warning system* apabila terjadi anomali pada sistem DC 110 Volt.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode Observasi dan Kuantitatif. Metode Observasi ini melibatkan pengumpulan data secara langsung dengan mengamati, mempelajari, dan menganalisis situasi di lapangan. Untuk mengidentifikasi masalah di lapangan dan memutuskan solusi yang tepat untuk setiap masalah. Pada tahap Metode Kuantitatif akan dilakukan pengumpulan data berupa angka numerik, interpretasi data, dan penyajian hasil. Penelitian ini didasarkan pada masalah implementasi, yang melibatkan perencanaan dan penerapan alat yang diharapkan dapat bekerja sesuai dengan masalah yang diajukan dalam penelitian ini.



Gambar 2.1 Sistematika Metode Penelitian

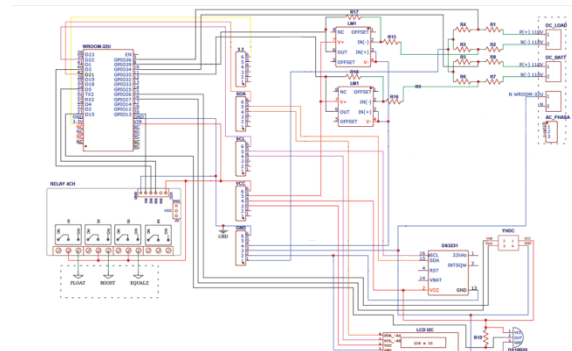


Gambar 2.2 Blok Diagram

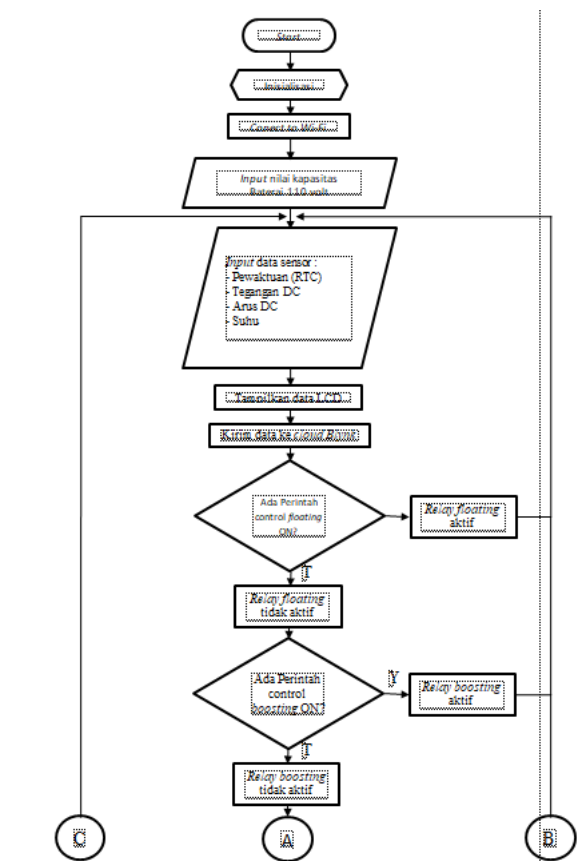
Dari Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa setiap nilai parameter yang diukur dikirim sebagai inputan bagi ESP32 yaitu sensor arus, sensor tegangan DC digunakan sebagai pembacaan nilai untuk melihat

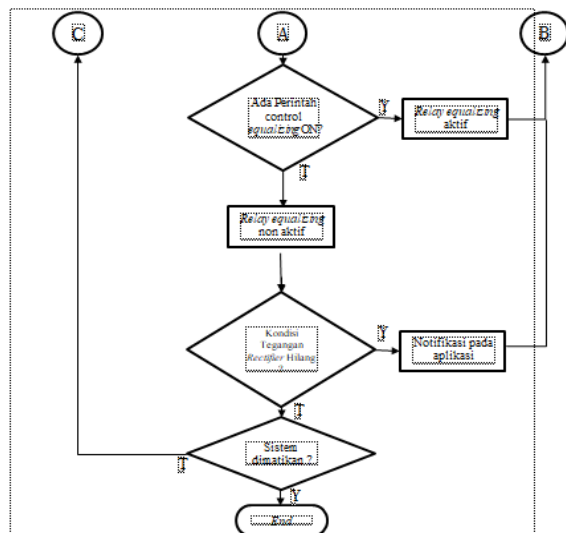
kapasitas baterai, sedangkan sensor suhu dan Real Time Control (RTC) digunakan sebagai inputan NodeMCU. Selanjutnya data inputan tersebut akan dikirimkan oleh NodeMCU ke Router yang digunakan sebagai pemancar gelombang Wi-Fi yang akan menghubungkan Nodemcu ke cloud internet.

Pada alat ini pengguna bisa menerima *Early Warning* jika terjadi *anomaly* pada sistem DC tersebut. *Early Warning* pada *smartphone* dapat berupa notifikasi pop-up pada status bar beserta aplikasi dan e-mail, sedangkan pada halaman Web *Dashboard* mendapat tambahan alarm berupa suara yang dikeluarkan sesuai anomali yang terjadi.



Gambar 2.3 Wiring diagram sistem monitoring tegangan DC 110 volt





Gambar 2.4 Flowchart program

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian keseluruhan yang merupakan kombinasi dari semua komponen yang telah diuji dan dirakit sebelumnya, sensor yang digunakan terdiri dari sensor pembagi tegangan yang berfungsi sebagai pengukur tegangan DC yang diberikan oleh rectifier, kemudian mengukur arus DC yang mengalir ke beban dengan sensor DC, sensor DS18B20 yang mengukur suhu ruangan di area kompartemen baterai, relay 220 VAC untuk mendeteksi rectifier off dan melakukan fungsi penghitungan Ah pada baterai, sedangkan modul relay DC menampilkan pembacaan pemilihan status rectifier.

Pada pengujian keseluruhan, saat rectifier dimatikan, arus searah otomatis disuplai oleh aki merk SAFT berkapasitas 208 Ah. Pengujian secara umum dilakukan sebanyak 30 kali dengan variasi arus beban DC 1 sampai 5 ampere yang diuji setiap 5 menit sebagai parameter pengukuran seperti arus, tegangan baterai. Untuk perhitungan Ah secara manual diperoleh rumus sebagai berikut.

$$Ah \text{ terbaca} = Ah \text{ input} - \left(\frac{Arus \text{ terbaca}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$Ah \text{ Terbaca} = Ah \text{ input} - \left(\frac{Arus \text{ terbaca}}{3600} \right) \times (\text{lama pengujian} \times 60s)$$

$$Ah \text{ Terbaca} = Ah \text{ input} - \left(\frac{1.25}{3600} \right) \times (5 \times 60s)$$

$$Ah \text{ Terbaca} = Ah \text{ input} - \left(\frac{1.25}{3600} \right) \times 300$$

$$Ah \text{ Terbaca} = Ah \text{ input} - (0.00347 \times 300)$$

$$Ah \text{ Terbaca} = 208 - 0.104167$$

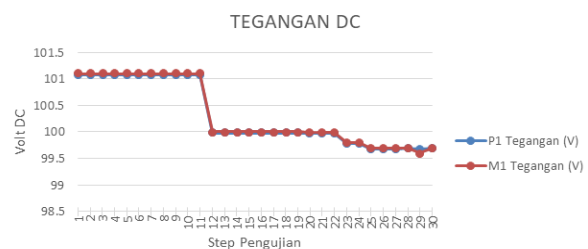
$$Ah \text{ Terbaca} = 207.792$$

Pada awal pengujian digunakan rectifier gelombang penuh DC Mobile merek SAFT dan PT PLN (Persero) dengan baterai 208 Ah. Dalam kondisi normal, rectifier beroperasi dalam mode mengambang dan setelah alarm atau listrik mati, rectifier beroperasi dalam mode boost sesuai dengan kondisi sistem dan SOP gardu induk (Sesuai Prosedur Operasi).

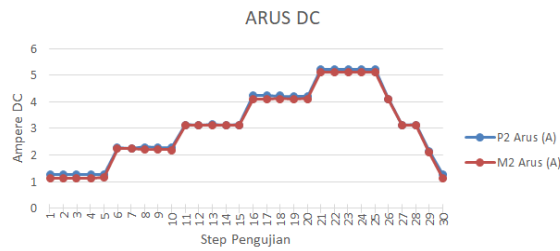
Pengujian pertama menggunakan arus pengisian 1 amp dan alat mengukur tegangan 103,6 volt dan nilai arus 1,14 amp selama 5 menit. Pengujian dilakukan selama 1 jam 30 menit dan sampel diambil setiap 5 menit. Pada saat proses pengujian keseluruhan nilai parameter tegangan, arus yang didapat dibandingkan dengan nilai parameter pengukuran yang didapat dari AVO Meter, Clamp Digital yang selanjutnya dimasukkan ke data statistika. Proses pengujian diasumsikan rectifier off maka rectifier tidak dalam mode floating, boosting maupun equalizing.

Step Pengujian	Prototype		AVO Meter		Clamp Digital		Selisih		Error	
	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	101.05	1.13	101.1	1.12	0.05	-0.01	0.05%	-0.90%		
2	101.06	1.13	101.1	1.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.90%		
3	101.06	1.14	101.1	1.13	0.04	-0.01	0.04%	-0.90%		
4	101.05	1.15	101.1	1.14	0.05	-0.01	0.05%	-0.90%		
5	101.07	1.16	101.1	1.15	0.03	-0.01	0.03%	-0.90%		
6	101.06	2.27	101.1	2.25	0.04	-0.02	0.04%	-0.90%		
7	101.06	2.26	101.1	2.25	0.04	-0.01	0.04%	-0.40%		
8	101.06	2.24	101.1	2.22	0.04	-0.02	0.04%	-0.90%		
9	101.05	2.22	101.1	2.21	0.05	-0.01	0.05%	-0.50%		
10	101.06	2.22	101.1	2.2	0.04	-0.02	0.04%	-0.90%		
11	101.06	3.14	101.1	3.12	0.04	-0.02	0.04%	-0.60%		
12	99.96	3.13	100	3.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.30%		
13	99.95	3.13	100	3.12	0.05	-0.01	0.05%	-0.30%		
14	99.96	3.13	100	3.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.30%		
15	99.97	3.14	100	3.13	0.03	-0.01	0.03%	-0.30%		
16	99.96	4.13	100	4.11	0.04	-0.02	0.04%	-0.50%		
17	99.97	4.13	100	4.11	0.03	-0.02	0.03%	-0.50%		
18	99.96	4.13	100	4.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.20%		
19	99.97	4.13	100	4.11	0.03	-0.02	0.03%	-0.50%		
20	99.95	4.13	99.99	4.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.20%		
21	99.94	5.13	99.99	5.12	0.05	-0.01	0.05%	-0.20%		
22	99.96	5.14	99.99	5.13	0.03	-0.01	0.03%	-0.20%		
23	99.75	5.14	99.9	5.13	0.05	-0.01	0.05%	-0.20%		
24	99.75	5.13	99.9	5.12	0.05	-0.01	0.05%	-0.20%		
25	99.66	5.14	99.7	5.12	0.04	-0.02	0.04%	-0.40%		
26	99.67	4.12	99.7	4.11	0.03	-0.01	0.03%	-0.20%		
27	99.66	3.13	99.7	3.12	0.04	-0.01	0.04%	-0.30%		
28	99.67	3.13	99.7	3.12	0.03	-0.01	0.03%	-0.30%		
29	99.65	2.12	99.7	2.11	0.05	-0.01	0.05%	-0.50%		
30	99.66	1.14	99.7	1.13	0.04	-0.01	0.04%	-0.90%		
Total Error									1.26%	-15.30%
Rata-rata Error									0.04%	-0.51%

Gambar 3.1 pengujian keseluruhan



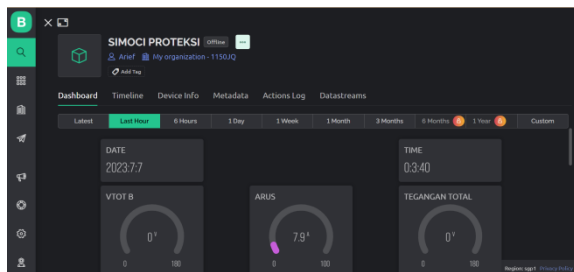
Gambar 3.2 Grafik 1 Perbandingan Tegangan DC



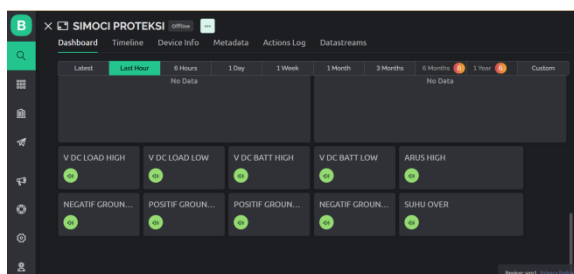
Gambar 3.3 Grafik 2 Perbandingan Arus DC



Gambar 3.4 Tampilan Blynk pada Smartphone



Gambar 3.5 Tampilan sistem monitoring pada web

Gambar 3.6 Tampilan *early warning* pada web

No	Parameter Uji	Batasan Anomali	Notification		Monitoring		Alarm
			Aplikasi Mobile	E-mail	Aplikasi Mobile	Website	
1	VDC baterai high	> 125 Volt	Send	Send	VBat high	VBat high	Send
2	VDC baterai low	< 86 Volt	Send	Send	VBat low	VBat low	Send
3	VDC load high	> 125 Volt	Send	Send	VLoad high	VLoad high	Send
4	VDC load low	< 86 Volt	Send	Send	VLoad low	VLoad low	Send
5	Positif ground	VNG > 78 Volt	Send	Send	Positif ground low	Positif ground low	Send
6	Negatif ground	VPG > 78 Volt	Send	Send	Negatif ground low	Negatif ground low	Send
7	Arus DC max	> 50 A	Send	Send	IDC max	IDC max	Send
8	Temperature high	> 40°C	Send	Send	High	High	Send

Gambar 3.7 pengujian notifikasi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari keseluruhan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat yang dirancang, mampu memonitor arus, tegangan suhu secara *real-time* 24 jam dan perangkat ini mampu meningkatkan efisiensi waktu, karena dapat diakses dimana saja selama masih dalam jangkauan internet.
2. Dapat memastikan keandalan dan kesiapan sistem tegangan DC 110 Volt menampung beban saat *rectifier off* atau terjadi gangguan (*Blackout*).
3. Dapat memberikan *early warning* apabila terdapat anomali pada sistem tegangan DC 110 Volt.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk melakukan penelitian dan pengembangan selanjutnya untuk sistem ini antara lain sebagai berikut:

1. Penambahan notifikasi *pop up* via *whatsapp messenger* dan penambahan *prototype* pada setiap cell baterai agar memudahkan operator menganalisis secara detail jika terjadi perubahan tegangan maupun arus yang *fluktuatif* secara signifikan yang menyebabkan dapat merusak peralatan DC yang lain.
2. *Prototype* dapat menggunakan PCB agar rangkaian lebih ringkas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Agned, "205450-Studi-Kapasitas-Baterai-110-Vdc-Pada-Gar(1)," pp. 1–9.
- [2] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [3] M. Hayaty and A. R. Mutmainah, "IoT-Based electricity usage monitoring and controlling system using Wemos and Blynk application," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 7, no. 4, pp. 161–165, 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.4.2019.161-165.
- [4] A. E. , D. Imam Muammarul, "PENGENDALIAN SUHU AIR MENGGUNAKAN SENSOR SUHU DS18B20," *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 1, 2019.
- [5] A. Sulaiman, "Microcontroller bagi Pemula hingga Mahir," *J. Ilm. Inform.*, 2018.
- [6] R. M. M. Wilutomo and T. Yuwono, "RANCANG BANGUN MEMONITOR ARUS DAN TEGANGAN SERTA KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN WEB BERBASIS ARDUINO DUE," *Gema Teknol.*, vol. 19, no. 3, 2017, doi: 10.14710/gt.v19i3.21881.
- [7] M. juhan dwi Suryanto and T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," *Jur. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [8] L. E. Nuryanto, "Penerapan Dari Op-Amp (Operational Amplifier)," *Orbith*, vol. 13, no. 1, pp. 43–50, 2017, [Online]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_7-Da0JLsAhXRF3IKHadsBEUQFjAAegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Fjurnal.polines.ac.id%2Findex.php%2Fforbith%2Farticle%2Fview%2F950%2F773&usg=AOvVaw3t8w3AgTQ20ITD988w88bE
- [9] A. Bori, "Sistem Monitoring pada Alat Pengisian Baterai Otomatis," 2017.
- [10] I. P. Silalahi, S. Sudjadi, and I. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suplai Tegangan Ac/Dc Rtu Di Gardu Induk 150 Kv Solo Baru Berbasis Android," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [11] M. I. Azis, M. J. Afroni, and B. M. Basuki, "DAN KEAMANAN PADA PLTPH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," pp. 1–6.