

PABRIKASI SISTEM MINIMUM UNTUK OBSERVASI PROSES *CHARGING* DAN *DISCHARGING* SECARA *REAL-TIME* PADA SISTEM BATERAI DI GARDU INDUK BOGOR BARU

Difa Faradila¹, Arief Goeritno²

Pogram Studi Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor Jl. KH Sholeh Iskandar km 2,
Bogor, Kode Pos 16162
email : difafrdl@gmail.com
email : arief.goeritno@uika-bogor.ac.id

Abstrak

Keandalan pasokan daya DC di gardu induk sangat penting untuk menjaga kinerja peralatan proteksi dan kendali agar tetap beroperasi saat sumber utama terganggu. Baterai cadangan menjadi sumber daya utama ketika terjadi gangguan, sehingga kondisi dan performanya perlu dipantau secara berkala. Pemantauan manual yang masih banyak digunakan dinilai kurang efisien karena tidak memberikan data secara *real-time*. Penelitian ini merancang sistem minimum untuk observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai di Gardu Induk Bogor Baru. Perancangan dilakukan menggunakan Arduino Mega Pro 2560 sebagai unit utama untuk membaca data sensor tegangan dan arus, serta modul ESP32 sebagai perangkat komunikasi untuk menampilkan data secara *real-time* pada *platform* Blynk IoT. Proses penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu perancangan perangkat, pemrograman mikrokontroler, dan pengujian sistem terhadap berbagai kondisi kerja baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi status baterai pada kondisi *charging*, *discharging*, *undervoltage*, dan full secara akurat. Data pengukuran tegangan dan arus dapat ditampilkan secara langsung melalui LCD dan dashboard Blynk IoT. Kalibrasi sensor menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran di bawah 1% yang masih berada dalam batas toleransi normal $\pm 5\%$. Sistem juga mampu memberikan notifikasi status secara otomatis sesuai kondisi baterai. Persentase keberhasilan sistem mencapai 100% pada seluruh skenario pengujian. Integrasi perangkat keras dan *platform* IoT berjalan stabil tanpa gangguan konektivitas. Sistem mampu menampilkan data pengukuran secara kontinu dan *real-time* selama pengujian. Kinerja sistem menunjukkan peningkatan efisiensi dan akurasi pemantauan dibanding metode manual. Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan sebagai media monitoring yang efektif untuk mendukung pemeliharaan baterai di gardu induk. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengembangan fitur penyimpanan data historis dan pengendalian jarak jauh. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan pasokan daya DC pada fasilitas tenaga listrik.

Keywords: Baterai, *charging*, *discharging*, *monitoring*, Arduino Mega Pro 2560

Abstract

The reliability of DC power supply in substations is crucial to ensure protection and control equipment remain operational during main power interruptions. Backup batteries serve as the

main power source during such conditions, so their condition and performance need to be monitored regularly. Manual monitoring, which is still widely used, is considered inefficient as it does not provide real-time data. This study designed a minimum system to observe the charging and discharging processes of batteries at the Bogor Baru Substation. The system was developed using an Arduino Mega Pro 2560 as the main unit to read voltage and current sensor data, and an ESP32 module as the communication device to display data in real time via the Blynk IoT platform. The research was carried out through three stages, namely device design, microcontroller programming, and system testing under various battery operating conditions. The results showed that the system could accurately detect battery status in charging, discharging, undervoltage, and full conditions. Voltage and current measurement data were displayed directly through an LCD screen and the Blynk IoT dashboard. Sensor calibration showed a measurement error rate below 1%, which is still within the normal tolerance limit of $\pm 5\%$. The system could also provide automatic status notifications according to battery conditions. The system achieved a 100% success rate in all testing scenarios. Hardware and IoT platform integration ran stably without connectivity issues. The system could display measurement data continuously and in real time during testing. The system's performance showed improved efficiency and monitoring accuracy compared to manual methods. Therefore, this system can serve as an effective monitoring tool to support battery maintenance at substations. This research can also serve as a basis for developing historical data storage and remote control features. This innovation is expected to enhance the reliability of DC power supply in power facilities.

Keywords: *Battery, Charging, Discharging, Monitoring, Arduino Mega Pro 2560*

I. LATAR BELAKANG

Gardu Induk merupakan bagian penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke konsumen melalui jaringan transmisi dan distribusi [1], [2]. Dalam operasionalnya, Gardu Induk terdapat dua sumber daya, yaitu tegangan bolak-balik (AC) dan tegangan searah (DC). Sumber utama tegangan DC berasal dari *rectifier*, sedangkan sumber cadangannya berasal dari baterai. Baterai berfungsi agar dapat dipastikannya seluruh peralatan proteksi, kendali, dan komunikasi tetap beroperasi saat terjadi gangguan suplai utama. Gangguan pada sistem baterai dapat menyebabkan peralatan proteksi gagal bekerja sehingga timbulnya kerusakan pada peralatan maupun pemadaman berskala luas [3], [4]. Oleh karena itu, ketersediaan dan keandalan baterai harus selalu dijaga untuk menjamin kontinuitas pelayanan sistem tenaga listrik [5].

Baterai bekerja melalui dua proses utama, yaitu *charging* (pengisian daya) dan *discharging* (pengosongan daya). Proses *charging* adalah aliran arus dari sumber eksternal menuju sel baterai sehingga energi listrik tersimpan dalam bentuk energi kimia, sedangkan *discharging* adalah proses pengaliran arus dari sel baterai ke beban eksternal untuk menyuplai energi listrik [6], [7]. Selama proses tersebut berlangsung, parameter tegangan dan arus baterai perlu diamati secara berkala karena keduanya mencerminkan kapasitas dan kondisi baterai. Saat ini, proses pemantauan baterai di gardu induk umumnya masih dilakukan secara manual

menggunakan alat ukur portabel. Metode ini dinilai kurang efisien karena tidak dapat menampilkan data kondisi baterai secara kontinu dan tidak memungkinkan pengiriman data secara *real-time*. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan konsep *real-time monitoring* (RMS), yaitu sistem pemantauan otomatis yang mampu mengukur dan menampilkan data secara langsung saat proses sedang berlangsung tanpa jeda waktu [8]. Konsep ini dapat dikombinasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), yaitu teknologi yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor arus dan sensor tegangan terhubung ke internet untuk mengirimkan data secara nirkabel sehingga dapat dipantau dari jarak jauh [9]

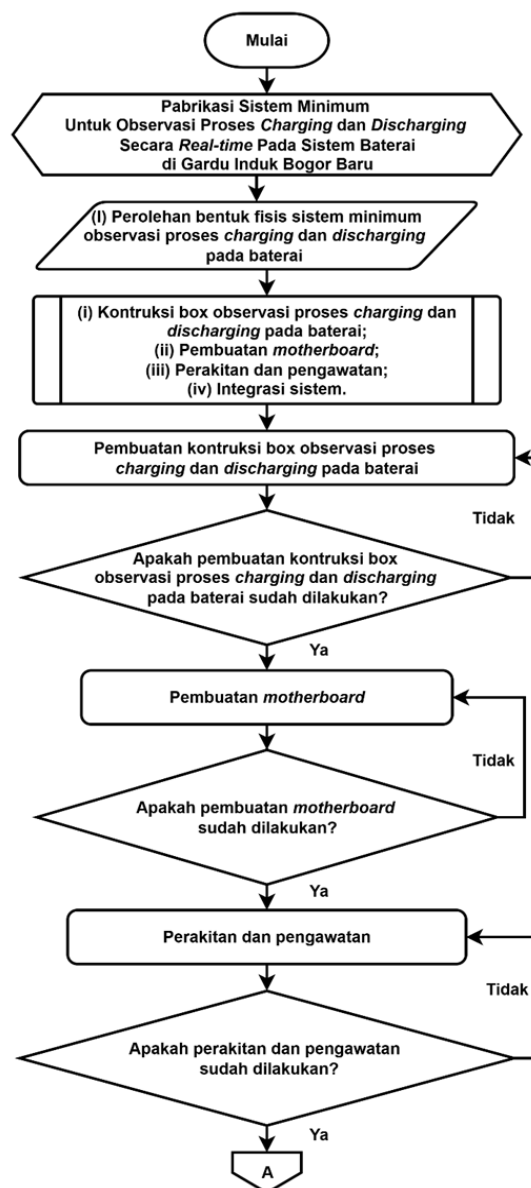
Perancangan sistem minimum observasi ini gunakan Arduino Mega Pro 2560 dan ESP32. Arduino Mega Pro 2560 merupakan papan mikrokontroler berbasis Atmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O dan 16 pin analog input, digunakan sebagai pusat pemrosesan data dari sensor tegangan dan sensor arus [10]. Sedangkan ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang memiliki konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth* bawaan, digunakan sebagai modul komunikasi untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke *platform* Blynk IoT secara *real-time* [11]. Kombinasi kedua perangkat ini memungkinkan sistem dapat mengolah data pengukuran sekaligus mengirimkannya secara nirkabel melalui jaringan internet.

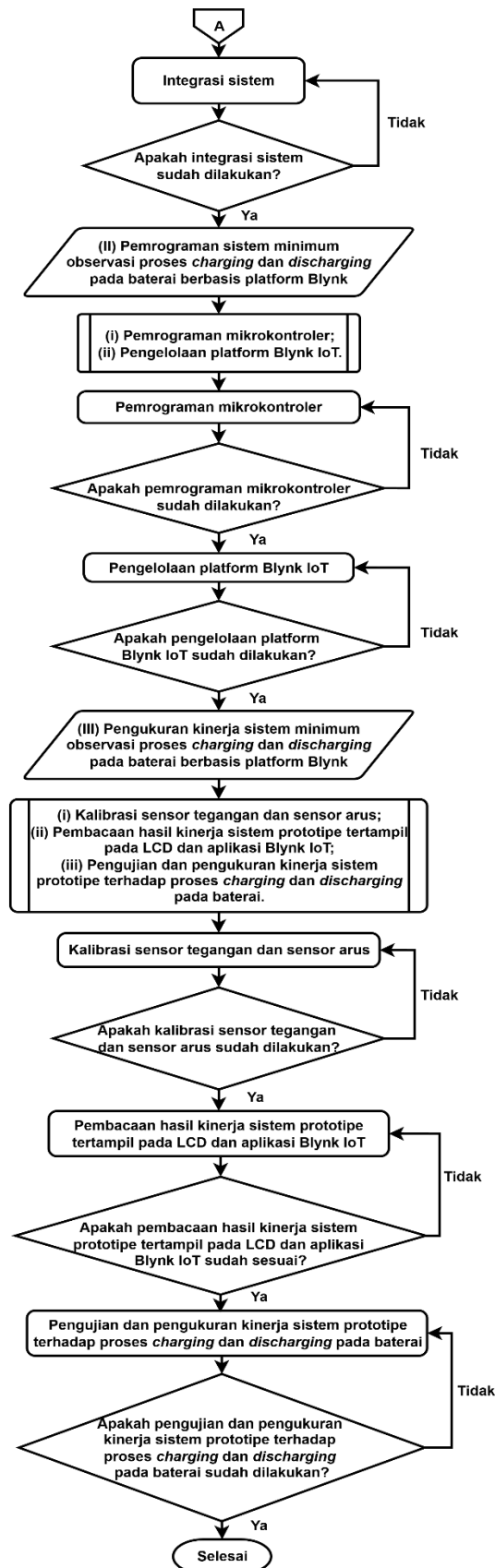
Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Borni Florus King (2018) merancang alat kontrol proses *charging* dan *discharging* pada baterai timbal-asam, namun alat tersebut belum dilengkapi dengan fitur pemantauan data secara *real-time* sehingga kondisi baterai tidak dapat diamati saat proses berlangsung [6]. Yudha Prasetya (2021) mengembangkan sistem monitoring tegangan baterai berbasis IoT yang dapat menampilkan data secara *real-time*, namun hanya terbatas pada satu parameter yaitu tegangan tanpa pengukuran arus [5]. Ratu Farah Humainah (2020) melakukan evaluasi kapasitas baterai di gardu induk dengan metode pengukuran manual, tanpa adanya sistem pemantauan otomatis sehingga hasil pengamatannya bersifat statis dan tidak kontinyu [4]. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini secara khusus merancang sistem minimum yang mampu pantau dua parameter utama baterai (tegangan dan arus) secara bersamaan dan ditampilkan secara *real-time* melalui *platform* IoT, serta memberikan notifikasi otomatis sesuai status baterai untuk mendukung efektivitas pemeliharaan baterai cadangan di Gardu Induk. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini memiliki tiga sasaran utama, yaitu: (i) Perolehan bentuk fisis sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai; (ii) pemrograman sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk; dan (iii) pengukuran kinerja sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dijelaskan melalui tahapan perakitan dan percobaan seperti: (i) perolehan bentuk fisis sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai; (ii) pemrograman sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk; dan (iii) pengukuran kinerja sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk. Perolehan bentuk fisis sistem minimum

observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai, dilakukan dengan (i) pembuatan/konstruksi box observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai, (ii) pembuatan motherboard, (iii) perakitan dan pengawatan sistem, dan (iv) integrasi sistem. Pemrograman sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk, dilakukan dengan (i) pemrograman mikrokontroler dan (ii) pengelolaan *platform* Blynk IoT. Pengukuran kinerja sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk, dilakukan berdasarkan (i) kalibrasi sensor tegangan dan sensor arus, (ii) pembacaan hasil kinerja sistem prototipe tertampil pada LCD dan aplikasi Blynk IoT dan (iii) pengujian dan pengukuran kinerja sistem prototipe terhadap proses *charging* dan *discharging* pada baterai. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kinerja vomet minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berbasis *platform* Blynk dilakukan berdasarkan (i) kalibrasi sensor tegangan dan sensor arus, (ii) Pembacaan hasil kinerja vomet prototipe tertampil pada LCD dan aplikasi Blynk IoT dan (iii) Pengujian dan pengukuran kinerja sistem prototipe terhadap proses *charging* dan *discharging* pada baterai.

A. KALIBRASI SENSOR TEGANGAN DAN SENSOR ARUS

Kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan akurasi pembacaan oleh sistem. Pada sensor tegangan, kalibrasi dilakukan dengan memberikan tegangan referensi dari *power supply* variabel (*battery simulator*), kemudian hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan pengukuran menggunakan avometer. Pada sensor arus, kalibrasi dilakukan dengan memberikan beban yang menghasilkan variasi arus, kemudian nilai pembacaan sensor dibandingkan dengan pengukuran multimeter. Selisih antara nilai teoritis sensor dan hasil pengukuran digunakan sebagai dasar penyetelan (kalibrasi), sehingga kedua sensor dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat. Kalibrasi sensor tegangan voltage divider, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kalibrasi sensor tegangan

No	V uji (Vdc)	V out (Vdc)	Hasil Perhitungan (Vdc) ($V_s \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$)	% Error
1	48 V	1.84	1.80	0.02 %
2	128 V	5.01	4.82	0.03 %

Hasil kalibrasi sensor tegangan menunjukkan nilai keluaran sangat mendekati perhitungan teoritis, dengan error 0,02% pada 48 V dan 0,03% pada 128 V. Nilai ini jauh di bawah batas toleransi $\pm 5\%$, sehingga sensor tegangan dinyatakan akurat dan layak digunakan pada sistem monitoring. Selanjutnya kalibrasi sensor arus HSTS016L, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kalibrasi sensor arus

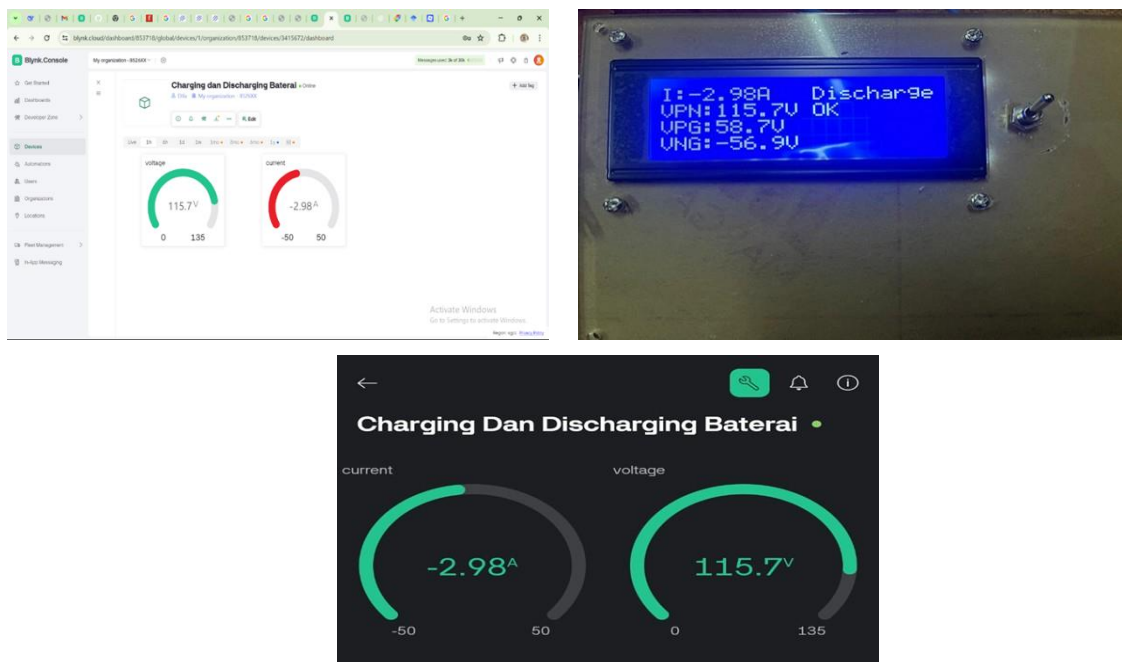
I in (A)	Vout		Adc ($V_{out} / V_{ref} \cdot 1023$)		Tampilan LCD		Error %
	Dsheet	ukur	Dsheet	Adc Arduino	hitung	Aktual	
0	2.5	2.4	511.5	499.2	0	0.15	offset
50	5	4.8	1023	998.4	50A	49.8	0.40%
-50	-5	-4.8	0	0	-50A	- 49.9	0.20%

Hasil kalibrasi sensor arus menunjukkan perbedaan kecil akibat offset sensor, toleransi tegangan referensi ADC, dan noise, dengan titik acuan 0 A, +50 A, dan -50 A. Meskipun

terdapat selisih, nilai error sangat rendah ($<1\%$) dan masih dalam batas toleransi $\pm 5\%$, sehingga sensor arus dinyatakan akurat dan layak digunakan pada sistem.

B. PEMBACAAN HASIL KINERJA SISTEM PROTOTIPE TERTAMPIL PADA LCD DAN APLIKASI BLYNK IOT

Pembacaan kinerja sistem prototipe menampilkan data tegangan dan arus hasil observasi proses *charging* dan *discharging* baterai pada LCD fisik dan aplikasi Blynk IoT. Tampilan ini memungkinkan pemantauan kondisi baterai secara *real-time*, baik langsung maupun jarak jauh, sehingga data dapat diperoleh dengan cepat tanpa perlu membuka perangkat tambahan. Pembacaan hasil kinerja sistem prototipe seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembacaan hasil kinerja sistem prototipe

Berdasarkan Gambar dapat dijelaskan, bahwa nilai pembacaan hasil kinerja sistem prototipe tertampil pada LCD fisis alat dan aplikasi Blynk IoT telah tertampil dengan baik dan sesuai dengan nilai yang ditentukan. Hal tersebut telah dibuktikan pada persamaan hasil tegangan dan arus tertampil pada LCD dengan aplikasi Blynk IoT.

C. PENGUJIAN DAN PENGUKURAN KINERJA SISTEM PROTOTIPE TERHADAP PROSES *CHARGING* DAN *DISCHARGING* PADA BATERAI

Pengujian dan pengukuran kinerja sistem prototipe terhadap proses *charging* dan *discharging* pada baterai yaitu pengukuran nilai tegangan dan arus baterai ketika berada di posisi *charging* dan *discharging*. Pengukuran ini berdasarkan pada Baterai 110Vdc Unit 1 GI Bogor Baru sebagai referensi pengukuran. baterai 110Vdc Unit 1 GI Bogor Baru seperti ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. baterai 110Vdc Unit 1 GI Bogor Baru

Baterai 110Vdc Unit 1 GI Bogor Baru berspesifikasi HBL tipe KMP305 dengan kapasitas nominal 305 Ah dan jumlah 86 cell baterai. Baterai ini hanya dijadikan acuan untuk menggambarkan pengukuran kinerja sistem prototipe terhadap proses *charging* dan *discharging* pada baterai dengan 4 kondisi yaitu: (i) *discharging*, (ii) *undervoltage*, (iii) *charging*, dan (iv) *full charging*.

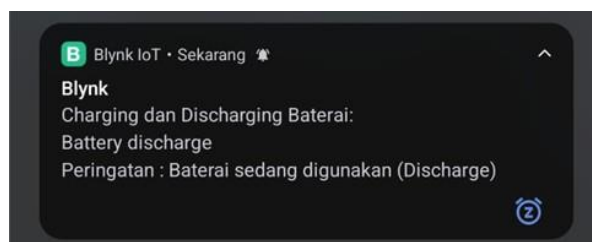
- *Discharging*

Saat baterai sedang dalam posisi pengosongan atau *discharging* maka kondisi baterai ditunjukkan dengan arus terbaca negatif, menandakan aliran arus dari baterai ke beban. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *discharging* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *discharging*

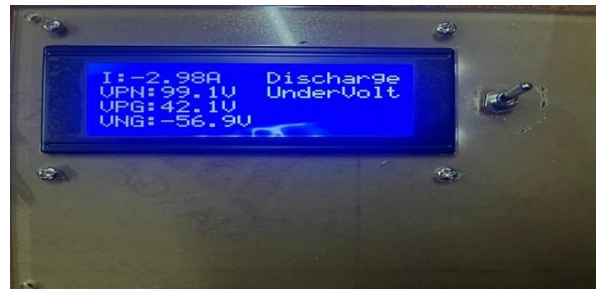
Tampilan sistem menunjukkan arus $-2,98\text{ A}$ yang menandakan arus mengalir keluar dari baterai menuju beban, dengan tegangan total $115,7\text{ V}$ yang menunjukkan kondisi baterai sedang melepaskan daya. Sistem juga menampilkan notifikasi status *discharging* pada aplikasi Blynk sebagai informasi jarak jauh bagi operator. Notifikasi status *discharging* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Notifikasi status *discharging*

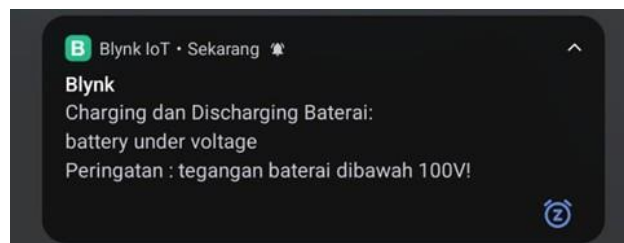
- *Undervoltage*

Tegangan limit minimum baterai saat *discharging* adalah 1 V per sel. Baterai 110 Vdc di Unit 1 GI Bogor Baru terdiri dari 86 sel sehingga batas minimumnya 86 V. Pada sistem prototipe, alarm *undervoltage* diset di bawah 100 V untuk memberi waktu bagi operator melakukan pergantian baterai sebelum terjadi penurunan tegangan yang dapat mengganggu sistem. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *undervoltage* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 1. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *undervoltage*

Tampilan sistem menunjukkan kondisi discharge dengan arus $-2,98\text{ A}$ dan tegangan $99,1\text{ V}$ yang berada di bawah batas aman 100 V . Sistem secara otomatis menampilkan notifikasi '*Undervoltage*' pada layar dan aplikasi Blynk sebagai peringatan dini agar operator mengetahui baterai mendekati batas minimum operasi. notifikasi status *undervoltage* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Notifikasi status *undervoltage*

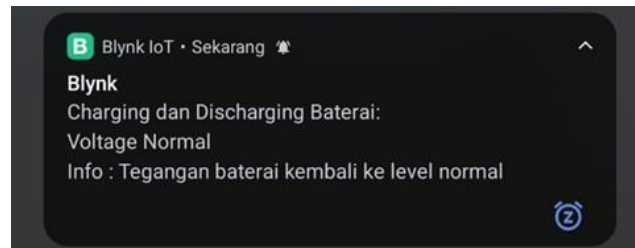
- *Charging*

Proses *charging* ditunjukkan oleh arus terbaca positif, yang menandakan *rectifier* mengisi baterai, saat pengisian baterai, mode yang digunakan adalah mode boosting dengan tegangan $1,5\text{ V} \times 86\text{ cell} = 129\text{ V}$. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *charging* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *charging*

Tampilan sistem terbaca kondisi *charging* dengan arus positif sebesar +1,42 A, yang menandakan baterai sedang menerima pengisian dari *rectifier*. baterai VPN terbaca 114,6 V yang artinya berada dalam kondisi normal dan aman. Nilai tegangan pada titik VPG dan VNG juga terbaca stabil, mendukung proses pengisian berjalan sesuai dengan setting yang ditentukan. Sistem juga menampilkan notifikasi *charging* dengan status baterai normal pada smartphone sebagai informasi jarak jauh kepada operator. notifikasi status *charging* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Notifikasi status *charging*

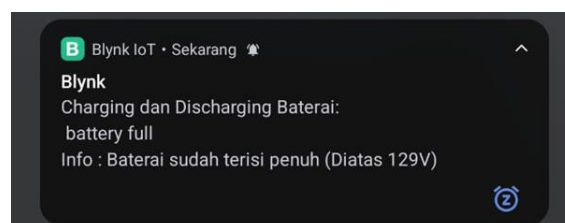
- *Full charging*

Baterai dikatakan penuh ketika tegangan baterai sudah mencapai 129V, pada sistem nyata, kondisi ini digunakan untuk memindahkan baterai dari mode *charging* boosting ke mode *charging* floating agar tidak terjadi *overcharging*. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *full charging* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan sistem pada saat pengukuran kinerja baterai dalam kondisi *full charging*

Hasil pengujian menunjukkan tegangan 131,9 V dengan arus pengisian +2,88 A, menandakan baterai telah penuh. Nilai ini hanya berselisih +2,25% dari tegangan boosting teoritis 129 V dan masih dalam toleransi $\pm 3\%$. Sistem otomatis berpindah ke mode floating untuk mencegah *overcharging* serta menampilkan notifikasi *full charging* pada aplikasi Blynk sebagai informasi jarak jauh bagi operator. notifikasi status *full charging* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Notifikasi status *full charging*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka diambil kesimpulan sesuai dengan sasaran penelitian. Keseluruhan aktualisasi terhadap pabrikasi sistem minimum untuk observasi proses *charging* dan *discharging* secara *real-time* secara keseluruhan melalui tiga tahapan, yaitu perolehan bentuk fisis, pemrograman dan pengelolaan, dan pengukuran kinerja pabrikasi sistem minimum untuk observasi proses *charging* dan *discharging* secara *real-time* pada sistem baterai di gardu induk Bogor Baru.

- Perolehan bentuk fisis dilakukan dengan tahapan kontruksi box sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai, pembuatan motherboard, perakitan dan pengawatan, dan integrasi sistem. Sistem minimum observasi proses *charging* dan *discharging* pada baterai berhasil direalisasikan melalui integrasi mikrokontroler, sensor tegangan dan sensor arus.
- Pemrograman sistem melalui tahapan pemrograman mikrokontroler, dan pengelolaan platform Blynk IoT. Pemrograman sistem menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++ yang dihubungkan ke Blynk IoT, sehingga data pembacaan parameter dapat dipantau dari jarak jauh secara *real-time*.
- Pengukuran Kinerja Sistem Minimum Observasi Proses *Charging* dan *Discharging* pada Baterai Berbasis Platform Blynk melalui tahapan kalibrasi sensor tegangan voltage divider dan sensor arus HSTS016L, pembacaan hasil kinerja sistem prototipe tertampil pada LCD dan aplikasi Blynk IoT, dan pengukuran kinerja sistem prototipe terhadap proses *charging* dan *discharging* pada baterai. Pengukuran kinerja sistem dibuat dengan simulasi pemantauan saat *discharging*, *undervoltage*, *charging* dan *full charging*.

Hasil pengujian menunjukkan pembacaan Nilai arus dan tegangan sesuai dengan teori, dengan selisih masih berada dalam batas toleransi pengukuran yaitu sekitar $\pm 1-3\%$. Sebagai contoh, pada kondisi *full charging* tegangan tercatat 131,9 V dibandingkan nilai teoritis 129 V, sehingga selisih +2,25% masih dalam kategori normal. Walaupun pengujian ini hanya berupa simulasi dan tidak terhubung langsung dengan baterai di Gardu Induk, sistem tetap menunjukkan kinerja sesuai desain. Dengan demikian, tingkat keberhasilan simulasi kesesuaian pada LCD dan Blynk dapat dinyatakan sebesar 100%, karena seluruh indikator (arus, tegangan, dan notifikasi status) berjalan sesuai yang diharapkan

V. REFERENSI

- [1] S. C. Annisa And A. Mardiansah, "Analisis Permasalahan Disconnecting Switch Pada Unit Induk Transmisi Jawa Barat," *Juteks (Jurnal Teknik Elektro Dan Sains)*, Vol. 10, No. 2, Pp. 68–72, 2023.
- [2] M. F. Istiqlal, E. Priatna, And S. Sutisna, "Analisa Kapasitas Baterai Sebagai Sumber Dc Pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Pt. Pln (Persero) Tasikmalaya," *Journal Of Energy And Electrical Engineering*, Vol. 4, No. 2, 2023.

- [3] L. Lonteng, E. K. Allo, And L. S. Patras, “Analisa Kemampuan Sumber Dc (Baterai Dan Charge) Dalam Memenuhi Kebutuhan Gardu Induk Teling,” 2022.
- [4] R. F. Humainah, “Analisis Penyebab Terjadi Error Dalam Tegangan Baterai 110 V Pada Gardu Induk Sepatan,” *Teknika*, Vol. 8, No. 2, Pp. 66–73, 2023.
- [5] A. Goeritno, Y. Prasetya, Y. Yuhefizar, M. Muhathir, S. Lestari, And I. M. Azama, “Prototyping An Iot-Platform Embedded Device To Prevent The Failure Of The Battery System At The Kedungbadak-Bogor Substation.,” *International Journal Of Safety & Security Engineering*, Vol. 13, No. 3, 2023.
- [6] B. F. King, S. D. Panjaitan, And A. Hartoyo, “Sistem Kontrol *Charging* Dan *Discharging* Serta Monitoring Kesehatan Baterai,” *Journal Of Electrical Engineering, Energy, And Information Technology (J3eit)*, Vol. 8, No. 1, 2020.
- [7] P. T. Pln, J. T. B. Mi, And K. Baru, “Buku Pedoman Pemeliharaan Sistem Supli Ac/Dc,” *Jakarta: Pt. Pln Persero*, 2014.
- [8] I. I. Albar And A. Goeritno, “Purwarupa Sistem Elektronis Berbantuan Iot Untuk Pemantauan Kinerja Pltph Secara *Real-Time*,” *Juteks (Jurnal Teknik Elektro Dan Sains)*, Vol. 10, No. 2, Pp. 41–51, 2023.
- [9] A. Rohimat, F. Muliawati, And Y. Afrianto, “Sistem Monitoring Suhu Berbasis Iot Pada Ruangan Server,” *Juteks (Jurnal Teknik Elektro Dan Sains)*, Vol. 10, No. 2, Pp. 73–77, 2023.
- [10] W. Wahyudi, “Rancang Bangun Deteksi Warna Berbasis Machine Learning Arduino Mega Pro Mini Atmega2560-16au,” *Micronic: Journal Of Multidisciplinary Electrical And Electronics Engineering*, Pp. 42–54, 2023.
- [11] A. M. Ibrahim And A. Solikhin, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Berbasis Iot Pada Lampu Dan Ac Di Laboratorium Komputer Politeknik Mitra Karya Mandiri,” *Just It: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, Vol. 13, No. 2, Pp. 87–91, 2023.