

Analisis Sistem Baterai pada Penggunaan di Gardu Induk Bandung Utara

LIKUSA ZULKINURDA, NASRUN HARIYANTO

Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: likusa.zulkinurda@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Perawatan Baterai 110V di Gardu Induk Bandung Utara dilakukan dengan efisien dan sesuai kebutuhan yang dibutuhkan untuk baterai dapat bekerja secara efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perawatan baterai 110V di Gardu Induk Bandung Utara, dengan fokus pada keandalan operasional gardu induk. Baterai berperan penting dalam menjaga kontinuitas pasokan daya listrik. Penelitian ini dilakukan karena pentingnya menjaga keandalan sistem kelistrikan dan mengoptimalkan perawatan yang dilakukan. Penelitian ini mencakup mengukur dan menghitung kapasitas, efisiensi, serta lama baterai dalam menyuplai Gardu Induk. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa jumlah perhitungan baterai yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran, efisiensi baterai juga dalam kondisi yang baik dimana efisiensi baterai mencapai 99,6%, dan baterai tersebut dapat Menyuplai Gardu Induk selama 19,93 jam.

Kata kunci: Baterai 110V, Gardu Induk, Pasokan Daya, Perawatan Baterai, Sistem Kelistrikan.

ABSTRACT

Battery 110V Maintenance at the North Bandung Main Substation is carried out efficiently and according to the requirements needed for the battery to work efficiently. The aim of this research is to analyze 110V battery maintenance at the North Bandung Main Substation, with a focus on the operational reliability of the substation. Batteries play an important role in maintaining continuity of electrical power supply. This research was carried out because of the importance of maintaining the reliability of the electrical system and optimizing the maintenance carried out. This research includes measuring and calculating the capacity, efficiency and battery life in supplying the main substation. The results of this analysis show that the number of battery calculations carried out is not much different from the measurement results, the battery efficiency is also in good condition where the battery efficiency reaches 99.6%, and the battery can supply the main substation for 19.93 hours.

Keywords: Battery 110V, Battery Maintenance, Electrical System, Power Supply, Substation.

1. PENDAHULUAN

Gardu induk merupakan fasilitas utama dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai pusat distribusi daya listrik ke berbagai wilayah secara andal dan aman (**Lonteng, 2022**). Pada gardu induk, sistem baterai memiliki peran penting sebagai sumber daya cadangan arus searah (DC), yang menjamin kelangsungan pengoperasian peralatan proteksi dan kontrol selama terjadi gangguan atau pemadaman pada pasokan listrik utama (**Rosdiana & Furkan, 2024**). Tegangan operasi sistem baterai berada pada 110 VDC yang mendukung berbagai peralatan seperti relay proteksi, sistem komunikasi, dan penerangan darurat (**Fajaruddin, 2023**).

Keandalan sistem baterai sangat berpengaruh terhadap stabilitas pengoperasian gardu induk karena kegagalan baterai dapat memicu gangguan proteksi yang berdampak pada pemadaman listrik yang lebih luas (**Dinanti, 2020**). Kondisi lingkungan operasional serta prosedur pengisian dan pengosongan baterai yang kurang optimal dapat menyebabkan penurunan kinerja baterai secara signifikan (**Febrian, 2020**). Untuk itu, monitoring kapasitas baterai dan pelaksanaan pemeliharaan secara teratur sangat diperlukan agar mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan sistem yang tidak diinginkan (**Nugroho, 2011**).

Penelitian yang dilakukan telah membuktikan efektivitas pemeliharaan berkala dan pengujian kapasitas baterai dalam memperpanjang umur baterai sekaligus menjaga kestabilan suplai daya DC di gardu induk (**Nutiasih, 2017**). Selanjutnya, analisis data pengukuran tegangan, dan arus baterai memungkinkan evaluasi kondisi baterai secara menyeluruh, sehingga menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pemeliharaan (**Rifa'i, 2019**). Selain itu, pengujian kapasitas juga penting untuk mengetahui kinerja baterai dibandingkan dengan kapasitas nominal yang seharusnya (**Rifa'i, 2019**).

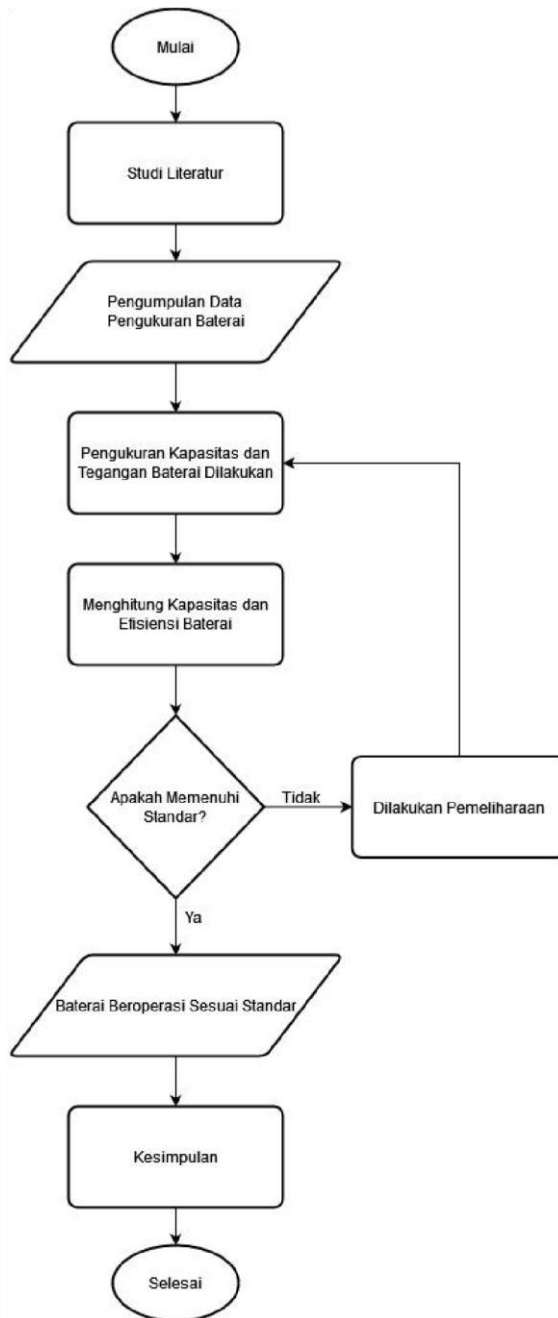
Di Gardu Induk Bandung Utara, optimalisasi sistem baterai sangat diperlukan untuk meningkatkan tingkat keandalan operasional sekaligus mengurangi risiko gangguan besar yang dapat menyebabkan pemberhentian operasional jaringan listrik regional (**Salam, 2014**). Dalam hal ini, evaluasi dan pengelolaan kapasitas baterai serta pemeliharaan yang sesuai dengan standar teknis merupakan upaya yang harus dilaksanakan secara konsisten (**Salam, 2007**).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan melakukan analisis sistem baterai pada Gardu Induk Bandung Utara dengan menggabungkan hasil pengujian lapangan serta kajian pustaka agar memberikan rekomendasi perbaikan pemeliharaan dan pengelolaan baterai yang dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi pemakaian baterai (**Gunawan dkk, 2025**). Dengan demikian, diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi nyata pada peningkatan kualitas sistem kelistrikan di wilayah Bandung Utara dan sekitarnya (**Sidabutar dkk, 2025**). Implementasi hasil analisis ini diharapkan bisa memperpanjang umur baterai serta meningkatkan keandalan pasokan listrik cadangan yang sangat vital dalam gardu induk (**Afandi dkk, 2021**).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Pengukuran

Gambar 1 menjelaskan tentang langkah-langkah penelitian mengenai perawatan baterai di gardu induk. Setelah itu dilakukan studi literatur untuk mempelajari buku-buku, jurnal, artikel-artikel dan laporan, dilanjutkan pengukuran untuk melengkapi data yang diperlukan lalu menganalisis data yang telah didapatkan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data baterai di Gardu Induk Bandung Utara. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Data Pengukuran Tegangan Arus dan Kapasitas Baterai

Tabel di bawah ini merupakan data pengukuran tegangan, arus dan kapasitas baterai yang ada di Gardu Induk Bandung Utara.

Tabel 1. Data Pengukuran Tegangan, Arus dan Kapasitas Baterai

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Baterai (Ah)
1h 0min	102,3	60	59,70
2h 0min	100,6	60	119,66
3h 0min	99,8	60	179,60
4h 0min	98,8	60	239,56
5h 0min	97,3	60	299,52

Tabel 1 di atas merupakan hasil pengukuran parameter listrik yang meliputi tegangan, arus, serta kapasitas baterai yang dicatat secara berkala setiap satu jam selama periode pengamatan selama lima jam.

2. Data Pengukuran Per Sel Baterai

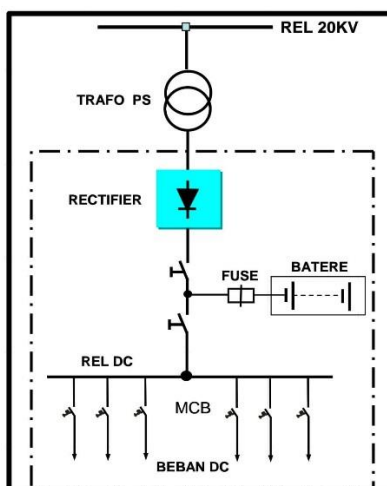
Tabel 2 merupakan data pengukuran per sel baterai yang ada di Gardu Induk Bandung Utara.

Tabel 2. Pengukuran Per Sel Baterai

No. sel	Tegangan (V)	Suhu (°C)	No. sel	Tegangan (V)	Suhu (°C)	No. sel	Tegangan (V)	Suhu (°C)
1	1,39	28	30	1,39	28	59	1,39	28
2	1,40	28	31	1,40	28	60	1,38	28
3	1,37	28	32	1,40	28	61	1,39	28
4	1,39	28	33	1,39	28	62	1,39	28
5	1,40	28	34	1,41	28	63	1,37	28
6	1,40	28	35	1,40	28	64	1,39	28
7	1,39	28	36	1,40	28	65	1,39	28
8	1,38	28	37	1,39	28	66	1,39	28
9	1,40	28	38	1,38	28	67	1,40	28
10	1,39	28	39	1,41	28	68	1,40	28
11	1,40	28	40	1,35	28	69	1,39	28
12	1,40	28	41	1,38	28	70	1,40	28
13	1,39	28	42	1,38	28	71	1,39	28
14	1,39	28	43	1,39	28	72	1,39	28
15	1,41	28	44	1,40	28	73	1,40	28
16	1,37	16	45	1,40	28	74	1,40	28
17	1,39	17	46	1,41	28	75	1,40	28
18	1,40	18	47	1,39	28	76	1,40	28
19	1,42	19	48	1,39	28	77	1,39	28

20	1,40	20	49	1,39	28	78	1,40	28
21	1,40	21	50	1,39	28	79	1,40	28
22	1,41	22	51	1,39	28	80	1,39	28
23	1,36	23	52	1,38	28	81	1,40	28
24	1,39	24	53	1,40	28	82	1,40	28
25	1,39	25	54	1,39	28	83	1,39	28
26	1,39	28	55	1,33	28	84	1,39	28
27	1,40	28	56	1,40	28	85	1,40	28
28	1,40	28	57	1,38	28	86	1,39	28
29	1,40	28	58	1,40	28			

Tabel 2 di atas merupakan tabel yang menunjukkan hasil pengukuran tegangan per sel baterai sebanyak 86 sel. Normalnya tegangan sel baterai yang baik adalah di 1,4 volt, apabila tegangan per sel baterai ada yang dibawah 1,4 volt seperti di sel nomor 23 yang bertegangan 1,36 volt maka sel baterai tersebut kualitas nya sudah menurun dan harus dilakukan equalizing atau penggantian agar efisiensi baterai di Gardu Induk tetap maksimal.



Gambar 2. Skematik Baterai pada Gardu Induk

Gambar 2 di atas merupakan skematik baterai dalam sebuah gardu induk yang menunjukkan sistem catu daya DC bersumber dari rectifier dan baterai. Terpasang pada instalasi secara paralel dengan beban, sehingga dalam operasionalnya disebut Sistem DC.

2.2 Rumus yang digunakan

Dari data yang didapatkan selama penelitian maka dapat dihitung dengan rumus – rumus berikut:

1. Kapasitas Baterai

Kapasitas suatu baterai ialah besarnya arus listrik (ampere) baterai yang dapat di suplai ataupun beban dalam jangka waktu (jam) tertentu, untuk memberikan tegangan tertentu. Kapasitas baterai (Ah) dinyatakan sebagai (1):

$$C = I \times t \tag{1}$$

Keterangan:

C = Kapasitas

I = Arus

t = Waktu (jam)

2. Efisiensi Baterai

Efisiensi suatu baterai diartikan sebagai perbandingan dari kapasitas pengosongan terhadap kapasitas pengisian. Dapat dirumuskan seperti (2):

$$\eta = \frac{C_d}{C_c} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

η = Efisiensi (%)

C_d = Kapasitas discharger / Uji (Ampere hour)

C_c = Kapasitas Charger (Ampere hour)

Baterai dapat dikategorikan baik menurut standar PLN saat kapasitasnya lebih dari 80% dan kurang baik jika kurang dari 80%.

Menurut standar IEEE suatu baterai memiliki yaitu:

1. Tegangan Minimum (V min) sebesar 95% dari tegangan nominal baterai yang di gunakan, sehingga apabila baterai memiliki tegangan nominal sebesar 110 VDC maka baterai akan memiliki tegangan minimum sebesar 104,5 VDC.

2. Lama Baterai Dapat Menyuplai

Baterai 110 V pada gardu induk kapasitas baterai ialah 300 Ah, baterai tersebut dapat menyuplai arus sebesar 300 ampere dalam 1 jam. Sementara beban arus DC pada gardu induk sebesar 80 ampere.

Waktu pemakaian baterai adalah seperti (3):

$$t \text{ (jam)} = \frac{\text{Kapasitas Pengujian}}{\text{Besarnya Beban Gardu Induk}} \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perhitungan Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai ialah mengetahui berapa jumlah arus listrik (ampere) yang dapat disalurkan ke suatu beban pada jangka waktu (jam) tertentu. Kapasitas baterai (Ah) dinyatakan seperti persamaan (1)

Pada jam ke-0:

$$C = 60 \times 0 = 0 \text{ Ah}$$

(Hasil pengujian = 0 Ah)

Pada jam ke-1:

$$C = 60 \times 1 = 60 \text{ Ah}$$

(Hasil pengujian = 59,70 Ah)

Pada jam ke-2:

$$C = 60 \times 2 = 120 \text{ Ah}$$

Pada jam ke-3:

$$C = 60 \times 3 = 180 \text{ Ah}$$

(Hasil pengujian = 179,60 Ah)

Pada jam ke-4:

$$C = 60 \times 4 = 240 \text{ Ah}$$

(Hasil pengujian = 239,56 Ah)

Pada jam ke-5:

$$C = 60 \times 5 = 300 \text{ Ah}$$

(Hasil pengujian = 119,66 Ah)

(Hasil Pengujian = 299,52 Ah)

2. Hasil Perhitungan Efisiensi Baterai

Efisiensi suatu baterai merupakan perbandingan dari kapasitas pengosongan terhadap kapasitas pengisian. Sesudah dilaksanakan pengujian kapasitas baterai 110 V Unit 1 Gardu Induk Bandung Utara di dapatkan kapasitas pengosongan sebesar 299 Ah dan kapasitas pengisian 300 Ah sehingga bisa di hitung efesiensi baterai seperti persamaan (2)

$$\text{Efisiensi Baterai} = \frac{\text{Kapasitas Discharger}}{\text{Kapasitas Charger}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Baterai} = \frac{299}{300} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Baterai} = 99,6\%$$

Maka Kondisi baterai 110 VDC Unit 1 pada Gardu Induk Bandung Utara menurut standar PLN dalam kondisi baik karena masih di atas standar minimum sebesar 80% yang di sarankan oleh PLN.

Pada Garduk Induk Bandung Utara membutuhkan sumber daya DC 110 Volt sebesar 15 Ampere, sehingga didapat daya yang diserap relay adalah:

$$\text{Tegangan: } V_b = 110 \text{ V} \quad \text{Arus:}$$

$$I_b = 15$$

Daya yang diserap relay adalah :

$$P_b = V_b \times I_b \quad P_b = 110 \times 15 = 1.650 \text{ W}$$

Berdasar pengujian kapasitas baterai 110 V. Unit I pada Gardu Induk Bandung Utara di dapatkan kapasitas saat ini sebesar 299 Ah.

$$\text{Tegangan: } V = 110\text{V}$$

$$\text{Kapasitas baterai: } I_{Ah} = 299 \text{ Ah}$$

Waktu pemakain baterai bisa di hitung efesiensi baterai seperti persamaan (3)

$$t = \frac{\text{Kapasitas Pengujian}}{\text{Besar Beban Gardu Induk}}$$

$$t = \frac{299}{15}$$

$$t = 19,93 \text{ jam}$$

Jadi lama baterai dapat menyuplai arus DC ke beban ketika terjadi gangguan yaitu selama 19,93 jam.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, hasil dari kapasitas baterai yang diukur secara perhitungan dan pengujian tidaklah jauh berbeda. Dapat diketahui bahwa kapasitas total baterai secara perhitungan adalah 300 Ah dan kapasitas baterai secara pengukuran adalah 299,52. Dari nilai pengujian kapasitas baterai tersebut diketahui bahwa secara perhitungan untuk mengetahui efisiensi baterai didapatkan sebesar 99,6%. Nilai efisiensi baterai tersebut masih dikatakan dalam kondisi yang baik. Karena PT.PLN (Persero) menentukan efisiensi baterai standar maksimum nya 80% dan baterai tersebut dapat Menyuplai Gardu Induk selama 19,93 jam. Pengujian menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan daya baterai masih sesuai dengan spesifikasi pabrikan, dan efisiensi konversi energi tetap berada dalam batas standar yang ditetapkan. Untuk pengukuran pada setiap sel baterai, terdapat beberapa sel baterai yang tegangannya berada di bawah standar, namun kondisi tersebut masih dapat diatasi dengan melakukan proses equalizing. Tidak ditemukan indikasi signifikan dari degradasi material atau penurunan kinerja yang memerlukan tindakan penggantian baterai segera.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Gardu Induk Bandung Utara atas arahan dan bimbingan serta data-data yang diberikan untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, I., Hidayat, R., & Bangsa, I. A. (2021). Analisis pengujian kapasitas baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*. 10(2). 35-40. DOI: 10.30591/polektro.v10i2.2559
- Dinanti, W. I. (2020). Pengaruh Assesmen Terhadap Kondisi Baterai 110 VDC Saat Terjadinya Blackout Di GIS Kebon Sirih.
- Fajaruddin, M. (2022). *Pemeliharaan Baterai pada Gardu Induk GIS Listrik Medan*. Laporan Kerja Praktek, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
- Febrian, I. (2020). *Analisis Kemampuan Baterai untuk Memenuhi Kebutuhan Peralatan pada Kondisi Emergency di PT Indonesia Power Suralaya PGU Unit 6*. Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- Gunawan, E. S., Anilasari, Salsabila, A., & Hartono, H. (2025). Optimalisasi Pemeliharaan Sistem Baterai 110 VDC di Gardu Induk Cilegon Lama. *JTekEL: Jurnal Teknik Elektro*. 2(1). 44-50.
- Lonteng, L., Allo, E. K., Patras, L. S. (2022). *Analisa Kemampuan Sumber DC (Baterai dan Charge) dalam Memenuhi Kebutuhan Gardu Induk Teling*. UNSRAT Repository.

- Nugroho, I. & Sukmadi, T. (2011). *Baterai Sebagai Suplai Tegangan DC Pada Gardu Induk 150 Kalisari*. Makalah Seminar Kerja Praktek, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.
- Nutiasih, E., Pambudi, P. E. & Priyambodo, S. (2017). Analisa Kapasitas Baterai Komunikasi Pada Gardu Induk 150 kV Bantul. *Jurnal Elektrikal* 4(2): 46-53.
- Rifa'i, A. M. (2019). *Analisis Uji Kapasitas Baterai 110 VDC pada Gardu Induk 150 KV Klaten*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rosdiana, & Furkan, A. (2024). Sistem Pemeliharaan pada Baterai 110 VDC pada Gardu Induk 150 KV Bayu Lhokseumawe PT. PLN (Persero) Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*. 4(1): 1-13.
- Salam, I. (2007). *Analisis Efisiensi Batere Komunikasi pada Gardu Induk PT PLN (Persero) Region Jateng danDIY UPT Kudus*. Universitas Negeri Semarang.
- Salam, I. & Handoko, S.(2014). *Baterai-Charger Pada Gardu Induk 150 KV Sronol*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sidabutar, O. P., Siagian, P., & Wibowo, P. (2025). Optimalisasi Kapasitas Baterai 110 Volt DC di Gardu Induk 150 kV Dawuan: Studi Kualitatif Berdasarkan Pengujian Lapangan. *Jurnal Serambi Engineering*. 10(3): 14100- 14112.