

## Analisis Pengujian *Equalizing* Baterai 110V DC di Gardu Induk 150 Kv Kalibakal PLN Purwokerto

Wahyu Prasetyo<sup>1</sup>, Rizki Mubarak<sup>2</sup>, Randi Adzin Murdiantoro<sup>3</sup>, Nasrulloh<sup>4</sup>, Rizki Noor Prasetyono<sup>5,\*</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban

---

**Article Info****Article history:**

Received: 25 November 2024

Received in revised form: 30 November 2024

Accepted: 10 Desember 2024

Available online: 30 Desember 2024

**Keywords:**

Battery,  
Equalizing,  
DC electrical system  
Main substation

**Kata Kunci:**

Baterai,  
Equalizing,  
Sistem kelistrikan DC  
Gardu Induk

---

**ABSTRACT**

**ANALYSIS OF 110V DC BATTERY EQUALIZING TEST AT 150 KV KALIBAKAL SUBSTATION PLN PURWOKERTO.** *The existence of batteries in the substation functions to maintain the stability and reliability of the DC electrical system, where the protection system on the control panel must not go out. Therefore, routine battery maintenance and testing are needed so that the battery can run properly and optimally. Battery testing is a routine agenda that is carried out every 6 months. For daily maintenance, a visual inspection (vision) can be carried out, while monthly maintenance is carried out in the form of a battery equalizing test which is carried out so that the 110V DC battery remains stable and can supply DC to auxiliary equipment when in an emergency. The test results obtained in this study were that the equalizing test on the 110V DC battery that was carried out obtained the battery results in normal conditions. This is explained, when the battery is connected to the load and the voltage per battery cell is measured in floating charging mode showing an average voltage of 1.34 V DC. When the battery is in equalizing charging mode, the voltage capacity on each battery cell can be said to be normal or stable with a total voltage value of 128.2 V DC and a temperature value of 27 °C. For the measurement results of each battery cell after equalizing charging, the average voltage value per battery cell is 1.35 V DC with a total voltage of 116 V DC. It can be concluded that the equalizing test on the 110V battery unit 1 of the 150 KV Main Substation is fairly normal and the battery is ready when run in discharge mode..*

Keberadaan baterai di dalam gardu induk difungsikan untuk menjaga kestabilan dan keandalan sistem kelistrikan DC, di mana sistem proteksi pada kontrol panel tidak boleh padam. Maka dari itu, diperlukan pemeliharaan dan pengujian baterai secara rutin agar baterai bisa berjalan dengan baik dan optimal. Pengujian pada baterai merupakan agenda rutin yang dilakukan selama 6 bulan sekali. Untuk pemeliharaan harian dapat dilakukan pemeriksaan secara visual (penglihatan), sedangkan pemeliharaan bulanan dilakukan dengan berupa pengujian *equalizing* baterai yang dilakukan agar baterai 110V DC tetap dalam keadaan stabil dan dapat menyuplai DC ke peralatan bantu ketika dalam kondisi darurat. Hasil pengujian yang di dapat pada penelitian ini bahwa pengujian *equalizing* pada baterai 110V DC yang dilakukan mendapat hasil baterai dalam kondisi normal. Hal ini dijelaskan, ketika baterai yang terhubung dengan beban dan tegangan per sel baterai diukur dalam mode pengisian *floating* menunjukkan tegangan rata-rata sebesar 1,34 V DC. Ketika baterai dalam mode pengisian *equalizing*, kapasitas tegangan pada setiap sel baterai bisa dikatakan normal atau stabil dengan nilai tegangan total 128,2 V DC dan nilai suhu sebesar 27 °C. Untuk hasil pengukuran tiap sel baterai setelah pengisian *equalizing* di dapat nilai tegangan per sel baterai rata-rata sebesar 1,35 V DC dengan tegangan total 116 V DC. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa pengujian *equalizing* pada baterai 110V unit 1 Gardu Induk 150 KV terbilang normal dan baterai dalam kondisi siap ketika dijalankan dalam mode *discharge*.

---

**Corresponding author:**<sup>\*)</sup>Rizki Noor Prasetyono

Program Studi Teknik Elektro Universitas Peradaban

Jalan Raya Pagojengan km 3 kecamatan paguyangan, bumiayu, JawaTengah, 53152, Indonesia

E-Mail Address : [rizkinoorupb@peradaban.ac.id](mailto:rizkinoorupb@peradaban.ac.id)

---

**1. Pendahuluan**

Sumber tenaga listrik mempunyai peranan penuh untuk mendukung kelangsungan operasi peralatan di dalam gardu induk [1]. Dilihat dari *urgency* pengoperasian tenaga listrik terhadap keandalan sistem yang mengharuskan gardu induk mempunyai lebih dari satu sistem catu daya yaitu sumber catu daya tegangan bolak-balik/AC (*Alternating Current*) dan tegangan searah/DC (*Direct Current*) [2], [3]. Pada sumber daya yang digunakan sebagai sistem *control* dan sistem proteksi diharuskan mempunyai kehandalan dan stabilisasi yang tinggi, karena persyaratan inilah sumber catu daya DC pada suatu gardu induk memiliki peran yang sangat penting dalam kelancaran operasi gardu induk. Sumber daya DC pada gardu induk biasanya disuplai oleh *rectifier* yang di *backup* oleh baterai yang tersusun secara paralel [4], [5]. Baterai ini berfungsi untuk memberikan daya DC bagi Relay, Motor, penggerak PMT dan PMS, penerangan darurat, serta untuk mensuplai daya yang digunakan untuk peralatan telekomunikasi [6], [7], [8]. Selain itu, untuk mengurangi dampak kerugian yang diakibatkan oleh kegagalan sistem kontrol pada gardu induk dibutuhkan suatu sistem yang handal dan *stability* yang cukup tinggi dengan dilengkapi cadangan sumber tenaga yaitu Baterai sebagai *back up* catu daya DC [9]. Di dalam gardu induk terpasang dua macam baterai dengan spesifikasi *output* yang berbeda, yaitu *output* tegangan 110V DC yang digunakan untuk menjalankan motor-motor, relay, penggerak PMT, PMS dan 48V DC yang digunakan untuk menyuplai tenaga untuk sistem komunikasi PLC dan SCADA [4], [10].

Kualitas penyaluran energi listrik, dilakukan perawatan dan pemeliharaan secara berkala pada peralatan gardu induk. Dengan dilakukannya perawatan dan pemeliharaan berkala diharapkan kebutuhan energi listrik ke konsumen dapat terlayani dengan baik. Keberadaan baterai di dalam gardu induk difungsikan untuk menjaga kestabilan dan

keandalan sistem kelistrikan DC, di mana sistem proteksi pada kontrol panel tidak boleh padam [11], [12]. Maka dari itu, diperlukan pemeliharaan setiap tahunnya agar baterai bisa berjalan dengan baik dan optimal. Hal ini dijelaskan ketika Trafo Pemakaian Sendiri (PS) padam, maka baterai secara langsung menggantikan peran Trafo PS dengan memberikan sumber daya DC, sehingga sistem proteksi dapat bekerja [13]. Kondisi baterai tidak bekerja dengan baik maka akan menyebabkan kegagalan proteksi mekanik dan kontrol yang mengakibatkan gangguan yang besar pada gardu induk [14]. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan sistem DC secara rutin dilakukan pengujian terhadap baterai untuk mengetahui kapasitas efisiensi total (Ah) yang digunakan sebagai parameter untuk mensuplai ke perangkat DC dengan arus maksimal dan total waktu yang digunakan ketika terjadi perbaikan atau anomali pada sistem catu daya AC [15].

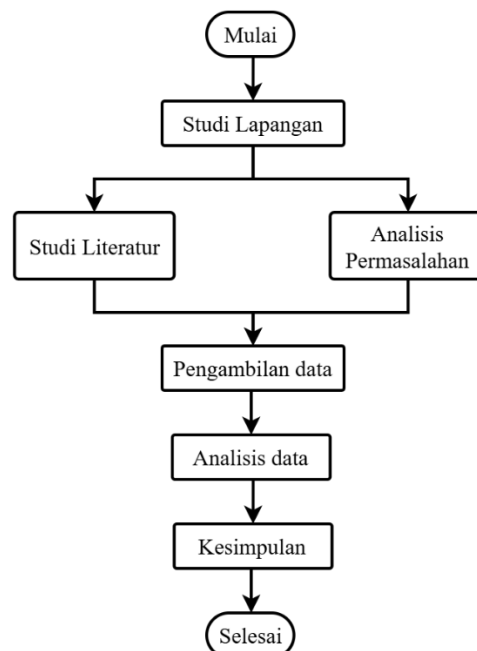
Pengujian baterai merupakan agenda rutin yang dilakukan selama 6 bulan sekali [16]. Untuk pemeliharaan harian dapat dilakukan pemeriksaan secara visual (penglihatan), sedangkan pemeliharaan bulanan dilakukan dengan berupa pengujian *equalizing* baterai yang dilakukan agar baterai 110V DC tetap dalam keadaan stabil dan dapat menyuplai DC ke peralatan bantu ketika dalam kondisi darurat [17]. *Equalizing charge* atau pengisian baterai dilakukan untuk mendapatkan kondisi *balance / equal* antara tegangan sel satu dengan sel yang lainnya atau penyamaan tegangan pada setiap sel. Di mana baterai dalam keadaan operasi dengan pengisian *floating* akan terjadi perbedaan tegangan (*unbalance*) antara sel satu dengan sel lainnya karena perbedaan kondisi [18], [19].

Pengujian ini dilaksanakan dengan cara menaikkan tegangan baterai sesuai dengan yang ditentukan dalam buku petunjuk masing-masing pabrik. Pengisian ini berlangsung sampai semua sel berhenti mengeluarkan gas (*gas freely*) dan pembacaan tegangan serta berat jenis elektrolitnya menunjukkan bahwa baterai telah diisi penuh (*full charge*) sesuai dengan harga yang ditentukan dalam petunjuk masing-masing pabrik [6], [20]. Pengujian *equalizing* ini dilakukan pada Baterai 110V DC dengan merk HBL Tipe KPM 212P yang disusun secara paralel sejumlah 86 Sel berkapasitas 212 Ah yang terdapat pada Gardu Induk 150 KV Kalibakal.

Berdasarkan penjelasan diatas mengenai pentingnya keberadaan baterai sebagai *back up* dari sistem kelistrikan DC yang erat kaitannya dengan sistem proteksi di dalam sebuah gardu induk. Maka dari itu, dilakukan penelitian guna mempelajari lebih jauh mengenai hasil pengujian *Equalizing* Baterai 110 V DC Unit 1 GI 150 KV Kalibakal sebagai referensi data untuk menentukan kelayakan baterai yang digunakan pada Gardu Induk.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dekritif kuantitatif, dengan menganalisa bagaimana proses dan hasil pengujian *equalizing* baterai 110 V DC pada Unit 1 dengan merk HBL Tipe KPM 212P yang disusun secara paralel sejumlah 86 Sel berkapasitas 212 AH yang terdapat pada Gardu Induk 150 KV Kalibakal. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Tahapan Penelitian

Hasil studi lapangan pemeliharaan peralatan pada gardu induk terutama pada sistem kelistrikan DC (*Direct Current*) yang berperan menunjang sistem proteksi dari gardu induk sendiri. Dalam hal ini mengacu pada perawatan baterai 110V yang ada pada Gardu Induk 150 KV kalibakal. Pada penelitian ini akan menganalisa bagaimana proses dan hasil pengujian *equalizing* baterai 110 V DC pada Unit 1 dengan merk HBL Tipe KPM 212P yang disusun secara paralel sejumlah 86 Sel berkapasitas 212 AH yang terdapat pada Gardu Induk 150 KV Kalibakal.

## 2.1. Pengambilan Data

Pengumpulan data dengan menggunakan metode data primer yaitu mengambil data secara langsung berupa data voltase, dan dokumentasi. Data sekunder dengan mengambil data terdahulu untuk membandingkan dan menganalisis dari pengujian *Equalizing* baterai 110V yang dilakukan pada unit 1 Gardu Induk 150 KV Kalibakal dan data-data pendukung lainnya yang terkait dengan pengujian equalizing pada baterai 110V gardu induk.

## 2.2. Teknik Analisis Data

Analisis yang digunakan sesuai dengan data perawatan dan pemeliharaan selama enam bulan diambil dari baterai 110V DC. Berikut ini adalah tahapan-tahapan yang dilakukan pada pengujian *equalizing* baterai 110V DC Unit 1 Gardu Induk 150 KV Kalibakal.

### 2.2.1. Analisis Pengujian Sebelum *Equalizing*

Pertama melakukan pengukuran tegangan awal sebelum *equalizing*, dengan mengukur tegangan per sel baterai 110V dc Unit 1 dengan jumlah 86 sel baterai. Pengukuran tegangan dilakukan pada tiap sel baterai yang terhubung dengan beban, dan dalam mode pengisian *floating* dengan tegangan berkisar. Kedua pengukuran suhu dilanjutkan dengan pengukuran berat jenis. Pengukuran Berat Jenis dilakukan untuk mengetahui kondisi cairan elektrolit yang ada di dalam baterai. Ketika baterai digunakan sebagai sumber arus maka di dalam cairan elektrolit baterai akan terjadi proses pengosongan.

### 2.2.2. Analisis Pengujian Setelah *Equalizing*

Pengisian *Equalizing* dilakukan untuk mendapatkan nilai kapasitas asli dari baterai. Tegangan yang di dapat pada pengisian mode ini berkisar Antara 1.5 – 1.6 V dan sudah terpenuhi pada pengujian ini.

### 2.2.3. Analisis Pengujian Tegangan Sel Setiap Jam Setelah *Equalizing*

Dilakukan pengujian tegangan per sel baterai 110V dc Unit 1 dengan jumlah 86 sel baterai. Pengukuran tegangan dilakukan pada tiap sel baterai yang terhubung dengan beban, dan dalam mode pengisian *equalizing* dengan tegangan berkisar 1.50 – 1.60 V nilai batas amannya. Pengujian tegangan sel baterai setiap jam dilakukan untuk menjaga kondisi kapasitas dari baterai agar tetap stabil saat pengisian *equalizing*. Pada tahap ini baterai dilakukan pengujian tegangan per-sel setiap 1 Jam sekali selama 5 jam. Pengujian ini juga untuk mengetahui nominal kenaikan dan penurunan tegangan dari tiap sel baterai ketika dilakukan pengujian *equalizing* [21], [22]. Sebelum dilakukannya pengisian *equalizing* pada baterai terlebih dahulu mensetting tegangan output *rectifier* dengan persamaan 2.1 berikut.

$$V_{set} = 1,5 \times \text{Jumlah Sel} = 1,5 \times 86 = 129 \text{ V} \quad (2.1)$$

### 2.2.4. Analisis Pengujian *Voltage Dropper*

Dalam mode *equalizing*, tegangan output *Rectifier* jauh lebih tinggi dari tegangan yang masuk ke beban. Akibatnya, untuk menjaga tegangan output *Rectifier* tetap stabil, rangkaian penurun tegangan harus disusun secara seri sebelum terminal beban. Rangkaian ini terdiri dari beberapa diode silikon atau germanium yang dirangkai secara seri sebanyak mungkin untuk memenuhi kebutuhan tegangan DC yang akan didrop [23], [24]. Perhitungan tegangan drop atau *voltage dropper* dapat dihitung dengan persamaan 2.2 sebagai berikut.

$$V_{drop} = V_{sebelum\ beban} - V_{Setelah\ beban} \quad (2.2)$$

### 2.2.5. Analisis Pengujian Tegangan *Ripple*

Tegangan *Ripple* merupakan perbandingan antara unsur tegangan output AC terhadap unsur tegangan output DC. Besarnya factor *ripple* ( $r$ ) dapat mempengaruhi kelayakan dari sebuah *rectifier*, semakin besar *ripple* tegangan menunjukkan adanya gangguan pada *rectifier* [25]. Besarnya faktor *ripple* ( $r$ ) dapat dihitung dengan persamaan 2.3 sebagai berikut [17].

$$r = \frac{\text{Komponen AC}}{\text{Komponen DC}} \times 100\% \quad (2.3)$$

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis Tegangan Sel Baterai Pada Jam Awal

Data yang diperoleh dari pengujian tegangan per-sel baterai 110V DC gardu induk 150 KV Kalibakal pada jam awal sebelum pengujian keseimbangan enam bulanan. Baterai merk HBL Tipe KPM 212P, yang disusun secara paralel dengan sejumlah 86 sel berkapasitas 212 Ah, terhubung ke pengisian dengan beban selama pengujian ini. Tabel 3.1 berikut menunjukkan data pengujian tegangan per-sel baterai 110V DC.

Tabel 3.1 Data pengujian per-sel baterai

No. Sel	Sebelum <i>Equalizing</i>			Setelah <i>Equalizing</i>	No. Sel	Sebelum <i>Equalizing</i>			Setelah <i>Equalizing</i>
	Tegangan (V)	Suhu (C)	Berat Jenis (gr/cm3)	Tegangan (V)		Tegangan (V)	Suhu (C)	Berat Jenis (gr/cm3)	Tegangan (V)
1	1,31	27,3	1,220	1,31	44	1,38	27,3	1,220	1,34
2	1,34	27,3	1,220	1,35	45	1,36	27,3	1,220	1,35
3	1,31	27,3	1,220	1,35	46	1,35	27,3	1,260	1,35
4	1,34	27,3	1,220	1,35	47	1,36	27,3	1,250	1,35
5	1,34	27,3	1,220	1,36	48	1,38	27,3	1,250	1,34
6	1,35	27,3	1,220	1,36	49	1,34	27,3	1,250	1,35
7	1,36	27,3	1,220	1,35	50	1,38	27,3	1,220	1,34

8	1,37	27,3	1,250	1,35	51	1,37	27,3	1,220	1,35
9	1,38	27,3	1,250	1,31	52	1,38	27,3	1,220	1,34
10	1,38	27,3	1,250	1,35	53	1,31	27,3	1,220	1,34
11	1,34	27,3	1,220	1,35	54	1,31	27,3	1,220	1,34
12	1,35	27,3	1,220	1,35	55	1,37	27,3	1,220	1,34
13	1,38	27,3	1,220	1,36	56	1,35	27,3	1,220	1,35
14	1,35	27,3	1,220	1,36	57	1,36	27,3	1,220	1,34
15	1,37	27,3	1,220	1,35	58	1,38	27,3	1,220	1,35
16	1,37	27,3	1,220	1,35	59	1,32	27,3	1,220	1,34
17	1,37	27,3	1,220	1,31	60	1,32	27,3	1,220	1,34
18	1,31	27,3	1,220	1,35	61	1,34	27,3	1,220	1,34
19	1,41	27,3	1,220	1,35	62	1,32	27,3	1,250	1,34
20	1,38	27,3	1,220	1,35	63	1,33	27,3	1,220	1,35
21	1,31	27,3	1,220	1,36	64	1,35	27,3	1,220	1,35
22	1,33	27,3	1,220	1,36	65	1,34	27,3	1,220	1,35
23	1,33	27,3	1,220	1,35	66	1,26	27,3	1,260	1,27
24	1,39	27,3	1,220	1,35	67	1,34	27,3	1,260	1,35
25	1,34	27,3	1,250	1,31	68	1,34	27,3	1,220	1,35
26	1,34	27,3	1,250	1,35	69	1,37	27,3	1,220	1,35
27	1,38	27,3	1,250	1,35	70	1,34	27,3	1,220	1,34
28	1,4	27,3	1,220	1,35	71	1,33	27,3	1,220	1,34
29	1,31	27,3	1,220	1,36	72	1,33	27,3	1,250	1,35
30	1,4	27,3	1,220	1,36	73	1,35	27,3	1,250	1,36
31	1,33	27,3	1,220	1,35	74	1,34	27,3	1,250	1,35
32	1,37	27,3	1,220	1,35	75	1,33	27,3	1,250	1,35
33	1,34	27,3	1,220	1,31	76	1,32	27,3	1,220	1,35
34	1,36	27,3	1,220	1,35	77	1,33	27,3	1,220	1,36
35	1,37	27,3	1,220	1,34	78	1,35	27,3	1,220	1,35
36	1,38	27,3	1,220	1,34	79	1,37	27,3	1,220	1,35
37	1,37	27,3	1,220	1,34	80	1,38	27,3	1,220	1,34
38	1,37	27,3	1,220	1,35	81	1,38	27,3	1,260	1,34
39	1,36	27,3	1,220	1,34	82	1,37	27,3	1,260	1,35
40	1,38	27,3	1,220	1,34	83	1,36	27,3	1,260	1,34
41	1,35	27,3	1,220	1,35	84	1,36	27,3	1,260	1,35
42	1,35	27,3	1,220	1,35	85	1,38	27,3	1,220	1,34
43	1,34	27,3	1,220	1,35	86	1,35	27,3	1,220	1,35

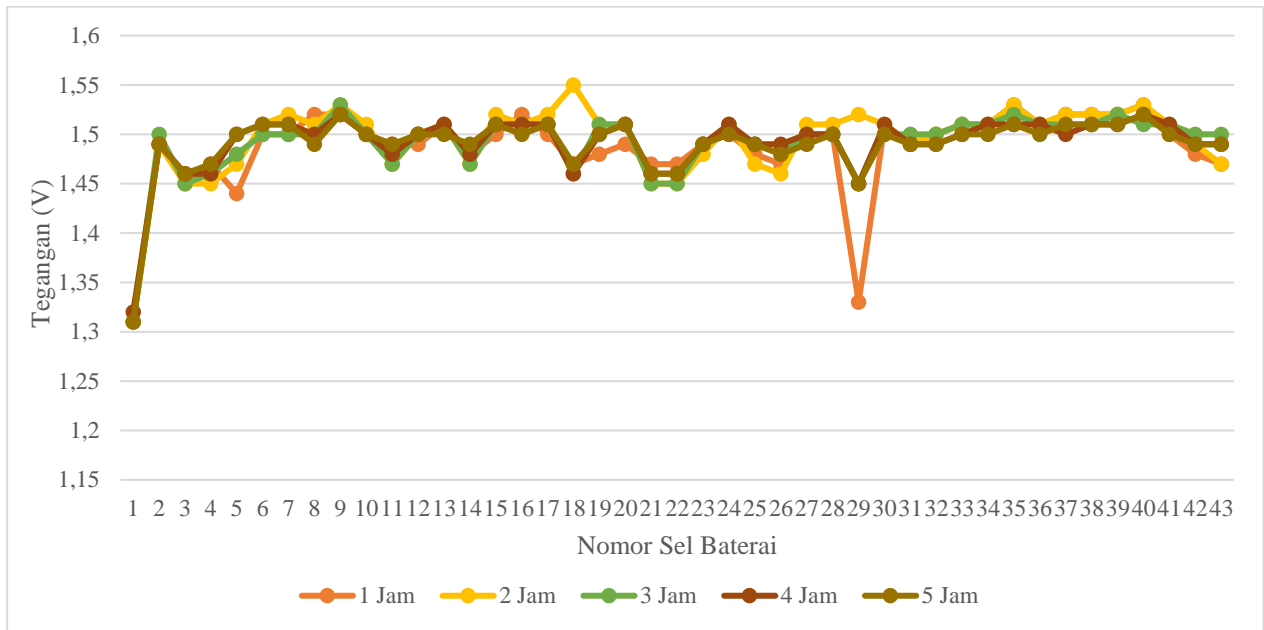
Berdasarkan dari data hasil pengujian yang sudah ditunjukkan pada tabel 3.1 diatas dapat diketahui bahwa tegangan rata-rata tiap sel baterai yaitu sebesar 1,34 V DC dengan tegangan total 116,5 V DC dan secara keseluruhan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sel baterai. Menurut standar pengukuran tegangan suatu baterai dari PT. PLN (Persero), baterai bisa dikatakan dalam kondisi baik jika memiliki tegangan nominal antara 1,2 – 2 Volt DC tiap sel, dan tegangan output nominal 104,5 V DC atau 95 % tegangan nominal, sehingga baterai berada pada nilai aman dan memenuhi standar sebelum dilakukannya pengujian *Equalizing*. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan dari beberapa sel baterai, maka dapat diketahui bahwa baterai tersebut mengalami kerusakan dan perlu adanya tindakan penggantian sel baterai. Dari hasil pengujian diatas juga dapat diketahui bahwa suhu dan berat jenis elektrolit baterai masih dalam kondisi baik dengan nilai suhu rata-rata sebesar 27,3 °C dan berat jenis elektrolit alkali rata-rata sebesar 1,22 gr/cm<sup>3</sup>. Mengacu pada standarisasi dari pengujian suhu baterai pada kondisi normal berkisar antara 25- 35°C dan saat dilakukan pengisian atau pengosongan suhu maksimal sebesar 45°C [7].

Setelah melalui tahapan pengisian *equalizing* selanjutnya dilakukan pengembalian tegangan per sel baterai pada mode *equalizing* ke kondisi semula atau mode *floating*. Tujuannya untuk menjaga kondisi suatu tegangan konstanta dari tiap sel baterai yang tersambung ke beban.

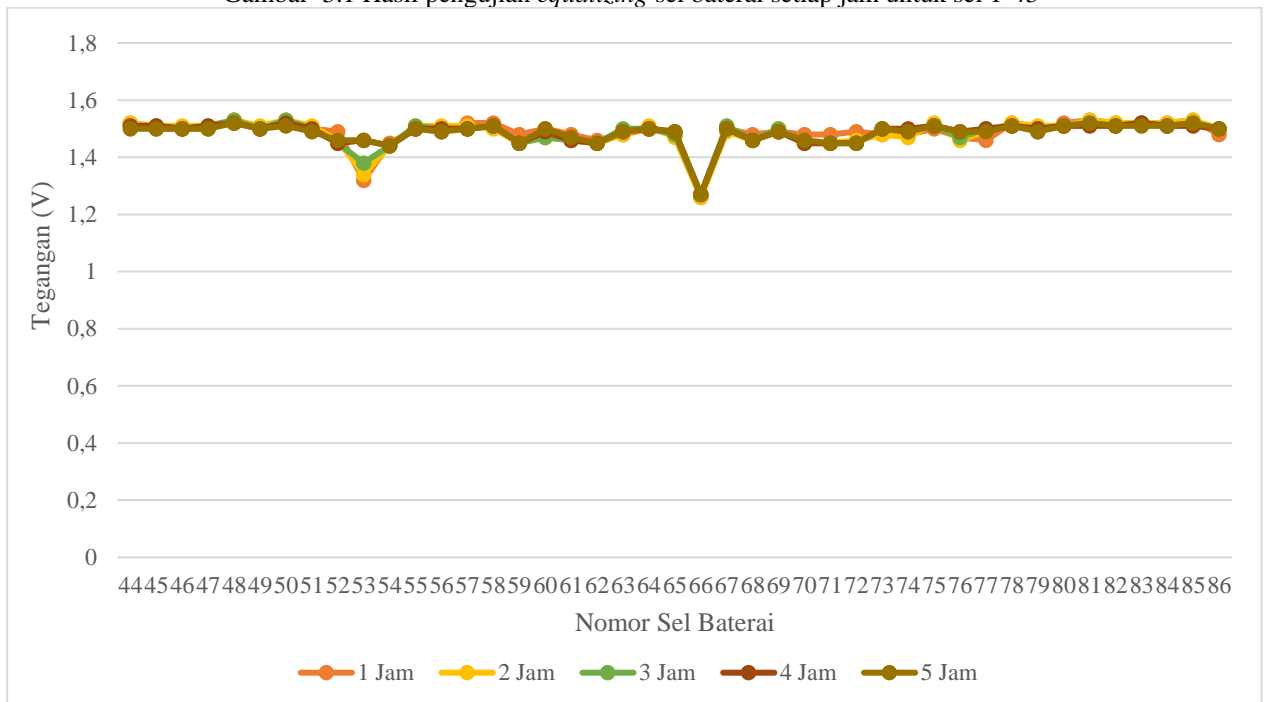
Berdasarkan dari tabel 3.1 diatas dapat diketahui bahwa tegangan rata-rata tiap sel baterai yaitu sebesar 1,35 V DC dengan tegangan total 116 V DC dan secara keseluruhan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sel baterai, sehingga baterai berada pada nilai aman dan memenuhi standar SK DIR PLN 520-2014 setelah dilakukannya pengujian *Equalizing*.

### 3.2 Pengujian Tegangan Sel Baterai Setiap Jam

Setelah *setting* tegangan output *rectifier* sesuai dengan persamaan 2.1 dilakukan, maka tahapan selanjutnya yaitu pengisian *equalizing* dengan mengukur tegangan sel baterai setiap 1 jam sekali selama 5 jam. Berikut gambar 3.1 dan gambar 3.2 dibawah merupakan data pengujian tegangan sel baterai setiap jam ketika dalam mode pengisian *equalizing*.



Gambar 3.1 Hasil pengujian *equalizing* sel baterai setiap jam untuk sel 1-43



Gambar 3.2 Hasil pengujian *equalizing* sel baterai setiap jam untuk sel 44-86

Berdasarkan gambar 3.1 dan gambar 3.2 diatas dapat diketahui bahwa kapasitas tegangan pada setiap sel baterai bisa dikatakan normal atau stabil. Laju kenaikan dan penurunan tegangan tiap sel relatif sama, kecuali pada no.sel 66 terjadi penurunan tegangan dibawah standar yaitu 1,26 V pada jam ke-1 dan mengalami peningkatan tegangan kembali pada jam berikutnya, sehingga tidak begitu mempengaruhi kinerja dari sel baterai yang lain. Dari hasil pengujian yang dilakukan setiap jam juga dapat diketahui bahwa tegangan total dan suhu elektrolit baterai masih dalam kondisi baik dengan tegangan total rata-rata sebesar 128,2 V dan nilai suhu sebesar 27 °C dan mengalami kenaikan dan penurunan yang relatif.

### 3.3 Analisis Voltage Dropper

Data tegangan dropper baterai 110V untuk unit 1 gardu induk 150 KV kalibakal disajikan dalam tabel 3.2

Tabel 3.2 Kondisi *Voltage Dropper*

Pengujian Tegangan	Sebelum Equalizing (V DC)	Saat Equalizing (V DC)	Setelah Equalizing (V DC)
Tegangan Sebelum Beban	116,2	128,5	116,2
Tegangan Setelah Beban	108,8	107,5	108,3
Voltage Dropper	7,4	21	7,9

Sesuai dengan tabel 3.2 diatas dapat dianalisa bahwa tegangan drop sebelum *equalizing* atau dalam keadaan mode *floating* yaitu sebesar 7,4 V, kemudian saat *equalizing* dilakukan sebesar 21 V, dan setelah *equalizing* tegangan dinormalkan kembali dengan mode *floating* mendapat drop tegangan sebesar 7,9 V [17].

### 3.4 Analisis Tegangan Ripple

Adapun hasil pengujian *ripple* tegangan pada baterai 110V unit 1 Gardu Induk 150 KV kalibakal dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah.

Tabel 3.3 Hasil pengujian tegangan *ripple*

Tegangan output ac (v)	Tegangan output dc (v)	Ripple (%)
2,2	116,2	1,8

Dari pengujian diatas dapat diketahui bahwa tegangan *ripple* pada baterai 110V unit 1 Gardu Induk 150 KV kalibakal terbilang normal dan memenuhi standar. , sedangkan pada perhitungan diatas nominal tegangan *ripple* yang di dapat sebesar 1,8 % [26]. Sehingga telah memenuhi standarisasi dari SK DIR PLN 520- 2014 dan terbilang dalam kondisi baik.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian yaitu *equalizing* pada baterai 110V DC yang dilakukan mendapat hasil baterai dalam kondisi normal. Hal ini dijelaskan, ketika baterai yang terhubung dengan beban dan tegangan per sel baterai diukur dalam mode pengisian *floating* menunjukkan tegangan rata-rata sebesar 1,34 V DC dengan tegangan total 116,5 V DC dan secara keseluruhan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sel baterai. Menurut standar pengukuran tegangan suatu baterai dikatakan dalam kondisi baik jika memiliki tegangan nominal antara 1,2 – 2 V DC tiap sel, dan tegangan output nominal 104,5 V DC atau 95 %. Ketika baterai dalam mode pengisian *equalizing*, kapasitas tegangan pada setiap sel baterai bisa dikatakan normal atau stabil dengan nilai tegangan total 128,2 V DC dan nilai suhu sebesar 27 °C dan mengalami kenaikan dan penurunan yang relatif. Adapun hasil yang ditunjukkan pada pengembalian mode pengisian *equalizing* ke mode pengisian *floating* bahwa baterai dapat dikatakan dalam kondisi baik dengan nilai tegangan per sel baterai rata-rata sebesar 1,35 V DC dengan tegangan total 116 V DC. Kemudian tahap akhir dari pengujian *equalizing* yaitu mengukur besaran tegangan *ripple* dari sebuah rectifier. Adapun hasil pengukuran tegangan *ripple* yang dilakukan bernilai sebesar 1,8 %. Berdasarkan standarisasi spesifikasi tegangan *ripple* pada *rectifier* adalah maksimum 2 %, nominal tersebut terbilang normal dan memenuhi standar pengukuran.

## Daftar Pustaka

- [1]. Nigara, Adib Gustian, and Yohanes Primadiyono. "Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0." *Jurnal Teknik Elektro* 7.1 (2015): 7-10.
- [2]. Meliala, Selamat, and Taufiq Taufiq. "Studi Kapasitas Baterai 110 Volt Dc Unit I Pada Gardu Induk 150 Kv Bireuen." *Jurnal Energi Elektrik* 10.2 (2021): 1-9.
- [3]. Istiqlal, Muhammad Farisha, Edvin Priatna, and Sutisna 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* 4.2 (2023).
- [4]. Nurtiasih, Ety, Prastyono Eko Pambudi, and Sigit Priyambodo. "Analisa Kapasitas Baterai Komunikasi Pada Gardu Induk 150 kV Bantul." *Jurnal Elektrikal* 4.2 (2017): 46-53.
- [5]. Lonteng, Leos, Ellia Kendek Allo, and Lily S. Patras. "Analisa Kemampuan Sumber DC (Baterai dan Charge) dalam Memenuhi Kebutuhan Gardu Induk Teling." (2022).
- [6]. T. S. Nugroho, "Baterai sebagai supply tegangan DC pada Gardu Induk 150kv Kalisari," *Jurnal Universitas Diponegoro*, 2012.
- [7]. Rifa'i, Arif Muhammad. *Analisis Uji Kapasitas Baterai 110 VDC Pada Gardu Induk 150 KV Klaten*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [8]. Hidayat, Syaiful, and S. T. Tindyo Prasetyo. *Studi Kapasitas Baterai 110VDC Pada Gardu Induk 150KV Mojosoongo Boyolali*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2022.
- [9]. Furkan, Ahlul, and R. Rosdiana. "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 (2024): 1-13.
- [10]. Ramadhan, Alfianta, Mujiman Mujiman, and Subandi Subandi. "Analisis Keandalan Baterai Sebagai Supply Motor Dc Penggerak Pms Di Gardu Induk 150 Kv Kentungan." *Jurnal Elektrikal* 5.2 (2018): 39-46.
- [11]. Fajaruddin, M. "Pemeliharaan Baterai Pada Gardu Induk Gis Listrik Medan." *Circle Archive* 1.2 (2023).
- [12]. Rifa'i, Muh Hasan, and S. T. M. T. Jatmiko. *Analisis Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Volt Dc Gardu Induk 150 Kv Bawen*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [13]. King, Borni Florus, Seno Darmawan Panjaitan, and Aryanto Hartoyo. "Sistem Kontrol Charging dan Discharging Serta Monitoring Kesehatan Baterai." *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)* 8.1 (2020).
- [14]. Lubis, "Kegagalan Proteksi Pada Gardu Induk 150 kv Akibat Suplai Tegangan DC.," *Simusoida*, vol. 2, p. 19, 2017.
- [15]. Afandi, Idris, Rahmat Hidayat, and Insani Abdi Bangsa. "Analisis Pengujian Kapasitas Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan." *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro* 10.2 (2021): 35-40.

- [16]. Zain, Abdul. "Kendali Sistem Tegangan Baterai Peralatan 20 kV PT PLN Bontang." *Jurnal Teknologi Elekerika* 19.1 (2022): 8-15.
- [17]. Wijaya, Nando, and Safaruddin Safaruddin. "Pemeliharaan DC Suplai Baterai Pada Main Sub Station 150KV PABRIK II PT. Semen Baturaja (PERSERO) TBK." *JIMR: Journal Of International Multidisciplinary Research* 1.02 (2022): 210-223.
- [18]. Setyadji, Kuntoro Bangun. *Analisa Kapasitas Baterai Sebagai Sumber Cadangan Dc Pada Gi 150 Kv Sronдол ULTG Semarang PT PLN (PERSERO) UPT SEMARANG*. Diss. Universitas Sultan Agung, 2021.
- [19]. Ra'uf, S., Hamdani Hamdani, and Aksan Aksan. "Analisis Uji Kapasitas Baterai Pada Gardu Induk 150 Kv Di Bantaeng New." *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*. 2021.
- [20]. Zhao, Qian, Fufeng Chen, and Xiaorui Zha. "Research on High Reliability&Adaptive Equalization Battery Management System for Electrochemical Energy Storage Power Station." *2021 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC)*. IEEE, 2021.
- [21]. Yuyin, Dong, et al. "Voltage Equalization Optimization Strategy for Storage Battery of Power Grid." *2021 IEEE 5th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*. Vol. 5. IEEE, 2021.
- [22]. Iriani, Juli, and Dian Anggina Thamrin. "Anomalies in the 110 VDC System at PT. PLN (Persero) Transmission Service Unit and Binjai Substation." *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injets)* 3.1 (2022): 5-14.
- [23]. P. P. (PERSERO), *Pedoman Supervisi konstruksi jaringan (transmisi, gardu induk & scada-tel)*, jakarta: jmk, 2011.
- [24]. Suarcana, I., I. Putu Sutawinaya, and I. Sunaya. *Analisis Kelayakan Baterai Proteksi Sebagai Penyedia Sumber Daya Cadangan Pada Sistem Proteksi Di Gardu Induk Pemecutan Kelod*. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2023.
- [25]. SUGIANTO, SUGIANTO, and NASRUN LUBIS. "Kegagalan Proteksi Pada Gardu Induk 150 kV Akibat Suplai Tegangan DC." *Sinusoida* 19.1 (2017).
- [26]. Koes Indrakoesoema, K. I., A. S. M. Adin Sudirman, and Edison Edison. "Evaluasi Ripple Tegangan Pada Penyearah Gelombang BTU11 DAN BTU31 RSG GA. Siwabessy." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir*. PRSG-BATAN, 2016.