

ANALISA KAPASITAS BATERAI SEBAGAI SUMBER DC PADA GARDU INDUK TEGANGAN EKSTRA TINGGI 500 KV PT.PLN (PERSERO) TASIKMALAYA

Muhammad Farisha Istiqlal¹, Edvin Priatna², Sutisna³
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia¹
Email: 157002104@student.unsil.ac.id¹

Abstract

The Batteries are very important to distribute DC current in a substation. If the battery is damaged and can no longer be used, it will affect the equipment or load it supplies, this can cause damage and disruption to the electric power distribution system. Therefore, this research and analysis was carried out to maintain high reliability and stability in the DC system at the 500 kV Extra High Voltage Substation PT.PLN (persero) Tasikmalaya. The DC system at this substation is connected in parallel with the rectifier and the load, so that if the AC source is interrupted, the battery will immediately take over the full role of supplying the load. The results of the analysis show that the DC source is very important for reliability at the substation, and periodic maintenance is needed to anticipate potential disturbances to the DC system and maintain battery performance. Periodic maintenance is also required to maintain the performance of critical control equipment and protection equipment.

Keywords : Battery, Supply, Capacity.

Abstrak

Baterai sangat penting untuk menyalurkan arus DC pada suatu Gardu Induk. Apabila baterai rusak dan tidak dapat digunakan lagi, maka akan mempengaruhi peralatan atau beban yang disuplainya, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan gangguan pada sistem penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, penelitian dan analisa ini dilakukan untuk menjaga kehandalan dan stabilitas yang tinggi pada sistem DC di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya. Sistem DC di Gardu Induk ini dihubungkan secara paralel dengan rectifier dan beban, sehingga jika sumber AC mengalami gangguan, baterai akan langsung mengambil alih peran sepenuhnya untuk menyuplai beban. Hasil analisa menunjukkan bahwa sumber DC sangat penting untuk kehandalan di Gardu Induk, dan pemeliharaan berkala diperlukan untuk mengantisipasi potensi gangguan pada sistem DC serta mempertahankan performa baterai. Pemeliharaan berkala juga diperlukan untuk mempertahankan performa peralatan kontrol dan peralatan proteksi yang sangat penting.

Kata Kunci: Baterai, Suplay, Kapasitas

I. PENDAHULUAN

Rumah Sumber energi listrik saat ini mempunyai peranan yang bersifat mutlak untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari oleh seluruh masyarakat. Energi listrik telah di gunakan oleh berbagai kalangan, mulai dari masyarakat desa sampai masyarakat perkotaan dan juga digunakan sebagai sumber dari industri kecil hingga industri besar. Dengan adanya kebutuhan masyarakat mengenai konsumsi energi listrik yang tinggi mengakibatkan kebutuhan akan penyedia tenaga listrik yang dimulai dari pembangkit, transmisi, dan juga jaringan distribusi meningkat, dari permasalahan ini. Maka di perlukan sebuah Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) dan Gardu Induk (GI) [1].

Dalam operasi tenaga listrik, terdapat dua sumber daya yang digunakan untuk mengontrol peralatan di Gardu Induk, yaitu sumber tegangan searah (DC) dan tegangan bolak-balik (AC). Untuk menjamin kehandalan dan stabilitas yang tinggi, peralatan kontrol di Gardu Induk menggunakan sumber tegangan searah (DC). sumber DC tersebut yaitu baterai 48 VDC Unit 1, Unit 2 dan baterai 110 VDC. Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya. Untuk itu saya tertarik ingin mempelajari bagaimana baterai sebagai sumber DC mendukung kinerja pada sebuah Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi, penulis mengambil judul "Analisa Kapasitas Baterai Sebagai Sumber Dc pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Pt.Pln (Persero) Tasikmalaya".

Dengan dilakukannya penelitian ini, penulis

berharap agar pembaca mengetahui pemakaian baterai sebagai sumber DC pada perlatan Gardu Induk Tegangan Tinggi 500 kV Tasikmalaya dengan mengutamakan kondisi baterai supaya tetap dalam performa yang optimal.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Rectifier

Sebagai suplai DC utama, charger atau disebut juga rectifier (penyearah) adalah suatu rangkaian alat yang digunakan untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Charger juga bisa digunakan untuk memberikan (*current charger*) pada baterai. Berikut jenis pengisian:

1. Boosting Charge

Boosting charge adalah pengisian baterai dengan cara yang cepat untuk mengembalikan kapasitas maksimum pada baterai, untuk operasi pelayanan berikutnya setelah baterai pada kondisi *discharge*, sehingga sebagian besar kapasitasnya berkurang saat keadaan darurat. Saat boost charge tegangan dan arus pengisian di setting lebih tinggi dari pada saat mode *floating charger* Pada pengisian boost ini arus yang diberikan ke baterai tidak boleh melebihi harga ampere-jam (Ah)-nya karena akan menyebabkan panas yang berlebih pada baterai dan baterai tidak dapat bekerja dengan optimal.

2. Floating Charger

Floating Charger adalah pengisian baterai sampai keadaan penuh, dimana baterai tidak mengeluarkan atau menerima arus listrik saat mencapai tegangan floating yang

disesuaikan dengan rekomendasi pabrik pembuatnya, sementara baterai tetap terhubung ke beban. Pengisian ini dilakukan dengan cara terus menerus menghubungkan baterai ke rangkaian luar (sumber AC), alat pengisi baterai, dan beban. Alat pengisi baterai ini bertujuan untuk menjaga tegangan konstan dari baterai yang terhubung ke beban [2].

3. Equalizing Charger

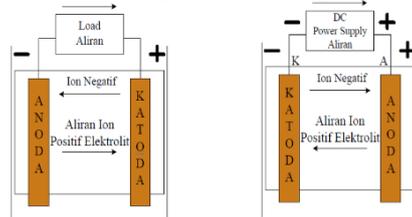
Equalizing Charger adalah pengisian baterai untuk mendapatkan kondisi balance / equal antara tegangan sel satu dengan sel yang lainnya atau penyamaan tegangan pada setiap sel. Dimana baterai dalam keadaan operasi dengan pengisian floating akan terjadi perbedaan tegangan (unbalance) antara sel satu dengan sel lainnya karena perbedaan kondisi [3].

4. Discharging

Simulasi pembebanan pada baterai untuk mengetahui kondisi baterai saat dibebani dengan simulasi kondisi nyata beban beroperasi secara terus menerus. Baterai alkali nickel-cadmium (NiCd) pada umumnya kapasitas baterai dinyatakan dalam C5 dan untuk baterai Asam dinyatakan dengan C10. C5 dan C10 menyatakan besarnya kapasitas pada baterai dalam Ah yang tersedia dalam jangka waktu 5 jam lamanya untuk C5, dan 10 jam lamanya untuk C10.

B. Baterai

Baterai adalah sel elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh baterai terjadi karena adanya perbedaan potensial energi listrik antara kedua elektrodanya (katoda dan anoda). Setiap sel baterai terdiri dari dua jenis elektroda, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan ke dalam larutan kimia yang mengantarkan elektron-elektron saat terjadi reaksi kimia Charge dan Discharge [6].



Gbr 1. Bagian dan Cara Kerja Baterai

Dengan kemampuan baterai yang dapat menghasilkan energi listrik se-arah (DC) dapat dimanfaatkan untuk keperluan bermacam-macam. Pada sebuah gardu induk baterai di dimanfaatkan sebagai berikut:

1. Sumber tenaga pada peralatan kontrol, pengawasan (*security*), *annunciator* (indikator lampu alarm).
2. Sumber tenaga pada motor-motor untuk pemutus tenaga (*circuit breaker*), pemisah (*disconnecting switch*), perubah tap pada trafo (*tap-changer*).
3. Sumber suplai untuk relay proteksi.
4. Sumber tenaga untuk peralatan telekomunikasi (PABX, PLC, dan Peralatan radio tranceifer).
5. Sumber tenaga untuk penerangan darurat dan juga untuk suplai diesel starting/ engine starting.

Baterai Ni-Cd memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan baterai jenis lain, diantaranya:

- Memiliki tingkat pengisian yang tinggi, sehingga dapat diisi ulang dengan cepat.
- Memiliki umur pakai yang cukup lama, sehingga tidak perlu sering diganti.

- Memiliki kapasitas yang tinggi sehingga dapat menyimpan energi listrik dengan jumlah yang cukup besar.
- Memiliki tingkat keandalan yang tinggi, sehingga jarang mengalami kerusakan.
- Dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah, sehingga cocok digunakan pada kondisi cuaca yang ekstrem.

Ciri-ciri umum baterai (tergantung pabrik pembuatnya) sebagai berikut:

- a. Tegangan nominal per sel pada baterai yaitu 1,2 volt.
- b. Nilai berat jenis elektrolitnya biasanya tidak sebanding dengan kapasitas baterai.
- c. Umur baterai tergantung pada merk, operasi dan pemeliharaan.
- d. Tegangan pengisian
 - Pengisian secara terapung (*floating charge*) 1,40-1,44 volt.
 - Pengisian secara seimbang (*equalizing charge*) 1,50- 1,60 volt.
 - Pengisian secara cepat (*boosting charge*) 1,65-1,70 volt.
- e. Tegangan pengosongan akhir (end Voltage) per sel adalah 1 volt.

1. Elektrolit

Elektrolit adalah larutan senyawa dalam air yang mampu menghantarkan arus listrik. Larutan alkali terdiri dari potassium hydroxide (KOH) yang dicampur dengan air murni dan lithium hydroxide (LiOH) yang berfungsi untuk mencegah perubahan dalam struktur material aktif dan pasif pada kondisi temperatur tinggi. [8]. Lithium hydroxide sebagai campuran elektrolit sangat jarang digunakan, hal ini disebabkan oleh beberapa factor diantaranya yaitu harga yang terbilang sangat mahal dan cukup sulit untuk didapatkan. Perbandingan pada pembuatan elektrolit antara elektrolit kering dan air murni untuk proses pencampuran larutan elektrolit alkali dapat dilihat pada table berikut:

Tbl 1. Perbandingan dalam pembuatan Elektrolit

Elektrolit Kering	Air Murni	Berat jenis
1 kg	3,5 liter	$1,180 \pm 0,010 \text{ gr/cm}^3$
1 kg	3.3 liter	$1,180 \pm 0,010 \text{ gr/cm}^3$
2 kg	5 liter	$1,180 \pm 0,010 \text{ gr/cm}^3$
2 kg	7 liter	$1,180 \pm 0,010 \text{ gr/cm}^3$

2. Elektroda

Pada setiap sel dalam suatu baterai itu memiliki dua buah elektroda, entah elektroda yang digunakan terbuat dari tembaga atau bahan lainnya yang memiliki fungsi yang sama. Dua elektroda tersebut yaitu elektroda untuk bagian positif dan elektroda untuk bagian negatif yang dicelupkan ke dalam sebuah larutan kimia yang berfungsi untuk menghantarkan elektron pada saat pengisian dan pengosongan pada suatu baterai. Elektroda positif dan negatif biasanya terdiri dari material aktif. Material aktif merupakan bahan yang bereaksi secara kimia untuk menghasilkan energi listrik. [7].

C. Kapasitas Baterai

Pengujian kapasitas baterai merupakan tahap penting dalam menentukan performa dan keandalan baterai sebagai sumber DC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi. Pengujian ini dilakukan pada beberapa waktu tertentu, seperti saat komisioning baterai, setelah 5 tahun operasi, setiap 2 tahun, dan setelah terjadi kegagalan atau gangguan. [9].

D. Jenis Beban Sistem DC

Jenis beban yang disuplai oleh sumber DC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya terdiri dari beberapa peralatan yang saling mendukung satu sama lain dalam hal menyalurkan energi listrik ke beban, beban – beban tersebut adalah:

1. Peralatan Kontrol

Sistem kontrol pada gardu induk sronдол ini digunakan untuk mengontrol berbagai peralatan switch, dengan batuan dari panel untuk mengontrol, rangkaian kontrol, dan sumber DC yang mengoperasikan peralatan PMT dan PMS secara manual (pengoperasian melalui peralatan oleh petugas), remote (pengoperasian melalui panel kontrol oleh petugas), dan *control centre* (pengoperasian melalui monitor dengan memanfaatkan saluran PLC oleh petugas).

2. Peralatan Proteksi

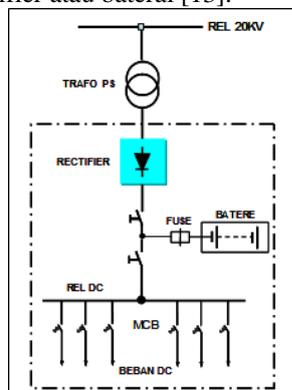
Peralatan proteksi yang ada pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya ini hampir sebagian besar menggunakan sumber DC,

3. Peralatan Komunikasi

Peralatan komunikasi ini digunakan untuk penunjang dalam hal penyaluran energy listrik yang sangat diperlukan. Karena pada sistem kelistrikan jawa bali ini saling terkoneksi satu dengan yang lain (interkoneksi) sehingga diperlukan komunikasi antar gardu induk melalui sebuah peralatan komunikasi.

E. Gangguan Pada system DC

Beban dalam suatu gardu induk merupakan peralatan yang penting dan digunakan sebagai pelindung terhadap gangguan yang tidak diinginkan. Peralatan tersebut biasanya dioperasikan dengan sumber daya DC, sehingga penting untuk selalu mendapatkan suplai DC untuk menjamin sistem bekerja dengan baik. Beban tersebut bisa mendapatkan suplai DC dari rectifier atau baterai [13].



Gbr 2. Instalasi Sistem DC, Hubungan Antara Rectifier Dan Baterai

Rectifier bekerja memberikan sumber DC ke beban dan melakukan *charging* (pengisian) terhadap baterai saat *rectifier* bekerja. Ini disebut keadaan sistem yang bekerja dengan normal. Namun, jika *rectifier* tidak bekerja

(misalnya saat pemeliharaan), beban akan disuplai sepenuhnya oleh baterai. Sistem dianggap tidak normal atau terjadi gangguan jika output *rectifier* tidak diperoleh atau tidak ada. Hal tersebut dapat terjadi karena disebabkan oleh:

1) Kerusakan pada *rectifier*.

Kerusakan pada *rectifier*. Kerusakan pada *rectifier* juga dapat mengakibatkan tidak adanya output DC yang dihasilkan. Kerusakan bisa terjadi pada bagian-bagian *rectifier* seperti dioda, transformer, atau bagian elektronik lainnya. Kerusakan pada *rectifier* ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti arus pendek, overloading, atau kondisi lingkungan yang tidak sesuai.

2) Gangguan pada pengkabelan

Gangguan pada pengkabelan AC juga dapat mengakibatkan tidak adanya suplai AC ke *rectifier*. Gangguan tersebut bisa terjadi karena adanya permasalahan pada peralatan transmisi, seperti pada kabel transmisi, gardu transmisi, atau peralatan lainnya. Gangguan ini bisa menyebabkan tidak adanya tegangan AC yang diterima oleh *rectifier*, sehingga tidak ada output DC yang dihasilkan.

3) Kondisi lingkungan yang tidak sesuai.

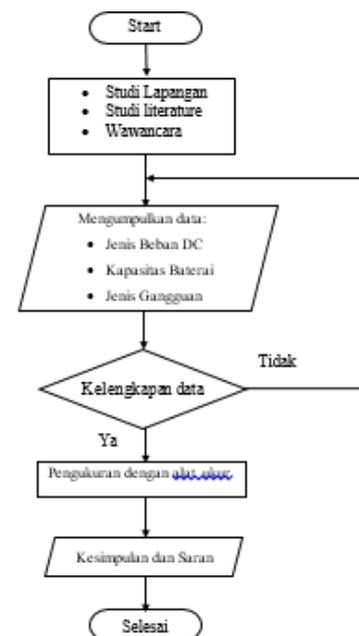
Kondisi seperti suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, kelembapan yang tinggi, atau terpapar debu dan kotoran, juga bisa menyebabkan kerusakan pada *rectifier* dan mengakibatkan tidak adanya output DC..

4) Gangguan pada baterai

Gangguan pada baterai merupakan hal yang dapat terjadi terutama dalam kondisi-kondisi yang tidak normal (abnormal), karena baterai merupakan sumber cadangan yang terakhir maka apabila pada baterai terjadi gangguan maka akan berakibat sangat fatal.

III. METODE

A. Tahapan penelitian.



Gbr 3. Flowchart Metodologi Penelitian

B. Tempat Penelitian

Tempat atau lokasi pelaksanaan penelitian ini berlangsung didalam lingkungan instansi PT PLN (Persero) Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya yang beralamatkan di Jl. Setiawargi Kampung Manglid, Desa Setyamulya Kecamatan Tamansari, Kota Tasikmalaya.

C. Data Peralatan

Objek pada penelitian ini adalah Analisa mengenai Baterai pada sistem DC, data peralatan, jenis beban sistem DC dan gangguan pada sistem DC untuk menentukan Analisa Kapasitas Baterai Sebagai Sumber DC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya. Data peralatan sistem DC Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya yaitu Baterai yang digunakan pada penelitian di GI ini mempunyai dua jenis baterai, yang masing-masing terpasang pada tiap charger. Digunakan pada saat charger tidak dapat menyuplai beban karena terjadi gangguan atau sedang dilaksanakannya pemeliharaan. Berikut data spesifikasi baterai pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya

13	1,41	1,42	Normal
14	1,41	1,41	Normal
15	1,41	1,42	Normal
16	1,41	1,42	Normal
17	1,41	1,42	Normal
18	1,41	1,41	Normal
19	1,41	1,42	Normal
20	1,41	1,42	Normal
21	1,41	1,42	Normal
22	1,41	1,41	Normal
23	1,42	1,41	Normal
24	1,42	1,41	Normal
25	1,42	1,42	Normal
26	1,42	1,42	Normal
27	1,42	1,43	Normal
28	1,42	1,42	Normal
29	1,42	1,42	Normal
30	1,41	1,42	Normal

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengisian Tegangan Baterai

Pengisian tegangan dilakukan terhadap baterai 48 VDC Unit 1 dan 2, dan pada baterai 110 VDC yang ada di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya

1. Pengisian Tegangan Baterai

Tbl 1. Pengisian Tegangan Baterai 48 VDC Unit 1

Spesifikasi	Baterai 110 V	Baterai 48 V Unit 1 dan 2
Merk	SAFT / NIFE	SAFT / NIFE
Pabrik	Swedia	Swedia
Tipe	SBL 600	SBL 102-2
Jenis	Alkali NiCd	Alkali NiCd
Jumlah sel	84 sel	38 sel
Kapasitas	600 Ah	168 Ah
Lama discharge	5 jam	5 jam
Tegangan/sel	1,2 VDC	1,4 VDC
Elektrolit/sel	1.200 Kg/cm ³	1.200 Kg/cm ³
Temperatur Operasi	-20° C - +50° C	-20° C - +50° C

No Sel	Float (V)	Tegangan (V)	Keterangan
1	1,43	1,43	Normal
2	1,41	1,41	Normal
3	1,41	1,42	Normal
4	1,41	1,41	Normal
5	1,41	1,41	Normal
6	1,41	1,41	Normal
7	1,41	1,41	Normal
8	1,41	1,41	Normal
9	1,41	1,42	Normal
10	1,41	1,42	Normal
11	1,41	1,41	Normal
12	1,41	1,41	Normal

Setelah dilakukan pengisian oleh *rectifier* untuk meratakan semua tegangan pada baterai, kondisi yang terlihat pada hasil pengukuran menunjukkan bahwa baterai tersebut dalam keadaan normal

Tbl 2. Karakteristik Hasil Ukur Tgangan Baterai Setiap Sel Baterai 48 VDC Unit 1

Titik Ukur	Hasil Ukur
+ to Ground	53 VDC
- to Ground	0,2 VDC
Tegangan ke Baterai	53,9 VDC
Tegangan ke Beban	53,9 VDC
Arus ke Beban	4 A
Total Tegangan Baterai	
Floating	53, 9 VDC
Level Cairan	Maximum

Dari hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa keseimbangan potensial masing-masing antara positif dan negatif ke ground telah sesuai standar, yaitu positif ke ground 53 VDC dan negatif ke ground 0,2 VDC volt karena standar keseimbangan antara tegangan positif dan negatif ke ground adalah 50% dari tegangan output charger (toleransi $\pm 12,5\%$).

2. Pengisian Tegangan Baterai 48 VDC Unit 2

Tbl 3. Hasil Pengukuran Tegangan Baterai 48 VDC Unit 2

No Sel	Float (V)	Tegangan (V)	Keterangan
1	1,43	1,41	Normal
2	1,41	1,41	Normal
3	1,41	1,41	Normal
4	1,41	1,41	Normal
5	1,41	1,41	Normal
6	1,41	1,41	Normal
7	1,41	1,41	Normal

8	1,41	1,42	Normal
9	1,41	1,41	Normal
10	1,41	1,41	Normal
11	1,41	1,41	Normal
12	1,41	1,41	Normal
13	1,41	1,41	Normal
14	1,41	1,41	Normal
15	1,41	1,41	Normal
16	1,41	1,41	Normal
17	1,41	1,41	Normal
18	1,41	1,41	Normal
19	1,41	1,41	Normal
20	1,41	1,41	Normal
21	1,41	1,41	Normal
22	1,41	1,41	Normal
23	1,42	1,41	Normal
24	1,42	1,41	Normal
25	1,42	1,41	Normal
26	1,42	1,41	Normal
27	1,42	1,38	Tidak Normal
28	1,42	1,37	Tidak Normal
29	1,42	1,41	Normal
30	1,41	1,41	Normal
31	1,41	1,41	Normal
32	1,42	1,41	Normal
33	1,41	1,41	Normal
34	1,39	1,41	Normal
35	1,41	1,41	Normal
36	1,42	1,41	Normal
37	1,42	1,41	Normal
38	1,43	1,41	Normal

Dari hasil pengukuran diatas terdapat dua sel yang memiliki tegangan berada dibawah standar tegangan yang diperbolehkan, yaitu sel nomor 27 dan 28 terlihat memiliki tegangan 1,38 dan 1,37 VDC berada dibawah tegangan 1,42 V.

Tbl 4. Karakteristik Hasil Ukur Tegangan Setiap Sel Baterai 48 VDC Unit 2

Berdasarkan pengukuran tersebut diketahui bahwa

Titik Ukur	Hasil Ukur
+ to Ground	47,9 VDC
- to Ground	0,7 VDC
Tegangan ke Baterai	53,85 VDC
Tegangan ke Beban	53,77 VDC
Arus ke Beban	13,5 VDC
Total Tegangan Baterai	
Floating	53,85 VDC
Level Cairan	Maximum

positif ke ground 47,9 VDC dan negative ke ground 0,7 VDC volt dan sesuai standar keseimbangan antara tegangan positif dan negative ke ground 50%

3. Pengisian Tegangan Baterai 110 VDC

Tbl 5. Hasil Pengukuran Tegangan Baterai 110 VDC

No Sel	Float (V)	Tegangan (V)	Keterangan
1	1,41	1,41	Normal
2	1,41	1,41	Normal
3	1,41	1,41	Normal
4	1,41	1,41	Normal
5	1,41	1,42	Normal
6	1,41	1,41	Normal
7	1,41	1,41	Normal
8	1,41	1,42	Normal
9	1,41	1,41	Normal
10	1,41	1,41	Normal
11	1,41	1,41	Normal
12	1,41	1,41	Normal
13	1,41	1,41	Normal
14	1,41	1,41	Normal
15	1,41	1,41	Normal
16	1,41	1,41	Normal
17	1,41	1,42	Normal
18	1,41	1,41	Normal
19	1,41	1,41	Normal
20	1,41	1,41	Normal
21	1,41	1,41	Normal
22	1,41	1,42	Normal
23	1,41	1,41	Normal
24	1,41	1,41	Normal
25	1,41	1,41	Normal
26	1,41	1,41	Normal
27	1,41	1,41	Normal
28	1,3	1,3	Normal
29	1,41	1,41	Normal
30	1,41	1,41	Normal
31	1,41	1,41	Normal
32	1,41	1,41	Normal
33	1,41	1,42	Normal
34	1,41	1,41	Normal
35	1,41	1,41	Normal
36	1,41	1,41	Normal
37	1,41	1,41	Normal
38	1,41	1,41	Normal
39	1,41	1,41	Normal
40	1,41	1,41	Normal
41	1,41	1,41	Normal
42	1,41	1,42	Normal
43	1,41	1,41	Normal
44	1,41	1,41	Normal
45	1,34	1,36	Normal
46	1,38	1,42	Normal
47	1,41	1,42	Normal
48	1,41	1,42	Normal
49	1,41	1,42	Normal

50	1,41	1,42	Normal
51	1,41	1,41	Normal
52	1,41	1,42	Normal
53	1,41	1,42	Normal
54	1,41	1,41	Normal
55	1,41	1,41	Normal
56	1,41	1,41	Normal
57	1,41	1,41	Normal
58	1,41	1,41	Normal
59	1,41	1,41	Normal
60	1,41	1,41	Normal
61	1,41	1,42	Normal
62	1,41	1,41	Normal
63	1,41	1,41	Normal
64	1,41	1,41	Normal
65	1,41	1,41	Normal
66	1,41	1,41	Normal
67	1,41	1,41	Normal
68	1,41	1,41	Normal
69	1,41	1,41	Normal
70	1,41	1,41	Normal
71	1,41	1,41	Normal
72	1,41	1,41	Normal
73	1,41	1,41	Normal
74	1,41	1,42	Normal
75	1,41	1,41	Normal
76	1,41	1,41	Normal

Setelah dilakukan pengisian oleh *rectifier* untuk meratakan semua tegangan pada baterai, kondisi yang terlihat pada hasil pengukuran menunjukkan bahwa baterai tersebut dalam keadaan normal.

Tbl 6. Karakteristik Hasil Ukur Tegangan Setiap Sel Pada Baterai 110 VDC

Titik Ukur	Hasil Ukur
+ to Ground	56,8 VDC
- to Ground	35,5 VDC
Tegangan ke Baterai	120,3 VDC
Tegangan ke Beban	120,8 VDC
Arus ke Beban	6,5 VDC
Total Tegangan Baterai	
Floating	120,3 VDC
Level Cairan	Maximum

Berdasarkan pengukuran tersebut diketahui bahwa positif ke ground 56,8 VDC dan negatif ke ground 35,5 VDC volt karena standar keseimbangan antara tegangan positif dan negatif ke ground adalah 50% dari tegangan output charger (toleransi $\pm 12,5\%$).

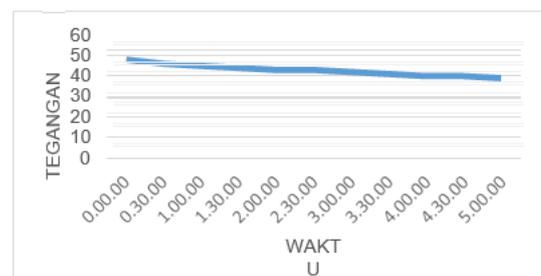
B. Pengujian Kapasitas Baterai

1. Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 1

Tbl 7. Data Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 1

No	Waktu	Tegangan Terbaca	Keterangan
1	0.00.00	48 VDC	Mengukur tegangan disetiap sel
2	0.30.00	46 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
3	1.00.00	45 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
4	1.30.00	44 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
5	2.00.00	43 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
6	2.30.00	43 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
7	3.00.00	42 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
8	3.30.00	41 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
9	4.00.00	40 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
10	4.30.00	40 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
11	5.00.00	39 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel

Berdasarkan data pengujian diatas yang dilakukan selama 5 jam, didapatkan hasil tegangan untuk 38 sel baterai NiCd dengan tegangan terukur 48 VDC sebelum dilakukan pengosongan baterai. Kemudian setelah 1 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 3 VDC, tegangan baterai terukur 45 VDC. Setelah 2 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 2 VDC, tegangan baterai terukur 43 VDC. Setelah 3 jam lamanya pengujian tegangan turun sebesar 1 VDC, tegangan baterai terukur 42 VDC. Pada 4 jam pengujian tegangan turun sebesar 2 VDC, tegangan baterai terukur 40 VDC. Pada pengujian diantara jam keempat sampai jam kelima juga terjadi penurunan tegangan sebesar 1 V, tegangan terukur pada pengujian jam kelima sebesar 39 VDC. Berikut grafik dari hasil pengujian.



Gbr 2. Grafik Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 1

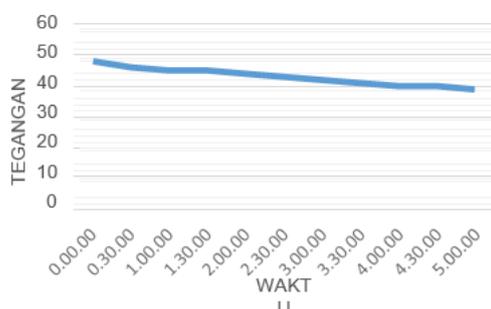
Baterai bank dengan merk SAFT/NIFE NiCd tipe SBL 102-2. Terdapat 38 sel baterai dengan kapasitas 168 Ah, tegangan nominal 1,4 VDC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya dapat dikatakan handal karena bekerja diatas standar IEEE. Setelah 5 jam pengujian baterai bank memiliki tegangan sebesar 39 VDC terbaca di alat ukur, dimana diketahui tegangan minimum pengosongan adalah 80% dari tegangan maksimum yaitu 38,4 VDC.

2. Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 2

Tbl 8. Data Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 2

No	Waktu	Tegangan Terbaca	Keterangan
1	0.00.00	48 VDC	Mengukur tegangan disetiap sel
2	0.30.00	46 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
3	1.00.00	45 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
4	1.30.00	45 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
5	2.00.00	44 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
6	2.30.00	43 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
7	3.00.00	42 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
8	3.30.00	41 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
9	4.00.00	40 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
10	4.30.00	40 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
11	5.00.00	39 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel

Berdasarkan data pengujian diatas yang dilakukan selama 5 jam, didapatkan hasil tegangan untuk 38 sel baterai NiCd dengan tegangan terukur 48 VDC sebelum dilakukan pengosongan baterai. Kemudian setelah 1 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 3 VDC, tegangan baterai terukur 45 VDC. Setelah 2 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 1 VDC, tegangan baterai terukur 44 VDC. Setelah 3 jam lamanya pengujian tegangan turun sebesar 2 VDC, tegangan baterai terukur 42 VDC. Pada 4 jam pengujian tegangan turun sebesar 2 VDC, tegangan baterai terukur 40 VDC. Pada pengujian diantara jam keempat sampai jam kelima juga terjadi penurunan tegangan sebesar 1 V, tegangan terukur pada pengujian jam kelima sebesar 39 VDC. Berikut grafik hasil pengujian.



Gbr 3. Grafik Pengujian Kapasitas Baterai 48 VDC Unit 2

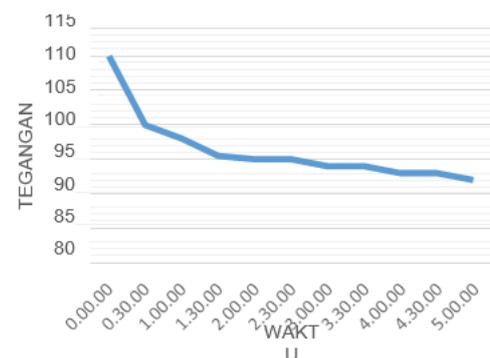
Baterai bank dengan merk SAFT/NIFE NiCd tipe SBL 102-2. Terdapat 38 sel baterai dengan kapasitas 168 Ah, tegangan nominal 1,4 VDC pada GI dapat dikatakan handal karena bekerja diatas standar IEEE. Setelah 5 jam pengujian baterai bank memiliki tegangan sebesar 39 VDC, dimana diketahui tegangan minimum pengosongan adalah 80% dari tegangan maksimum yaitu 38,4 VDC.

3. Pengujian Kapasitas Baterai 110 VDC

Tbl 9. Data Pengujian Kapasitas Baterai 110 VDC

No	Waktu	Tegangan Terbaca	Keterangan
1	0.00.00	110 VDC	Mengukur tegangan disetiap sel
2	0.30.00	100 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
3	1.00.00	98 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
4	1.30.00	95,5 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
5	2.00.00	95 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
6	2.30.00	95 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
7	3.00.00	94 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
8	3.30.00	94 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
9	4.00.00	93 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
10	4.30.00	93 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel
11	5.00.00	92 VDC	Mengukur kembali tegangan disetiap sel

selama 5 jam, didapatkan hasil tegangan untuk 86 sel baterai NiCd dengan tegangan terukur 110 VDC sebelum dilakukan pengosongan baterai. Kemudian setelah 1 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 12 VDC, tegangan baterai terukur 98 VDC. Setelah 2 jam pengujian terjadi penurunan tegangan sebesar 3 VDC, tegangan baterai terukur 95 VDC. Setelah 3 jam lamanya pengujian tegangan turun sebesar 1 VDC, tegangan baterai terukur 94 VDC. Pada 4 jam pengujian tegangan turun sebesar 2 VDC, tegangan baterai terukur 93 VDC.



Gbr 4. Grafik Pengujian Kapasitas Baterai 110 VDC

Baterai bank dengan merk SAFT/NIFE NiCd tipe SBL 600. Terdapat 86 sel baterai dengan kapasitas 600 Ah, tegangan nominal 1,2 - 2 VDC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya dapat dikatakan handal karena bekerja diatas standar IEEE. Setelah 5 jam pengujian baterai bank memiliki tegangan sebesar 92 VDC, dimana diketahui tegangan minimum pengosongan adalah 80% dari tegangan maksimum yaitu 88 VDC.

V. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil dari pengujian kapasitas terhadap baterai merk SAFT/NIFE NiCd tipe SBL 102-2 dengan tegangan 48 VDC Unit 1 dan 2 pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya dapat disimpulkan bahwa baterai tersebut berada dalam keadaan yang dapat dikatakan handal karena bekerja diatas dari standar yang digunakan yaitu standar IEEE. Baterai tersebut tercatat memiliki tegangan akhir sebesar 39 VDC setelah 5 jam pengujian pada jam ke 5 pada alat ukur, dimana diketahui bahwa tegangan minimum untuk pengosongan pada baterai adalah 80% dari tegangan maksimumnya yaitu 38,4 VDC.
2. Berdasarkan hasil dari pengujian kapasitas terhadap baterai merk SAFT/NIFE NiCd tipe SBL 600 dengan tegangan 110 VDC pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya dapat disimpulkan bahwa baterai tersebut berada dalam keadaan yang dapat dikatakan handal karena bekerja diatas dari standar yang digunakan yaitu standar IEEE. Baterai tersebut tercatat memiliki tegangan akhir sebesar 92 VDC setelah 5 jam pengujian pada jam ke 5 pada alat ukur, dimana diketahui bahwa tegangan minimum untuk pengosongan pada baterai adalah 80% dari tegangan maksimumnya yaitu 88 VDC.
3. Untuk menjaga kestabilan, kehandalan dan ketahanan pada baterai yang ada pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV PT.PLN (persero) Tasikmalaya, alangkah baiknya pengisian dari rectifier ke baterai dilakukan dengan memastikan tegangan suplai mencukupi dan stabil.

REFERENSI

- [1] Pemeliharaan, *PT.PLN (Persero) PEDOMAN PEMELIHARAAN SISTEM SUPLAI AC/DC*. 2013.
- [2] S. N. Lubis, "Kegagalan Proteksi Pada Gardu Induk 150 kV Akibat Suplai Tegangan DC," *Sinusoida*, vol. 19, no. 2, 2017, [Online]. Available: <http://ojs.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/7>
- [3] A. M. Rifa'i, "Analisis Uji Kapasitas Baterai 110 VDC Pada Gardu Induk 150 KV Klaten." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [4] A. Sumardi Sadi, "PEMELIHARAAN BOOSTING DAN UJI KAPASITAS BATERE 110 VDC," *J. Tek.*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [5] R. D. Aprista, R. Afrianda, and K. Tresya M, "Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Baterai 110 Vdc Di Gardu Induk Cigereleng Bandung." INSTITUT TEKNOLOGI PLN, 2020.
- [6] T. S. Nugroho, "Baterai sebagai suplai tegangan Dc pada Gardu Induk 150 Kv Kalisari," *Semarang. Univ. Diponegoro*, 2012.
- [7] A. M. Setiawan, D. Nugraheni, M. Munzil, M. F. Marsuki, N. Husnayaini, and F. Hanifiyah, "PEMBUATAN SEL BATERAI BERBASIS BAHAN ALAM MELALUI PEMBELAJARAN STEM," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [8] Andra, "Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit," 2019. <https://ardra.biz/larutan-elektrolit-dan-non-elektrolit/>
- [9] R. Agned, "Studi kapasitas baterai 110 vdc pada gardu induk 150 kv bangkinang." Riau University, 2016.
- [10] E. Napitupulu, "Ir, Relay Proteksi jilid 1," *PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya*.
- [11] B. A. Wibowo and S. Manan, "Pemanfaatan Pmt Kopel Sebagai Sarana Pengalihan Beban Di Gardu Induk Sayung Kabupaten Demak," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 1, p. 9, 2014, doi: 10.14710/gt.v18i1.8809.
- [12] I. Salam, "Analisis Efisiensi Batere Komunikasi Pada Gardu Induk PT," *PLN Reg. Jateng Dan DIY UPT Kudus. Semarang Univ. Negeri Semarang*, 2007.
- [13] A. Wicaksana, "Analisis Gangguan Pada Sistem Kerja Power Supply Dc 110 Volt Di Gardu Induk Padalarang Bandung," <https://medium.com/>, pp. 86–95, 2016, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>