

Analisis Pengujian Kapasitas Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan

Idris Afandi^{1*}), Rahmat Hidayat², dan Insani Abdi Bangsa³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

^{1,2,3}Jln. HS. Ronggo Waluyo, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

email: ¹idris.afandi17016@student.unsika.ac.id, ²rahmat.hidayat@staff.unsika.ac.id, ³iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id

Abstract – Battery is a DC system device, its existence is very important in the world of electricity to maintain the stability of the DC system. Battery function in Extra High Voltage Substation (GITET) as a backup to supply DC device components such as relays, PMS (Disconnecting Switch), PMT (Voltage Breaker), and SCADATEL telecommunication devices. In the event of blackout, the rectifier does not get a power supply whose function is to convert the AC to DC power current to meet the needs of the DC device listrik supply remains active and working, so that the battery that replaces the role of the rectifier to maintain the stability of the DC system until the repair is complete. To maintain the stability and feasibility of battery function, routinely conducted tests on batteries carried out once every 2 years. This paper will compare the data of test results conducted in 2018 and 2020. From the results of the comparison data obtained the function of the state of the battery. Testing the battery capacity through 4 stages, floating is a battery in a full charger does not receive and emits current under normal circumstances the battery is connected to the rectifier. Equalizing aims to equalize and level the voltage value on each battery cell. Discharge Battery is a battery testing process to obtain a total efficiency capacity value (Ah) of the battery. When the battery is discharged large, the next step is boosting to restore the voltage value at a normal state (floating) 1.40-1.44 volts.

Keywords – Total Efficiency Capacity, Floating, Equalizing, Boosting, Battery Emptying

Abstrak – Baterai merupakan perangkat sistem DC, keberadaannya sangat penting di dunia kelistrikan untuk menjaga kestabilan sistem DC. Fungsi baterai di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) sebagai cadangan untuk mensuplai komponen perangkat DC seperti relai, PMS (*Disconnecting Switch*), PMT (Pemutus Tegangan), dan perangkat telekomunikasi SCADATEL. Apabila terjadi *blackout*, maka *rectifier* tidak mendapatkan pasokan listrik yang fungsinya mengubah arus listrik AC menjadi DC untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik perangkat DC tetap aktif dan bekerja, sehingga baterai yang menggantikan peran *rectifier* untuk menjaga kestabilan sistem DC sampai perbaikan selesai. Untuk menjaga kestabilan dan kelayakan fungsi baterai maka secara rutin dilakukan pengujian terhadap baterai yang dilaksanakan 2 tahun sekali. Penulisan ini akan membandingkan data hasil pengujian yang dilaksanakan pada tahun 2018 dan tahun 2020. Dari hasil data pembandingan didapatkan fungsi keadaan baterai. Pengujian kapasitas baterai melalui 4 tahapan yakni *floating* merupakan baterai dalam keadaan *full charger* tidak menerima dan mengeluarkan arus pada keadaan normal baterai terhubung dengan *rectifier*. *Equalizing* bertujuan untuk menyamakan dan meratakan nilai tegangan pada tiap sel baterai. Proses pengosongan baterai (*Discharge Battery*) merupakan proses pengujian baterai untuk mendapatkan nilai kapasitas efisiensi total (Ah) baterai. Ketika baterai mengalami pengosongan besar maka langkah selanjutnya dilakukan *boosting* untuk mengembalikan nilai tegangan pada keadaan normal (*floating*) 1.40-1.44 volt.

Kata Kunci – Kapasitas Efisiensi Total, Floating, Equalizing, Boosting, Pengosongan Baterai

I. PENDAHULUAN

Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) merupakan suatu sistem instalasi listrik berperan sebagai transmitter dengan susunan dan rangkaian sejumlah komponen yang menempati lokasi tertentu yang berfungsi untuk menerima atau menyalurkan tenaga listrik, menaikkan atau menurunkan tegangan yang sesuai dengan settingan agar terjadi kestabilan dan tetap handal dalam proses menunjang keandalan sumber tenaga listrik serta berfungsi sebagai switching atau pensaklaran pada sistem tenaga listrik [1]. Dalam penggunaan tenaga listrik terdapat dua macam sumber tenaga untuk kontrol di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi, yakni sumber arus searah (DC) dan sumber arus bolak-balik (AC). Sumber daya sistem untuk kontrol harus mempunyai kehandalan dan kestabilan yang baik. Sistem DC pada gardu induk terdiri dari *rectifier* untuk mengkonversi arus AC menjadi arus DC dan baterai. Peranan sistem DC yakni baterai di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi sangat penting seperti penggunaan motor penggerak pada PMS (Pemutus Tegangan), PMT (*Disconnecting Switch*), SCADATEL, dan relai. Untuk menjaga kestabilan sistem DC maka 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.

Pengujian baterai yang dilakukan merupakan agenda rutin dilakukan selama 2 tahun sekali. Untuk pemeliharaan harian dapat dilakukan pemeriksaan secara visual (penglihatan), sedangkan pemeliharaan bulanan dilakukan dengan memeriksa tegangan dan arus baterai. Perbandingan hasil data pengujian baterai 2 tahunan yakni studi kasus tahun 2018 dan 2020 yang mendasari penulisan ini sehingga diketahui nilai kapasitas efisiensi total (Ah) pertahunnya apakah mengalami penurunan atau stabil nilainya, serta didapatkan tegangan per sel baterai saat menggunakan metode pengisian *floating*, *equalizing*, *boosting* dan pengosongan baterai.

*) penulis korespondensi: Idris Afandi
Email: idris.afandi17016@student.unsika.ac.id

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian sebelumnya memberikan gambaran sebagai bahan referensi untuk penelitian ini, adapun penulisan ini mempunyai perbedaan atau inovasi dalam membandingkan data saat penelitian dilakukan tahun 2020 dengan data

sebelumnya yakni tahun 2018. Berikut penelitian sebelumnya:

Pada penelitian [2] dilakukan studi kasus pengujian kapasitas baterai menghasilkan data baterai dapat menyuplai perangkat DC selama 5 jam dengan kapasitas total efisiensi sebesar 200 Ah dan tegangan minimal baterai sebesar 1 V tiap selnya. Kemudian penelitian [3] dihasilkan nilai kapasitas efisiensi total pada pengujian baterai sebesar 218 Ah atau 84.49% dari kapasitas total baterai 258 Ah (100%). Dengan kapasitas tersisa sebagai cadangan ketika terjadi blackout pada sistem utama, baterai dapat mengganti peran rectifier untuk menyuplai peralatan DC dengan arus masuk sebesar 25 A waktu total baterai digunakan keseluruhan selama 8.72 jam. Penelitian [4] Fungsi baterai sangat penting untuk menjaga kestabilan sistem DC sebab relai-relai pada kontrol panel tidak boleh padam. Karena itu, baterai siap untuk menggantikan fungsi rectifier ketika terjadi *blackout*. Untuk menjaga kualitas baterai sangat diperlukan pengujian kapasitas baterai yang berguna sebagai data untuk menentukan kelayakan baterai.

III. METODE PENELITIAN

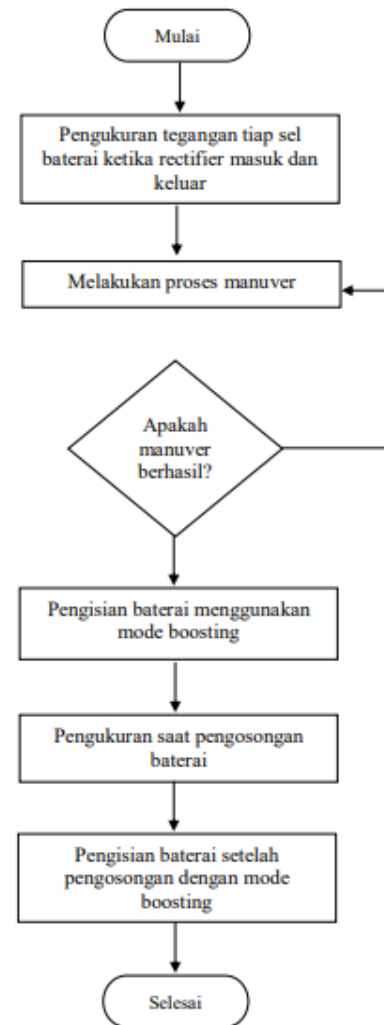
Penelitian dilakukan dengan pengamatan serta pengumpulan data pada saat pengujian berlangsung. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengukuran tiap sel baterai
2. Manuver switch (Off) dari *Rectifier 2* (Group 2)
3. Pengisian boosting baterai selama hingga tegangan sel maksimal
4. Pengosongan baterai sesuai dengan kapasitas baterai (C5)
5. Pengisian kembali baterai selama 5 jam hingga tegangan sel maksimal
6. Manuver switch (On) *Rectifier 2* ke baterai (Group 2)

Objek penelitian yakni Baterai 110 Volt Group 2 (Sistem 500 kV) GITET Mandirancan. Berikut data spesifikasi baterai:

TABEL I
DATA BATERAI

Data Baterai	
Merk	Saft
Type	SCM 211
Negara Pembuat	Perancis
Tegangan Total	110 VDC
Kapasitas	211 Ah
Tahun Perolehan	2009
Tahun Operasi	16 Desember 2009



Gambar 1 Flowchart Pengujian Kapasitas Baterai

Penjelasan flowchart di atas, sebelum melakukan pengukuran tegangan tiap sel baterai dalam keadaan normal mode pengisian *floating* terhubung saat *rectifier* masuk. Kemudian *rectifier* dilepas dengan beban. Proses manuver dilakukan bertujuan untuk melindungi tim penguji serta perangkat penguji agar tetap aman dan terlindungi. Pengisian dengan mode *booster* bertujuan untuk mendapatkan tegangan maksimal, setelah mencapai tegangan total selanjutnya dilakukan pengosongan baterai untuk mendapatkan nilai kapasitas murni baterai serta tegangan minimum baterai. Untuk mengembalikan baterai dalam keadaan normal perlu kembali pengisian dengan mode *boosting*. Ketika sudah terhubung dengan sumber catu daya utama baterai dalam pengisian mode *floating*. Jumlah keseluruhan baterai group 2 (cadangan 500 kV) GITET Mandirancan berjumlah 84 buah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan pengujian kapasitas baterai yakni untuk mengetahui nilai kapasitas total yang tersisa. Sisa nilai kapasitas dapat digunakan sebagai cadangan ketika sistem catu daya utama terjadi blackout dan sebagai acuan untuk mengetahui lamanya durasi perbaikan sehingga dapat mengoptimalkan kinerja dari kapasitas baterai dan untuk mengetahui nilai tegangan minimum keseluruhan baterai pada saat proses pengosongan. Hasil pengujian kapasitas baterai dapat diurutkan sebagai berikut:

1. Pengujian sel baterai sebelum pengisian equalizing (*rectifier on*)

2. Pengujian sel baterai setelah pengisian equalizing
3. Pengujian sel baterai selama pengosongan
4. Pengujian sel baterai setelah pengosongan
5. Pengujian sel baterai selama pengisian boost
6. Pengujian sel baterai setelah pengisian boost

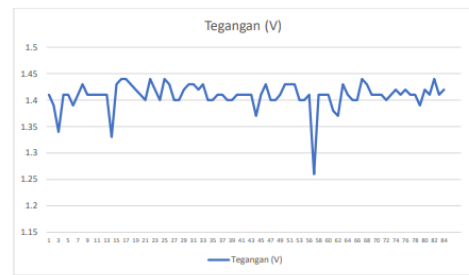
4.1 Pengujian sel baterai sebelum pengisian *equalizing* (*rectifier on*)

Pengukuran tegangan pada tiap sel dilakukan ketika baterai terhubung dengan beban, dan dalam mode pengisian *floating* dengan tegangan berkisar 1.40 – 1.44 V nilai batas amannya.

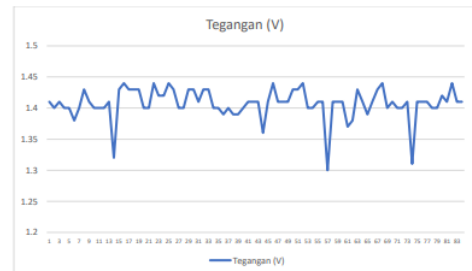
TABEL II
DATA PENGUJIAN SEBELUM PENGISIAN EQUALIZING
TAHUN 2020

No	Tegangan	No	Tegangan
1	1.41 V	43	1.41 V
2	1.39 V	44	1.37 V
3	1.34 V	45	1.41 V
4	1.41 V	46	1.43 V
5	1.41 V	47	1.40 V
6	1.39 V	48	1.40 V
7	1.41 V	49	1.41 V
8	1.43 V	50	1.43 V
9	1.41 V	51	1.43 V
10	1.41 V	52	1.43 V
11	1.41 V	53	1.40 V
12	1.41 V	54	1.40 V
13	1.41 V	55	1.41 V
14	1.33 V	56	1.41 V
15	1.43 V	57	1.26 V
16	1.44 V	58	1.41 V
17	1.44 V	59	1.41 V
18	1.43 V	60	1.41 V
19	1.42 V	61	1.38 V
20	1.41 V	62	1.37 V
21	1.40 V	63	1.43 V
22	1.44 V	64	1.41 V
23	1.42 V	65	1.40 V
24	1.40 V	66	1.40 V
25	1.44 V	67	1.44 V
26	1.43 V	68	1.43 V
27	1.40 V	69	1.41 V
28	1.40 V	70	1.41 V
29	1.40 V	71	1.41 V
30	1.43 V	72	1.40 V
31	1.43 V	73	1.41 V
32	1.42 V	74	1.42 V
33	1.43 V	75	1.41 V
34	1.40 V	76	1.42 V
35	1.40 V	77	1.41 V
36	1.41 V	78	1.41 V
37	1.41 V	79	1.39 V
38	1.40 V	80	1.42 V
39	1.40 V	81	1.41 V
40	1.41 V	82	1.44 V
41	1.41 V	83	1.41 V
42	1.41 V	84	1.42 V

Tegangan tiap sel rata-rata 1.41 V dengan tegangan total 118.6 V secara keseluruhan berada pada nilai aman dan memenuhi syarat nilai batas tegangan pengisian mode *floating*. Adapun pada sel no 2, 6, 14, 44, 57, 61, 62, 79 mengalami nilai tegangan di bawah nilai batas mode *floating* disebabkan beberapa faktor salah satunya kurang meratanya tegangan yang disebabkan oleh kondisi cairan elektrolit berkurang yang mengakibatkan proses pertukaran elektroda kurang optimal. Namun, nilai pada no sel di bawah tegangan mode *floating* masih aman menurut nilai minimum tegangan per sel yakni 1.2 V.



Gambar 2 Grafik Pengujian Sebelum Pengisian Equalizing Tahun 2020

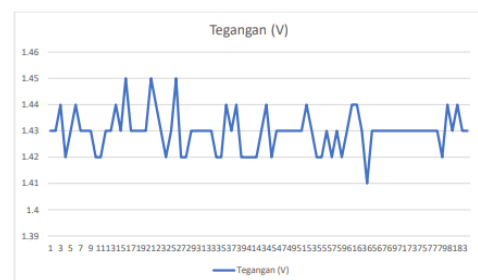


Gambar 3 Grafik Pengujian Sebelum Pengisian Equalizing Tahun 2018

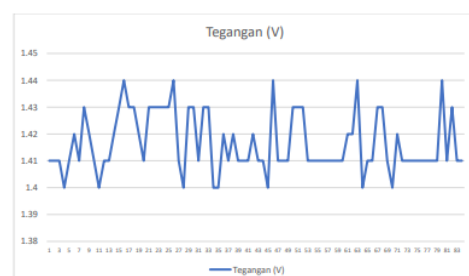
Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3 grafik hampir serupa. Pengujian tahun 2018 menghasilkan tegangan total sebesar 118.1 V dengan tegangan rata-rata 1.40 V. Nilai tersebut hampir sama dengan pengujian sebelum pengisian *equalizing* tahun 2020, belum ditemukan anomali pada baterai.

4.2 Pengujian sel baterai setelah pengisian *equalizing*

Setelah melalui tahap pengisian mode *equalizing* didapatkan nilai tegangan total sebesar 120.2 V dengan tegangan rata-rata 1.43 V. Tujuan dilakukan pengisian *equalizing* untuk mendapatkan nilai kapasitas asli dari baterai. Tegangan pada pengisian cepat (*equalizing*) 1.5 – 1.6 V dan sudah terpenuhi pada pengujian ini dengan tegangan rata-ratanya 1.6 selama pengisian berlangsung.



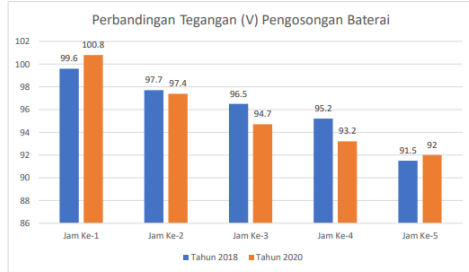
Gambar 4 Grafik Pengujian Setelah Pengisian Equalizing Tahun 2020



Gambar 5 Grafik Pengujian Setelah Pengisian Equalizing Tahun 2018

Pada pengujian setelah pengisian *equalizing* tahun 2018 didapatkan nilai tegangan total 118.7 V dengan tegangan rata-rata tiap sel 1.41 V. Selama pengisian *equalizing* tegangan rata-rata selnya 1.6 V dan sesuai dengan tegangan pengisian *equalizing*. Data pengujian tahun 2018 dan 2020 di atas menunjukkan kesesuaian dengan karakteristik pengisian mode *equalizing*.

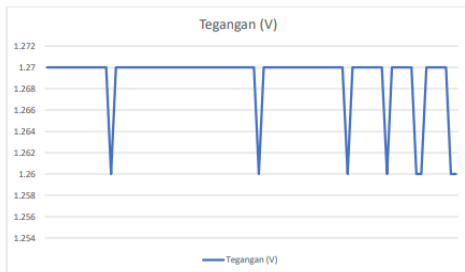
4.3 Pengujian sel baterai selama pengosongan



Gambar 6 Grafik Selama Pengosongan Baterai Tahun 2018 dan 2020

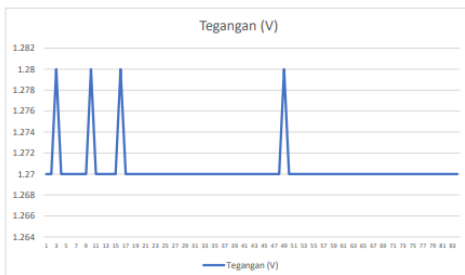
Baterai dapat dikatakan bagus, apabila ketika proses pengosongan mengalami penurunan tegangan hingga mendekati tegangan minimumnya. Pada pengujian di tahun 2020 penurunan dari 100.8 V, 97.4 V, 94.7 V, 93.2, dan berhenti di tegangan minimum 92 V. Artinya tegangan minimum yang dimiliki tiap sel baterai terdiri dari 84 sel adalah 1.09 V. Data pengujian di tahun 2018 menunjukkan penurunan tegangan dari 99.6 V, 97.7 V, 96.5 V, 95.2 V, dan mencapai tegangan minimum yakni 91.5 V. Tegangan rata-rata yang dimiliki per sel selama pengosongan 1.08 V. Dari pembacaan grafik di atas, tegangan mengalami penurunan tiap jamnya selama pengujian, menandakan tiap sel baterai berfungsi dan stabil.

4.4 Pengujian sel baterai setelah pengosongan



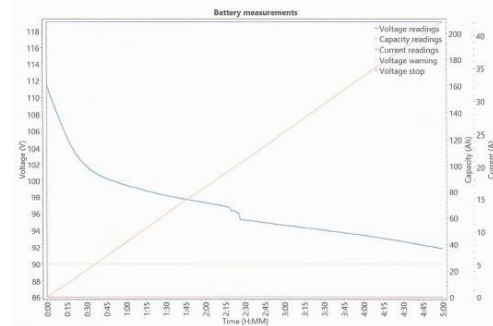
Gambar 7 Grafik Setelah Pengosongan Baterai Tahun 2020

Hasil pembacaan grafik terlihat tegangan rata-rata ketika proses setelah pengosongan baterai sebesar di angka 1.26-1.27 V menandakan kesesuaian dengan tegangan minimum baterai di angka 1.2 V. Didapatkan tegangan total 106.7 V.



Gambar 8 Grafik Setelah Pengosongan Baterai Tahun 2018

Tegangan rata-rata tiap sel yakni 1.27 – 1.28 V dengan tegangan total 106.6 V dan nilainya hampir sama dengan tegangan total pengujian setelah pengosongan tahun 2018.



Gambar 9 Grafik Proses Pengosongan Baterai Tahun 2020

Baterai dengan merk SAFT ini merupakan jenis baterai C5 yang waktu pengujiannya membutuhkan waktu minimal 5 jam. Arus pengosongan yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas baterai C5 dengan rumus sebagai berikut:

$$C = I \times t \quad (1)$$

Keterangan:

- C = Kapasitas Baterai (Ah)
- I = Arus (Ampere)
- t = Waktu (Second)

$$I = \frac{C}{t} \quad (2)$$

$$I = \frac{211}{5} = 42.2 \text{ A}$$

TABEL III
DATA PENGUJIAN SELAMA PENGOSONGAN BATERAI TAHUN 2020

Data summary - Battery							
Time	25% 01:15:00	50% 02:30:00	75% 03:45:00	100% 05:00:00	Last (100%)	Min	Max
Voltage (V)	98,78	95,22	93,74	91,82	91,82	91,82	119,16
Current (A)	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	36,9	42,2
Capacity (Ah)	52,1	104,4	156,7	209,1	209,1	0	209,1

The values in the table have been calculated from nominal time.

Perhitungan manual untuk mendapatkan nilai kapasitas baterai sebagai berikut:

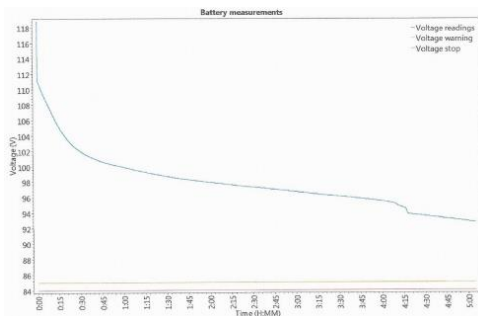
1. Jam Ke-1
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 1$
 $= 42.2 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-1 adalah 52.1 Ah)
2. Jam Ke-2
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 2$
 $= 84.4 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-2 adalah 104.4 Ah)
3. Jam Ke-3
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 3$
 $= 126.6 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-3 adalah 156.7 Ah)
4. Jam Ke-4
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 4$
 $= 168.8 \text{ Ah}$

(Hasil pengujian jam ke-4 adalah 168.8 Ah)

5. Jam Ke-5
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 5$
 $= 211 \text{ Ah}$

(Hasil pengujian jam ke-1 adalah 209.1 Ah)

Didapatkan tegangan total minimum 91.82 V dengan tegangan rata-rata tiap sel 1 V. Waktu total untuk pengujian pengosongan selama 5 jam, dan sesuai karakteristik jenis baterai C5. Pengujian pengosongan baterai menghasilkan kapasitas murni baterai yang tersisa 209.1 Ah. Dimana baterai ini telah digunakan selama 12 tahun digunakan di GITET Mandirancan sebagai cadangan menyuplai peralatan DC selama *blackout*.



Gambar 10 Grafik Proses Pengosongan Baterai Tahun 2018

TABEL IV
DATA PENGUJIAN SELAMA PENGOSONGAN BATERAI TAHUN 2018

Data summary - Battery							
Time	25%	50%	75%	100%	Last (102%)	Min	Max
	01:16:15	02:32:30	03:48:45	05:05:00			
Voltage (V)	99.25	97.27	95.78	92.92	92.79	92.79	118.84
Current (A)	42.2	42.2	42.2	42.2	42.2	41.4	42.2
Capacity (Ah)	52.1	104.5	156.8	209.1	212.6	0	212.6

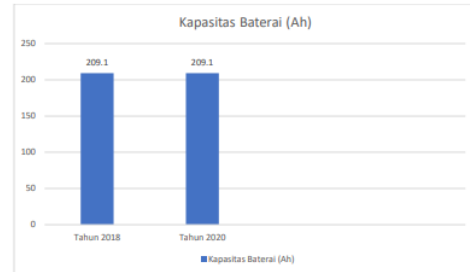
The values in the table have been calculated from nominal time.

Perhitungan manual untuk mendapatkan nilai kapasitas baterai sebagai berikut:

1. Jam Ke-1
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 1$
 $= 42.2 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-1 adalah 52.1 Ah)
2. Jam Ke-2
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 2$
 $= 84.4 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-2 adalah 104.4 Ah)
3. Jam Ke-3
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 3$
 $= 126.6 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-3 adalah 156.8 Ah)
4. Jam Ke-4
 $C = I \times t$
 $= 42.2 \times 4$
 $= 168.8 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-4 adalah 168.8 Ah)
5. Jam Ke-5
 $C = I \times t$

- $= 42.2 \times 5$
 $= 211 \text{ Ah}$
 (Hasil pengujian jam ke-5 adalah 209.1 Ah)

Tegangan total minimum pengujian pengosongan baterai 92.92 V selama 5 jam pengujian berlangsung menghasilkan kapasitas efisiensi total 209.1 Ah. Dimana kapasitas baterai (Ah) tahun 2018 dan 2020 menghasilkan data angka yang sama.



Gambar 11 Grafik Perbandingan Kapasitas Efisiensi Baterai Tahun 2018 dan Tahun 2020

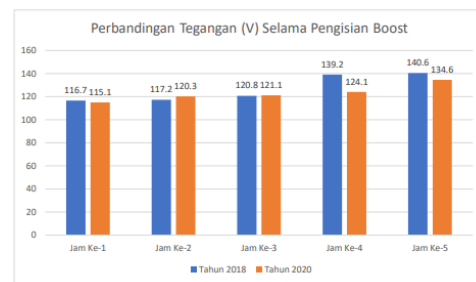
Untuk mengetahui kapasitas baterai yang tersisa dalam bentuk persentase (%) sebagai berikut:

$$\text{Ah Efektif} = \text{Ah Pengosongan} / \text{Ah Baterai} \times 100\%$$

$$= 209.1 / 211 \times 100\%$$

$$= 99.1\%$$

4.5 Pengujian sel baterai selama pengisian *boost*



Gambar 12 Grafik Perbandingan Pengisian *Boost* Selama 5 Jam Tahun 2018 dan 2020

Setelah baterai mengalami pengosongan besar, langkah selanjutnya dilakukan pengisian cepat kembali dengan mode pengisian *boost*. Grafik di atas menunjukkan data tahun 2020 pada jam ke-1 menghasilkan tegangan total 115.1 V memiliki tegangan rata-rata 1.37 V per selnya. Jam ke-2 tegangan total sebesar 120.3 V tegangan rata-rata 1.43 V, pengukuran di jam ke-3 tegangan total didapatkan 121.1 V rata-rata tegangan per selnya 1.44 V. Jam ke-4 tegangan total 132.6 V tegangan rata-rata 1.60 V dan di jam ke-5 tegangan total 141.2 V tegangan rata-rata 1.68 V.

Data pengujian selama pengosongan tahun 2018 didapatkan pada jam ke-1 tegangan total 116.7 V tegangan rata-rata per selnya 1.38 V. Jam ke-2 tegangan total 117.2 V tegangan sel rata-rata 1.39 V, jam ke-3 tegangan total sebesar 120.8 V per sel baterai tegangan rata-ratanya 1.43 V. Jam ke-4 tegangan total 134.6 V dan tegangan rata-rata sel baterai 1.60 V. Pengujian terakhir di jam ke-5 diperoleh tegangan total baterai 141.2 V tegangan rata-rata per selnya yakni 1.68 V.

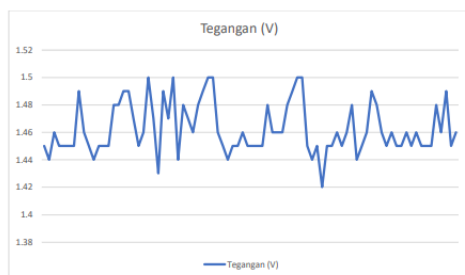
Pembacaan dari grafik, tegangan pada saat pengisian *boost* terus naik nilainya. Ini sesuai dengan tegangan pengisian *boosting* 1.65 – 1.70 V. Pada jam ke-5 tahun 2018 dan 2020 mencapai tegangan rata-rata puncak 1.68 V.

4.5 Pengujian sel baterai setelah pengisian *boost*

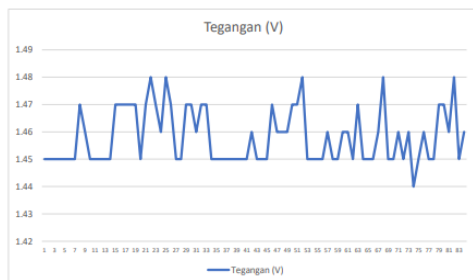
TABEL V
DATA PENGUJIAN SETELAH PENGISIAN BOOST TAHUN 2020

No	Tegangan	No	Tegangan
1	1.45 V	43	1.45 V
2	1.44 V	44	1.45 V
3	1.46 V	45	1.45 V
4	1.45 V	46	1.48 V
5	1.45 V	47	1.46 V
6	1.45 V	48	1.46 V
7	1.45 V	49	1.46 V
8	1.49 V	50	1.48 V
9	1.46 V	51	1.49 V
10	1.45 V	52	1.50 V
11	1.44 V	53	1.50 V
12	1.45 V	54	1.45 V
13	1.45 V	55	1.44 V
14	1.45 V	56	1.45 V
15	1.48 V	57	1.42 V
16	1.48 V	58	1.45 V
17	1.49 V	59	1.45 V
18	1.49 V	60	1.46 V
19	1.47 V	61	1.45 V
20	1.45 V	62	1.46 V
21	1.46 V	63	1.48 V
22	1.50 V	64	1.44 V
23	1.47 V	65	1.45 V
24	1.43 V	66	1.46 V
25	1.49 V	67	1.49 V
26	1.47 V	68	1.48 V
27	1.50 V	69	1.46 V
28	1.44 V	70	1.45 V
29	1.48 V	71	1.46 V
30	1.47 V	72	1.45 V
31	1.46 V	73	1.45 V
32	1.48 V	74	1.46 V
33	1.49 V	75	1.45 V
34	1.50 V	76	1.46 V
35	1.50 V	77	1.45 V
36	1.46 V	78	1.45 V
37	1.45 V	79	1.45 V
38	1.44 V	80	1.48 V
39	1.45 V	81	1.46 V
40	1.45 V	82	1.49 V
41	1.46 V	83	1.45 V
42	1.45 V	84	1.46 V

Setelah dilakukan pengisian *boost*, posisi baterai dalam keadaan *full charger*. Artinya tegangan baterai kembali dalam mode *floating* dimana tegangannya menjaga baterai agar penuh dengan tegangan berkisar 1.40 – 1.44 V. Pada tabel 5 didapatkan tegangan total 122.9 V dengan tegangan rata-rata per sel 1.46 V.



Gambar 13 Grafik Setelah Pengisian *Boost* Tahun 2020



Gambar 14 Grafik Setelah Pengisian *Boost* Tahun 2018

Pada pengujian yang sama di tahun 2018 didapatkan tegangan baterai setelah pengisian *boost* 122.4 V dengan

tegangan rata-rata tiap sel 1.45 V dan berada pada nilai batas aman untuk pengisian *floating* dalam keadaan semula terhubung dengan *rectifier*. Baterai dalam keadaan normal dan siap digunakan ketika terjadi *blackout* pada catu daya utama.

V. KESIMPULAN

Baterai merupakan perangkat komponen DC sangat penting sebagai cadangan daya saat terjadi *blackout* pada catu utama. Mengingat akan pentingnya baterai supaya tetap handal dan optimal dalam fungsinya. Maka, perlu dilakukan pengujian atau pemeliharaan rutin terhadap baterai untuk mengetahui kondisi kelayakannya. Penulisan ini membandingkan hasil pengujian tahun 2020 dan tahun 2018 yang tujuannya untuk mengetahui kapasitas total baterai. Karena pengujian ini dilakukan 2 tahun sekali dan merupakan pengujian tahunan. Dalam keadaan normal baterai terhubung dengan *rectifier* mode pengisian *floating* dengan tegangan rata-rata per selnya 1.40-1.44 V. Untuk mengetahui kapasitas murni baterai, maka perlu dilakukan mode pengisian *equalizing* bertujuan untuk menyamakan dan meratakan tegangan pada setiap selnya. Selanjutnya dilakukan pengosongan baterai, bertujuan untuk mendapatkan nilai kapasitas asli baterai. Pada pengujian didapatkan nilai kapasitas baterai tersisa 209.1 Ah atau (99.1%). Dengan kapasitas baterai tersisa mampu bertahan 5 jam dengan arus maksimal masuk ke perangkat DC sebesar 40 A. Data kapasitas baterai tahun 2020 dan 2018 didapatkan dan tidak mengalami penurunan kapasitas (Ah). Standar baterai yang bagus > 60%. Pada pengujian ini didapatkan nilai Ah 99.1% dan sangat sesuai dengan standar baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surat Keputusan Direksi, “Buku Pedoman Sistem Suplai AC/DC”, Jakarta: PT. PLN (Persero), 2014.
- [2] Agned, Ricky and Nurhalim, “Studi Kapasitas Baterai 11 Vdc Pada Gardu Induk Bangkinang”, Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik (JOM FTEK) Universitas Riau, Vol.3, no.2, pp. 1-9, 2017.
- [3] Rifa’i, Muh.Hasan and Jatmiko, “Analisis Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Vdc Gardu Induk 150 kV Bawen”, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
- [4] Sadi, Sumardi and Adam, “Pemeliharaan Boosting dan Uji Kapasitansi Baterai 110 Vdc”, Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang, Vol.4, no.2, pp 11-15, 2015.
- [5] C. Adhi Nugroho and S. Handoko, “Pemeliharaan Tahunan Sistem DC (Baterai 48 Volt Unit II) di Gardu Induk 150 kV Sronol”, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, 2013.
- [6] Hamid, Riskha Miranda, dkk, “Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM”, Jurnal Teknologi Terpadu (JTT) Politeknik Negeri Balikpapan, Vol.4, no.2, pp 130-136, 2016.
- [7] I Nugrogo and Tejo Sukmadi, “Baterai Sebagai Suplai Tegangan DC Pada Gardu Induk 150 kV Kalisari”, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, 2012.
- [8] Prianto, Eko, dkk, “Boost-Converter Sebagai Alat Pengisian Baterai Pada Sepeda Listrik Secara Otomatis”, Jurnal Edukasi Elektro (JEE) Universitas Negeri Yogyakarta, Vol.4, no.1, pp 52-62, 2020.
- [9] Silvana, Anastasya Fitri. Skripsi, “Pengaruh Proses Pengosongan (*Discharging*) Terhadap Kapasitas Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang”, 2019.
- [10] M. Rismansyah and R. Nazir, “Pengaturan Keseimbangan Pengisian dan Pengosongan Baterai Asam Timbal”, Jurnal Nasional Teknik Elektro, vol.5, no.2, pp 193-197, 2016.
- [11] I Made Suardamana, dkk, “Rancangan Alkaline Fuel Cell Sederhana Dengan Menggunakan Stainless Steel Sebagai Elektrodanya”, Jurnal Energi dan Manufaktur, vol.7, no.1, pp 73-80, 2014.