

REVITALISASI BATERE HOPPECKE JENIS VRLA PADA SISTEM UPS DI RSG-GAS

Asep Saepuloh, Adin Sudirman, Muh. Taufiq

ABSTRAK

REVITALISASI BATERE HOPPECKE JENIS VRLA PADA SISTEM UPS DI RSG-GAS. Sistem kelistrikan di RSG-GAS terdiri dari catu daya utama, catu daya darurat dan catu daya tak putus (*UPS=uninterruptible power supply*) dengan sumber energi baterai. Terjadi kerusakan pada 1 bank baterai BTDO3 sehingga dilakukan revitalisasi baterai BTDO3 yang jumlahnya 111 baterai dengan tujuan mengembalikan unjuk kerja baterai sebagai catu daya listrik searah dc. Baterai BTDO3 merupakan bagian dari catu daya tak putus UPS BTP03 yang melayani beban-beban penting di RSG-GAS. Tahapan dalam kegiatan revitalisasi : perancangan desain, pembongkaran dan pemasangan baterai, proses pengujian terdiri dari *charging* dan *discharging* menggunakan *portable rectifier*, serta uji fungsi. *Charging* I selama 15 jam menunjukkan tegangan 147.5 V dan 540 Ah, *discharging* selama 10 jam menunjukkan tegangan 107.9 V dan 356 Ah, *charging* II selama 13 jam menunjukkan tegangan 151.2 V dan 400 Ah. Harga-harga pengukuran tersebut adalah merupakan nilai akhir hasil pengujian sebelum *rectifier* dimatikan. Setelah baterai BTDO3 terhubung ke BTP03 maka beban-beban pada sistem UPS dapat terlayani kembali.

Kata kunci: revitalisasi baterai, beban-beban sistem UPS

ABSTRACT

REVITALIZATION OF BATTERY HOPPECKE VRLA TYPE OF UPS SYSTEMS IN RSG-GAS. Electrical system in the RSG-GAS consists of a main power supply, emergency power and UPS (Uninterruptible power supply) with a battery energy sources. Damage of the BTDO3 battery one bank so do BTDO3 battery revitalization which amount 111 batteries with the aim of restoring the performance of the battery as a power dc supply. BTDO3 battery is part of the unbroken power supply UPS BTP03 serving critical loads in the RSG-GAS. Stage in the revitalization activities: design planning, demolition and installation of battery, testing process consists of charging and discharging using portable rectifiers, and testing functions. Charging I for 15 hours showed voltage 147.5 V and 540 Ah, discharging for 10 hours showed voltage 107.9 V and 356 Ah, charging II for 13 hours showed voltage 151.2 V and 400 Ah. The prices of these measurements is a final value of the test results before the rectifier is turned off. After the BTDO3 battery is connected to BTP03 then loads the UPS system can be served back.

Keywords: batteries revitalization, loads of UPS system

PENDAHULUAN

Kelistrikan di RSG GAS dipasok oleh tiga catu daya yaitu : catu daya utama PLN, catu daya darurat Diesel, dan catu daya tak putus dengan sumber energi batere. Pada generasi I batere yang digunakan merk Varta (batere dengan jenis basah), batere Varta dipakai sejak tahun 1986 hingga tahun 2004. Kemudian batere mulai mengalami peremajaan dengan mengganti seluruh unit batere merk Varta yang terdiri dari 9 bank atau sejumlah 226 buah batere. KKS batere tersebut adalah BTD 01/02/03, BTJ 11/21/31, dan BTJ 12/22/32, diganti dengan batere merk Hoppecke 9 bank yang jumlahnya lebih banyak yaitu 402 buah. Batere pengganti masih batere katagori konvensional tetapi jenis VRLA (*valve regulated lead acid*) yang dilengkapi dengan *Aqua-Gen* (sirkulasi uap air) ^[5]. Perawatan batere generasi II lebih mudah dibandingkan batere generasi I karena penguapan air Accu tertampung dalam *Aqua-Gen* yang selanjutnya uap tersebut disirkulasi dan kembali masuk sel batere sehingga level air dapat lebih terjaga, pengisian air batere relatif jarang pada setiap perawatan.

Tahun 2013 ini dilakukan kembali penggantian batere sistem BTD03 dengan jenis batere generasi sebelumnya yaitu masih jenis VRLA, hanya saja pada bagian rangka batere (rumah akumulator) terdapat tampilan baru yaitu ada tambahan lobang kecil dipojok atasnya yang fungsinya untuk cek densitas batere dan menambahkan air *demi* sehingga saat perawatan tidak perlu melepas tabung *Aqua-Gen*. Perawatan batere dilakukan periode 3 bulanan^[1]. Kegiatan perawatan yang dilakukan terdiri dari : pengontrolan ketersediaan batere, pengujian kapasitas batere, penyimpanan batere dan melepaskan batere dari operasi.

TEORI

Pada setiap kegiatan perawatan dilakukan pencatatan untuk tujuan dokumentasi.

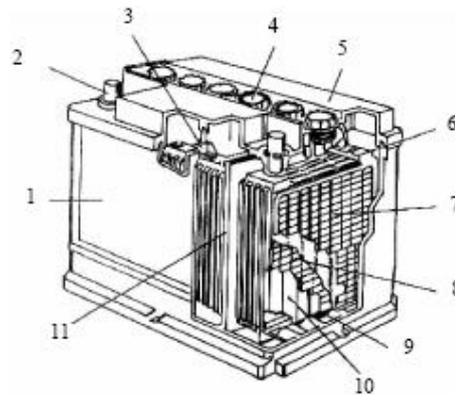
Hasil pengamatan suhu pada setiap sel batere rata-rata mencapai >70 °C yang mengakibatkan level air cepat berkurang dan densitas air batere rata-rata 1,01 kg/l sehingga batere tidak layak dipakai. Inilah alasan kenapa harus dilakukan revitalisasi pada batere BTD03^[2]. Tegangan *charging* dari sistem UPS BTP03 ke BTD03 terlalu tinggi yaitu mencapai 268 V yang seharusnya hanya ± 247 V. Hal ini menyebabkan batere BTD03 lebih cepat mengalami kerusakan.

Tujuan penulisan adalah untuk mendapatkan data teknis unjuk kerja batere baru sebelum digunakan sebagai alat penyimpan tenaga listrik arus searah dc pada sistem catu daya tak putus BTP03. Batere berfungsi untuk *back-up* apabila terjadi kegagalan pada catu daya utama dan catu daya darurat, sehingga perlu disiapkan kondisi batere yang handal.

Metode kegiatan yaitu batere-batere yang sudah siap tersusun di rak batere berjumlah 1 bank belum bisa langsung digunakan, tetapi harus melewati suatu proses pengujian pengisian dan pengosongan (*charging-discharging*) oleh *rectifier portable*. Pengumpulan data-data selama proses pengisian (*charging*) dan proses pengosongan (*discharging*) dapat menentukan baik atau tidaknya batere yang akan digunakan.

Hasil yang diharapkan bahwa dari data akurasi uji teknis batere BTD03 yang dilakukan tersebut adalah untuk mendapatkan batere baru yang akan siap dipasang untuk *backup* sistem catu daya tak putus atau sistem UPS BTP03 yang melayani beban-beban penting di RSG-GAS sehingga kegiatan revitalisasi batere BTD03 akan menghasilkan unjuk kerja sistem yang lebih baik dan lebih handal dari sebelumnya.

a). **Konstruksi**



Gambar 1. Konstruksi akumulator

Bagian-bagian akumulator timah hitam dan fungsinya sebagai berikut ^[4] :

1. Rangka, berfungsi sebagai rumah akumulator.
2. Kepala kutub positif, berfungsi sebagai terminal kutub positif.
3. Penghubung sel, berfungsi untuk menghubungkan sel-sel.
4. Tutup ventilasi, berfungsi menutup lubang sel.
5. Penutup, berfungsi untuk menutup bagian atas akumulator.
6. Plat-plat, berfungsi sebagai bidang pereaktor.
7. Plat negatif, terbuat dari Pb, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
8. Plat positif, terbuat dari PbO₂, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
9. Ruang sedimen, berfungsi untuk menampung kotoran.
10. Plastik pemisah, berfungsi untuk memisahkan plat positif dan negatif.
11. Sel-sel.

Akumulator merupakan elemen sekunder yang merupakan elemen elektrokimia yang dapat memperbaharui bahan-bahan pereaksinya. Jenis akumulator yang sering dipakai adalah akumulator timbal. Akumulator ini terdiri dari dua kumpulan

pelat yang dicelupkan dalam larutan asam-sulfat encer. Kedua kumpulan pelat dibuat dari timbal, sedangkan lapisan timbal dioksida akan dibentuk pada pelat positif ketika elemen pertama kali dimuati. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dicegah tidak langsung menyentuh oleh pemisah yang terbuat dari bahan penyekat (isolator). Plat positif (PbO₂) berwarna coklat, sedangkan plat negatif berwarna abu-abu.

Adapun rumus Luas bidang reaksi plat positif adalah :

$$L = 2.p.l.n$$

dimana :

L = luas bidang plat positif (cm²)

p = panjang plat positif (cm)

l = lebar plat positif (cm)

n = jumlah plat positif tiap-tiap sel

Kapasitas tiap cm² plat positif = 0,03 sampai dengan 0,05 Ah (ampere jam). Tiap sel akumulator timah hitam menghasilkan tegangan 2 volt.

b). Cara kerja

Pada akumulator timah hitam terjadi proses elektrokimia yang bersifat *reversible* (dapat berbalikan), yaitu proses pengisian dan proses pengosongan. Setiap molekul

c) Skala *hydrometer*

c). **Pengisian akumulator**

Proses pengisian dan pengosongan (*charging-discharging*) akumulator dilakukan setelah akumulator diisi dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang mempunyai berat jenis $1,190\text{ gr/cm}^3$ sampai batas maksimum. Cara pengisian dengan arus listrik dc terdiri dari dua tahap, yaitu^[4]:

1. Tahap pertama dengan arus pengisian antara $(0,07\text{ s/d } 0,14) \times C$ selama 36 sampai dengan 74 jam, C adalah besarnya kapasitas akumulator. Dalam tahap pertama ini jika tegangan tiap sel mencapai 2,3 volt, arus pengisian diturunkan ke tahap kedua.
2. Tahap kedua dengan arus pengisian sebesar $0,07 \times C$ ampere. Jika tegangan tiap sel mencapai 2,65 volt sampai dengan 2,70 volt, maka proses pengisian dihentikan. Temperatur pada elektrolit tidak melebihi $38^\circ C$.

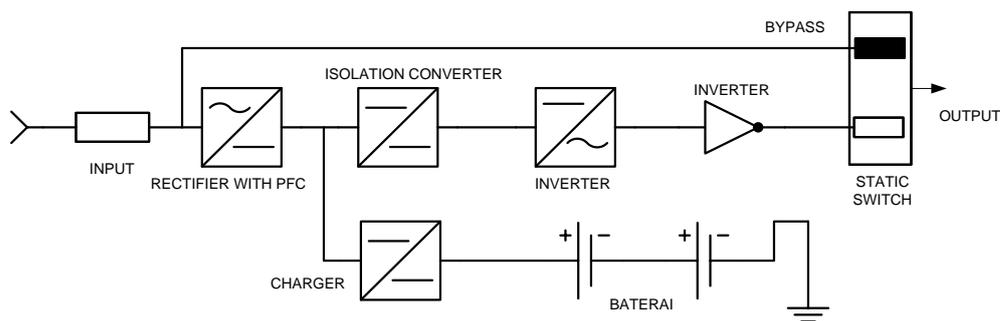
Pengisian akumulator timah hitam yang sudah pernah dipakai (lama) dilakukan dengan arus pengisian $0,2 \times C$ ampere selama minimal 4 jam atau jika tegangan tiap sel telah mencapai 2,35 volt sampai dengan 2,40 volt. Pengisian akumulator yang terus menerus disambung ke beban dengan arus pengisian $0,5\text{ mA}$ sampai dengan $1\text{ mA} \times C$. Besarnya tegangan larutan 2,15 volt/sel sampai dengan 2,20 volt/sel. Akumulator dalam keadaan penuh (setelah diisi penuh), cairan elektrolitnya mempunyai berat jenis 1,205

sampai dengan $1,215\text{ gr/cm}^3$. Arus pengisian selama proses pengisian diusahakan tetap. Jika arus pengisian melebihi $0,5 \times C$ ampere, maka dapat merusakkan pelat akumulator, sebaliknya apabila arus pengisian kurang dari $0,1 \times C$ ampere, maka proses pengisian membutuhkan waktu yang terlalu lama.

Elektrolit adalah asam sulfat, densitas nominal elektrolit didasarkan pada suhu $20^\circ C$ dan kondisi batere di-charge penuh dengan deviasi $\pm 0,01\text{ kg/l}$. Semakin tinggi suhu akan mengurangi densitas elektrolit dan semakin rendah suhu akan menaikkan densitas elektrolit.

d). **UPS (Uninterruptible Power Supply)**

UPS adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi memberikan catu daya sementara ketika listrik dari PLN padam. Ada dua jenis UPS^[4], yaitu UPS non kontinyu dan UPS kontinyu. Pada UPS non kontinyu *inverter* hanya bekerja bila tidak ada ac input, sedangkan bila ada ac input, output UPS akan dihubungkan langsung dengan ac input tersebut. Pemindahan output UPS dari ac input ke *inverter*, menggunakan sakelar elektronik dengan waktu transfer sekitar 4 *milisecond*. Pada UPS kontinyu, *inverter* bekerja terus menerus baik ada atau tidak ada ac input, jadi pada output UPS tidak ada transfer pensakelaran atau dapat dikatakan waktu transfer adalah 0 detik. Gambar 3 menunjukkan bagan sebuah UPS dengan komponen-komponen pendukungnya.



Gambar 3. Blok diagram UPS

e). Rectifier-Charger

Peralatan ini dipakai untuk proses pengisian dan pengosongan (*charging-discharging*) batere^[4]. Rangkaian blok *rectifier-charger* ini akan mensuplai daya yang dibutuhkan oleh *inverter* dalam kondisi beban penuh dan pada saat itu juga dapat mempertahankan muatan di dalam batere. Selain itu blok ini harus mempunyai kemampuan mengalirkan daya *output* sebesar 125%-130%. Karakteristik batere juga perlu diperhitungkan dalam disain rangkaian *charger*-nya karena jika sebuah batere diisi ulang dengan arus melebihi batasan kemampuannya akan dapat memperpendek umur batere tersebut. Suhu pengoperasian batere tipe *lead acid* yang disarankan adalah 10°C hingga 30°C. Jika suhu operasi di bawah 10°C dan atau diatas 30°C, maka tegangan *charging* harus disesuaikan terhadap suhu dengan faktor koreksi (-0,004 V/sel per K). Jika suhu secara konstan meningkat melebihi 40°C, maka faktor menjadi (0,003 V/sel per K).

TATA KERJA

Pengujian batere baru BT03 dilakukan oleh *rectifier portable* sebelum disambungkan langsung ke panel BTP03, adapun data teknis dari *rectifier portable* yang dipakai adalah sebagai berikut^[3]:

Merk *charger* : *Micro computer control*
DC 220V

Arus *Charge* : 120A

Arus *Discharge* : 120A

Type : SYE-NCCD 220/120/120

Input : AC 3Φ 3W, 220/380, 50Hz

Output *Charge* : DC 0~220V, 0~120A

Output *Discharge*: DC 0~220V, 0~120A

Langkah-langkah kegiatan penggantian batere^[3]:

- 1) Pembongkaran batere lama sebanyak 111 buah
- 2) Pembongkaran rak batere
- 3) Penggantian rak batere
- 4) Pengisian air accu

- 5) Pemasangan batere baru sebanyak 111 buah

- 6) Pemasangan konektor/penghubung masing-masing batere

- 7) Pemasangan tabung *Aqua-Gen* pada masing-masing batere

Langkah-langkah pengujian *charging* batere baru :

- 1) Ukur tegangan total awal batere dan tegangan per sel awal batere

- 2) Ukur suhu awal masing-masing batere

- 3) Lakukan proses *charging* (arus pengisian) dengan urutan sebagai berikut; hidupkan *rectifier portable*, seting menu *charging controle* pada display, seting tegangan, arus, waktu pada display, hidupkan MCB dc *output* ke batere, tekan *start* pada display

- 4) Ukur tegangan total batere dan tegangan per sel batere setiap jam

- 5) Ukur suhu batere setiap jam

- 6) Catat tegangan total (V),kapasitas (Ah),dan arus (A) pada display setiap jam

- 7) Matikan *rectifier* apabila pengujian telah memenuhi persyaratan

- 8) Proses *charging* selesai

- 9) Tunggu suhu batere turun untuk pengujian selanjutnya

Langkah-langkah pengujian *discharge* batere baru :

- 1) Ukur tegangan total awal batere dan tegangan per sel awal batere

- 2) Ukur suhu awal masing-masing batere

- 3) Lakukan proses *dicharging* (arus pengosongan) dengan urutan sebagai berikut; hidupkan *rectifier portable*, seting menu *discharging controle* pada display, seting tegangan, arus, waktu pada display, hidupkan MCB DC *output* ke batere, tekan *start* pada display

- 4) Ukur tegangan total batere dan tegangan per sel batere setiap jam

- 5) Ukur suhu batere setiap jam

- 6) Catat tegangan total (V),kapasitas (Ah),dan arus (A) pada display setiap jam

- 7) Matikan *rectifier* apabila pengujian telah memenuhi persyaratan
- 8) Proses *discharging* selesai
- 9) Tunggu suhu batere turun untuk pengujian selanjutnya

Peralatan dan sarana yang harus digunakan: Multimeter, *thermometer*, *hydrometer*, pakaian kerja (*wearpack*, sepatu, penutup hidung, helmet, kaca mata, sarung tangan karet), *tool set*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembongkaran dan Pemasangan Batere

Diawali dengan penurunan batere dan pembongkaran rak batere untuk diganti dengan batere baru dengan spesifikasi yang hampir sama yaitu batere basah merk Hoppecke tipe 4OSP.XC 160, kapasitas maks. 176 Ah (amp/jam), tegangan 2,23 V, berat 17.5 kg, diameter batere 105x208x420 mm^[3]. Batere tersebut masih termasuk katagori batere konvensional karena menggunakan cairan asam sulfat (jenis VRLA).

Gambar 4 menunjukkan kegiatan pada saat pembongkaran rak batere setelah batere-batere lama diturunkan, selanjutnya pemasangan rak baru dengan lokasi dan ruangan yang sama. Sebelum batere-batere disusun pada rak terlebih dahulu semua batere baru diisi air Accu berupa cairan asam sulfat (H_2SO_4) sampai garis batas level maksimum.



Gambar 4. Saat pembongkaran batere lama

Pengisian air Accu harus berhati-hati karena asam sulfat bersifat merusak sehingga harus menggunakan sarung tangan karet karena apabila terkena tubuh maka bisa langsung melepuh. Cara pengisian menggunakan gayung plastik khusus dan corong agar tidak tumpah kemana-mana. Setelah batere-batere diisi air Accu, batere-batere disusun rapih pada rak, kemudian konektor-konektor dan baut-baut antara batere dipasang dan penutup batere dibuka agar uap bebas keluar.

Gambar 5 menunjukkan batere-batere yang telah tersusun rapih pada rak dan batere siap untuk dilakukan proses pengujian *charging* dan *discharging* dengan menggunakan *rectifier portable*.



Gambar 5. Batere yang sudah terpasang di rak

2. Pengujian Batere Baru

Sehubungan peralatan *rectifier portable* yang digunakan untuk kegiatan pengujian *charging* dan *discharging* hanya mempunyai kapasitas tegangan 220 V, untuk itu bank batere BT03 berjumlah 111 buah dibagi menjadi 2 partisi masing-masing 56 buah. Koneksi antar batere pada satu partisi terhubung seri, sedangkan antar partisi dihubungkan secara parallel ke MCB pada *rectifier*. Supaya masing-masing berjumlah 56 buah maka perlu ditambah 1 batere pada salah satu partisi, penambahan ini hanya dilakukan sementara pada saat pengujian. Untuk mendapatkan harga-harga parameter pada seting alat uji diperoleh data sebagai berikut;

Hasil rata-rata tegangan pengukuran awal x jumlah sel:

$$2,7 \text{ V} \times 56 = 151,2 \text{ Volt (partisi I)}$$

$$2,6 \text{ V} \times 56 = 145,6 \text{ Volt (partisi II)}$$

Tegangan yang dipakai partisi I yaitu $V_{\text{charging}} = 151,2 \text{ V}$

Kapasitas batere adalah 176 Ah, arus input diambil sepersepuluhnya;

$$176 \times 10\% = 17,6 \text{ A} \times 2 \text{ partisi, maka}$$

$$I_{\text{output}} = 35,2 \text{ A}$$

Dari data yang telah diperoleh tersebut dijadikan acuan untuk seting alat uji *rectifier* yang akan melakukan *charging* I batere BT03 dengan seting waktu 20 jam operasi. Selama proses pengujian setiap jam dilakukan pengukuran tegangan total dan per sel, kapasitas, arus dan suhu pada setiap batere, begitu juga pencatatan dilakukan setiap jam pada display panel *rectifier*. Hasil pengujian lihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Data pengukuran pada saat *charging* I

NO	WAKTU	TOTAL TEGANGAN (V)	KAPASITAS (Ah)	ARUS (A)	SUHU RUANG (°C)
1.	14. ³⁰	117,3	0	35,2	22
2.	15. ⁰⁰	124,0	18	35,2	22
3.	16. ⁰⁰	128,1	54	35,2	22
4.	17. ⁰⁰	133,7	90	35,2	22
5.	18. ⁰⁰	142,6	127	35,2	22
6.	19. ⁰⁰	148,9	181	35,2	22
7.	20. ⁰⁰	149,1	197	35,2	22
8.	21. ⁰⁰	148,9	235	35,2	22
9.	22. ⁰⁰	148,5	280	35,2	22
10.	23. ⁰⁰	148,2	310	35,2	22
11.	00. ⁰⁰	148,1	342	35,2	22
12.	01. ⁰⁰	147,9	382	35,2	22
13.	02. ⁰⁰	147,8	416	35,2	22
14.	03. ⁰⁰	147,8	432	35,2	22
15.	04. ⁰⁰	147,7	468	35,2	22
16.	05. ⁰⁰	147,5	535	35,2	22
17.	05. ³⁰	147,5	540	35,2	22

Setelah 5 jam pengujian berjalan, disekitar ruangan batere mulai tercium bau asam sulfat (amoniak) karena adanya proses kimiawi, semakin lama bau tersebut semakin menyengat tajam yang mengakibatkan nafas sesak dan mata pedih, sehingga diperlukan kaca mata dan penutup hidung yang memadai, terutama diperlukan selama pengambilan data pada setiap jam.

Pada Tabel 1 terlihat hasil pengukuran tegangan, kapasitas, arus dan suhu pada proses *charging* I. Pada proses *charging* I tegangan awalnya adalah 117,3 V, kapasitas 0 Ah, artinya ini masih dalam kondisi *open circuit*, kemudian setelah 1,5 jam tegangan naik ke 128,1 V dan kapasitas naik ke 54 Ah. *Charging* I mencapai titik

puncaknya setelah 6 jam operasi pada posisi tegangan 149.1 V yang selanjutnya tegangan kembali menurun dan mencapai titik jenuhnya setelah 12 jam operasi, pengujian *charging* I berakhir 15 jam operasi dengan tegangan 147,5 V, kapasitas 540 Ah, arus konstan 35,2 A dan suhu ruang stabil 22 °C.

Gambar 6. menunjukkan kegiatan saat pengukuran yang dilakukan setiap jam.



Gambar 6. Pengukuran baterai BTDO3

Tidak sampai 20 jam dari waktu yang direncanakan, tepatnya hanya 15 jam operasi, *rectifier* dimatikan karena proses *charging* I sudah dianggap cukup dan memenuhi persyaratan, artinya telah memenuhi persyaratan disini ada 3 alasan:

- Suhu masing-masing baterai sudah mencapai 40°C,
- Tegangan masing-masing sel sudah jenuh,

- I_{10} (10% beban kapasitas maksimum baterai) sudah tercapai dan memadai.

Selanjutnya akan dilakukan pengujian proses *discharging*, proses ini akan dilakukan bila suhu baterai sudah mencapai batas yang dipersyaratkan yaitu $\pm 30^\circ\text{C}$ sedangkan suhu terakhir setelah *charging* I mencapai 40°C sehingga harus menunggu lama.

Setelah suhu baterai mencapai $\pm 30^\circ\text{C}$ proses *discharging* dimulai dengan langkah hampir sama dengan proses *charging* bedanya hanya pada menu display yaitu posisi menu dipindah ke *discharging* dan seting waktu perkiraan 12 jam. Selama proses pengujian *discharging* setiap jam juga sama dilakukan pengukuran tegangan total dan per sel, kapasitas, arus dan suhu, begitu juga pencatatan dilakukan setiap jam pada display panel *rectifier*. Proses *discharging* hanya membutuhkan waktu 10 jam karena sudah dianggap cukup dan memenuhi persyaratan sehingga *rectifier* dapat dimatikan. Adapun hasil pengujian seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengukuran pada saat *discharging*

NO	WAKTU	TOTAL TEGANGAN (V)	KAPASITAS (Ah)	ARUS (A)	SUHU RUANG (°C)
1.	14. ⁰⁰	118,8	0	35,2	22
2.	15. ⁰⁰	115,6	35	35,2	22
3.	16. ⁰⁰	115,1	72	35,2	22
4.	17. ⁰⁰	114,6	108	35,2	22
5.	18. ⁰⁰	113,9	145	35,2	22
6.	19. ⁰⁰	113,3	178	35,2	22
7.	20. ⁰⁰	112,4	219	35,2	22
8.	21. ⁰⁰	111,6	251	35,2	22
9.	22. ⁰⁰	110,7	283	35,2	22
10.	23. ⁰⁰	109,4	322	35,2	22
11.	00. ⁰⁰	107,9	356	35,2	22

Pada Tabel 2 terlihat hasil data pengukuran tegangan, kapasitas, arus dan suhu baterai. Pada proses *discharging* tegangan awal 118,8 V, kapasitas baterai masih 0 Ah. Setelah 1 jam tegangan mulai menurun ke 115,6 V, kapasitas 35 Ah. Pada proses ini tegangan akan terus menurun

sedangkan kapasitasnya tetap naik sesuai lamanya waktu operasi. Tidak sampai 12 jam dari jadwal yang direncanakan, hanya 10 jam operasi *discharging* selesai dengan data pengukuran akhir menunjukkan tegangan 107,9 V, kapasitas 356 Ah, arus konstan 35,2 A, suhu ruang stabil 22°C.

Suhu batere setelah *discharging* tidak terlalu tinggi yaitu 31 °C sehingga kurang dari 1 jam proses *charging II* dapat dilaksanakan dengan langkah yang sama dengan *charging I*. Seting waktu sekitar 15 jam. Selama proses pengujian pada setiap jam juga dilakukan pengukuran tegangan total dan per sel, kapasitas, arus dan suhu. Pada proses *charging II* ini bau asam sulfat (amoniak) tidak setajam pada saat proses *charging I*. Hanya butuh 13 jam operasi panel *rectifier* dimatikan karena proses *charging II* sudah dianggap cukup dan memenuhi persyaratan. Adapun hasil pengujian seperti terlihat pada tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat hasil pengukuran tegangan, kapasitas, arus dan suhu pada proses *charging II*. Pada proses *charging II* tegangan awalnya adalah 113,6 V, kapasitas 0 Ah artinya ini masih dalam kondisi *open circuit*, kemudian setelah 2 jam tegangan naik ke 120,8 V dan kapasitas naik ke 70 Ah. Selanjutnya tegangan dan kapasitas akan terus naik sampai batas waktu operasi. Pengujian *charging II* berakhir 13 jam jadi lebih cepat 2 jam dari jadwal yang direncanakan. Hasil akhir pengukuran tegangan menunjukkan 151,2 V, kapasitas 400 Ah, arus konstan 35,2 A dan suhu ruang stabil 22 °C.

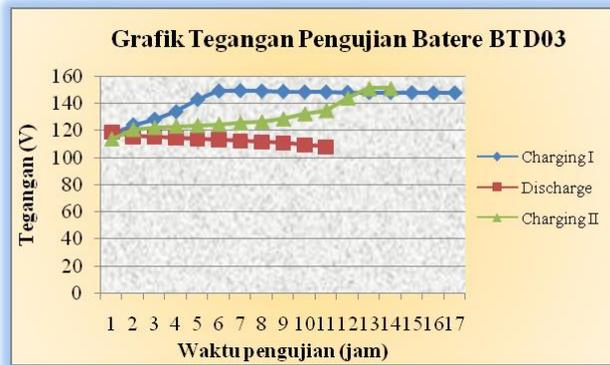
Tabel 3. Data pengukuran pada saat *charging II*

NO	WAKTU	TOTAL TEGANGAN (V)	KAPASITAS (Ah)	ARUS (A)	SUHU RUANG (°C)
1.	01. ⁰⁰	113,6	0	35,2	22
2.	02. ⁰⁰	120,8	26	35,2	22
3.	03. ⁰⁰	122,2	70	35,2	22
4.	04. ⁰⁰	123,2	138	35,2	22
5.	05. ⁰⁰	123,7	155	35,2	22
6.	06. ⁰⁰	124,5	183	35,2	22
7.	07. ⁰⁰	125,6	219	35,2	22
8.	08. ⁰⁰	126,6	247	35,2	22
9.	09. ⁰⁰	128,6	285	35,2	22
10.	10. ⁰⁰	132,4	319	35,2	22
11.	11. ⁰⁰	134,9	332	35,2	22
12.	12. ⁰⁰	144,1	350	35,2	22
13.	13. ⁰⁰	151,1	400	35,2	22
14.	14. ⁰⁰	151,2	400	35,2	22

Secara grafik data hasil pengujian dari ketiga proses yang dilakukan pada batere BTDO3 yaitu *charging I*, *discharge* dan *charging II* nilainya terlihat berbeda-beda. Ketiga proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Pada Gambar 7 terlihat grafik dari hasil pengukuran tegangan saat *charging I*, *discharging* dan *charging II*. Pada proses *charging I* terlihat grafik hasil pengukuran tegangan yang mulai naik setelah 1 jam, kemudian setelah 6 jam tegangan mencapai

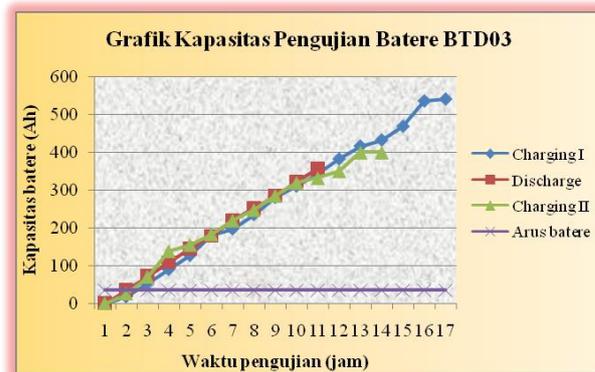
puncaknya dan setelah itu tegangan kembali menurun sampai akhir pengujian. Pada proses *discharging* grafik hasil pengukuran tegangan terlihat semakin menurun dari awal sampai akhir proses pengujian atau sampai dianggap cukup dan memenuhi persyaratan. Sedangkan pada proses *charging II* terlihat dari grafik bahwa hasil pengukuran tegangan menunjukkan kenaikan dari awal proses pengujian sampai akhir pengujian atau sampai dianggap cukup dan memenuhi persyaratan.



Gambar 7. Grafik tegangan pengujian batere BT03

Pada Gambar 8 terlihat grafik hasil pengukuran yang menunjukkan kapasitas dan arus batere selama kegiatan proses *charging* I, *discharging* dan *charging* II. Pada proses *charging* I kapasitas batere menunjukkan kenaikan dari awal sampai akhir pengujian. Begitu juga pada saat proses *discharging* dan *charging* II untuk kapasitas batere pada grafik terlihat sama kecenderungannya

naik. Ini disebabkan karena harga kapasitas batere berbanding lurus antara arus nominal batere yaitu 35,2 A dikalikan dengan waktu pengujian. Untuk itu pada grafik terlihat bahwa arus pengujian harganya sama tidak berubah selama kegiatan ketiga proses pengujian, baik saat *charging* I, *discharging* ataupun *charging* II.



Gambar 8. Grafik kapasitas dan arus pengujian batere BT03

Setelah semua pengujian batere yang berjumlah 112 selesai, kemudian 1 buah batere dilepas dan diturunkan dari rak batere karena 1 batere tersebut hanya sifatnya sementara selama pengujian untuk melengkapi 1 partisi yang jumlahnya 55 buah, sehingga jumlah 1 bank batere pada

BT03 setelah dikurangi kembali menjadi 111 buah batere.

3. Penyambungan BT03 ke BTP03

Dari data teknik diketahui bahwa *output* tegangan dari sistem UPS BTP03 ke BT03 adalah 268 Volt sedangkan tegangan total batere adalah 2,23 V X 111

sel = 247 Volt yang sebelumnya menjadi prediksi penyebab cepat rusaknya batere BTDO3 adalah adanya *over charge* dari BTP03 ke BTDO3 sehingga disarankan sebelum penyambungan dari BTP03 ke BTDO3 maka jumlah batere 111 sel ditambah 9 sel batere sehingga jumlah 1 bank menjadi 120 sel batere atau setara dengan $2,23 \text{ V} \times 120 \text{ sel} = \pm 267 \text{ Volt}$. Tujuannya untuk mengimbangi *output* tegangan dari sistem UPS BTP03 sehingga diharapkan nantinya batere BTDO3 akan lebih awet.

Setelah tersambung dari BTDO3 ke BTP03 kemudian dilakukan uji fungsi batere BTDO3 dengan mengamati perkembangan yang ada, baik di panel BTP03 ataupun di bagian batere BTDO3. Hasil uji fungsi batere dinyatakan normal dan siap dihubungkan ke beban. Setelah tersambung ke beban dilakukan pengukuran pada titik-titik yang ditentukan untuk meyakinkan bahwa sistem BTDO3 sudah baik, data pengukuran seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data pengukuran setelah beban tersambung

Pengukuran	Hasil pengukuran			
	Tegangan <i>floating</i>	Tegangan batere	Tegangan <i>output</i>	Arus <i>output</i>
UPS BTP03	268 Vdc			
BTDO3		267 Vdc		
BEBAN			Phasa R = 388 Vac Phasa S = 380 Vac Phasa T = 385 Vac R-N = 222 Vac S-N = 223 Vac T-N = 225 Vac	Phasa R = 10,5 A Phasa S = 5,2 A Phasa T = 3,2 A

Kriteria bahwa sistem batere BTDO3 normal dikarenakan batere yang telah diuji sesuai dengan spesifikasi data teknis dari batere tersebut yaitu tegangan per sel 2,23 V sehingga apabila dikalikan dengan jumlah batere 120 buah menjadi 267,6 Volt sehingga kira-kira sudah sama dengan *output* tegangan dari sistem UPS BTP03.

KESIMPULAN

- 1) Kegiatan revitalisasi batere BTDO3 pada sistem UPS BTP03 dari mulai perancangan desain, pembongkaran dan pemasangan batere, proses pengujian batere terdiri dari *charging* dan *discharging*, serta uji fungsi dapat dilaksanakan sesuai jadwal kegiatan.
- 2) Uji fungsi batere BTDO3 sudah sesuai dengan yang diharapkan sehingga unjuk kerja batere sebagai catu daya listrik searah dc pada sistem UPS

BTP03 sudah normal dan beban-beban penting di RSG-GAS dapat terlayani kembali.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASEP SAEPULOH, *Petunjuk pelaksanaan perawatan batere Hoppecke type VRLA di RSG-GAS*, 2008
2. ANONIMOUS, *Program Perawatan Sistem RSG-GAS*, No. Identifikasi : RSG.SR.02.0150.12, 2013
3. ANONIMOUS, *Brosur Type Overview Batere Hoppecke OSP.XC dan Prosedur Pengujian Batere*, PT. Guna Elektro, Jakarta, 2013
4. http://psbtik.smkn1cms.net/elektro/jaringan_akses_pelanggan/teknik_dasar_batere_dan_ups.pdf
5. <http://www.tenaga-surya.com/index.php/batere>