

**EVALUASI UNJUK KERJA BATERE BTD01  
PADA SISTEM UPS RSG-GAS  
SETELAH REFUNGSIONALISASI**

Adin Sudirman

**ABSTRAK**

**EVALUASI UNJUK KERJA BATERE BTD01 PADA SISTEM UPS RSG-GAS SETELAH REFUNGSIONALISASI.** Telah dilakukan refungsionalisasi sistem DC batere BTD01. Untuk mengetahui kehandalan dari sistem tersebut, telah dilakukan pengujian unjuk kerja dengan cara melakukan pemadaman catu utama (PLN) di panel BNA ruang 0924. Dengan pemadaman tersebut pasokan daya ke sistem UPS diambil alih oleh batere BTD01, yang kemudian di lakukan pengukuran tegangan, arus, suhu dan densitas air batere. Pengukuran dilakukan setiap 15 menit sebanyak 8 step, dan diperoleh hasil pengukuran tegangan 228 volt, arus 7,12 Amper, suhu 20 °C, densitas air 1,27 kg/l. Harga hasil pengukuran ini tidak ada perubahan yang signifikan. Ini terjadi akibat beban terpasang yang belum optimal (1,467 kVA) terhadap beban tersedia (20 kVA), sehingga harga pengukuran setelah tiga tahun beroperasi masih sama dengan hasil pengukuran pada saat awal batere BTD001 mulai dioperasikan. Sedangkan waktu pelepasan muatan (*discharge*) dengan beban 7,12 A adalah 21,067 jam

Kata kunci: unjuk kerja batere

**ABSTRACT**

**PERFORMANCE EVALUATION OF BATTERY BTD01 AT RSG-GAS UPS SYSTEM AFTER REFUNCTIONALIZATION.** The performance of battery BTD01 at RSG-GAS UPS system has been tested by switching off the main electrical power supply (PLN) in BNA panel, room 0924. By the switching of mention the power of reactor system was supply by that battery and then measuring of the voltage, current, temperature and liquid density of the battery was done. The measurement of voltage current, , temperature and density of battery were done every 15 minutes in 8 steps, and the results were 228 V, 7,12 A, 20 °C and 1,27 kg/l respectively. These remained constant compared to the measurements after three operation, while the discharge time for the load 7,12 A was 21,067 hours.

Key word: performance battery

## PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan di Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS), merupakan suatu sistem yang sangat penting sebagai sistem bantu untuk mendukung operasional reaktor. Kesuksesan pengoperasian reaktor banyak dipengaruhi oleh kehandalan dan ketersediaan dari pada sistem kelistrikan tersebut. Oleh sebab itu telah dilakukan refungsionalisasi penggantian batere BT01. Untuk menjaga kesinambungan ketersediaan pasokan daya guna mendukung operasi reaktor, maka diperlukan kehandalan sistem DC sebagai catu daya tak terputus. Sejak tahun 2004 telah dilakukan penggantian sistem DC, meliputi batere, dudukan (*rack*) di BT01. Batere yang digunakan sebelum refungsionalisasi adalah merek Varta buatan Jerman yaitu tipe Vb626 dan Vb2411, kemudian diganti dengan baterai merek Hoppecke type 3 OSP 150 dengan kapasitas 150 Ah dan 11 OSP 1100 dengan kapasitas 1100 Ah buatan JERMAN. Pada batere ini masing-masing dilengkapi dengan AquaGen yang berfungsi untuk mengembalikan uap air (hydrogen dan oksigen) menjadi air dan kembali ke batere, sehingga penambahan air batere tidak perlu dilakukan, selama tidak terjadi kebocoran di batere BT01.

## TEORI DASAR

### Batere

Batere merupakan sumber daya siaga (*stand by power*) pada sistem UPS, dan sebagai penyedia pasokan energi yang sangat penting bila terjadi kegagalan pada catu daya utama (PLN). Batere yang digunakan pada sistem DC ini adalah tipe blok, timah hitam dengan larutan asam sulfat. Tegangan awal batere pada kondisi normal adalah 2 volt/*cell*. Batere mampu bekerja selama 45 menit dengan beban penuh (20 kVA) dengan tegangan akhir 1,87 volt/*cell* ( $\pm 20$  % tegangan nominal, data spesifikasi UPS), atau tegangan  $2,2 \times 111 \text{ cell} = 222 \text{ volt}$  ( $20$  % x

tegangan nominal, data spesifikasi UPS). Pada umumnya pada bagian-bagian batere terdiri dari:

- a) Elektrode
- b) Separator
- c) Kontainer

### Elektrode

Elektrode batere terdiri dari plat tubular positif dan plat grid negatif. Pelat tubular positif terdiri dari grid inti dan kantong tubular (*tubular pocket*), dimana dari kantong tubular tersebut elektrolit dapat diserap, yang melampui grid inti mengelilingi material aktif setelah pengisian. Pada pelat negatif (*plate grid*), material aktif ditekan menjadi bentuk grid. Kandungan timah hitam dan antimony pada plat negative lebih kecil dari 2%. Hal ini akan menjamin kekuatan material dan tahan terhadap korosi.

### Separator

Bahan separator terbuat dari bahan plastik dengan pori-pori berukuran mikro yang digunakan sebagai pemisah elektroda positif dan negatif. Separator saling menutup pada semua sisi dari pelat tersebut sehingga dapat mencegah efek pelumutan yang dapat menyebabkan terjadinya hubung singkat.

### Kontainer

Kontainer adalah tempat menyimpan sel-sel batere yang terbuat dari plastik transparan untuk memudahkan melihat level elektrolit.

### Charging

Pelepasan muatan atau umumnya dikenal sebagai *charging* batere. Moda pengisian pada batere BT01, meliputi:

1. Operasi *NORM* (pemuatan ambang),
2. Operasi *BOOST* (pemuatan sedang),
3. Operasi *EQUAL* (pemuatan cepat).

### Operasi NORM

Operasi *NORM* merupakan mode operasi pemuatan batere dengan pemuatan ambang (*floating charging*) dalam keadaan normal,

batere akan dimuati terus menerus pada tegangan 2,23 Volt/cell  $\pm$  1% untuk menjaga agar batere tetap berada pada kapasitas penuh. Pemuatan ini disebut juga dengan pemuatan tetes (*trickle charging*). Tegangan total pada pemuatan tetes (*trickle charging*) sebesar 246 volt dc.

**Operasi BOOST**

Untuk mempersingkat waktu charging, tegangan pemuatan bias dinaikkan menjadi 2,33 - 2,40 Volt/cell. Mode operasi ini dilakukan untuk menghasilkan suatu pemuatan yang lebih cepat dibandingkan dengan pemuatan ambang. Proses pemuatan tidak memerlukan pengawasan tetap dan dapat dilakukan secara kontinyu selama 48 jam. Tegangan pada operasi *Boost* sebesar = 264 volt dc.

**Operasi EQUAL**

Operasi *EQUAL*, merupakan mode operasi pemuatan batere dengan pemuatan cepat. Pemuatan tersebut dilakukan secara manual yang bertujuan untuk proses pemuatan awal dari batere baru atau proses pemuatan untuk menyamakan tegangan batere tiap *cell*-nya (*equalizing charging processes*).

Pada operasi *EQUAL* beban harus dipisahkan karena tegangan *equalizing charging* bisa melampaui tegangan yang diijinkan oleh beban. Tegangan ketika proses pengisian berakhir adalah 2,60 hingga 2,75 Volt/cell. Proses pengisian tersebut harus

dipantau. Saat batere diisi penuh proses pengisian harus dihentikan atau dipindahkan ke operasi *floating charge*. Tegangan pada operasi *Equalizing* = 287 volt dc.

Spesifikasi kapasitas batere ditetapkan oleh pabrik pembuat, dikaitkan dengan unsur-unsur, seperti: lama (periode waktu) *discharge*, besar arus *discharge*, tegangan akhir *discharge* dan suhu elektrolit.

Untuk menghitung kapasitas baterai digunakan rumus sebagai berikut:

$$K_{\text{disch}} = I_{\text{disch}} \times t_{\text{disch}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

$K_{\text{disch}}$  = kapasitas discharge (Amper.jam) (Ah),

$I_{\text{disch}}$  = besar arus discharge (Amper)(A)

$t_{\text{disch}}$  = periode waktu discharge (jam)(h)

**Spesifikasi baterai yang digunakan:**

**Merk :** Hoppecke 3 OSP 150 /11 OSP 1100

**Buatan :** Jerman

**Standar :** IEC 896-1

**Kapasitas :** 150 Ah/1100 Ah

20 A per 100 Ah kapasitas normal

**Tegangan :** 2 volt/cell

Positif  $Pb^{+} < 2\%$  Sb

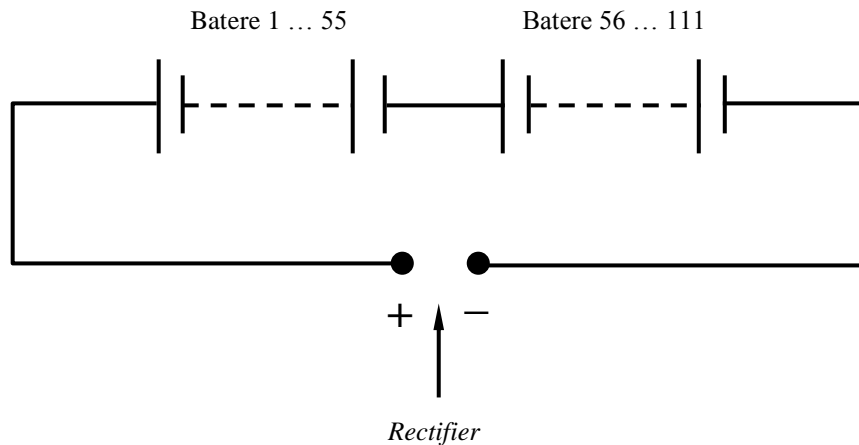
Negatif  $Pb^{-} < 2\%$  Sb

**Jenis elektrolit :** Sulphuric acid

**Material pembungkus :** Luran 378P (SAN) clear.

**Susunan batere di BTD01**

Susunan batere di BTD01 dilakukan dengan menghubungkan seri tiap-tiap *cell*, seperti terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Susunan Batere BTDO1

**Kondisi baterai**

Kondisi baterai pada awal operasi dapat dilihat pada Tabel 1. Harga-harga yang

terdapat pada Tabel 1, pada kondisi: tegangan total 241 volt dan suhu ruangan 20 °C.

Tabel 1. Kondisi baterai BTDO1 pada awal operasi

No	Waktu (menit)	Tegangan (V)	Beban (A)	Densitas (Kg/L)	Suhu (C)
1	0	247	7,12	1,26	21
2	15	227	7,12	1,27	21
3	30	227	6,07	1,27	21
4	45	227	5,05	1,26	20
5	60	228	7,12	1,26	21
6	75	228	7,12	1,27	20
7	90	228	7,12	1,26	20
8	105	228	7,12	1,26	20

**TATA KERJA**

Pada Penulisan ini peralatan yang digunakan untuk menguji kemampuan sistem baterai BTDO1 dengan melakukan pengukuran tegangan total, arus, suhu dan densitas air baterai adalah:

- a) Multi tester
- b) Densitas meter
- c) Thermometer

keadaan sebagai berikut:

- a) Suhu ruangan
- b) Level air
- c) Densitas air baterai
- d) Tegangan setiap cell baterai
- e) Tegangan total baterai
- f) Suhu baterai

**Langkah-langkah pengujian**

Tahapan pengujian dilakukan sesuai dengan MRM-MPR30 1/6.4/04-C, dengan langkah sebagai berikut:

**Pengujian kemampuan kapasitas baterai**

Pengukuran yang dilakukan mencakup

- a) Catat data awal pengukuran
- b) Matikan catu utama dari panel di BNA di ruang 0924
- c) Catat tegangan total, arus, suhu dan densitas air batere setiap 15 menit (8 kali pengukuran) pada lembar perawatan (MRM-MPR30 1/6.4/04-C)
- d) Pengujian selesai, hidupkan kembali catu daya utama pada panel BNA di ruang dan 0924
- e) Kembalikan pada posisi awal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbandingan hasil pengujian

Perbandingan dari hasil pengujian setelah tiga tahun beroperasi ditunjukkan, seperti pada tabel 2 dan hasil pengujian pada awal operasi pada Tabel 1.

- 1). Jumlah pengukuran sebanyak 8 kali, dimana pencatatan dilakukan setiap 15 menit dengan lama pengukuran 105 menit. Pada 15 menit pertama hasil

pengukuran temperatur, densitas air batere tidak berubah, namun terjadi penurunan tegangan dari 247 volt menjadi 227 volt, hal ini pengaruh dari tegangan *charging* batere dari sistem UPS (tegangan *charging* UPS 247 volt).

- 2). Pada pengukuran selanjutnya sampai dengan pengukuran terakhir (105 menit atau pengukuran ke 8) baik tegangan, arus, temperatur dan densitas air batere tetap, ini terjadi akibat beban terpasang masih kurang optimal ( $\pm 1,467$  kVA) dibandingkan dengan beban tersedia (20 kVA).
- 3). Dari hasil pengujian batere BT01 antara Tabel 1 dan Tabel 2, tidak ada perubahan yang signifikan (berarti).

Dibawah ini hasil pengujian yang dilakukan pada sistem DC batere BT01 dengan kondisi tegangan total: 241 volt, suhu ruangan:  $22^{\circ}$  C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi batere BT01 setelah tiga tahun beroperasi

No	Waktu (menit)	Tegangan (V)	Beban (A)	Densitas (Kg/L)	Suhu (C)
1	0	247	7,12	1,27	21
2	15	227	7,12	1,27	20
3	30	226	5,07	1,27	20
4	45	227	5,03	1,26	20
5	60	228	7,12	1,26	21
6	75	228	7,12	1,26	20
7	90	228	7,12	1,26	20
8	105	228	7,12	1,26	20

**Perhitungan waktu *discharge*** (pelepasan muatan)

Perhitungan waktu *discharge* hingga batas tegangan minimum yang diijinkan dengan menggunakan persamaan (1), dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2, maka dapat dihitung waktu pelepasan muatan (*discharge*) batere, sebagai berikut:

Diketahui:

Kapasitas *discharge* : 150 Ah

Beban rata-rata : 7,12 A

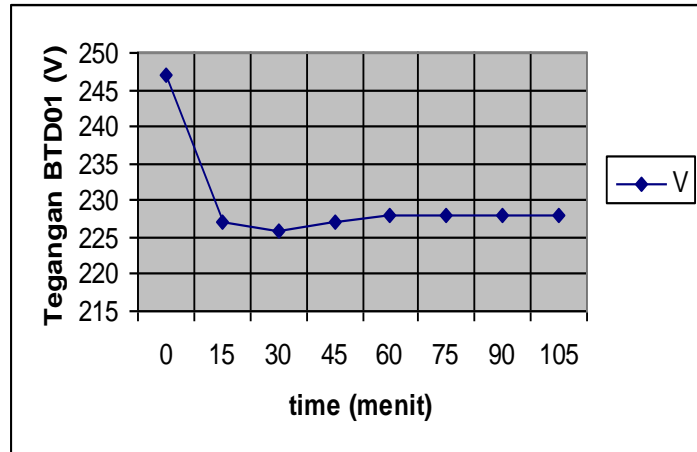
maka dengan menggunakan persamaan (1) di

diperoleh :  $t_{\text{disch}} = 21,067$  jam

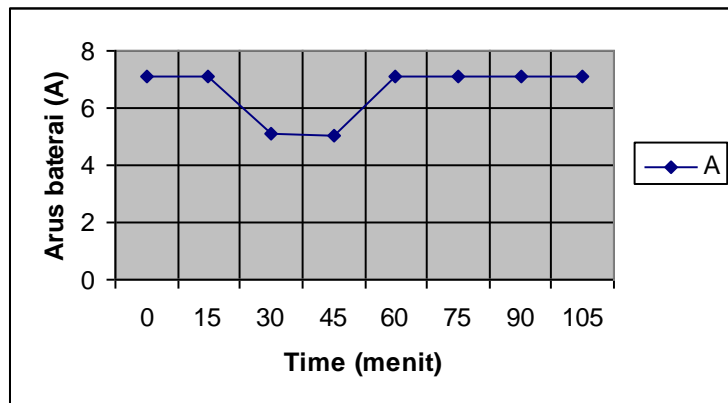
Maka penurunan tegangan dari 228 V sampai dengan 182,4 V ( $\pm 20\%$  x tegangan nominal, data spesifikasi UPS) dibutuhkan waktu selama 21,067 jam.

### Karakteristik batere BT01

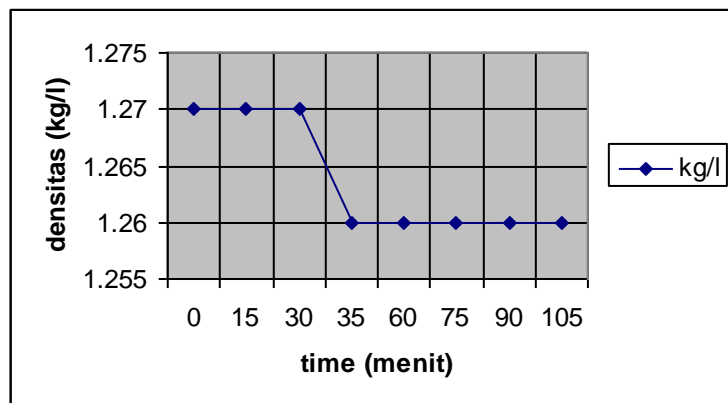
Setelah tiga tahun operasi karakteristik batere dibuat berdasarkan hasil pengujian, seperti pada Tabel 2, dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik penurunan tegangan di BTDO1 VS waktu



Gambar 3. Grafik arus di BTDO1 VS waktu



Gambar 4. Grafik densitas air batere BTDO1 VS waktu

## KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi pengujian sistem DC batere BTD01 setelah tiga tahun operasi terhitung mulai tahun 2004 hingga tahun 2007, dapat disimpulkan bahwa:

- 1). Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan densitas air batere menunjukkan hasil yang baik, tetap sama tidak menyimpang dengan data hasil pengukuran pada saat pertama kali batere BTD01 dioperasikan.
- 2). Dari hasil pengukuran diperoleh beban terpasang 7,12 A. ( $I_{rata-rata}$ ).
- 3). Waktu pelepasan muatan (*discharge*) baterai dengan beban 7,12 A adalah selama 21,067 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, *Operation Manual Power Plus Power Champion Series*, Jakarta 2004.
2. YAN BONY MARSHALA, "Modifikasi Sistem Kelistrikan RSG-GAS menjelang 20 tahun Operasi". Buletin Reaktor volume III No. 2, Oktober 2006, ISSN 0216-2695.
3. KOES INDRAKOESOEMA, ASEP SAEPULOH, ADIN SUDIRMAN "Refungsionalisasi Batere Pada Catu daya tak Terputus". Bulletin Reaktor volume II, No. 2 Oktober 2005, ISSN 0216-2695.
4. Laporan Analisis, SAR Rev-8, Volume 2, Chapter 8.
5. Anonymous "Maintenance and Repair Manual" MPR30 1/6.4/04-C