

PENGUJIAN SISTEM BATERE DI UPS RSG-GAS

Adin Sudirman

ABSTRAK

PENGUJIAN SISTEM BATERE (BTD01) DI UPS RSG-GAS. Telah dilakukan refungsionalisasi sistem baterai BTD01 di UPS (Uninterruptible Power Supply) RSG-GAS pada tahun 2004. Dan untuk mengetahui keandalan dari sistem tersebut setelah 4 (empat) tahun beroperasi, telah dilakukan pengujian, pengukuran dan evaluasi dari sistem tersebut. Langkah-langkah pengujian dilakukan dengan cara pemadaman catu utama (PLN) di panel BNA ruang 0924, sehingga pasokan daya ke beban diambil alih oleh sistem UPS BTP01 dengan sumber daya dari baterai pengganti BTD01, kemudian dilakukan pengukuran parameter-parameter seperti: tegangan, arus, suhu dan densitas air baterai. Pengukuran dilakukan setiap 15 menit sebanyak 8 langkah, dan diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata; tegangan 227,9 Volt, arus 3,37 Amper, suhu 23 °C, dan densitas air baterai 1,26 kg/l. Hasil pengukuran menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan, ini terjadi akibat beban terpasang yang belum optimal (0,7414 kVA) terhadap kapasitas tersedia (20 kVA), sehingga hasil pengukuran setelah empat tahun beroperasi hampir sama dengan hasil pengukuran pada saat kondisi awal baterai. Sedangkan waktu pelepasan muatan (*discharge*) dari hasil perhitungan dengan beban 3,37A adalah 44,5 jam (penurunan tegangan dari 226 Volt sampai dengan 181 Volt, perubahan tegangan yang diijinkan sesuai dengan spesifikasi baterai adalah $\pm 20\%$ dari tegangan nominal)

Kata kunci: pengujian baterai

ABSTRACT

TESTING OF BATTERY SYSTEM BTD01 IN RSG-GAS. In the year 2004, it has been succeeded the replacement (substitution) the new battery BTD01 in UPS System RSG-GAS. And now this UPS system will be tested, measured and evaluated. The emergency supply from UPS system BTD01 will take over the supply to the load if the main supply from PLN is broken, then in doing measurement of parameter like measurement of tension, current, battery water density and temperature. Measurement is done every 15 minute counted 8 step, and obtained from result of measurement of mean; tension of 227,9 Volt, current of 3,37 ampere, temperature of 23 C, and battery water density of 1,26 kg/l. This measurement result there no change which significant, the happened burden effect is attached which not yet is optimal (0,7414 kVA) to available capacities (20 kVA), so that measurement result after four year operate approximately equal with measurement result at the time of early battery BTD001 is operated (year 2004). While discharge time result calculation with burden of 3,37 A is 44,5 hour (voltage drop out of 226 Volt up to 181 Volt, specification data $\pm 20\%$ from nominal price)

Key word: Testing of battery

PENDAHULUAN

Latar belakang

Sistem kelistrikan di Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS), merupakan suatu sistem untuk mendukung operasional reaktor. Penyedia listrik di RSG-GAS diperoleh dari 3 (tiga) jenis sumber yang berbeda, yaitu: PLN, Pembangkit tenaga listrik disel dan sistem daya tak terputus (UPS). Sistem daya tak terputus (UPS) terdiri dari UPS ac 220 V (BTP01/BTP03-BTD01/BTD03), UPS dc 220 V (BTP02-BTD02) dan UPS dc ± 24 V (BTU-BTJ). Kesuksesan operasi reaktor dipengaruhi

oleh keandalan dan ketersediaan pasokan dari pada sistem kelistrikan tersebut. Telah dilakukan refungsionalisasi penggantian sistem baterai BTD01 di UPS ac 220 V pada tahun 2004 yang disebabkan faktor usia pengoperasian (aging) (± 20 Thn) sehingga terjadi penguapan dan penurunan tegangan disetiap cell yang berakibat tegangan total di baterai berkurang. Setelah dilakukan penggantian (Tahun 2004), maka dilakukan pengujian (Tahun 2008) untuk mengetahui kinerja dari sistem baterai tersebut. BTD01 adalah sistem baterai yang merupakan bagian dari sistem UPS RSG-GAS yang berfungsi untuk memasok listrik jika terjadi gangguan pada catu daya utama (PLN). Dan untuk menjaga

kesinambungan ketersediaan pasokan listrik setelah pasokan listrik dari PLN padam, maka diperlukan sistem baterai sebagai pengganti catu daya utama (PLN) untuk pasokan listrik ke beban sistem UPS.

TEORI DASAR

Baterai yang terpasang saat ini adalah merek Hoppecke type 3 OSP 150 dengan kapasitas 150 Ah buatan JERMAN. Pada baterai ini masing-masing dilengkapi dengan AquaGen yang berfungsi untuk mengembalikan uap air (hidrogen dan oksigen) menjadi air dan kembali ke baterai, sehingga penambahan air baterai tidak diperlukan, selama tidak terjadi kebocoran di baterai BT01.

Baterai

Baterai 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). Baterai yang digunakan pada sistem baterai ini adalah tipe blok, timah hitam dengan larutan asam sulfat. Tegangan awal baterai pada kondisi normal adalah 2 volt/cell. Baterai 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 baterai terdiri dari:

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

Elektrode

Elektrode baterai 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 melampaui 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 negatif 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-pelat tersebut sehingga dapat mencegah efek pelumutan yang dapat menyebabkan terjadinya hubung singkat.

Kontainer

Kontainer adalah tempat menyimpan sel-sel baterai

yang terbuat dari plastik transparan untuk memudahkan melihat level elektrolit.

Charging

Pengisian muatan atau umumnya dikenal sebagai *charging* baterai. Moda pengisian pada baterai 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 baterai dengan pemuatan ambang (*floating charging*) dalam keadaan normal, baterai akan dimuati terus menerus pada tegangan $2,23 \text{ Volt/cell} \pm 1\%$ untuk menjaga agar baterai 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 baterai dengan pemuatan cepat. Pemuatan tersebut dilakukan secara manual yang bertujuan untuk proses pemuatan awal dari baterai baru atau proses pemuatan untuk menyamakan tegangan baterai 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 baterai diisi penuh proses pengisian harus dihentikan atau dipindahkan ke operasi *floating charge*. Tegangan pada operasi *Equalizing* = 287 volt dc.

Spesifikasi kapasitas baterai 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 pelepasan baterai digunakan rumus berikut:

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

Dimana:
 K_{disch} = kapasitas pelepasan (Amper, jam, Ah)
 I_{disch} = besar arus discharge (Amper)
 t_{disch} = periode waktu discharge (jam, h)

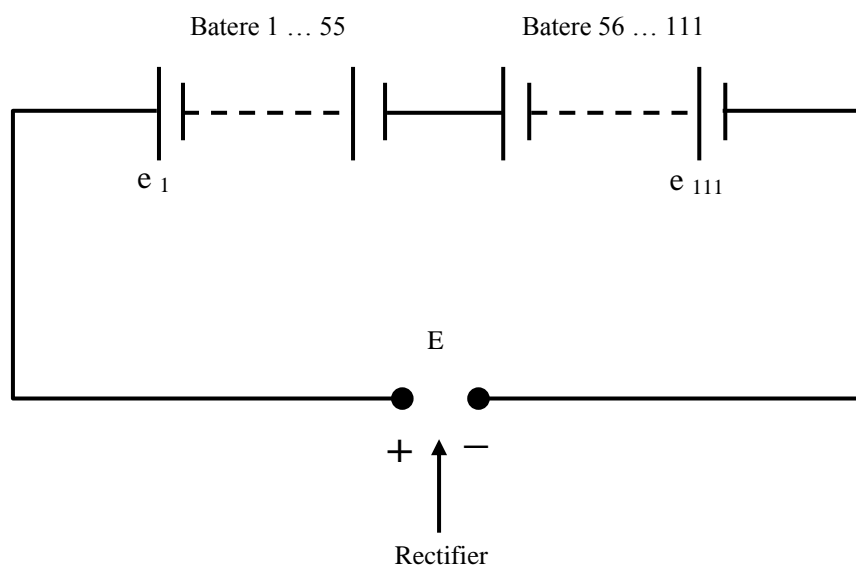
Tegangan : 2 volt/cell
 Positif Pb+ < 2% Sb
 Negatif Pb- < 2% Sb
 Jenis elektrolit : Sulphuric acid
 Material pembungkus : Luran 378P (SAN) clear.

Spesifikasi baterai yang digunakan:

Merk : Hoppecke 3 OSP 150
 Pabrik pembuat : Jerman
 Standar : IEC 896-1
 Kapasitas : 150 Ah
 20 A per 100 Ah kapasitas normal

Susunan batere di BTDO1

Susunan batere di BTDO1 terdiri dari 111 sel hubungkan seri, seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan Batere BTDO1

Bila tegangan setiap sel adalah e_1 , maka tegangan BTDO1 menjadi $E = e_1 + e_2 + \dots + e_{111}$

Kondisi batere

Kondisi batere pada awal operasi dapat dilihat pada Tabel 1. Harga-harga yang terdapat pada Tabel 1, pada kondisi: tegangan total 242 volt dan suhu ruangan 20 °C.

Tabel 1. Kondisi batere BTDO1 pada awal operasi (tahun 2004)

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	227	5,07	1,27	20
4	45	226,5	5,03	1,26	20
5	60	226,5	7,12	1,26	21
6	75	226	7,12	1,26	20
7	90	226,1	7,12	1,26	20
8	105	226,1	7,12	1,26	20

TATA CARA PENGUJIAN

Pengujian kemampuan sistem batere BTD01 dilakukan dengan pengukuran parameter-parameter seperti; tegangan total, arus, suhu dan densitas air batere.

Peralatan yang digunakan:

- a) Multi tester
- b) Meter densitas
- c) Thermometer

Selain melakukan pengukuran parameter diatas, juga dilakukan pengujian kemampuan batere.

Pengujian dan pengukuran yang dilakukan mencakup pengukuran:

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

Langkah-langkah pengujian system batere BTD01

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

- 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 step) pada lembar perawatan (MRM-MPR30 1/6.4/04-C)
- d) Pengujian selesai, hidupkan kembali catu utama pada panel BNA di ruang dan 0924
- e) Kembalikan pada posisi awal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan hasil pengujian

Di bawah ini adalah hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan pada sistem batere BTD01 setelah empat tahun beroperasi pasca refungsionalisasi (tahun 2004), dengan kondisi tegangan total: 242 volt, suhu ruangan: 23⁰C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian setelah empat tahun beroperasi

No	Waktu menit)	Tegangan (V)	Beban (A)	Densitas (Kg/L)	Suhu (C)
1	0	242	3	1,26	23
2	15	226	3,38	1,26	23
3	30	226	3,51	1,26	23
4	45	226	3,41	1,26	23
5	60	226	3,41	1,26	23
6	75	225,7	3,41	1,27	23
7	90	225,8	3,41	1,26	23
8	105	225,7	3,41	1,26	23

Perbandingan dari hasil pengujian setelah empat tahun beroperasi, seperti pada tabel 2 dan hasil pengukuran pada awal operasi pada Tabel 1, sebagai berikut:

- 1). Jumlah pengukuran sebanyak 8 kali, dimana pencatatan dilakukan setiap 15 menit dengan lama pengukuran 105 menit. Pada 15 menit pertama hasil pengukuran temperatur, suhu, dan densitas air batere tidak berubah, namun terjadi penurunan tegangan dari 242 volt menjadi 226 volt, hal ini pengaruh dari tegangan *charging* batere dari sistem UPS (tegangan *charging* UPS = 242 volt).
- 2). Pada pengukuran selanjutnya sampai dengan pengukuran terakhir (105 menit atau pengukuran ke 8) baik tegangan, arus, temperatur dan

densitas air batere terjadi perubahan nilai pengukuran yang berarti (signifikan), ini terjadi akibat beban terpasang masih kurang optimal (□0,7414 kVA) dibandingkan dengan kapasitas beban tersedia (20 kVA).

- 3). Dari hasil pengujian sistem batere BTD01 antara Tabel 1 dan Tabel 2, tidak ada perubahan yang signifikan (berarti).

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

Diketahui:

Kapasitas discharge : 150 Ah

Beban rata-rata : 3,37 A

Maka waktu discharge:

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

Dimana:

K_{disco} = kapasitas discharge (Amper, jam, Ah),

I_{disch} = beban rata-rata (Amper, A)

t_{disch} = periode waktu discharge (jam, h)

$$t_{disch} = \frac{K_{disch}}{I_{disch}}$$

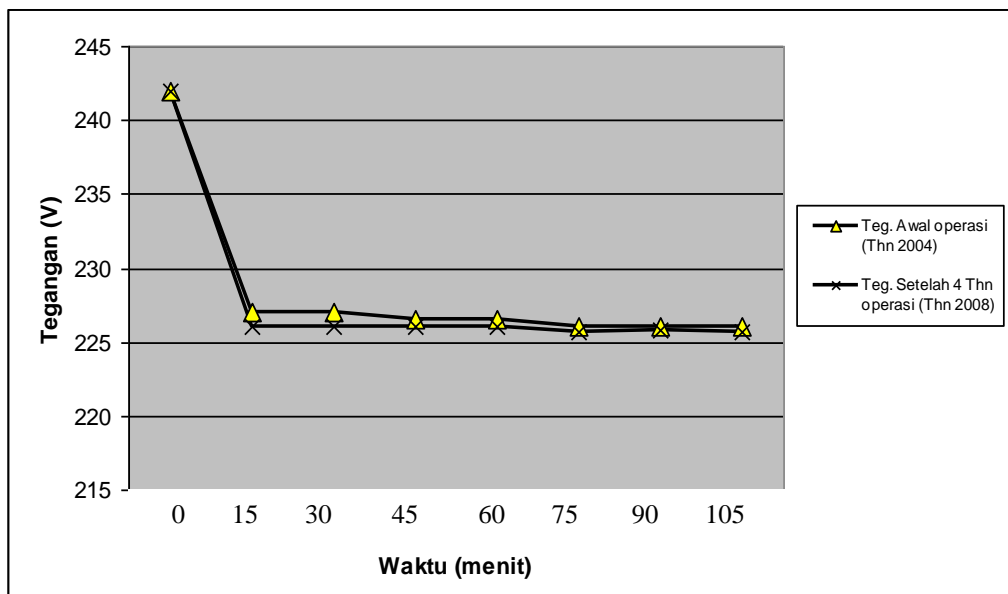
$$150 \text{ Ah} = 3,37 \text{ A} \times t_{disch}$$

$$t_{disch} = \frac{150 \text{ Ah}}{3,37 \text{ A}} = 44,5 \text{ jam}$$

Maka penurunan tegangan dari 226 V sampai dengan 181 V ($\pm 20\%$ x tegangan nominal, data spesifikasi UPS) dibutuhkan waktu selama 44,5 jam.

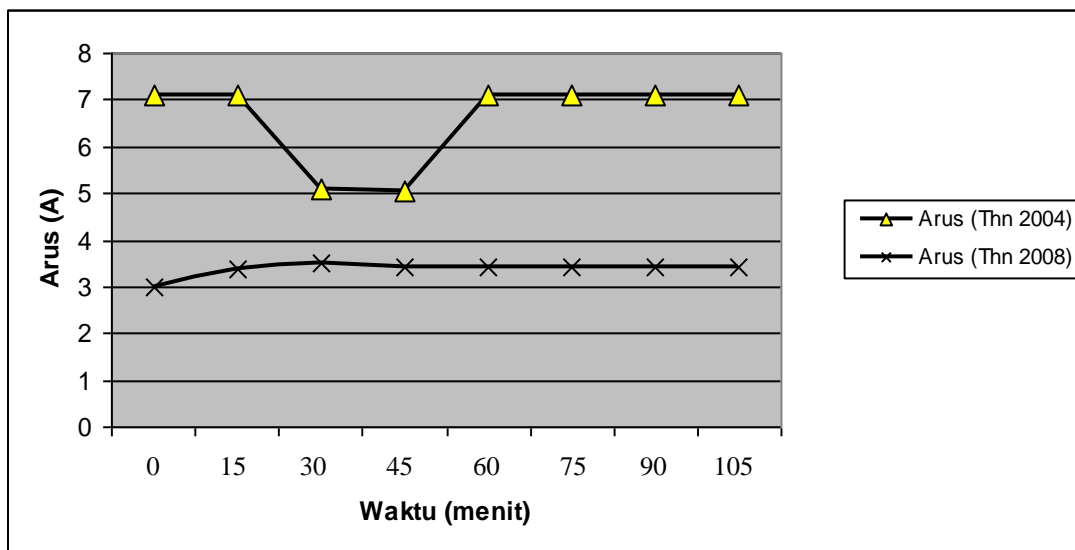
Karakteristik batere BT01

Setelah empat tahun operasi karakteristik batere, seperti diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik drop tegangan awal operasi dan setelah 4 tahun operasi di BT01

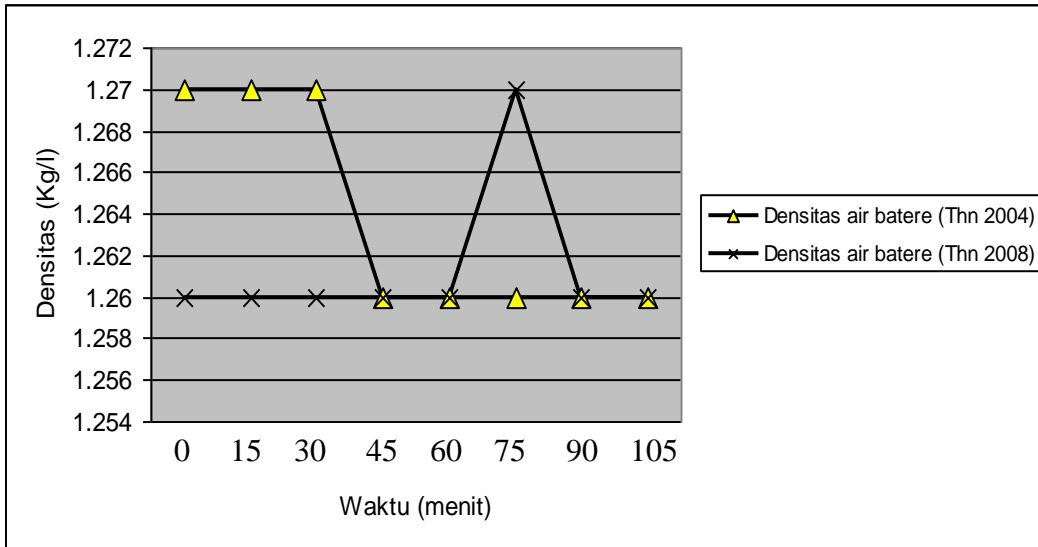
Pada gambar 2 dapat dijelaskan, bahwa tegangan 2004 sampai dengan tahun 2008 tidak terjadi pada awal operasi pasca refungsionalisasi tahun penurunan yang signifikan.



Gambar 3. Grafik arus di BT01

Pada gambar 3 terlihat hasil pengukuran arus pada tahun 2004 terjadi penurunan yaitu dari 7A menjadi 5A pada menit ke 30 dan menit ke 45, ini disebabkan adanya beberapa peralatan yang hidup dan mati (on/off) secara otomatis. Pengukuran arus

pada tahun 2008 cenderung stabil yaitu $I_{rata-rata}$ sebesar 3,37A, namun terjadi penurunan arus dibandingkan pada tahun 2004 ini disebabkan ada beberapa peralatan yang dimodifikasi untuk menunjang program hemat energi.



Gambar 4. Grafik densitas air batere BTS01

Pada gambar 4 terlihat terjadi perubahan densitas air batere namun tidak signifikan (berarti) ini kemungkinan akibat air batere yang sudah lama (4 thn) tidak diganti atau ditambah.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian pada sistem batere BTS01 dan dibandingkan dengan hasil pengukuran pada awal dioperasikan (setelah refungsionalisasi pada tahun 2004), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Harga hasil pengukuran rata-rata untuk tegangan, suhu dan densitas air batere menunjukkan hasil yang baik, tetap sama tidak menyimpang dari data hasil pengukuran pada saat pertama kali sistem batere BTS01 dioperasikan.(tahun 2004)
2. Dari hasil pengukuran pada beban terpasang ($I_{rata-rata}$) terjadi penurunan, yaitu 7,12 A. menjadi 3,37 A, ini disebabkan karena adanya modifikasi beberapa peralatan untuk mendukung program penghematan energi.
3. Pelepasan muatan (*discharge*) batere dengan beban 3,37 A, maka penurunan tegangan dari 226 Volt sampai dengan 181 Volt adalah selama 44,5 jam (data spesifikasi; ± 20 % dari harga nominal).

4. Kapasitas tersedia UPS adalah 20 kVA, sedangkan beban terpasang hanya sebesar 0,7414 kVA. Sehingga dengan kapasitas daya tersedia tersebut penggunaan sistem tidak optimal. Untuk mengoptimalkan penggunaan sistem UPS tersebut disarankan, penambahan beban, seperti: komputer yang ada di gedung kantor dipasok langsung dari UPS.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Hoppecke Batteries Type Vented Lead Acid (OSP)*, PT. Guna Elektro, Jakarta Tahun 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 Catur 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