

PENGUJIAN SISTEM BATERE (BTD01) 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 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 refungsionalitas penggantian sistem batere 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 batere berkurang. Setelah dilakukan penggantian (Tahun 2004), maka dilakukan pengujian (Tahun 2008) untuk mengetahui kinerja dari sistem batere tersebut. BTD01 adalah sistem batere 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 batere sebagai pengganti catu daya utama (PLN) untuk pasokan listrik ke beban sistem UPS.

TEORI DASAR

Batere yang terpasang saat ini adalah merek Hoppecke type 3 OSP 150 dengan kapasitas 150 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 di perlukan, selama tidak terjadi kebocoran di batere BTD01.

A. 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 utama (PLN). Batere yang digunakan pada sistem batere 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* (± 20 % tegangan nominal, data spesifikasi UPS), atau tegangan $2,2 \times 111 \text{ cell} = 222$ 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-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.

B. Charging

Pengisian 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 pelepasan batere 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)

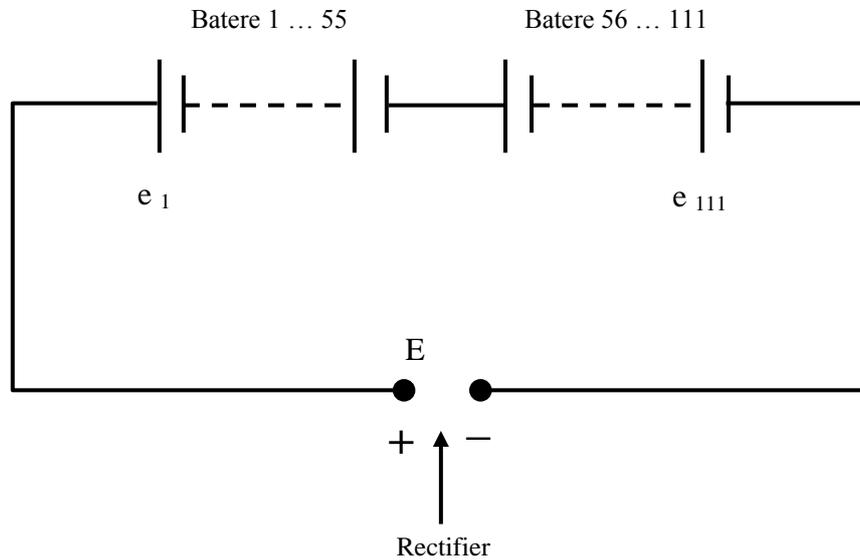
t_{disch} = periode waktu discharge (jam, h)

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

C. Susunan batere di BTD01

Susunan batere di BTD01 terdiri dari 111 sel hubungkan seri, seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan Batere BTD01

Bila tegangan setiap sel adalah e_1 , maka tegangan BTD01 menjadi $E = e_1 + e_2 + \dots + e_{111}$

D. 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 BTD01 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
- d) 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: 23⁰ C 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)
Perbandingan dari hasil pengujian setelah	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

ah 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 ($\pm 0,7414$ kVA) dibandingkan dengan kapasitas beban tersedia (20 kVA).
- 3). Dari hasil pengujian sistem batere BT01 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*:

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

Dimana:

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

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

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

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

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

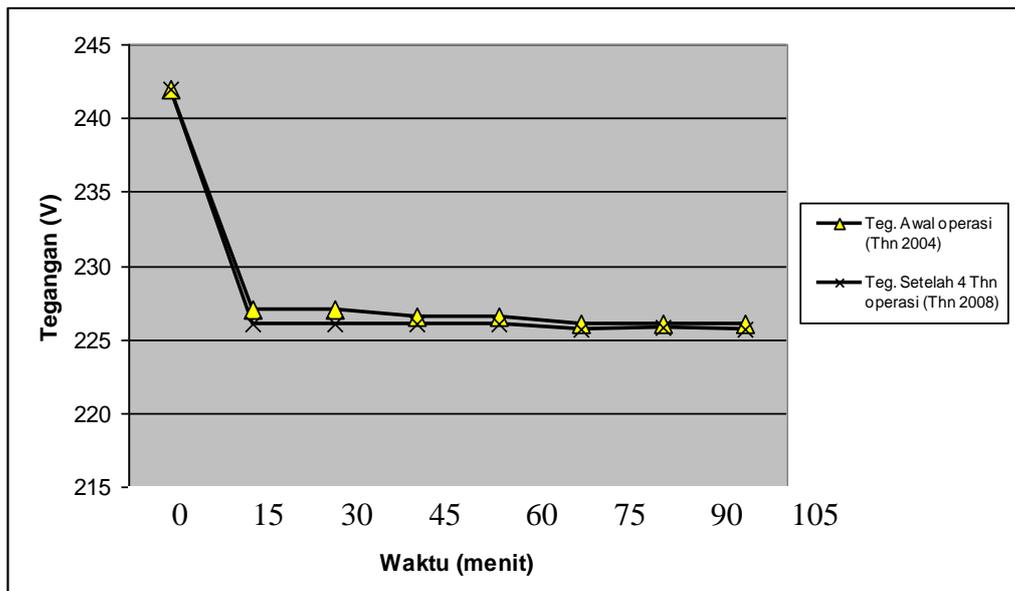
$$t_{\text{disch}} = \frac{150 \text{ Ah}}{3,37 \text{ A}}$$

= **44,5 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.

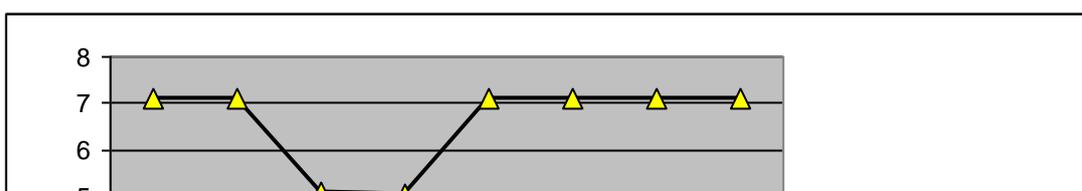
Karakteristik batere BTD01

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



Gambar 2. Grafik drop tegangan awal operasi dan setelah 4 tahun operasi di BTD01

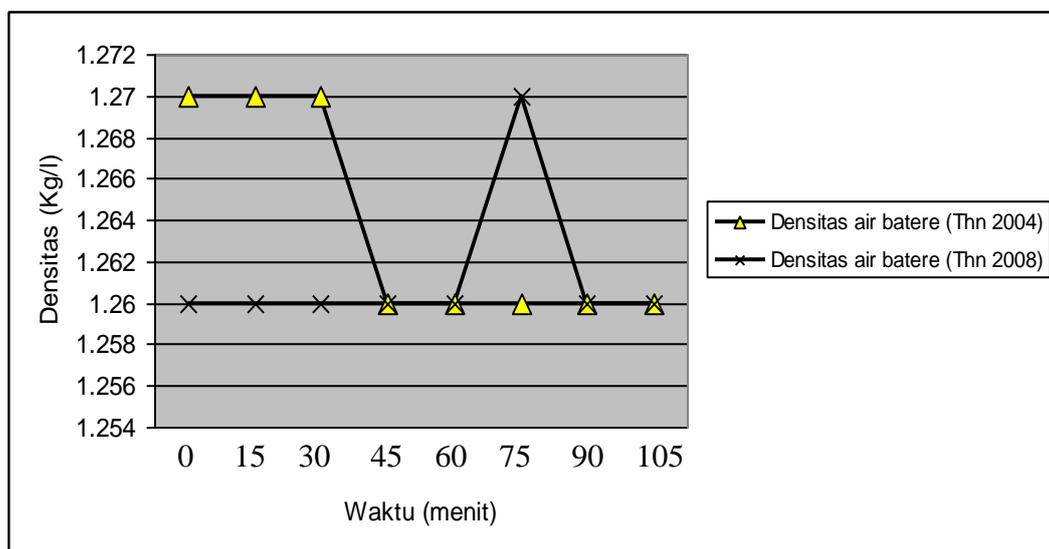
Pada gambar 2 dapat dijelaskan, bahwa tegangan pada awal operasi pasca refungsionalisasi tahun 2004 sampai dengan tahun 2008 tidak terjadi penurunan yang signifikan.



0 15 30 45 60 75 90 105

Gambar 3. Grafik arus di BTDD01

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 BTDD01

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 BTDO1 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 BTDO1 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; $\pm 20\%$ 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 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