

## **REFUNGSIONALISASI BATERE PADA CATU DAYA TAK PUTUS DI RSG-GAS**

Koes Indrakoesoema, Adin Sudirman, dan Asep Saepuloh

### **ABSTRAK**

**REFUNGSIONALISASI PADA SISTEM CATU DAYA TAK PUTUS DI RSG-GAS.** Catu daya Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy mempunyai 3 (tiga) buah sumber, yaitu dari PLN, diesel generator dan baterai. Baterie berfungsi sebagai catu daya sistem tak putus bagi beban-beban sistem keselamatan reaktor, coil batang kendali, katup isolasi primer dan lampu penerangan darurat. Baterie dari jenis Varta Vb 626 dengan kapasitas 600 Ah dan Vb 2411 dengan kapasitas 93 Ah telah mengalami kerusakan seperti korosi pada sambungan antar baterai, kebocoran pada tutup baterai. Baterie pengganti terdiri dari 2 jenis, yaitu Hoppecke 3 OSP 150 dengan kapasitas 150 Ah dan 11 OSP 1100 dengan kapasitas 1100 Ah, dimana dimensinya berbeda dari baterai yang lama, sehingga rak dari pada baterai mengalami modifikasi agar baterai baru dapat diletakkan padaudukannya. Baterie baru, masing-masing dilengkapi dengan *AquaGen* yang berfungsi meminimalisir gas hidrogen dan oksigen saat penguapan untuk dirubah kembali menjadi air dan masuk kembali ke baterai. Diperoleh 9 unit baterai dengan tegangan output, masing-masing 220 VAC (2 unit), 220 VDC (1 unit) dan +24 V (3 unit) serta -24 V (3 unit).

### **ABSTRACT**

**REFUNCTIONALIZATION OF BATTERY OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY UNIT (UPS) IN RSG-GAS.** RSG GA. Siwabessy has 3 power supply, i.e. PLN, Diesel-Generator set and batteries. Battery unit is allocated for UPS for reactor protection system, coil of control rod, primary isolation valve dan emergency lighting. Type of old batteries are Varta Vb626 with capacity 600 Ah and Vb2411 with capacity 93 Ah which some part has broken such as junction between batteries cause of corrosion and leakage of water from plugs of batteries. The new batteries consist of 2 type, i.e. Hoppecke 3 OSP 150 which has capacity 150 Ah and 11 OSP 1100 has capacity 1100 Ah and the dimension is different from old batteries and that's way modification of the new rack should be done. New batteries is equipped with *AquaGen* which is a function to minimize the escape of explosive gas, hydrogen and oxygen can be converted to water. The result is 9 unit batteries with output voltage 220 VAC (2 units), 220 VDC (1 unit), +24 V and -24 V each 3 units.

## I. PENDAHULUAN

Catu daya RSG-GAS diperoleh dari 3 buah sumber, yaitu PLN, diesel-generator dan batere. Catu daya yang berasal dari diesel-generator dan batere termasuk dalam sistem catu daya darurat. Catu daya yang berasal dari batere dikelompokkan ke dalam sistem catu daya tak putus (*Uninterruptible Power Supply/UPS*).

Batere yang terpasang di RSG-GAS terdiri dari 2 (dua) unit batere dengan tegangan keluaran masing-masing 220 VAC, 1 (satu) unit batere dengan tegangan keluaran 220 VDC dan 3 (tiga) pasang batere dengan keluaran  $\pm 24$  V.

Batere lama yang telah terpasang sejak tahun 1987 merupakan batere dengan sel-sel batere yang konvensional (*vented battery*), dengan type Vb 626 dan Vb 2411 yang mempunyai jenis elektrolit asam sulfat dan tegangan tiap sel 2,23 V. Dua unit batere dengan tegangan keluaran 220 VAC (BTD01 dan BTD03), masing-masing mempunyai 110 sel dengan densitas elektrolit 1,24 kg/l dan tegangan 2,23 V/sel. Beban yang dipasok oleh 2 unit batere ini antara lain sistem akuisisi data, dan instrumentasi dan kendali perangkat eksperimen.

Satu unit batere dengan tegangan 220 VDC (BTD02) mempunyai 102 sel dengan densitas elektrolit 1,24 kg/l dan tegangan 2,23 V/sel. Beban yang dipasok oleh unit batere ini adalah lampu-lampu penerangan darurat.

Untuk tegangan  $\pm 24$  V, dimana +24 V diperoleh dari 3 unit batere (BTJ11/21/31) yang masing-masing berjumlah 13 sel dan -24 V juga diperoleh dari 3 unit batere (BTJ12/22/32) yang masing-masing berjumlah 13 sel. Semua batere tersebut mempunyai densitas elektrolit 1,24 kg/l dan tegangan 2,23 V/sel. Catu daya  $\pm 24$  V ini diperuntukkan bagi beban pada sistem keselamatan reaktor, katup isolasi sistem primer dan perangkat instrumentasi dan kendali.

Agar beban-beban yang termasuk dalam kategori keselamatan tetap terjamin pasokan dayanya, maka keberadaan batere harus dapat diandalkan dimana tegangan outputnya harus sesuai dengan bebannya.

Mengingat umur batere sudah cukup lama, maka beberapa batere telah mengalami kerusakan seperti terjadinya korosi pada sambungan antar batere, tingkat penguapan yang tinggi, kebocoran melalui tutup batere sehingga mengakibatkan kurang optimalnya fungsi batere sebagai catu daya *standby* pada sistem UPS yang dapat mengakibatkan terputusnya pasokan daya bagi sistem keselamatan.

Untuk itu penggantian baterai bagi pasokan daya ke dalam sistem keselamatan harus dilakukan sehingga masalah yang timbul akibat dari kerusakan baterai dapat segera dieliminir yang berarti sistem UPS tetap *standby* dalam memasok beban-beban seperti tersebut di atas.

## II. DASAR TEORI

Berbagai tipe baterai telah berkembang dengan pesat seperti tipe baterai asam sulfat (*lead-acid batteries*) yang mempunyai 2 tipe : *vented type* dan *sealed type* dengan pengisian (*charging*) antara 20–3000 Ah, juga tipe baterai FNC (*Fiber Nickel Cadmium*) batteries dengan pengisian antara 20–1000 Ah. Untuk baterai dengan elektrolit baterai berupa air demi, akan selalu terjadi penguapan dan sepanjang umur baterai tingkat penguapan ini akan semakin tinggi yang disebabkan oleh kerusakan pada tutup baterai.

Pada umumnya bagian-bagian baterai terdiri dari :

### a. Elektrode

Elektrode baterai terdiri dari pelat tubular positif dan pelat grid negatif. Pelat tubular terdiri dari grid inti dan kantong tubular (*tubular pocket*) dimana melalui kantong tubular tersebut elektrolit dapat diserap, yang melampaui grid inti mengelilingi material aktif setelah pengisian. Pada pelat negatif (pelat grid), material aktif ditekan menjadi bentuk grid. Campuran timah hitam dengan antimony lebih kecil dari 2% akan menjamin kekuatan material dan tahan korosi.

### b. Separator

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

### c. Kontainer

Tempat sel-sel baterai yang mempunyai rated kapasitas 3000 Ah yang mempunyai spesifikasi *impact-resistant* dan plastik SAN transparan sehingga memudahkan untuk melihat level elektrolit.

### d. Charging

Batere dapat di isi (*charging*) dengan berbagai metode pengisian. Untuk batere yang bersifat *stand-by* atau operasi pemuatan ambang, pengisian dilakukan dengan tegangan konstan (pengisian metoda kurva IU, DIN 41 773). Dengan metode ini batere dapat di isi pada tegangan  $2,23 \text{ V} \pm 1\%$  x jumlah sel atau untuk mempersingkat waktu *charging*, tegangan bisa dinaikkan menjadi 2,33 hingga 2,40 V x jumlah sel (operasi parallel *stand-by* dengan *boost charge*).

Pada Tabel 1, ditunjukkan hubungan antara waktu pengisian (jam) sebagai fungsi kedalaman pengosongan (*discharge depth*%), tegangan pengisian dan arus pengisian (A) pada  $20^0 \text{ C}$  dengan faktor pengisian 1.

Tabel 1. Hubungan antara waktu pengisian (jam) sebagai fungsi kedalaman pengosongan (*discharge depth*%)<sup>1)</sup>

Arus pengisian (A) per 100 Ah	100%		80%		60%		40%		20%		15%	
	2,23 V	2,4 V										
5	33	20	29	16	26	13	21	8,5	17	4,5	15	3,5
10	27	11	25	9	22	7	20	5	17	3,1	15	2,8
15	25	8	24	7	22	5,5	20	4,2	17	2,2	15	2,5
20	24	6,5	23	5,8	22	4,8	20	3,8	17	2,2	15	2,5
25	24	6,0	23	5,3	22	4,5	20	3,6	17	2,2	15	2,5
30	24	5,5	23	4,8	22	4,2	20	3,5	17	2,2	15	2,5

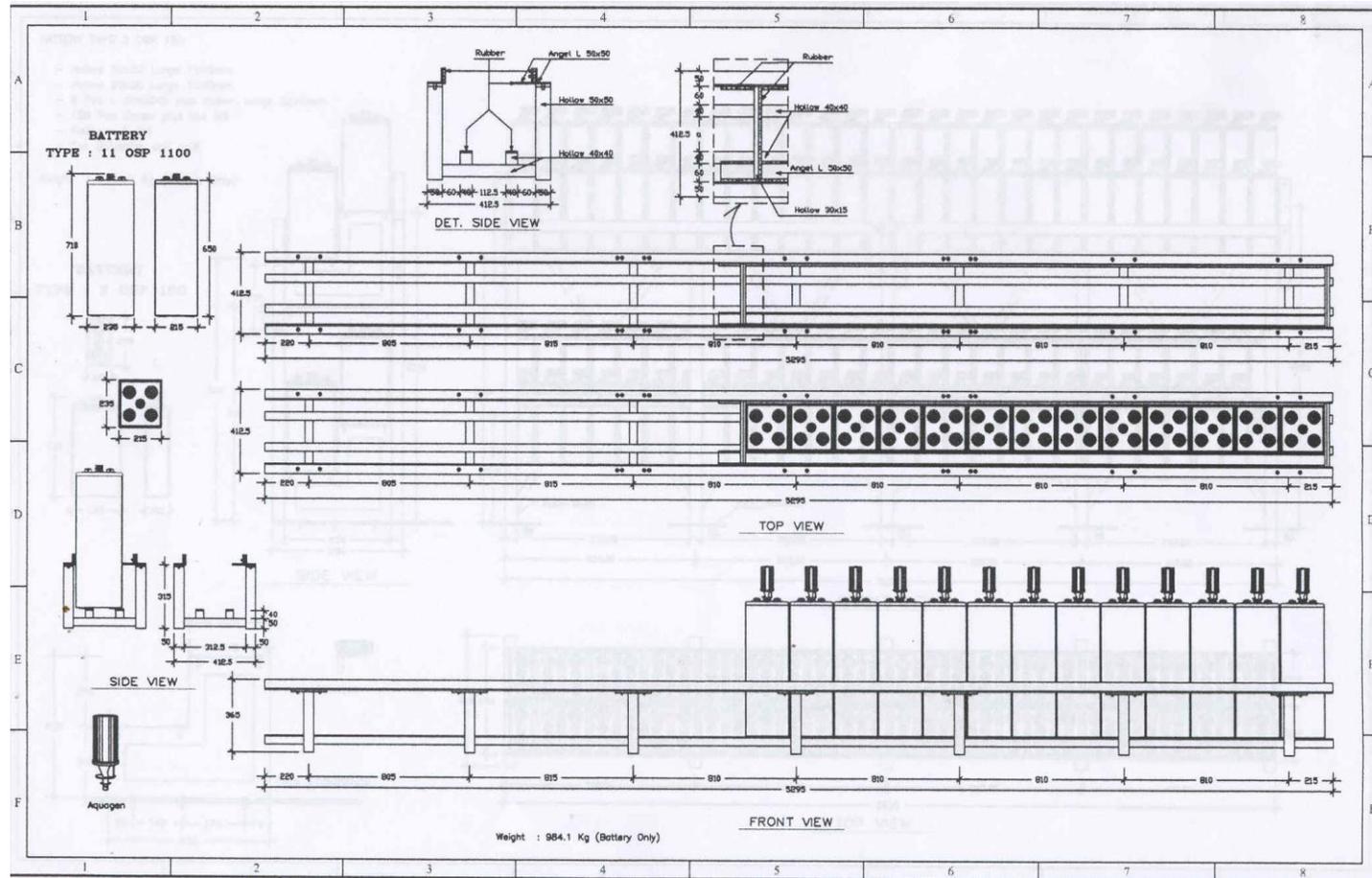
### III. TATA KERJA

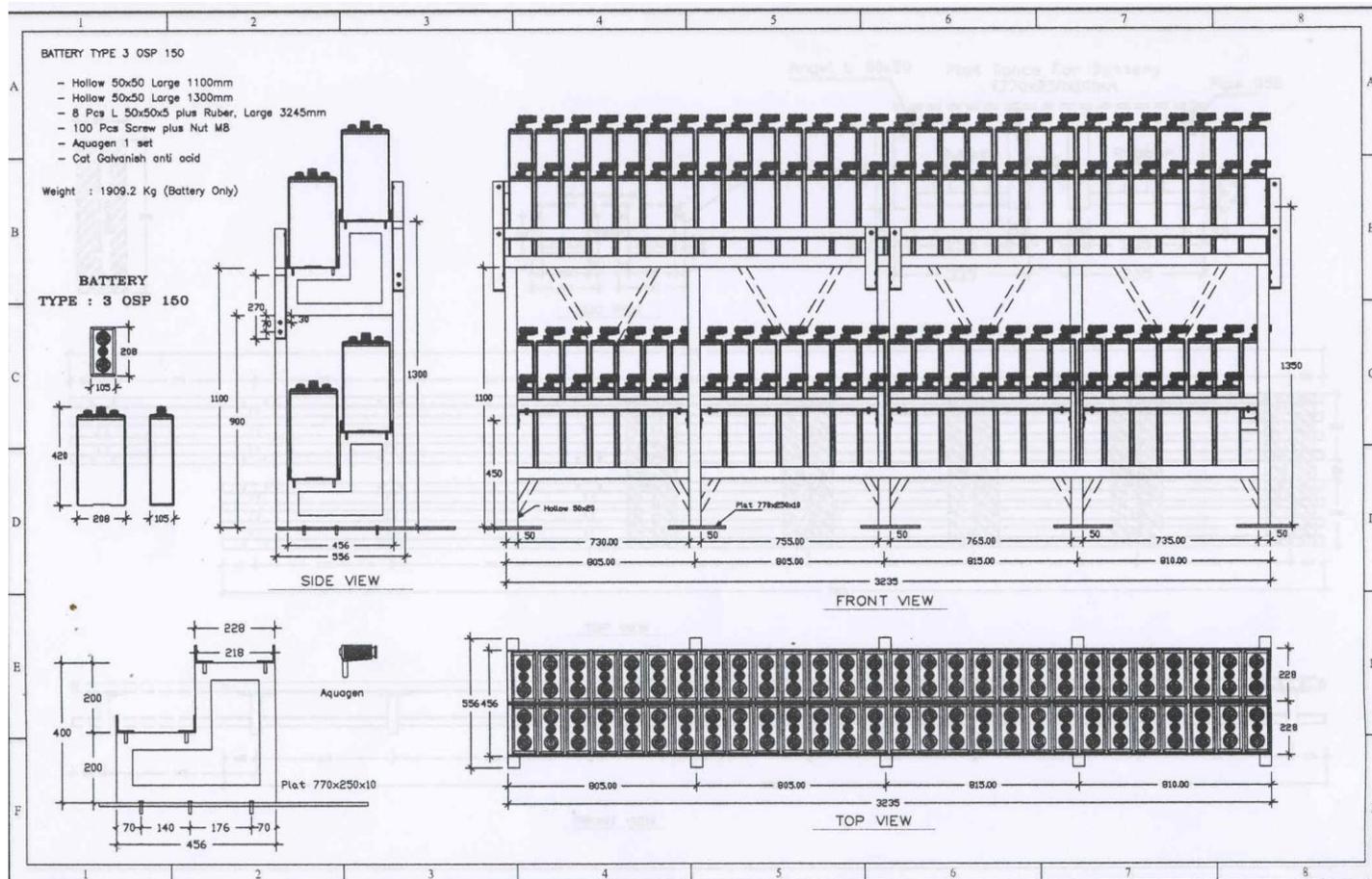
Terlebih dahulu mengidentifikasi type, jumlah batere dan kapasitas yang terpasang. Batere yang lama terdiri dari 2 type, yaitu type Vb626 dan type Vb2411. Karena batere yang baru mempunyai type dan dimensi yang berbeda maka susunan rak batere mengalami modifikasi, terutama batere dengan output tegangan 220 VAC dan

<sup>1)</sup>HOPPECKE OPzS, Stationary vented lead acid batteries, Katalog

Ukuran modifikasi dari rak dapat dilihat pada Gambar 1 (rak batere BTJ), sedangkan untuk batere BTD dapat dilihat pada Gambar 2. Sebelum dilakukan penggantian batere terlebih dahulu mematikan unit *rectifier* dan *inverter*. Melepas seluruh batere kemudian memodifikasi rak batere yang disesuaikan dengan batere baru, yaitu tipe 11 OSP 1100 dan 3 OSP 150.







#### IV. PENGGANTIAN BATERE DAN RAK BATERE

Dengan tidak optimalnya catu daya UPS yang ditandai dengan terjadinya *drop* tegangan akibat dari adanya korosi pada sambungan antar batere disamping usia batere yang sudah cukup tua (17 tahun), maka seluruh unit batere pada sistem UPS di RSG-GAS mengalami penggantian. Dikarenakan jenis yang terpasang sudah tidak diproduksi lagi, maka batere pengganti mempunyai spesifikasi yang berbeda. Tabel 2 memperlihatkan perbandingan kapasitas antara batere Varta dan Hoppecke. Demikian pula rak batere mengalami sedikit modifikasi disesuaikan dengan ukuran batere baru. Batere lama dan susunan raknya dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Perbandingan kapasitas antara batere Varta dan Hoppecke

Jenis Batere	Kapasitas (Ah)	Tegangan Output (Volt)	Jumlah Batere per unit
3 OSP 150	150	220 V AC	111
		220 V DC	102
		- 24 DC	13
11 OSP 1100	1100	+ 24 VDC	13
Vb 626	600	+ 24 VDC	13
Vb 2411	93	- 24 DC	5
		220 V DC	34
		220 V AC	37

Spesifikasi batere adalah sebagai berikut :

- Merk : HOPPECKE Batterien
- Tipe : 3 OSP 150 dan 11 OSP 1100
- Kapasitas : 150 Ah (3 OSP 150) dan 1100 Ah (3 OSP 110)
- Teg. Nominal : 2 V
- Grid alloy* : Pb + <2% Sb
- Electrolite : Asam Sulfat
- Teg. Pengisian : Float Charge : 2,25 V/cell  
Boost Charge : 2,40 V/cell

Salah satu keunggulan dari baterai ini adalah adanya *AquaGen* yang berfungsi mengembalikan uap air (hidrogen dan oksigen) dari penguapan air baterai kembali ke baterai, sehingga air tidak berkurang selama tidak terjadi kebocoran pada baterai.



Gambar 3. Susunan Baterie Lama

Rak baterai mengalami modifikasi untuk rak baterai BTD01, BTD02 dan BTD03 dikarenakan dimensi baterai yang berbeda dan jumlah baterai yang tidak sama dengan yang lama.

BTD01, BTD03 yang masing-masing berjumlah 111 sel dan BTD02 dengan jumlah baterai 102 sel disusun bertingkat dua seperti terlihat pada Gambar 4 dengan tipe baterai 3 OSP 150. Rak dengan susunan baterai 13 sel yang masing-masing digunakan untuk +24 Volt dan -24 Volt tidak mengalami perubahan seperti terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Untuk *output* tegangan +24 Volt, baterai yang digunakan mempunyai tipe 11 OSP 1100 dan untuk *output* tegangan -24 Volt dengan tipe 3 OSP 150.

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji fungsi yang dilakukan meliputi pengukuran tegangan batere dan pengukuran densitas dari air batere, setelah terhubung dengan beban. Dari pengukuran tegangan per batere per sel dan total sel, menunjukkan tidak ada penyimpangan yang telah ditentukan seperti terlihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.



Gambar 4. Susunan Batere BTB



Gambar 5. Susunan Batere BTJ (+ 24 Volt)



Gambar 6. Susunan Batere BTJ (- 24 Volt)

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan per batere per sel

Unit sistem	Spesifikasi Per sel (v)	Hasil Pengujian	
		Tegangan per sel (V)	Tegangan total (V)
BTD03	2,23 V ± 1%	2,2	245
BTJ31	2,23 V ± 1%	2,23	29,3
BTJ32	2,23 V ± 1%	2,23	29,3

BTD01	2,23 V ± 1%	2,2	242
BTJ11	2,23 V ± 1%	2,23	29,3
TJ12	2,23 V ± 1%	2,23	29,3
BTD02	2,23 V ± 1%	2,2	225
BTJ21	2,23 V ± 1%	2,23	29,3
BTJ22	2,23 V ± 1%	2,23	29,3

Tabel 4. Hasil pengukuran level, densitas dan temperatur

Unit sistem	Spesifikasi pada suhu 20 <sup>0</sup> c (Kg/L)	Hasil Pengujian		
		Level	Densitas (kg/l)	Temperatur <sup>0</sup> C
BTD03	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ31	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ32	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTD01	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ11	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ12	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTD02	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ21	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22
BTJ22	1,24 ± 0,01	Maks	1,25	22

Hasil pengujian di atas dilakukan hanya untuk beberapa sampel dari batere, tetapi mewakili keseluruhan unit (9 unit). Tegangan per sel tiap batere (untuk batere baru, tiap sel adalah 1 buah batere) adalah 2,23 Volt, sedangkan tegangan total tergantung pada jumlah sel dalam satu sistem.

Untuk *output* tegangan 220 VAC (BTD01 dan BTD03), hasil pengukuran untuk masing-masing unit adalah 242 Volt dan 245 Volt pada terminal batere, sedangkan untuk *output* tegangan 220 VDC (BTD02) tegangannya adalah 225 Volt

Untuk *output* tegangan ±24 Volt (BTJ11/21/31 dan BTJ12/22/32), mempunyai tegangan total 29,3 Volt pada terminal batere.

Adanya perbedaan antara *output* yang diinginkan dengan tegangan hasil pengukuran, dimana tegangan hasil pengukuran lebih besar dari outputnya, hal ini untukantisipasi adanya kehilangan tegangan saat mencatu beban, sehingga diharapkan tegangan ke beban sama seperti yang telah ditetapkan.

Dari sampel batere untuk pengukuran elektrolit menunjukkan hasil yang tidak menyimpang dari spesifikasi batere.

Dengan kapasitas yang lebih besar pada batere baru, seperti ditunjukkan pada Tabel 2, beban yang dipasok oleh batere masih mencukupi dan beban baru masih dapat ditambah.

## **VI. KESIMPULAN**

Penggantian 9 unit batere baru sebagai sumber bagi catu daya darurat menunjukkan unjuk kerja yang lebih baik, dimana output tegangan bagi beban-beban yang dipasok oleh batere masih dalam batas spesifikasi, yaitu 220 V AC, 220 V DC dan  $\pm 24$  V. Disamping itu dengan kapasitas yang lebih besar, unit batere baru ini masih mampu untuk menambah beban-beban baru.

## **VII. DAFTAR PUSTAKA**

- 1) Petunjuk Pengoperasian, Hoppecke Batteries Type Vented Lead Acid (OSP), GAE, Guna Elektro, 2004,
- 2) Laporan Analisis, SAR Rev-8, Volume 2, Chapter 8.