
MODIFIKASI RANCANGAN SISTEM SUMBER PENYEDIA DAYA LISTRIK UNTUK RUANG KENDALI UTAMA RSG-GAS

**Teguh Sulisty, Kiswanto, Yayan A., M. Taufik, Yuyut S
Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset – BATAN**

ABSTRAK

MODIFIKASI RANCANGAN SISTEM SUMBER PENYEDIA DAYA LISTRIK UNTUK RUANG KENDALI UTAMA RSG-GAS. Telah dilakukan modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik untuk Ruang Kendali Utama (RKU) gedung RSG-GAS untuk bagian sistem penerangannya. Modifikasi ini dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya gangguan berupa terputusnya suplai catu daya listrik ke ruang RKU baik dari sumber catu daya utama PLN maupun dari sumber penyedia daya darurat yang dapat menyebabkan padamnya ruang tersebut. Modifikasi rancangan dilakukan dengan cara menambahkan sumber penyedia daya listrik tak putus pada panel distribusi UJA 09 GP106-306 yang dipasang dari panel UPS BRA01 melalui kabel lorong bawah lantai 5 gedung RSG-GAS. Dari hasil evaluasi kapasitas daya yang tersedia pada panel UPS BRA01 menunjukkan bahwa kapasitas daya yang tersedia masih memungkinkan digunakan sebagai sumber penyedia daya listrik tak putus, sedangkan dari hasil uji fungsi, modifikasi rancangan sistem ini dapat beroperasi dengan baik pada saat suplai catu daya utama PLN dan catu daya darurat terputus. Modifikasi rancangan ini dapat bekerja secara otomatis dalam waktu 5 detik sejak catu daya darurat terputus.

ABSTRACT

MODIFICATION DEVICE OF SYSTEM SOURCE ELECTRICITY FOR THE RKU of RSG-GAS. Have been modification device of system of source of electricity for the Main Control Room (RKU) of building RSG-GAS to part of system of lighting. This modification intended to anticipate the happening of trouble in the from of breaking of supply ration electricity to space of good RKU from source ration especial energy of PLN and also from source of energy of emergency which can cause to extinguish of the space. Modification of device by enhancing source of electricity do not break at panel of Distribution of UJA 09 GP106-306 which supply from panel of UPS BRA01 through cable of alley of under floor 5 building RSG-GAS. From result evaluate capacities of available power of panel of UPS BRA01 indicate that capacities of available power of panel of UPS BRA01 indicate that capacities of available power still enable used as by source of electricity do not break, while from result test function, modification device of this system can operate better at the (time) of supply ration especial energy of PLN and ration energy of emergency broken. Modification of this device earn to work automatically during 5 second of since rationing energy of emergency broken.

I. PENDAHULUAN

Dalam rangka mengupayakan peningkatan kinerja, efisiensi dan keselamatan pengoperasian reaktor RSG-GAS, serta untuk mendukung pelayanan iradiasi yang memerlukan waktu cukup lama, diperlukan sistem penerangan di RKU yang handal. Salah satu langkah yang diambil untuk mencapai kondisi tersebut adalah perlu dilakukan analisis yang baik dalam melakukan modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik RKU RSG-GAS.

Mengingat kemungkinan gangguan listrik pada Sistem Kelistrikan RSG-GAS berupa terputusnya pasokan daya listrik baik dari sumber penyedia daya utama PLN maupun sumber penyedia daya darurat BRV 30 masing sering terjadi maka perlu dilakukan analisis yang tepat untuk melaksanakan kegiatan modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus dari UPS BRA01 ke panel Distribusi 09 GP106-306 untuk kebutuhan di RKU.

Untuk mengatasi kendala tersebut di atas, maka telah dilakukan modifikasi rancangan terhadap sistem sumber penyedia daya listrik yang akan memasok daya listrik ke RKU dengan menggunakan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus yang diperoleh dari busbar darurat melalui sistem penyedia daya tak putus UPS BRA01.

Modifikasi yang dimaksud pada penelitian ini adalah menyediakan sumber penyedia daya tak putus untuk RKU yang bersifat sebagai cadangan ke 3 (tiga) setelah sumber penyedia daya listrik utama PLN dan genset BRV30. Ketiga sumber penyedia daya listrik untuk pasokan RKU ini bekerja secara *interlock*.

Dengan diperolehnya modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus ini, diharapkan tidak lagi terjadi pemadaman di dalam RKU pada saat terjadi gangguan dan pasokan energi listrik untuk RKU tetap tersedia walaupun sumber penyedia daya listrik utama PLN dan genset BRV 30 mengalami gangguan.

II. TEORI

2.1 Penyedia Daya Tak Putus

Sistem penyedia daya tak putus (*Uninterruptible Power System*, UPS) adalah penyedia daya yang dapat melayani konsumen secara terus menerus, dan merupakan kombinasi kerja dari penyedia daya utama PLN, penyedia daya batere, konverter dan inverter.

Prinsip kerja sistem penyedia daya tak putus adalah dalam keadaan normal memasok konsumen sekaligus memuati (*charging*) batere, bila penyedia daya utama PLN gagal batere akan melepas muatan (*discharging*) memasok konsumen.

Penyedia daya tak putus 220 V AC (UPS AC)

Pada Sistem Kelistrikan RSG-GAS terdapat 2 (dua) unit UPS AC dengan tegangan 220 V, 50 Hz yang disediakan untuk memasok komputer proses dan peralatan kontrol melalui busbar redundan BRA dan BRB.

Komponen-komponen utama dari kedua unit UPS ini meliputi konverter, inverter, *Static Bypass Switch* (SBS), indikator dan kontrol, baterai. Konverter berfungsi mengubah tegangan AC 380 V ($\pm 10\%$), 50 Hz, tiga fasa menjadi tegangan DC 241 V ($\pm 10\%$), satu fasa dan memasok inverter pada tegangan DC melalui rangkaian LC serta memuat 109 *cell* baterai tersusun seri pada tiga mode operasi, yaitu *NORM* (pemuatan ambang 2,23 volt/cell), *BOOST* (pemuatan sedang 2,40 volt/cell) dan *EQUAL* (pemuatan cepat 2,60 volt/cell) serta dilengkapi pula dengan sekering tiga fasa, sekering pengaman konverter, kapasitor seri untuk filter, transformator tiga fasa hubung bintang, induktor untuk filter dan *bridge* dioda (dioda jembatan). Sedangkan inverter berfungsi mengubah tegangan DC 241 V ($\pm 10\%$) satu fasa yang diterima dari konverter atau baterai menjadi tegangan AC 220 V ($\pm 10\%$), dengan frekuensi 50 Hz ($\pm 10\%$), setelah melalui filter kapasitor dan SBS berfungsi untuk memasok beban langsung dari penyedia daya utama PLN.^[1]

Peralihan kerja inverter ke penyedia utama akan efektif apabila :^[2]

1. Terjadi beban lebih (*over load*) pada inverter
2. Inverter gagal beroperasi
3. Mengalihkan daya dari penyedia daya utama PLN ke inverter bila sedang menyalakan UPS
4. Mengalihkan daya dari inverter ke penyedia daya utama PLN sebelum penyalaan dengan *manual by pass switch*.

Peralatan indikator dan kontrol digunakan sebagai petunjuk mengoperasikan UPS AC dalam bentuk diagram operasi yang terlihat pada panel kontrol. Indikator yang ditampilkan antara lain kondisi inverter gagal beroperasi, kondisi konverter OFF, konverter ON, tombol ON/OFF konverter, tombol ON/OFF inverter, dan lain sebagainya.

Sedangkan baterai digunakan untuk memasok arus (*discharging*) dengan tegangan awal 2,23 volt/cell ke inverter bila penyedia daya utama PLN gagal memasok energi listrik. Dalam kondisi ini baterai mampu bekerja dalam waktu 45 menit pada beban penuh dengan tegangan akhir 1,87 volt/cell.^[2]

2.2 Kapasitas penghantar

Ukuran kapasitas arus kerja penghantar bergantung pada jenis bahan, diameter dan ukuran suhu kerja, jumlah penghantar yang mengalirkan arus dan suhu kamar. Kapasitas arus penghantar menunjuk pada jumlah arus maksimum, penghantar dapat mengalirkan arus listrik secara aman tanpa terjadi panas lebih pada penghantar tersebut. Pabrikasi penghantar umumnya telah memuat daftar ukuran kawat dan sekering yang sesuai dengan standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yang berlaku untuk instalasi listrik. Kapasitas arus penghantar seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas arus pada penghantar jenis hantaran Tembaga^[3]

Luas penampang (mm ²)	Penahan (Ω/km)	Reaktansi pada frekuensi 50 Hz (Ω/km)	Arus yang diizinkan (A)		
			20 °C	30 °C	40 °C
16	2,41	0,10	85	80	70
25	1,52	0,10	110	100	95
35	1,10	0,10	135	125	110
50	0,81	0,10	160	145	135
70	0,54	0,10	200	185	170

Tegangan pada saluran keluaran merupakan tegangan yang akan digunakan, sehingga penurunan tegangan sepanjang kawat penghantar besarnya sama dengan hasil kali arus dan tahanan kawat penghantar tersebut.

Besarnya penurunan tegangan dapat dihitung dengan persamaan :^[3]

$$V_{\text{drop}} = I \times R_k \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

V_{drop} = penurunan tegangan (V)

I = arus yang mengalir pada kawat penghantar (A)

R_k = tahanan kawat (Ω/m)

Jika besarnya tahanan kawat adalah :^[3]

$$R_k = \frac{\rho \times \ell}{A} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

ρ = tahanan jenis bahan ((Ω.mm²/m)

ℓ = panjang kawat penghantar (m)

A = luas penampang (mm²)

Maka besarnya penurunan tegangan menjadi .^[3]

$$V_{\text{drop}} = I \times \frac{\rho \times \ell}{A} \quad \dots\dots (3)$$

dengan :

V_{drop} = penurunan tegangan (V)

Arus yang mengalir pada kawat penghantar juga dapat menyebabkan kerugian daya yang merupakan akibat adanya tahanan penghantar, sehingga diharapkan rugi-rugi daya yang terjadi seminimal mungkin.

Besarnya rugi-rugi daya dihitung dengan menggunakan persamaan :^[3]

$$P = I^2 \times R_k \quad \dots\dots (4)$$

dengan :

P = daya (W)

I = arus yang mengalir pada kawat penghantar (A)

R_k = tahanan kawat (Ω/m)

III. METODA PELAKSANAAN

Pelaksanaan modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik untuk ruang RKU ini dilakukan dalam 4 tahap yaitu :

1. Tahap pengumpulan data sistem
2. Tahap pembuatan gambar rancangan
3. Tahap pemasangan modifikasi rancangan
4. Tahap uji fungsi

1. Tahap pengumpulan data sistem

Seluruh data sistem yang akan digunakan terlebih dahulu melalui pemeriksaan yang meliputi kondisi fisik dan dimensi, kapasitas ruang yang tersedia di dalam panel Distribusi UJA 09 GP106-306, dan jarak kabel penyalur dari sumber UPS BRA01 ke panel Distribusi UJA 09 GP106-306. Pengumpulan data ini salah satunya dilakukan dengan cara pengukuran dimensi dan pengamatan secara visual pada panel Distribusi UJA 09 GP106-306, dan panel UPS BRA01. Data hasil pengukuran dan pengamatan terhadap panel UPS BRA01 seperti ditunjukkan pada Tabel 2, sedangkan spesifikasi bahan dan komponen yang digunakan seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data spesifikasi panel UPS BRA01^[1]

No	Nama	Spesifikasi
1	<i>Incoming from BRU01</i>	
	Kapasitas MCB	125/80 A
	Jenis penghantar yang digunakan	NYM-J 3 x 50 ²
	Konduktor L2	1 x 60 x 6 Cu
	Konduktor PE dan N	1 x 25 x Cu
	Tegangan	20 kV
	Frekuensi	50 Hz
	Arus operasional dari busbar utama	748 A
	Arus operasional dari incoming feeder	100 A
	Temperatur maksimum kamar	40 oC
	Lokasi	Ruang 0924
2	<i>Experiment socket 16 A</i>	
	Kapasitas MCB	125/35 A
	Daya (P)	5 kW
	In	35 A
	Jenis penghantar yang digunakan	NYM-J 3 x 4 ²
	Lokasi	Ruang 0423
	Jumlah rak panel	2 buah
3	<i>Experiment socket 16 A</i>	
	Kapasitas MCB	125/16 A
	Daya (P)	2 kW
	In	16 A
	Jenis penghantar yang digunakan	NYM-J 3 x 4 ²
	Lokasi	Ruang 0423
	Jumlah rak panel	1 buah
4	<i>Experiment socket 16 A</i>	
	Kapasitas MCB	125/16 A
	Daya (P)	2 kW
	In	16 A
	Jenis penghantar yang digunakan	NYM-J 3 x 4 ²
	Lokasi	Ruang 0721
	Jumlah rak panel	2 buah
5	Jumlah rak cadangan	3 buah
6	Tinggi panel	2200 mm
7	Lebar panel	800 mm

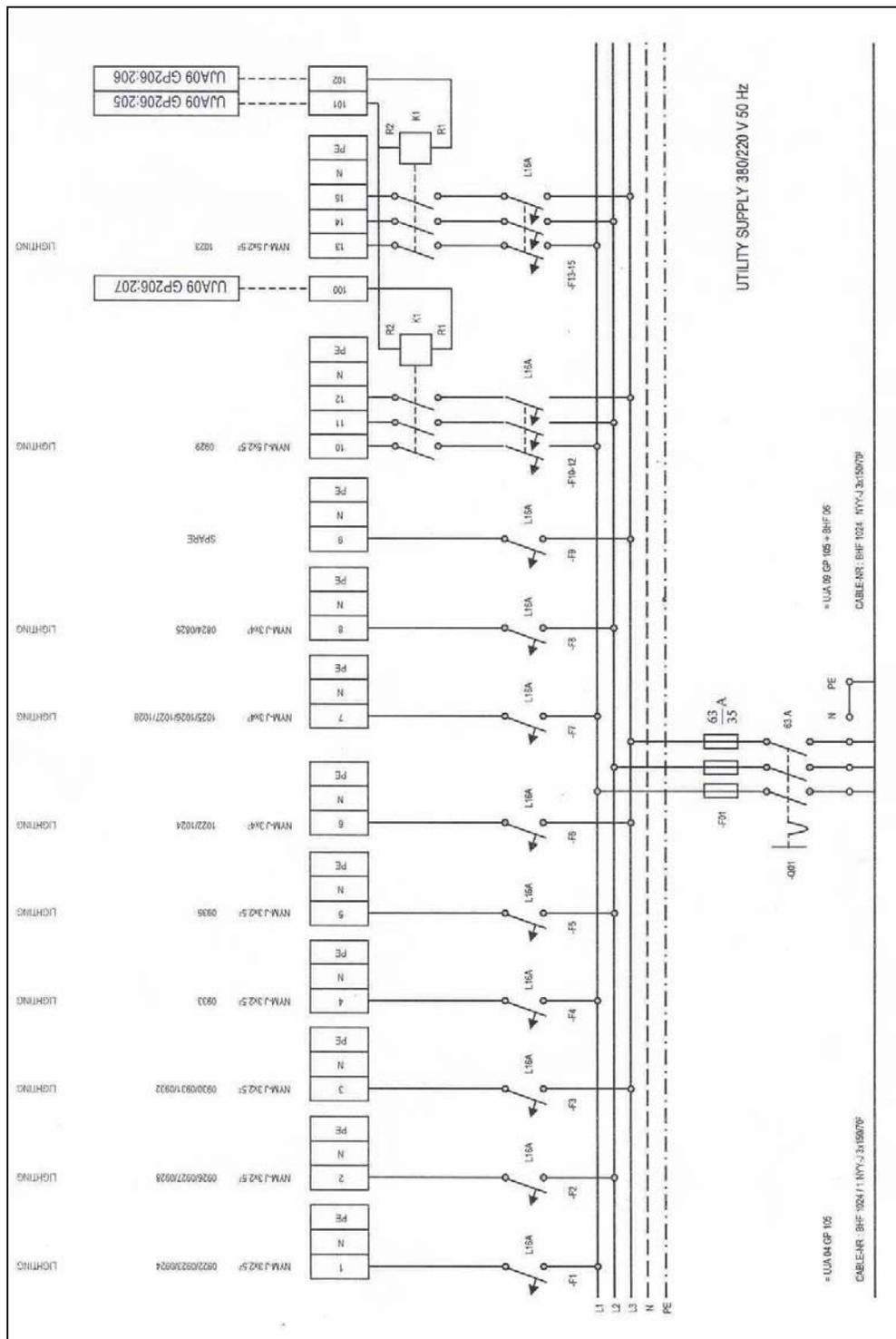
Tabel 3. Spesifikasi bahan dan komponen yang digunakan

No	Nama Bahan Dan Komponen	Jumlah
1	Modul fuse kombinasi unit 3 KM 5230 1AB00 125 A 1000 V	1 unit
2	Fuse 16 A	6 buah
3	Relay 3 TH 80 22 OAMO	4 buah
4	Kabel kontrol 1 x 1,5 mm ²	2 rol
5	Kabel NYM 3 x 4 mm ²	2 rol
6	Terminal kabel	2 ls
7	Isolasi	2 buah
8	Panel distribusi	1 buah

2. Tahap pembuatan gambar rancangan

Pembuatan gambar modifikasi rancangan mengacu pada gambar instalasi listrik untuk pasokan ruang RKU yang diperoleh dari rangkaian diagram *Sub Distribution Board Lighting and Plugs Operation Hall A/700 085 UJA09 GP106-306*. Rangkaian sistem kelistrikan ruang RKU RSG-GAS yang belum mengalami perubahan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Bagian sistem dari diagram *Sub Distribution Board Lighting and Plugs Operation Hall A/700 085 UJA09 GP106-306* yang mengalami modifikasi rancangan adalah pada sistem mcb F5 untuk sistem penerangan ruang RKU. Sebelum dilakukan modifikasi rancangan pasokan sistem mcb F5 memperoleh catu daya listrik dari sumber penyedia daya utama PLN L1 105 dan sumber penyedia daya darurat genset L1 205. Hasil modifikasi rancangan berupa penyediaan sumber penyedia daya listrik tak putus dari panel UPS BRA01 pada panel Distribusi UJA09 GP106-306 yang selanjutnya diberi tanda UPS BRA01 220 V, 50 Hz pada diagram hasil modifikasi rancangan sistem ini. Bahan-bahan komponen yang digunakan dalam modifikasi rancangan sistem ini seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Sedangkan instalasi hasil modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus dari panel UPS BRA01 ke ruang RKU seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

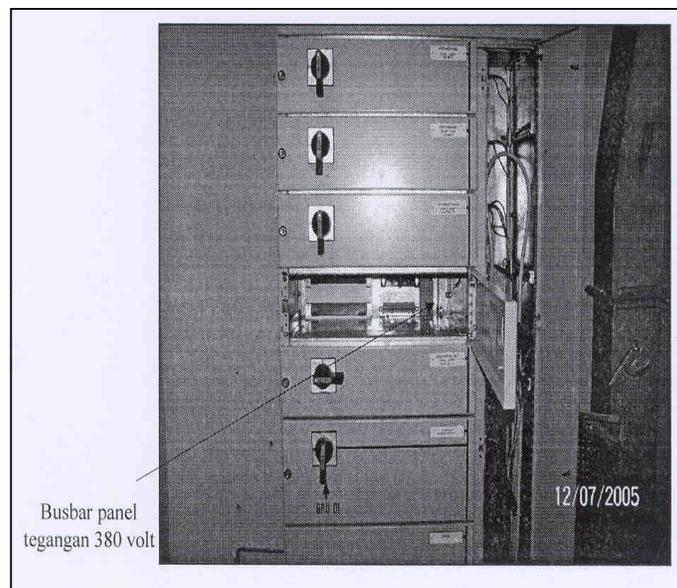


GAMBAR 1. Sistem Kelistrikan RKU sebelum mengalami perubahan^[1]

3. Tahap pemasangan modifikasi rancangan

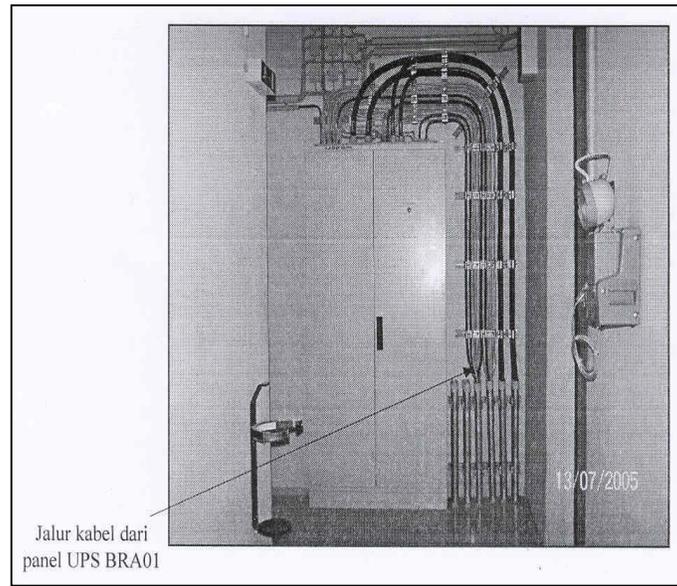
Dengan mengacu pada data dan gambar desian, selanjutnya dilakukan pemasangan jalur kabel mulai dari panel UPS BRA01 ke panel Distribusi UJA GP106-306. letak panel UPS BRA01 di ruang LV Distribution Board 0922 , sedangkan panel Distribusi UJA 09 GP106-306 di lorong lantai 5 gedung RSG-GAS, sehingga penarikan jalur kabel dari panel UPS BRA01 ke panel Distribusi UJA09 GP106-306 melalui jalur lorong bawah lantai 5 dan keluar melalui jalur kabel panel Distribusi UJA09 GP106-306 yang telah tersedia.

Pemasangan kabel pada panel UPS BRA1 menggunakan sepatu kabel yang dilekatkan dengan mur-baut pada busbar panel tersebut. Tegangan busbar panel tersebut adalah 220 volt. Letak pemasangan kabel pada panel ini seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

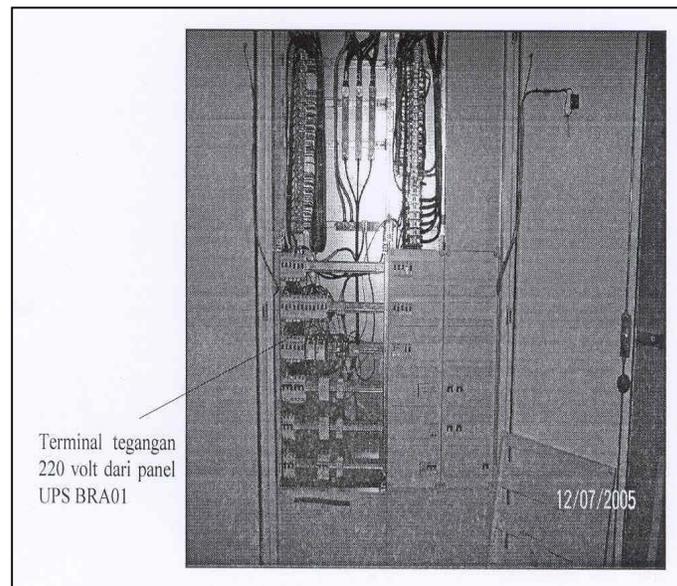


Gambar 2. Panel Distribusi UPS BRA01 di ruang *LV Distribution Board* 0922

Melalui jalur lorong bawah lantai 5, ujung kabel dari panel Distribusi UPS BRA01 keluar melalui pipa jalur kabel panel Distribusi UJA 09 GP106-306, dan selanjutnya diletakkan pada posisi dalam panel tersebut. Kabel yang keluar dari pipa jalur kabel dan menuju panel Distribusi UPS BRA01 seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.

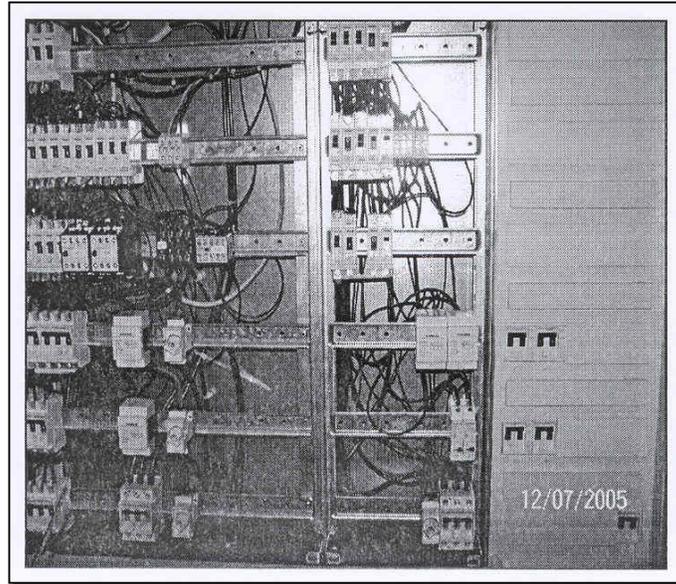


Gambar 3. Panel Distribusi UJA 09 GP106-306



Gambar 4. Panel Distribusi UJA 09 GP106-306

Selanjutnya dilakukan pemasangan beberapa bahan dan komponen yang digunakan dalam modifikasi rancangan ini antara lain kontaktor, relai timer, fuse dan MCB. Bentuk susunan pemasangan bahan dan komponen tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Letak bahan dan peralatan pada Panel Distribusi UJA 09 GP106-306

4. Tahap uji fungsi

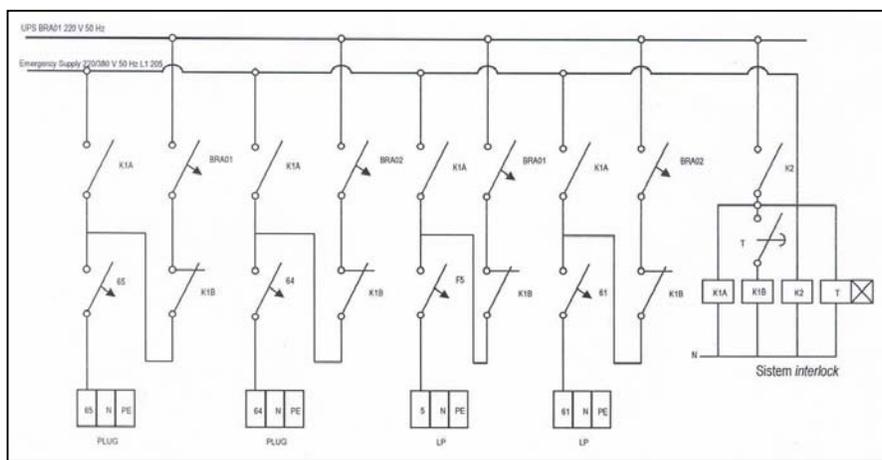
Tahap uji fungsi dilakukan setelah modifikasi rancangan sistem terpasang secara baik dan benar. Tahap uji fungsi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan, peralatan dan sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Uji fungsi ini dilakukan dengan cara memutuskan pasokan listrik dari catu daya utama PLN dan sumber penyedia daya darurat. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap hasil modifikasi rancangan sistem tersebut. Selain dilakukan pengamatan secara visual, dilakukan pula pengukuran tegangan pada terminal di panel lokal dan stop kontak yang terdapat di ruang RKU serta pemeriksaan terhadap semua bahan dan peralatan yang digunakan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah terminal tegangan yang terdapat pada panel lokal dan stop kontak yang terdapat di ruang RKU terdapat tegangan sebesar 220 V AC dan peralatan yang telah terpasang berfungsi baik. Hasil pengamatan yang dilakukan pada panel distribusi UJA 09 GP 106-306 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengamatan komponen sistem pada panel Distribusi UJA 09 Gp 106-306

No	Uraian	Posisi	Keterangan
1	Kondisi operasi darurat (pasokan dari BRV30)		
	• Relai K2	ON	Beban dipasok dari jalur <i>emergency supply</i> L1 205 pada tegangan 220 V AC, 50 Hz
	• Relai K1A	ON	
	• Relai K1B	ON	
	• <i>Timer</i>	ON	
2	Kondisi operasi darurat (pasokan dari UPS BRA01)		
	• Relai K2	OFF	<ul style="list-style-type: none"> Beban dipasok dari jalur UPS BRA01 pada tegangan 220 V AC, 50 Hz Relai K1B adalah jenis <i>Normally Close</i> (NC) Waktu yang dibutuhkan untuk peralihan hingga lampu penerangan RKU menyala adalah 5 detik sesuai dengan <i>setting</i> waktunya
	• Relai K1A	OFF	
	• Relai K1B	OFF	
	• <i>Timer</i>	OFF	

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum modifikasi rancangan sistem ini tidak banyak merubah bentuk instalasi, sistem dan komponen yang sudah tersedia. Modifikasi rancangan sistem ini hanya merubah bagian komponen sistem F64 dan F65 untuk *plug* serta F5 dan F61 untuk lampu penerangan yang tetap mengacu pada rangkaian diagram *Sub Distribution Board Lighting and Plugs Operation Hall A/700 085 UJA 0721 GP 105 RSG-GAS*. Bentuk instalasi jalur kabel hasil modifikasi rancangan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus untuk ruang RKU ini, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil modifikasi rancangan sistem sistem sumber penyedia daya listrik tak putus untuk ruang RKU

Cara Kerja :

Dalam kondisi operasi normal catu daya listrik utama PLN ada dan memasok energi listrik untuk konsumen RSG-GAS pada tegangan 220 V AC (fasa-netral) dengan frekuensi 50 Hz yang stabil. Dalam kondisi ini relai K2 berada posisi ON, sehingga menghidupkan relai K1A dan Timer. Dengan bekerjanya Timer maka relai K1B akan ON dan beban akan disuplai dari jalur *Emergency Supply* pada tegangan 220 V AC 50 Hz LI 205.

Sedangkan dalam kondisi operasi darurat penyedia daya listrik utama PLN dan genset BRV30 yang memasok RSG-GAS mengalami gangguan seperti aliran listrik terputus, maka jalur *Emergency Supply* LI 205 akan mati sehingga relai K2 akan OFF. Seiring dengan OFF-nya K2 maka relai K1A, Timer dan relai K1B akan OFF. Karena kontak relai K1B adalah jenis *Normally Close* (NC) maka beban listrik akan disuplai oleh jalur UPS BRA01 tegangan 220 V AC 50 Hz. Waktu yang dibutuhkan untuk peralihan tersebut hingga lampu penerangan ruang RKU menyala adalah 5 detik, sesuai dengan *setting* Timer-nya.

Apabila catu daya utama PLN telah kembali normal memasok energi listrik ke beban sistem kelistrikan RSG-GAS maka suplai energi listrik dipasok oleh catu daya utama PLN, sedangkan sumber penyedia daya listrik darurat (genset) dan sumber penyedia daya listrik tak putus UPS BRA01 berada pada posisi *stand by*.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil uji fungsi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa modifikasi rancangan dan pemasangan sistem sumber penyedia daya listrik tak putus untuk ruang RKU berfungsi dengan baik dan siap untuk digunakan .

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous Interatom 1986, MPR 30, Electrical Power Supply Summary, System Description & Specification
2. Anonymous Interatom 1986, Diesel Sets BRV10/20/30, System Description
3. Anonymous Interatom 1986, Diesel Sets BRV10/20/30, System Specification
4. Anonymous AEG Telefunken 1985, Description of Rectifying Equipment, MPR 30, BTU11
5. Yan Bony Marsahala, Teguh Sulistyio, Sistem Kelistrikan RSG-GAS, Bahan Diklat Perawatan Reaktor Riset, 2002