

## PENGARUH GANGGUAN LISTRIK TERHADAP OPERASI RSG-GAS TERAS 61

**Teguh Sulisty, Kiswanto, Yuyut S., M. Taufik**

Sub Bidang Elektrik Bidang Sistem Reaktor  
Pusat Reaktor Serba Guna BATAN Kawasan Puspiptek Serpong  
Email : sulistyoteguh@plasa.com

### ABSTRAK

*PENGARUH GANGGUAN LISTRIK TERHADAP OPERASI RSG-GAS TERAS KE 61. Sistem kelistrikan RSG-GAS dirancang untuk mampu memasok berbagai jenis beban listrik, jenis tegangan dan klasifikasi keselamatan. Sumber daya listrik yang memasok kebutuhan listrik RSG-GAS disuplai dari tiga jenis sumber yaitu daya listrik utama PLN, daya listrik darurat genset dan baterai. Kegagalan suplai daya listrik utama PLN yang terjadi pada operasi RSG-GAS teras ke 61 dideteksi oleh sistem busbar darurat BNA/BNB/BNC melalui RKU yang dimonitor oleh sistem keselamatan reaktor. Gangguan terhadap suplai daya listrik utama tersebut dapat berpengaruh terhadap operasi sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder, sistem purifikasi dan sistem penyedia daya darurat BRV10/20/30 dan jika gangguan tersebut terjadi pada saat reaktor sedang beroperasi dapat mengakibatkan reaktor scram dan shutdown secara otomatis sehingga kriteria keselamatan dipenuhi.*

*Kata kunci: gangguan listrik*

### ABSTRACT

*THE INFLUENCE OF ELECTRIC FAILURE TO THE OPERATION OF RSG-GAS CORE 61. The system of RSG-GAS electricity is designed for supplying the various of electric loads, voltages and safety classification of components. The electric resource were supplied by PLN, emergency gensets and batteries. The failure of main electricity supply PLN is detected by emergency bus bars system BNA/BNB/BNC through the Main Control Room (MGR) monitoring system. This failure has an impact on the primary coolant system operation, secondary coolant system, emergency power supplies BRV 10/20/30. If the PLN electric supply fails during reactor operation, the reactor will scram and automatically shutdown to fulfilled the reactor safety criterion.*

*Keyword: electric failure*

### 1. PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy (RSG-GAS) merupakan salah satu reaktor penelitian yang digunakan untuk penelitian, melayani kegiatan iradiasi, pendidikan dan pelatihan. RSG-GAS dibangun berdasarkan konsep reaktor kolam terbuka menggunakan beryllium sebagai reflektor, air sebagai pendingin dan moderator, daya termal nominal 30 MW dan fluks neutron maksimum di *Central Irradiation Position (GIP)* sebesar  $538 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2\text{s}^{[1]}$ .

Fasilitas RSG-GAS mempunyai sistem keselamatan *inheren* yang melekat di dalam desain teras reaktor serta dilengkapi dengan ragam keselamatan teknis (*Engineered Safety Feature, ESF*). *ESF* diimplementasikan dalam bentuk desain pertahanan berlapis maupun penggunaan prinsip redundan pada sistem keselamatan reaktor. Dalam mendesain reaktor digunakan prinsip *fail-safe*: yaitu setiap kegagalan yang terjadi pada sistem reaktor akan membuat reaktor *scram* (padam) secara otomatis sehingga kriteria keselamatan dipenuhi.

Probabilitas kegagalan fungsi dari komponen, struktur dan sistem (KSS) kelistrikan gedung RSG-GAS akan meningkat sejalan dengan umur pemakaian reaktor. Pengaruh kehandalan sistem kelistrikan RSG-GAS baik dalam kondisi normal maupun kondisi tidak normal perlu diketahui, agar kontinuitas pelayanan dapat dipertahankan. Penelitian pengaruh gangguan listrik terhadap kelangsungan operasi RSG-GAS perlu dilakukan, yang salah satunya melalui penelitian terhadap pengaruh gangguan listrik terhadap kegiatan operasi RSG-GAS pada teras 61.

## II. TEORI

### 2.1 Distribusi Daya Listrik

Sistem kelistrikan gedung RSG-GAS merupakan salah satu sistem bantu yang berperan mendukung kegiatan operasi reaktor. Faktor keberhasilan operasi reaktor salah satunya ditentukan oleh kehandalan sistem kelistrikannya yang dirancang dan dikonstruksi dengan menggunakan KSS yang telah memenuhi standar industri serta kriteria keselamatan tinggi. Walaupun demikian, kondisi lingkungan yang agresif dapat mempercepat efek penurunan atau degradasi material komponen dan selanjutnya menyebabkan degradasi fungsi dan atau kegagalan sistem.

Sistem distribusi kelistrikan RSG-GAS dibagi dalam 3 kelompok beban yaitu kelompok A pada train A, kelompok B pada train B dan kelompok C pada train C. Train A dipasok oleh BHT01, train B oleh BHT02 dan train C oleh BHT03. Kegagalan yang terjadi pada salah satu train tidak mempengaruhi operasi dari train lainnya.

Distribusi dayanya dilakukan melalui 2 busbar utama yaitu busbar utama I (BHA, BHB dan BHC) dan busbar utama II (BHD, BHE dan BHF) serta satu busbar darurat (BNA, BNB dan BNC). Busbar utama I terdapat di gedung bantu, busbar utama II dan

busbar darurat di gedung reaktor, masing-masing terhubung *interlock* dengan genset BRV10, BRV20 dan BRV30, sedangkan penyedia daya listrik RSG-GAS diperoleh dari 3 jenis sumber yang berbeda yaitu listrik PLN, *diesel-generator* (genset) dan baterai. Listrik PLN merupakan sumber penyedia utama yang dipasok dari Gardu Induk Serpong melalui saluran kabel bawah tanah pada tegangan 20 kV setelah melalui 3 unit transformator penurunan tegangan 20 kV/400 V BHT01, BHT02 dan BHT03 dengan kapasitas masing-masing 1600 kVA. Penyedia daya listrik genset dan baterai digunakan apabila suplai penyedia utama PLN mengalami gangguan.<sup>[2]</sup>

### 2.2 Moda Operasi Sistem Kelistrikan

Operasi sistem kelistrikan RSG-GAS dilakukan dengan 2 mode yaitu operasi normal dan darurat. Operasi normal adalah keadaan dimana penyedia daya listrik PLN ada dan memasok energi listrik pada konsumen RSG-GAS pada tegangan 380 volt (phasa-phasa) atau 220 volt (phasa-netral) dengan frekuensi 50 Hz. Sedangkan operasi darurat adalah keadaan dimana penyedia daya listrik PLN mengalami gangguan. Pada kondisi yang demikian, genset akan bekerja secara otomatis memasok beban ke sistem keselamatan reaktor. Sebelum genset siap memikul beban, maka beban sistem keselamatan reaktor disuplai oleh penyedia daya baterai. Waktu yang dibutuhkan genset untuk siap beroperasi lebih kurang 20 detik.

Untuk mencegah kerusakan akibat gangguan listrik terhadap beban, maka masing-masing unit busbar dilengkapi CB (pemutus daya) dengan *setting* waktu yaitu 0,40 detik untuk busbar utama I, 0,25 detik untuk busbar utama II, dan 0,10 detik untuk busbar darurat, dimana kapasitas masing-masing busbar yaitu 2500 A busbar utama I, 1600 A busbar utama II dan 800 A busbar darurat.<sup>[2]</sup>

### 2.3 Jenis gangguan listrik

Jenis-jenis gangguan listrik dari catu daya utama PLN maupun penyedia daya darurat yang digolongkan sebagai gangguan listrik pada sistem kelistrikan RSG-GAS antara lain aliran listrik putus, fluktuasi tegangan lebih besar 20 % dari tegangan nominal, putus aliran sesaat (kedip), dan fluktuasi frekuensi lebih besar 5 %. Jika salah satu jenis gangguan listrik ini terjadi dan melewati batas yang telah ditentukan dalam *Reactor Protection System (RPS)* maka gangguan-gangguan tersebut akan dirasakan oleh RPS dan selanjutnya ditampilkan dalam nyala lampu indikator pada panel Ruang Kendali Utama (RKU). Jika gangguan-gangguan listrik ini terjadi pada kondisi reaktor beroperasi maka dapat menyebabkan reaktor *scram*. Sebagai bentuk pengamanannya, reaktor akan *shut down*. Namun apabila gangguan tersebut tidak melewati batas yang ditentukan dalam RPS maka gangguan-gangguan tersebut tidak dirasakan oleh RPS, dan tidak menyebabkan reaktor *scram*. *Scram* dapat didefinisikan sebagai sistem pemadaman reaktor yang dilakukan oleh sistem proteksi reaktor yang dikarenakan adanya indikasi penyimpangan terhadap batas-batas nilai keselamatan reaktor pada sistem proteksi reaktor, sedangkan *shut down* sebagai sistem pemadaman reaktor yang dilakukan oleh petugas operator yang dikarenakan reaktor telah beroperasi sesuai dengan jadwal operasinya.<sup>[1]</sup>

### III. METODA PELAKSANAAN

Metoda yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh gangguan listrik terhadap operasi RSG-GAS teras 61 ini yaitu dengan cara mengevaluasi laporan hasil kegiatan operasi RSG-GAS teras LXI yang dilaksanakan pada 10 Mei 2007 sampai dengan 28 Agustus 2007 atau setara dengan 111 hari (2.664 jam) dimana dari hasil laporan kegiatan operasi ini antara lain diperoleh informasi gangguan listrik selama kegiatan

berlangsung dan mengevaluasi pengaruh gangguan listrik terhadap komponen dan sistem kelistrikan RSG-GAS berdasarkan *Electrical Safety Analysis Report of MPR-30*.

Salah satu informasi yang diperoleh dari *Electrical Safety Analysis Report of MPR-30* yaitu identifikasi dan penjelasan tentang Ragam Keselamatan Teknis (RKT) yang terdapat dalam rancangan beberapa komponen dan sistem untuk menopang sistem keselamatan yang disediakan oleh rancangan teras, batas pendingin reaktor, dan sistem proteksinya. Tujuan utama RKT adalah meniadakan atau meminimalisasi serendah mungkin radiasi nuklir yang keluar ke lingkungan apabila terjadi kecelakaan.

RKT yang terdapat dalam rancangan sistem ini antara lain sistem dan peralatan yang berhubungan dengan pembuangan panas atau panas peluruhan, sistem dan peralatan yang berhubungan dengan penjagaan integritas kolam reaktor, sistem dan peralatan yang berhubungan dengan penjagaan fungsi pengungkuh, sistem dan peralatan yang berhubungan dengan penjagaan reaktor *shut-down*, pengendalian, dan penyediaan daya listrik darurat masuk dalam kategori kelas A untuk menjamin *reliability* dan *availability* yang tinggi

Ketika catu daya utama mengalami gangguan maka sistem penyedia daya darurat akan beroperasi. Sistem penyedia daya darurat ini dibagi dalam 3 rangkaian dan berdiri sendiri, yang masing-masing dipasok oleh satu genset dan peralatan bantuannya seperti sistem *start-up* dan sistem penyedia bahan bakar dengan kemampuan 100% yang secara otomatis akan berfungsi sebagai catu daya darurat apabila catu daya utama mengalami gangguan.

Sistem UPS (*uninterruptible power supply*) disediakan untuk memasok sistem-sistem yang berhubungan dengan keselamatan yang membutuhkan daya yang tidak terputus selama kehilangan daya normal sampai beroperasinya genset. Sistem ini terdiri dari 3 redundan yang masing-masing

unit dipasang oleh *rectifier* dan baterai. Dua *rectifier* mampu memasok semua sistem yang tersambung. Masing-masing baterai mampu menyediakan daya untuk rangkaiannya sendiri selama 45 menit.<sup>[4]</sup>

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi yang diperoleh dari laporan hasil kegiatan operasi RSG-GAS teras 61 seperti ditunjukkan pada Tabel 1, dan Tabel 2

Tabel 1. Hasil kegiatan operasi RSG-GAS teras 61<sup>[3]</sup>

No	Uraian	Keterangan
1	Lama siklus	111 hari (2.664 jam)
2	Lama padam	64,42 hari (1.546,06 jam)
3	Lama operasi	46,58 hari (1.117,94 jam)
4	Operasi daya tinggi (15 MWD)	1.115,05 jam
5	Operasi daya rendah (0 s.d 5 MWD)	2,89 jam

Tabel 2. Informasi gangguan listrik selama kegiatan operasi RSG-GAS teras 61<sup>[4]</sup>

No	Tanggal	Pukul (WIB)	Jenis gangguan	Akibat yang ditimbulkan	Keterangan
1	25-05-2007	11.09 s.d 13.35	Listrik PLN trip	a. Sistem pendingin primer OFF b. Sistem pendingin sekunder OFF c. Sistem purifikasi OFF d. BRV10/20/30 ON	Reaktor <i>scram</i>
2	25-05-2007	16.09 s.d 17.03	Listrik PLN trip	a. Sistem pendingin primer OFF b. Sistem pendingin sekunder OFF c. Sistem purifikasi OFF d. BRV10/20/30 ON	Reaktor <i>scram</i>

Dari data kejadian gangguan catu daya listrik utama pada Tabel 2 diketahui bahwa pada hari dan tanggal yang sama reaktor mengalami dua kali gangguan listrik berupa listrik PLN trip yaitu 25 Mei 2007 pada pukul 11.09 WIB dan pukul 16.09 WIB yang mengakibatkan sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder dan sistem purifikasi tidak beroperasi (*OFF*), sehingga sistem penyedia daya darurat BRV10/20/30 beroperasi (*ON*). Pada saat gangguan tersebut terjadi reaktor sedang beroperasi pada daya 15 MW sehingga mengakibatkan reaktor *scram* dan sebagai bentuk pengamanannya reaktor *shut down*. Kondisi gangguan tersebut dapat dimonitor melalui RKU

pada panel kendali tegak melalui lampu indikator.<sup>[4]</sup>

CWJ 02 *voltage*  $V < 0,8 * V$   
BNA/BNB/BNC ON

CWQ 01 *system voltage not exist*  
BHD/BHE/BHF ON

Kehilangan catu daya listrik utama adalah sama dengan operasi catu daya listrik dalam keadaan darurat. Kejadian kehilangan catu daya utama akan diketahui melalui panel pembagi catu daya darurat BNA/BNB/BNC yang dimonitor oleh sistem keselamatan reaktor. Tegangan di monitor pada busbar daya darurat dan efektif setiap busbar dalam 2 dari 3. *Scram* reaktor tidak berawal dari sinyal tegangan, tetapi ditentukan oleh variabel proses

yang dimonitor oleh sistem keselamatan reaktor yang berdiri sendiri pada tingkat operasi.

Berawal dari kehilangan tegangan pada busbar daya darurat maka semua sistem yang menggunakan listrik akan mengalami kegagalan, kecuali yang menggunakan catu daya listrik yang berasal dari baterai. Dengan demikian sistem-sistem yang mengalami kehilangan catu daya listrik utama adalah :

1. Jalur distribusi tegangan BHA/BHB/BHC yang digunakan untuk catu daya listrik pompa sistem pendingin sekunder dan *incoming* ke catu daya BHD/BHE/BHF
2. Jalur distribusi tegangan BHD/BHE/BHF yang digunakan untuk catu daya listrik pompa sistem pendingin primer dan *incoming* ke catu daya BNA/BNB/BNC yang digunakan untuk :
  - a. Sistem penyearah untuk pemuatan baterai
  - b. Fan untuk proteksi radiasi
  - c. Motor penggerak batang kendali
  - d. Sistem redundansi ventilasi
  - e. Fasilitas pengukuran proteksi radiasi
  - f. Lampu darurat
  - g. Motor penggerak kanal *start-up*

Sedangkan sistem-sistem yang menggunakan catu daya listrik tak putus pada panel distribusi meliputi :

- a. Sistem keselamatan reaktor
- b. Instrumentasi dan kendali
- c. Instrumentasi proteksi radiasi
- d. Katup isolasi untuk isolasi gedung dan isolasi kolam reaktor
- e. Komputer proses
- f. Fasilitas percobaan
- g. Lampu-lampu keselamatan

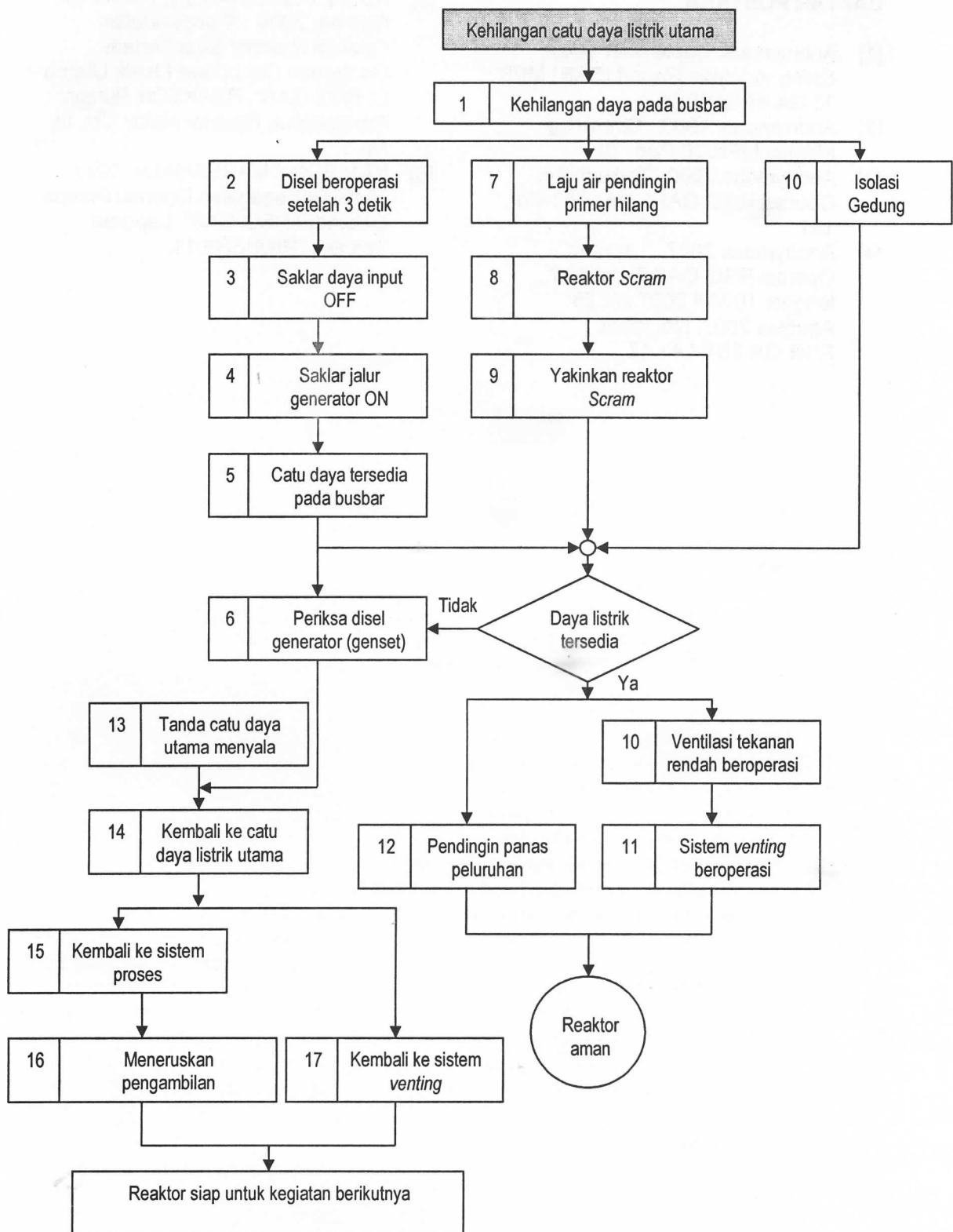
Gangguan catu daya listrik utama yang terjadi dua kali pada tanggal 25 Mei 2007 yaitu pukul 11.09 WIB sampai dengan 13.35 WIB dan pukul 16.09 WIB sampai dengan 17.03 WIB berupa listrik PLN trip terjadi saat reaktor sedang beroperasi pada daya 15 MW sehingga mengakibatkan reaktor *scram* dan sebagai bentuk pengamanannya reaktor *shut down*.

Gangguan catu daya listrik utama PLN pertama terjadi selama 2,26 menit yaitu pukul 11.09 WIB sampai dengan 13.35 WIB mengakibatkan sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder dan sistem purifikasi tidak beroperasi (*OFF*), serta sistem penyedia daya darurat BRV10/20/30 beroperasi (*ON*) sehingga reaktor *scram*. Setelah catu daya listrik utama PLN normal kembali pada pukul 13.35 WIB semua sistem dioperasikan kembali untuk persiapan reaktor *start-up* menuju daya kritis 2 MW sampai dengan pukul 16.09 WIB. Sedangkan gangguan catu daya listrik utama PLN kedua terjadi selama 0,94 menit yaitu pukul 16.09 WIB sampai dengan 17.03 WIB mengakibatkan sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder dan sistem purifikasi tidak beroperasi (*OFF*), serta sistem penyedia daya darurat BRV10/20/30 beroperasi (*ON*) sehingga reaktor *scram* kembali. Setelah catu daya listrik utama PLN normal kembali pada pukul 17.03 WIB semua sistem dioperasikan kembali untuk persiapan reaktor *start-up* menuju daya 5 MW sampai dengan pukul 20.30 WIB, kemudian daya reaktor dinaikkan secara bertahap menuju daya 15 MW pada pukul 24.00 WIB. Kondisi ini berlangsung hingga jadwal operasi berakhir.

## V. PENUTUP

Gangguan terhadap suplai daya listrik utama dapat diketahui oleh sistem keselamatan reaktor melalui panel tegak CWQ 01 yang terdapat di RKU yang menunjukkan kondisi catu daya darurat BNA/BNB/BNC.

Gangguan suplai daya listrik tersebut berpengaruh terhadap operasi sistem pendingin primer, sistem pendingin sekunder, sistem purifikasi dan sistem penyedia daya darurat BRV10/20/30. Gangguan tersebut mengakibatkan reaktor *scram* dan *shut down* ketika reaktor sedang beroperasi.



Gambar 1. Urutan kejadian dan pengendalian gangguan catu daya listrik utama<sup>[2]</sup>

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anonymous. September 1989. *Safety Analysis Report (SAR) MPR 30 GA SIWABESSY*
- [2] Anonymous. 1988. *Operating Manual MPR 30 Part: III*
- [3] Anonymous. 2000. "Buku Induk Operasi RSG-GAS", No : 152 s/d 161
- [4] Anonymous. 2007. "Laporan Operasi RSG-GAS Teras LXI", tanggal 10 Mei 2007 s/d 28 Agustus 2007, No. Ident. : RSGOR.28.04.41.4 7
- [5] KUSNO, SUGIHARSO, PARHADI. Oktober 2006 . "Pengendalian Operasi Reaktor Saat Terjadi Gangguan Catu Daya Listrik Utama Di RSG-GAS", REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir Vol. III, No. 2
- [6] YAN BONY MARSAHALA. 1999. "Analisis Kegagalan Operasi Pompa Sekunder RSG-GAS", Laporan Teknis, TRR/BSR/011.