

KEHANDALAN SISTEM HIDRAN GEDUNG RSG-GAS DENGAN CARA PENAMBAHAN CATU DAYA LISTRIK DARI DISEL BRV 30

Kiswanto, Teguh Sulistyo, Muhammad Taufiq, Yuyut S

Sub Bidang Sistem Elektrik Bidang Sistem Reaktor
Pusat Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy
Email: tsulistyo_teguh@yahoo.com

ABSTRAK

KEHANDALAN SISTEM HIDRAN GEDUNG RSG-GAS DENGAN CARA PENAMBAHAN CATU DAYA LISTRIK DARI DISEL BRV 30. Telah dilakukan kajian kehandalan sistem hidran gedung RSG-GAS setelah dilakukan penambahan suplai listrik dari diesel BRV 30 dan Automatic Transfer Switch. Hasil uji fungsi menunjukkan sistem pompa hidran gedung RSG-GAS yang dilengkapi dengan 2 unit motor induksi 3 phasa dan kapasitas masing-masing 55 kW/75 HP; 2 unit pompa centrifugal dan 1 unit tangki ekspansi (expansion tank) dapat dioperasikan secara manual maupun automatis sehingga air pada kolam penampung saat dipompakan ke dalam tangki ekspansi mencapai tekanan sebesar 8 bar sesuai nilai batas yang telah ditentukan melalui jalur pipa galvanis berdiameter 4-6 inc serta didistribusikan ke masing-masing lantai gedung reaktor hingga mencapai ketinggian 27 m dan Automatic Transfer Switch berfungsi baik memindahkan switch secara otomatis dari sumber listrik PLN ke sumber listrik diesel BRV 30 saat suplai listrik PLN terputus sehingga kehandalan sistem pompa hidran gedung RSG-GAS berfungsi baik.

Kata kunci: Automatic Transfer Switch

ABSTRACT

REALIBILITY OF FIRE HIDRANT SYSTEM AT RSG-GAS BUILDING BY ADDING OF ELECTRIC SUPPLY FROM DIESEL BRV30. Reliability studies have been conducted fire hydrant system RSG-GAS building after the addition of electricity supply from diesel BRV30 and automatic transfer switches. Function test results showed a building fire hydrant pump system RSG-GAS is equipped with 2 units of 3 phase induction motor capacity of 55 kW/75 HP; second centrifugal pump units and 1 unit of the expansion tank (expansion tank) can be operated either manually or automatically so that the water in the pool reservoir is pumped into the tank when the expansion reaches a pressure of 8 bar corresponding limit value is determined through the pipeline diameter galvanized inc 4-6 and distributed to each floor of the reactor building until it reaches the height of 27 m and automatic transfer switches function properly move the switch automatically from sources of electricity to the power source when the supply of diesel BRV30 electricity cut off so that the reliability of building a fire hydrant pump system functioning RSG-GAS.

Key words: Automatic Transfer Switch

1. PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy (RSG-GAS) merupakan fasilitas nuklir dengan tugas utamanya adalah melaksanakan penelitian, pengembangan teknologi reaktor, melakukan pelayanan iradiasi dan pengoperasian RSG-GAS dengan mengutamakan keselamatan.

Salah satu sistem keselamatan gedung RSG-GAS guna mengatasi kemungkinan terjadinya kebakaran yang diakibatkan oleh arus hubung singkat listrik, kerusakan peralatan dan lain sebagainya adalah sistem pemadam kebakaran. Sistem ini terdiri atas 2 unit pompa hidran (*booster pump pump*) dengan daya masing-masing 75 HP, 2 unit motor induksi 3

fasa, 55 kW/380 V; 50 Hz yang digunakan sebagai penggerak utama serta 1 unit tangki ekspansi dengan tekanan maksimum sebesar 8 bar yang digunakan untuk menampung air. Untuk mengoperasikan kedua unit pompa hidran dan motor induksi tersebut dilakukan melalui panel listrik sistem pompa hidran secara manual maupun automatis yang terdapat di dalam ruang pompa tersebut.

Saat ini sistem hidran gedung RSG-GAS memperoleh catu daya listrik dari sumber PLN. Jika catu daya listrik dari PLN terputus baik karena adanya gangguan maupun terjadi bencana alam seperti gempa bumi yang akan mengakibatkan catu daya listrik di seluruh kawasan dimatikan oleh pihak PLN sehingga secara tidak langsung sistem hidran

gedung RSG-GAS tidak dapat dioperasikan. Hal ini tidak diharapkan karena sistem hidran tergolong sistem keselamatan gedung RSG-GAS yang harus siap dioperasikan dalam kondisi darurat.

Untuk meningkatkan kehandalan sistem hidran gedung RSG-GAS, pada makalah ini akan dibahas penambahan catu daya listrik sistem hidran gedung RSG-GAS dari diesel BRV 30 dengan menggunakan *automatic transfer switch* (ATS). Seperti diketahui bersama bahwa sistem diesel RSG-GAS telah dirancang tahan terhadap gempa bumi sehingga dalam keadaan darurat masih dapat mencatut daya listrik ke beban. Diharapkan hasil penelitian ini dapat meningkatkan kehandalan sistem hidran gedung RSG-GAS.

2. DESKRIPSI SISTEM

Sistem pompa hidran merupakan salah satu bagian dari sistem pemadam kebakaran gedung

RSG-GAS yang digunakan untuk menyalurkan pasokan air dari Puspittek ke sistem pemadam kebakaran gedung RSG-GAS apabila terjadi kebakaran di lingkungan gedung reaktor. Pada Gambar 1 ditunjukkan bangunan pompa hidran kebakaran gedung reaktor RSG-GAS yang berada di lingkungan gedung reaktor, sedangkan pada Gambar 2 ditunjukkan susunan motor pompa hidran sistem pemadam kebakaran yang terdapat di dalam gedung pompa hidran. Sistem pompa hidran pemadam kebakaran gedung RSG-GAS dilengkapi dengan 2 unit motor induksi 3 fasa dengan kapasitas masing-masing 55 kW/75 HP; 2 unit pompa sentrifugal dan 1 unit tangki ekspansi (*expansion tank*) yang dioperasikan secara manual maupun automatis serta beberapa buah katup yang digunakan untuk membuka atau menutup aliran air.



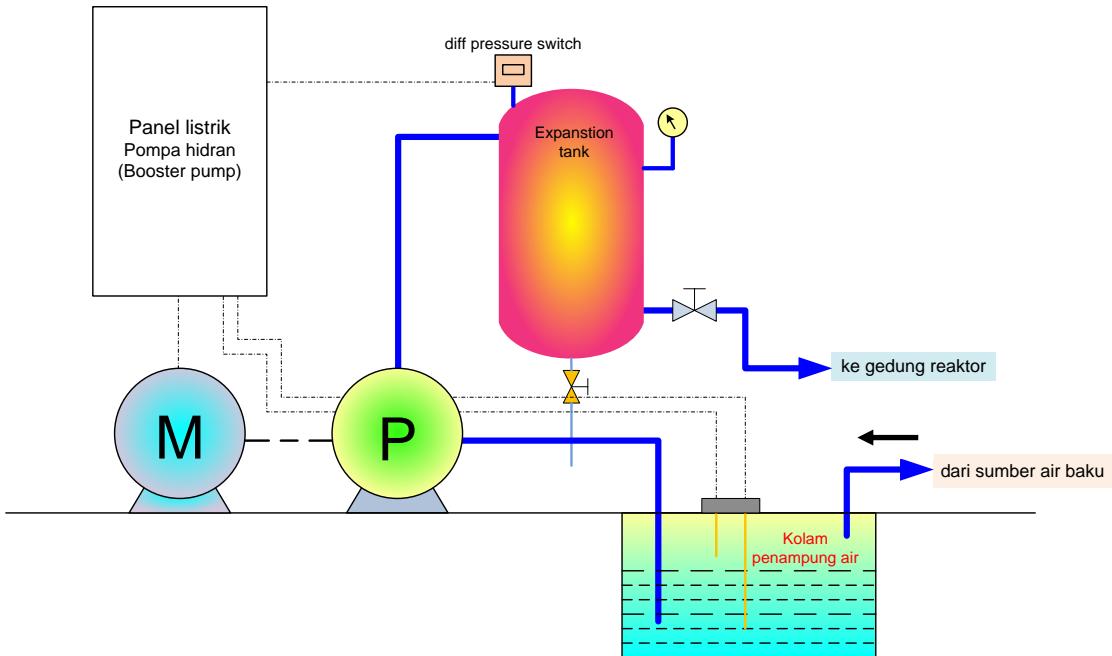
Gambar 1. Gedung pompa hidran kebakaran gedung reaktor RSG-GAS



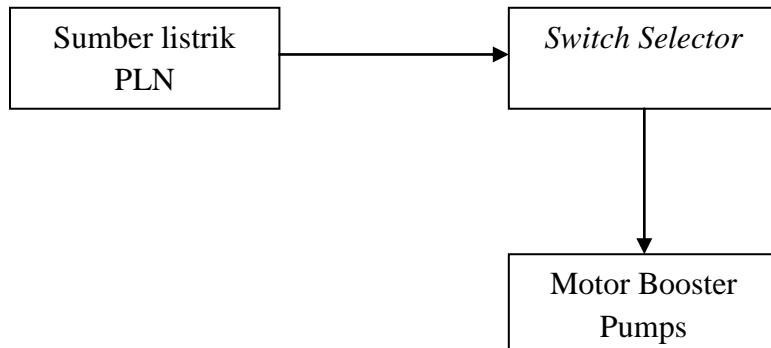
Gambar 2. Sistem pompa hidran kebakaran gedung reaktor RSG-GAS

Pada Gambar 3, ditunjukkan skema sistem pompa hidran pemadam kebakaran gedung RSG-GAS. Air pada kolam penampung di pompaikan ke dalam tangki ekspansi hingga mencapai tekanan sebesar 8 bar sesuai nilai batas yang telah ditentukan, melalui jalur pipa galvanis berdiameter 4 dan 6 inch, air didistribusikan pada masing-masing lantai gedung reaktor hingga mencapai ketinggian

lebih kurang 27 meter. Bila salah satu katup keluaran air hidran yang berada dalam gedung reaktor terbuka maka tekanan air pada tangki ekspansi akan menurun, bila penurunan tekanan pada tangki ekspansi hingga mencapai tekanan 4 bar maka pompa akan bekerja untuk mengisi air ke dalam tangki ekspansi hingga tekanan maksimum sebesar 8 bar tercapai.



Gambar 3. Skema sistem pompa hidran gedung RSG-GAS



Gambar 4. Skema suplai listrik sistem pompa hidran gedung reaktor RSG-GAS

Pada Gambar 4, sistem pompa hidran gedung reaktor RSG-GAS energi listriknya disuplai hanya dari sumber listrik PLN. Selama catu daya listrik PLN tidak terputus moda operasi sistem pompa hidran gedung reaktor RSG-GAS dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan cara memindahkan *switch selector* ke posisi manual atau otomatis untuk memilih pompa hidran yang akan beroperasi.

3. TATA KERJA

Tahapan kegiatan meliputi studi, survey lapangan, pembuatan gambar rancangan, perhitungan kapasitas beban terpasang dan menentukan kebutuhan bahan dan peralatan.

Hasil survey diperoleh data spesifikasi genset BRV30, yaitu:

Kapasitas stand by sebesar 569 kVA atau 455 kW (untuk operasi selama 1 sampai 12 jam)

Kapasitas normal : 518 kVA atau 414 kW

Tegangan : 400 V/231 V, dengan regulasi tegangan $\pm 0,5\%$

Frekuensi : 50 Hz

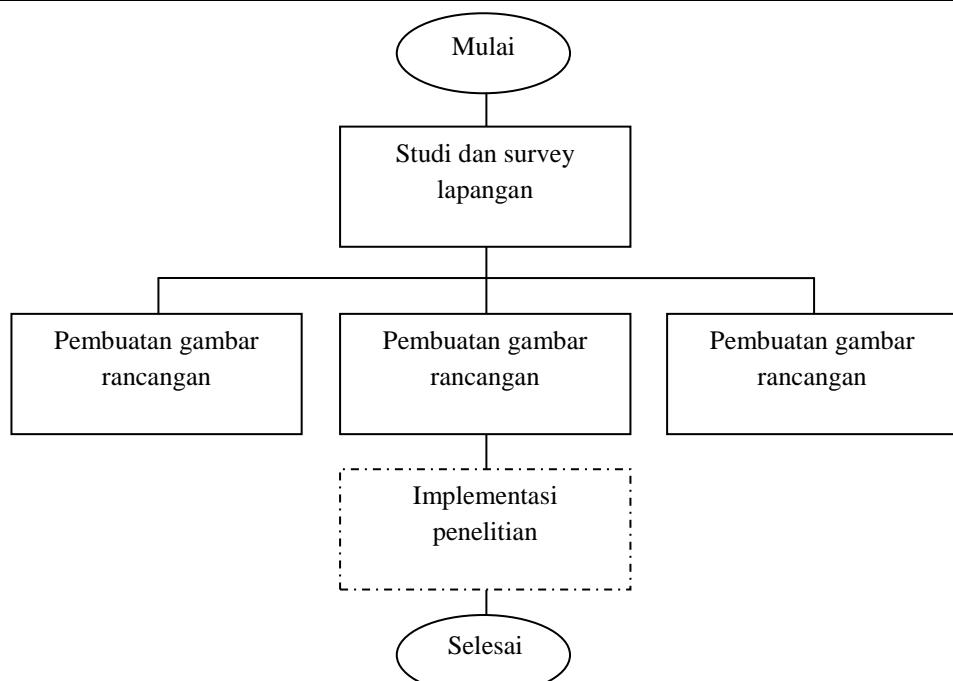
Power factor : 0,8 lag

Putaran : 1500 rpm

Efisiensi : 93,7 % pada beban 50 %

93,6 % pada beban 75 %

93,0 % pada beban 100 %



Gambar 5. Tahapan kegiatan penelitian

Hasil survey diperoleh data spesifikasi genset BRV30, yaitu:

Kapasitas stand by sebesar 569 kVA atau 455 kW (untuk operasi selama 1 sampai 12 jam)

Kapasitas normal : 518 kVA atau 414 kW

Tegangan : 400 V/231 V, dengan regulasi tegangan $\pm 0,5\%$

Frekuensi : 50 Hz

Power factor : 0,8 lag

Putaran : 1500 rpm

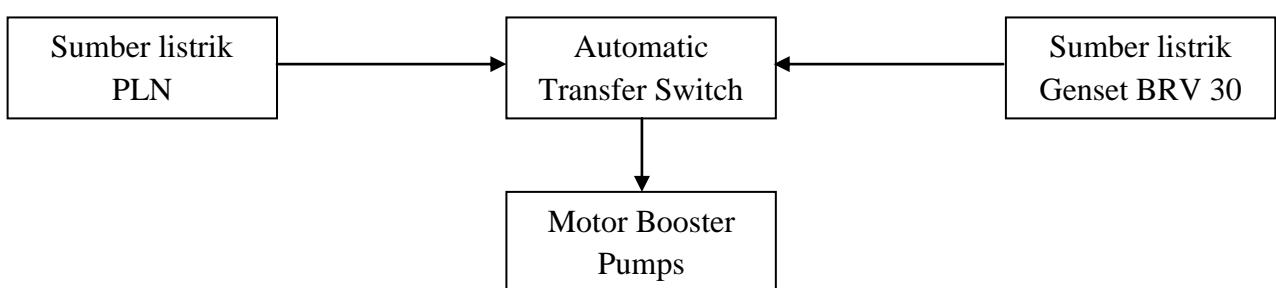
Efisiensi : 93,7 % pada beban 50 %

93,6 % pada beban 75 %

93,0 % pada beban 100 %

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan ini menambahkan peralatan *Automatic Transfer Switch* dan sumber listrik dari diesel BRV 30. Peralatan *Automatic Transfer Switch* merupakan peralatan elektronik yang dapat memindahkan *switch* secara otomatis dari sumber listrik PLN ke sumber listrik diesel BRV 30.



Gambar 6. Blok diagram rancangan catu daya listrik listrik sistem pompa hidran gedung reaktor RSG-GAS menggunakan *Automatic Transfer Switch*

Operasi Genset

Dalam keadaan normal, tegangan, frekuensi sumber listrik PLN selalu dipantau oleh sistem proteksi reactor (RPS). Bila suatu saat harga tegangan ini lebih kecil dari 80 % atau lebih besar 120 % dan harga frekuensi berfluktuasi ± 5 % maka sistem RPS akan memberikan sinyal *start* ke disel setelah selang waktu 1-2 detik sejak kejadian itu dirasakan. Disel membutuhkan waktu start selama ± 14 detik sebelum dapat memikul beban dengan sistem operasi disel seperti ini maka masih ada kekosongan suplai daya listrik untuk sistem hidran selama 14 detik, akan tetapi keadaan ini tidak akan mengganggu kinerja sistem hidran.

Perhitungan Kapasitas Beban Terpasang Disel

Kapasitas disel BRV 30 sebesar 518 kVA atau $518 \text{ kVA} \times 0,8 = 414 \text{ kW}$

Daya terpakai pada disel BRV 30 saat ini sebesar 100 kVA atau $100 \text{ kVA} \times 0,8 = 80 \text{ kW}$

Daya tersisa pada disel BRV 30 saat ini sebesar $414 \text{ kW} - 80 \text{ kW} = 334 \text{ kW}$

Beban motor pompa hidran per unit sebesar 55 kW atau untuk 2 unit sebesar $55 \text{ kW} \times 2 = 110 \text{ kW}$

Dari perhitungan di atas maka disel BRV 30 masih dapat memikul beban tambahan dari sistem hidran, yaitu:

$$334 \text{ kW} - 110 \text{ kW} = 224 \text{ kW}$$

Efisiensi disel untuk beban $< 50\%$ adalah sebesar 93,7%, maka untuk beban 100 kVA besarnya efisiensi yaitu:

Beban BRV30, yaitu:

$$\frac{100}{518} \times 100\% = 19,3\%$$

Efisiensi BRV 93,7%, sebesar $50\% \times 518 =$

259 kVA

$$100 + 110 = 220 \text{ kVA}$$

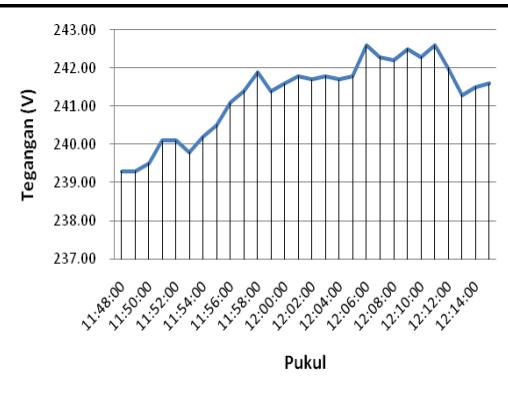
$$\frac{220}{518} \times 100\% = 42,5\%$$

Jadi kenaikan beban BRV30 sebesar 42,5 %

Dengan demikian sisa daya terpasang pada disel BRV 30 sebesar 224 kW ini masih dapat digunakan untuk kebutuhan yang lainnya.

Hasil pengukuran

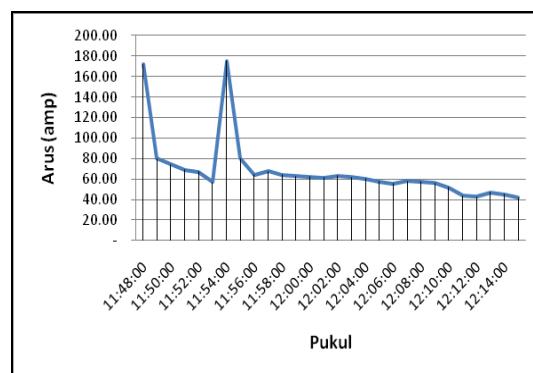
Hasil pengukuran tegangan, arus, frekuensi, daya motor dan power faktor (pf) ditunjukkan pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 11.



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran tegangan

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan

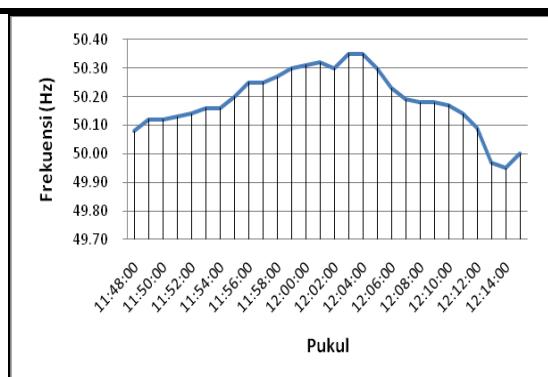
| | | |
|-----------|-------|------|
| Maksimum | 242,6 | volt |
| Rata-rata | 241,3 | volt |
| Minimum | 239,3 | volt |



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran arus

Tabel 2. Hasil pengukuran arus

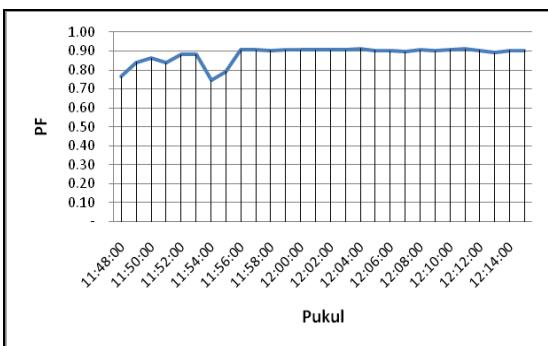
| | | |
|-----------|-------|-----|
| Maksimum | 175,3 | amp |
| Rata-rata | 67,8 | amp |
| Minimum | 41,6 | amp |



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran frekuensi

Tabel 3. Hasil pengukuran frekuensi

| | | |
|-----------|------|----|
| Maksimum | 50,4 | Hz |
| Rata-rata | 50,2 | Hz |
| Minimum | 49,9 | Hz |



Gambar 10. Grafik hasil pengukuran PF

Tabel 4. Hasil pengukuran power faktor (PF)

| | |
|-----------|------|
| Maksimum | 0,91 |
| Rata-rata | 0,88 |
| Minimum | 0,75 |

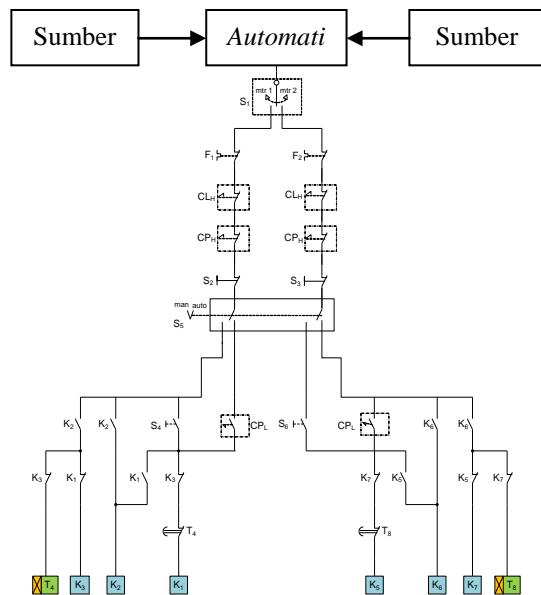
Untuk mengoperasikan motor pompa 1 secara automatis dilakukan dengan cara memindahkan *switch selector* S1 ke posisi motor 1, memindahkan *switch selector* S5 ke posisi automatis, lihat Gambar 11. Pada kondisi ini motor pompa 1 bekerja secara automatis. Motor pompa 1 bekerja berdasarkan perubahan tekanan air pada tangki ekspansi yang dikontrol oleh komponen *differential pressure switch* yaitu CP *low* dan CP *high* serta sensor ketinggian air kolam penampung yaitu *Control Level low*, *CL_{low}* dan *Control Level high*, *CL_{high}*. Apabila

air tangki ekspansi mengalami penurunan CP *low* hingga mencapai tekanan minimum sebesar 4 bar dan air pada kolam penampung melampaui nilai batas minimum ketinggian air yang terpantau melalui indikator CL *low* maka kontaktor K1, K2 dan timer T4 bekerja. Dalam keadaan seperti ini Kontaktor K1 beserta kontaktor K2 akan menghubungkan pasokan daya listrik 3 fasa ke motor pompa melalui hubung bintang. Dalam waktu lebih kurang 3 sampai 5 detik timer T4 akan memutuskan pasokan daya listrik ke kontakor K1 dan mengaktifkan kontaktor K3 untuk bekerja pada hubung segitiga. Jadi pada kondisi seperti ini, pasokan daya listrik 3 fasa motor pompa padam kebakaran gedung RSG-GAS beralih dari hubung bintang ke hubung segitiga sehingga diperoleh tegangan kerja 380 volt; 50 Hz. Motor pompa 1 akan berhenti bekerja hingga kontrol tekanan air *Control Pressure High* pada tangki ekspansi tercapai.

Sedangkan untuk mengoperasikan motor pompa 2 secara otomatis dilakukan dengan cara memindahkan *switch selector* ke posisi motor 2 sehingga kontaktor K5, K6 dan timer T8 bekerja. Dalam keadaan seperti ini kontaktor K5 akan menghubungkan pasokan daya listrik 3 fasa ke motor pompa melalui hubung bintang dan timer T8. Dalam waktu lebih kurang 3 sampai 5 detik timer T8 memutus pasokan daya listrik ke kontakor K5 dan mengaktifkan kontaktor K6 bekerja pada hubung segitiga. Jadi pada kondisi seperti ini, pasokan daya listrik 3 fasa motor pompa padam kebakaran gedung RSG-GAS beralih dari hubung bintang ke hubung segitiga sehingga diperoleh tegangan fasa-fasa 380 volt; 50 Hz. Motor pompa akan berhenti bekerja apabila batas tekanan air pada *Control Pressure High* tangki ekspansi telah mencapai tekanan 8 bar.

Hasil uji fungsi menunjukkan sistem pompa hidran kebakaran gedung RSG-GAS dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Panel listrik sistem pompa hidran yang dilengkapi dengan 2 unit motor induksi 3 phasa kapasitas 55 kW/75 HP; 2 unit pompa sentrifugal dan satu unit tangki ekspansi (*expansion tank*) dapat dioperasikan secara manual maupun automatis sehingga air pada kolam penampung saat dipompa ke dalam tangki ekspansi mencapai tekanan sebesar 8 bar sesuai nilai batas yang telah ditentukan melalui jalur pipa galvanis berdiameter 4-6 inc air serta didistribusikan ke masing-masing lantai gedung reaktor hingga mencapai ketinggian 27 meter.

Apabila salah satu katup keluaran air hidran yang berada dalam gedung reaktor terbuka maka tekanan air pada tangki ekspansi akan menurun. Apabila penurunan tekanan pada tangki ekspansi mencapai tekanan kurang dari 4 bar maka pompa akan bekerja untuk mengisi air kedalam tangki ekspansi hingga tekanan maksimum sebesar 8 bar tercapai.



Gambar 11. Diagram satu garis sistem kontrol pompa hidran RSG-GAS

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan *Automatic Transfer Switch* diharapkan kehandalan sistem pompa hidran RSG-GAS lebih baik karena apabila sumber listrik PLN terputus ATS secara otomatis berpindah ke sumber listrik dari genset BRV 30, sehingga sistem pompa hidran RSG-GAS dapat beroperasi

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, *Electrical Safety Analysis Report of MPR-30*, Interatom, GmBH
2. Anonymous, GmBH, *Electrical Component of MPR-30*, Interatom, GmBH
3. PT. SISTEM ELECTRIC INDONESIA, Laporan *Power Analisa*, Pusat Reaktor Serba Guna Gedung 30, Juli 2008
4. PT. SISTEM ELECTRIC INDONESIA, Laporan *Power Analisa*, Pusat Reaktor Serba Guna Gedung 30, Agustus 2008
5. SUMANTO, Motor listrik arus bolak-balik, Edisi Pertama, Yogyakarta, 1993
6. ZUHAL, Dasar Tenaga Listrik, Penerbit ITB, Bandung, 1982
7. A.E FITZGERALD, Mesin-mesin listrik, Edisi ke-empat, Penerbit Erlangga Jakarta, 1990
8. Muhammad Taufiq, Teguh Sulistyo, Kiswanto, Yuyut S, Evaluasi unjuk kerja sistem pompa hidran gedung RSG-GAS setelah dilakukan perawatan, REAKTOR Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, Vol. VIII, No. 1 April, 2011