

## GANGGUAN OPERASI RSG-GAS PADA SIKLUS OPERASI 61-75

Slamet Wiranto

Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN  
Kawasan Puspipstek Serpong Gedung No. 30, Kota Tangerang Selatan – Banten  
E-mail: prsg@batan.go.id

### ABSTRAK

**GANGGUAN OPERASI RSG-GAS PADA SIKLUS OPERASI 61-75.** Belakangan ini sering terjadi gangguan operasi Reaktor Serba Guna GA Siwabessy (RSG-GAS) yang mengakibatkan pemadaman atau penurunan daya reaktor yang berpengaruh terhadap proses dan jadwal operasi reaktor. Kondisi ini tentu sangat mengganggu program kerja RSG-GAS dan pengguna reaktor. Untuk mengurangi dan atau menghilangkan gangguan tersebut maka perlu dilakukan kajian dengan cara mengamati, mempelajari asal dan jenis gangguan, kemudian mengevaluasi untuk mendapatkan solusi yang terbaik. Dari kajian ini diperoleh data bahwa gangguan penyebab pemadaman/penurunan daya reaktor sebanyak 57 kali oleh terjadinya trip listrik dari PLN, sebanyak 39 kali oleh kegagalan komponen/sistem, dan 7 kali oleh kesalahan operator. Kerusakan pada komponen & sistem tetapi tidak mengganggu jalannya operasi reaktor berjumlah 1063 kasus, hampir 99% dari gangguan tersebut dapat diperbaiki kembali. Antisipasi untuk mengatasi gangguan ini dilakukan dengan mengkomplain PT PLN agar memperbaiki pelayanannya, meningkatkan kinerja sistem perawatan dan perbaikan, serta memberikan pelatihan yang cukup kepada operator reaktor. Dari pengamatan data gangguan secara rinci diperoleh kesimpulan bahwa sistem perawatan/perbaikan RSG-GAS telah berlangsung relatif baik.

Kata kunci: gangguan, operasi, reaktor

### ABSTRACT

***DISTURBANCES OF RSG-GAS OPERATION AT OPERATING CYCLE 61-75.*** Lately frequent disruption reactor operation of RSG-GAS, which resulted in power outages or reduction reactor power, that influence the process and reactor operations schedule. This condition is certainly very disturbing to the work programs and users of RSG-GAS reactor. To reduce or eliminate the disorder, it is necessary to study by observing, studying the initiate and type of disturbance, and then evaluate to find the best solution. From this study the data that the disorder causes of outages/decrease in reactor power as much as 57 times by the trip of electricity, as much as 39 times by the failure of the component/system, and 7 times by operator error. Damage to the components & systems but do not disrupt the operation of the reactor amounted to 1063 cases, nearly 99% of the disorder can be repaired again. Anticipation to overcome this interference was done by complain to PT PLN to improve its services, improve system performance maintenance and repairs as well as provide adequate training for reactor operators. From data disturbances in detail, it is concluded that system maintenance and repair of RSG-GAS has been going relatively well.

Keywords: disturbance, operation, reactor

### PENDAHULUAN

Setiap awal tahun, jadwal operasi RSG-GAS telah dikeluarkan dan diumumkan ke seluruh dunia melalui media internet. Sudah menjadi kewajiban bagi operator RSG-GAS untuk menepati jadwal operasi yang telah diumumkan tersebut. Namun pada

kenyataannya berdasarkan pengalaman yang lalu sering terjadi gangguan operasi yang sangat mengganggu ketepatan jadwal operasi yang sudah ditetapkan.

Pada periode Mei 2007 hingga Agustus 2011 sering terjadi gangguan, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar fasilitas,



yang mengganggu berlangsungnya operasi reaktor. Hal ini dapat memaksa daya reaktor harus diturunkan dan atau bahkan reaktor harus dipadamkan. Lebih parah lagi jika gangguan terjadi pada bagian akhir siklus pada saat reaktivitas lebih teras telah mengecil akan memberikan akibat operasi reaktor tertunda hingga lebih dari 24 jam, karena pada saat ini konsentrasi racun Xenon<sup>[1]</sup> yang timbul tidak mampu lagi dikompensasi oleh reaktivitas lebih teras reaktor yang tersisa. Kondisi ini tentu akan sangat mengganggu ketepatan jadwal operasi reaktor yang telah ditetapkan, di samping akan sangat merepotkan RSG-GAS, khususnya bagi para pelaksana operasi reaktor.

Ditinjau dari segi asal gangguan, gangguan yang mungkin terjadi pada RSG-GAS, dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu gangguan yang berasal dari luar fasilitas berupa pemadaman atau trip sesaat pasokan listrik PLN, dan gangguan yang berasal dari dalam fasilitas berupa gangguan pada komponen dan atau sistem pendukung reaktor.

Ditinjau dari jenis gangguan dapat pula dibedakan menjadi dua bagian, yaitu gangguan yang dapat mengganggu jalannya operasi reaktor seperti penurunan daya atau pemadaman reaktor dan gangguan yang terjadi pada komponen dan atau sistem pendukung reaktor tetapi tidak mengganggu jalannya operasi reaktor.

Dalam makalah ini disajikan deskripsi singkat tentang RSG-GAS beserta sistem pendukungnya dan dilengkapi dengan data gangguan yang telah terjadi di RSG-GAS berdasarkan asal dan jenis gangguan, kemudian dilakukan pembahasan untuk mendapatkan solusi penanganannya agar di masa yang akan datang gangguan-gangguan tersebut dapat dikurangi atau bahkan dapat dihilangkan.

## TEORI <sup>[2]</sup>

Reaktor Serba Guna GA Siwabessy (RSG-GAS) adalah reaktor yang digunakan untuk beberapa tujuan, seperti untuk penelitian, produksi isotop, dan pendidikan & pelatihan. Fasilitas RSG-GAS dibangun berdasarkan konsep reaktor kolam terbuka menggunakan air sebagai pendingin dan moderator, serta menggunakan *Beryllium* sebagai reflektor. Fasilitas RSG-GAS didesain dengan daya termal nominal 30 MW dan fluks neutron maksimum di *Central Irradiation Position*

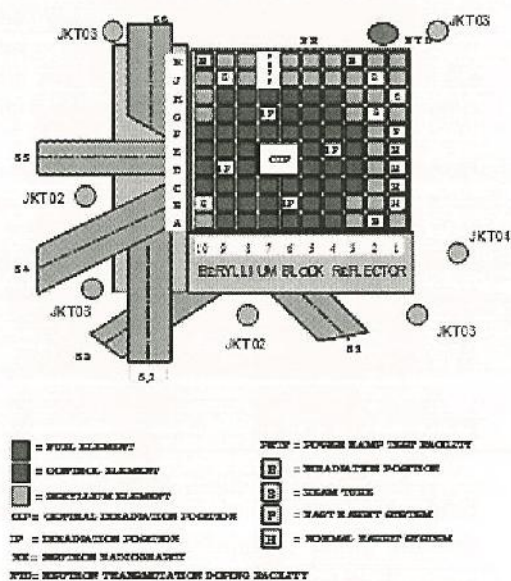
(CIP) sebesar  $5,38 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>.s, dengan prinsip paparan minimum terhadap masyarakat dan operator RSG-GAS selama operasi normal maupun kondisi kecelakaan.

Komponen-komponen teras reaktor disusun pada kisi-kisi yang terdiri atas 10 × 10 posisi. Kisi-kisi dikelilingi oleh selubung teras untuk mengarahkan aliran pendingin agar melewati komponen-komponen teras. Di luar selubung teras, blok reflektor berbentuk-L terbuat dari *Beryllium* diletakkan berdampingan dengan teras reaktor. Kisi terdiri atas 100 lubang penahan elemen bakar ( $U_3Si_2Al$ ), elemen kendali (*AgInCd*), reflektor *Beryllium*, dan fasilitas iradiasi (lihat Gambar 1).

Susunan teras reaktor terdiri atas 40 elemen bakar standar, 8 elemen bakar kendali dan fasilitas iradiasi yang terdiri atas 12 posisi. Keseluruhan posisi ini membentuk kisi 8 × 8. Ruang kosong yang masih tersisa pada kisi-kisi diisi dengan elemen reflektor *beryllium* dan fasilitas iradiasi.

Elemen bakar kendali dirancang untuk dapat disisipi penyerap jenis-garpu (*fork type*). Perangkat penyerap terdiri atas dua bilah *AgInCd* yang diberi lapisan baja tahan karat (SS 321).

Sistem kendali berfungsi untuk mengendalikan fluks neutron di reaktor dengan gerakan perangkat penyerap pada arah vertikal ke dalam dan ke luar elemen kendali untuk mengatur reaktivitas teras reaktor.

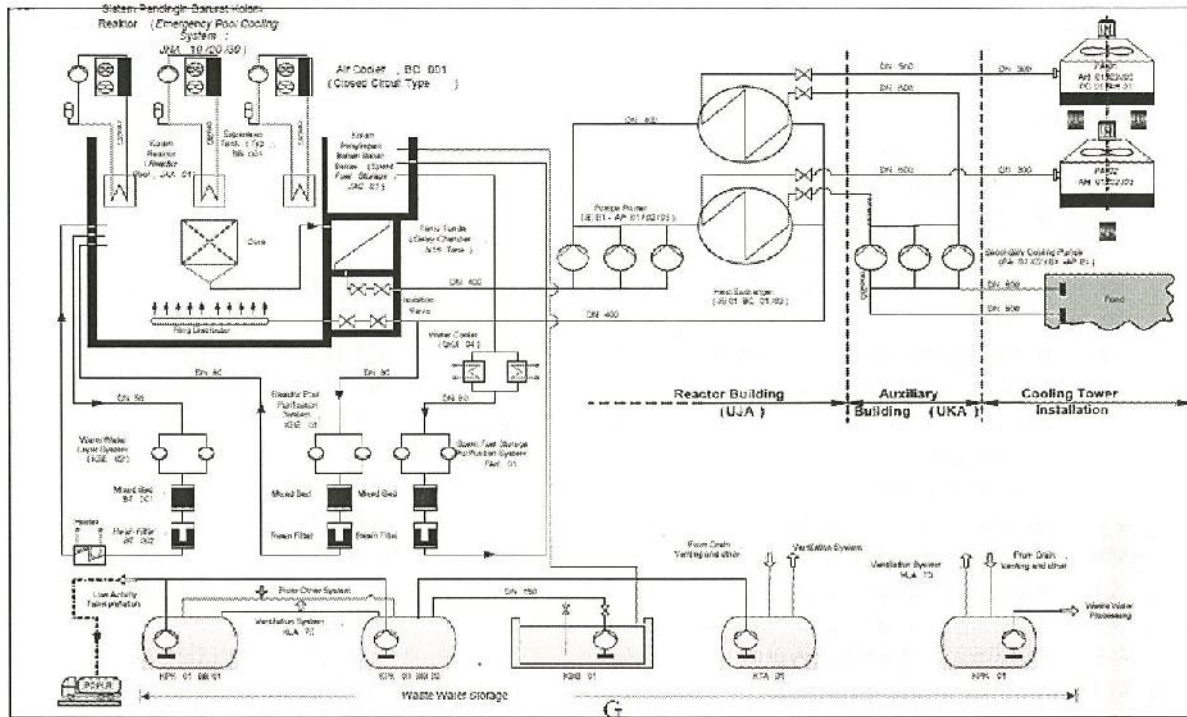


Gambar 1. Teras RSG-GAS



Selain sistem utama reaktor seperti tersebut di atas, RSG-GAS dilengkapi dengan beberapa sistem bantu reaktor yang diperlukan agar operasi reaktor dapat berlangsung dengan aman sesuai target, dengan resiko sekecil mungkin baik terhadap pesonil, instalasi maupun lingkungan. (Lihat Gambar 2).

RSG-GAS memerlukan banyak sub-sistem bantu yang dapat dibedakan menurut moda operasinya yaitu sistem yang harus dioperasikan secara terus menerus, sistem yang bekerja secara otomatis, dan sistem yang hanya dioperasikan jika reaktor dioperasikan.



Gambar 2. Diagram segaris Fasilitas RSG-GAS

Menurut fungsinya sistem bantu reaktor dibedakan menjadi: sistem proses, sistem ventilasi, sistem elektrik, sistem monitor radiasi dan sistem instrumentasi dan kendali.

Sistem proses adalah sistem yang mendukung proses pembuangan panas reaktor, yaitu sistem pendingin utama reaktor beserta sistem lain terkait, mulai dari sistem produksi dan distribusi air bebas mineral, sistem purifikasi air pendingin primer dan air kolam penyimpan bahan bakar bekas, sistem lapisan air hangat kolam, sistem perawatan secara kimia air pendingin sekunder, hingga sistem-sistem penampungan limbah cair baik limbah aktif maupun non aktif.

Sistem ventilasi selain digunakan untuk menjaga kenyamanan dan mencegah penuaan komponen sistem. Sistem ventilasi digunakan pula untuk mencegah penyebaran kontaminasi udara yang mungkin timbul dalam pengoperasian reaktor nuklir. Berdasarkan tingkat radiasi daerah yang dilayani sistem

ventilasi dapat dibedakan dalam 3 kelompok yaitu daerah tingkat radiasi menengah (IRZ = *Intermediate radiation Zone*), daerah tingkat radiasi rendah (LRZ = *Low Radiation Zone*), dan daerah nonradiasi.

Pasokan daya listrik RSG-GAS berasal dari PT PLN melalui 2 (dua) sirkuit tegangan tinggi 20 kV, 3805 kVA untuk memenuhi

kebutuhan daya listrik gedung reaktor dan gedung perkantoran sebesar sekitar 2500 kVA. Tegangan rendah disediakan oleh 3 (tiga) transformator penurun tegangan (BHT01, BHT02, dan BHT03) menjadi 380 V AC secara redundan. Secara prinsip, beban elektrik yang dimiliki tiap-tiap grup redundan dihubungkan ke masing-masing redundan panel distribusi utama. Satu dari tiga buah sistem catu daya redundan terdiri dari:

- a. Daya normal 380 V AC,
- b. Daya darurat 380 V AC,
- c. Daya tak putus  $\pm 24$  V DC, 220 VDC, 220 VAC, dan 380 VAC.



Dalam hal kegagalan catu daya normal, tiap-tiap panel distribusi darurat dipasok oleh 3 buah *Diesel-generator* yang independen (BRV10, BRV20, dan BRV30), khusus melayani pasokan listrik untuk komponen dan sistem yang berhubungan dengan keselamatan

reaktor.

Dalam Tabel 1 diberikan daftar sistem bantu reaktor berikut kode (KKS) dan moda operasinya. Tabel 2 menyajikan data gangguan komponen reaktor.

Tabel 1. Daftar sistem bantu RSG-GAS dan Moda operasinya<sup>[3]</sup>

No.	Nama sistem	KKS	Moda operasi
<b>Sistem Proses</b>			
1	Sistem pendingin primer	JE 01	C
2	Sistem purifikasi air tangki reaktor	KBE 01	A
3	Sistem purifikasi dan pendingin air kolam penyimpan bahan bakar bekas	FAK 01	A
4	Sistem purifikasi dan lapisan air hangat kolam reaktor	KBE 02	A
5	Sistem penampung air kolam reaktor	KBB 01	A
6	Sistem penampung limbah cair aktivitas rendah	KPK 01	A
7	Sistem penampung limbah cair aktivitas menengah	KPK 02	A
8	Sistem penampung limbah cair komponen primer	KTA 01	A
9	Sistem penampung dan pemindah resin	KBK 01	A
10	Sistem penyedia dan distribusi udara bertekanan	SCA 01/02	B
11	Sistem produksi air bebas mineral	GCA 01	B
12	Sistem penampung dan distribusi air bebas mineral	GHC 02/01	B
13	Sistem floating <i>beam tube</i>	KWA 01	A
14	Sistem pendingin fasilitas iradiasi <i>Iodine Loop</i>	BT S1	C
15	Sistem bola-bola pembersih HE	PAH 01/02	C
16	Sistem drainase lantai daerah aktif	KTF 01	B
17	Sistem pendingin sekunder	PA 01/02/03	C
18	Sistem pengisi air kolam menara pendingin	PA 04	B
19	Sistem <i>blow down</i> dan drainase air menara pendingin	PA 05	B
20	Sistem penjaga kualitas air pendingin sekunder	PAQ 01/02/03	B
21	Sistem pengisi kolam <i>raw water</i>	GBA 01	B
22	Sistem drainase lantai daerah non aktif	GMA 01	B
23	Fasilitas <i>hot cell</i>		A
24	Fasilitas <i>rabbit system</i>	JBB 01	C
25	Fasilitas daya <i>ramp</i>	PRTF	C
<b>Sistem Ventilasi</b>			
	Sistem ventilasi daerah radiasi menengah, terdiri dari	KLA	
1	Sistem pemasok udara segar	KLA 10	A
2	Sistem udara buang	KLA 20	A
3	Sistem resirkulasi balai operasi	KLA 31	A
4	Sistem resirkulasi balai percobaan	KLA 32	A
5	Sistem resirkulasi ruang bantu	KLA 33	A
6	Sistem resirkulasi ruang pendingin primer	KLA 34	A
7	Sistem ventilasi pengatur tekanan rendah	KLA 40	B
8	Sistem ventilasi kolam reaktor	KLA 60	A, B
9	Sistem ventilasi daerah radiasi tinggi	KLA 70	A
10	Sistem air pendingin <i>non safety related</i>	QKJ01/02/03	B
		KLE	

Tabel 1. ... (Lanjutan)

Sistem ventilasi daerah radiasi rendah, terdiri dari:

1	Sistem pemasok udara segar	KLE 10	A
2	Sistem udara buang	KLE 20	A
3	Sistem resirkulasi ruang proteksi reaktor redundan 1	KLE 31	A
4	Sistem resirkulasi ruang proteksi reaktor redundan 2	KLE 32	A
5	Sistem resirkulasi ruang proteksi reaktor redundan 3	KLE 33	A
6	Sistem resirkulasi ruang kendali utama & komputer	KLE 34	A
7	Sistem resirkulasi ruang pengukuran dan panel listrik	KLE 35	A
8	Sistem ventilasi ruang tangga ( <i>stair case</i> )	KLE 50	A
9	Sistem air pendingin <i>safety related</i>	QKJ10/20/30	B

Sistem ventilasi non radiasi, terdiri dari:

1	Sistem ventilasi ruang kendali darurat	KLD10/20/30	A
2	Sistem ventilasi gedung bantu	KLC 01 - 04	A

**Sistem Elektrik**

1	Sistem Trafo	BHT01/02/03	A
2	Sistem catu daya dan penerangan busbar utama di gedung bantu	BHA/BHB/B HC	A
3	Sistem catu daya dan penerangan busbar utama di gedung reaktor	BHD/BHE/BH F	A
4	Sistem catu daya dan penerangan busbar darurat	BNA/BNB/B NC	A
5	Sistem catu daya tak putus ± 24 VDC	BWE/BWF/B WG	A
6	Sistem catu daya tak putus 220 dan 380 VAC	BRA/BVA/BR B	A
7	Sistem catu daya tak putus 220 VDC	BTP/BTU/BTJ	A
8	Sistem diesel darurat	BRV10/20/30	B

**Sistem monitor radiasi**

1	Sistem monitor radiasi gamma	UJA 01 - 09	A
2	Monitor radiasi udara (alfabeta aerosol & gas mulia)	KLK 01 - 06	A
3	Monitor radiasi air proses		A

**Sistem Instrumentasi & Kendali**

1	Sistem batang kendali	JDA 01 - 09	C,B
2	Sistem proteksi reaktor		B
3	Sistem proses, ventilasi, elektrik, monotor radiasi dll		A
4	Sistem <i>Acces control</i>		A

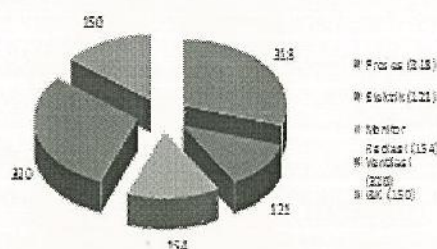
A = dioperasikan secara terus menerus, B = beroperasi secara otomatis, C = hanya dioperasikan jika reaktor beroperasi.



Tabel 2. Data gangguan komponen reaktor yang tidak menyebabkan reaktor scram, siklus operasi 61-75

No	Sistem yang terganggu	Jumlah	Keterangan
1	Sistem Proses	318	315 dapat dinormalkan, sistem SCA02 refungsionalisasi
2	Sistem Ventilasi	320	319 dapat dinormalkan
3	Sistem elektrik	121	Dapat dinormalkan
4	Sistem instrumentasi & kendali	150	149 dapat dinormalkan
5	Sistem proteksi radiasi	154	153 dapat dinormalkan
Jumlah gangguan		1063	99% dapat dinormalkan

Gambar 3 menyajikan Gangguan komponen RSG-GAS yang tidak menyebabkan reaktor seram siklus operasi 61-75.



Gambar 3. Gangguan komponen RSG-GAS yang tidak menyebabkan reaktor scram siklus Operasi 61-75

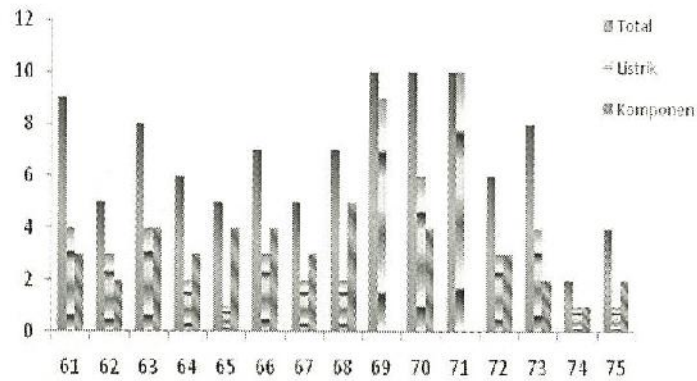
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gangguan komponen (Tabel 2) terbesar terjadi pada komponen sistem ventilasi dan sistem proses yaitu 320 dan 318 kasus per 15 siklus operasi atau sekitar 6 kasus per bulan. Hal ini disebabkan pada kedua sistem tersebut mempunyai jumlah komponen yang banyak. Untuk sistem ventilasi gangguan terbesar terjadi pada sistem pendingin air (*water chiller*), karena pada sistem ini selain jumlah komponen relatif banyak juga sistem ini bekerja pada media air, sehingga rawan korosi dan mudah menggangukinerja komponen.

Gangguan terbesar pada sistem proses (Gambar 4) terjadi pada katup-katup, di samping terjadi pada sistem pemasok udara tekan (SCA 02) sebelum dilakukan refungsionalisasi. Dari 121 kasus gangguan sistem elektrik sebagian besar terjadi pada

lampu penerangan, sedang untuk sistem monitor radiasi sebagian besar gangguan terjadi pada membran pompa udara. Untuk sistem instrumentasi dan kendali sebagian besar gangguan terjadi pada unit penggerak batang kendali dan pada kanal ukur daya reaktor. Data yang diperoleh dari lembar evaluasi permintaan perbaikan dan izin kerja (PPIK) menunjukkan bahwa 99% gangguan-gangguan tersebut dapat diperbaiki kembali, selain sistem SCA02 yang harus dilakukan penggantian sistem secara keseluruhan.

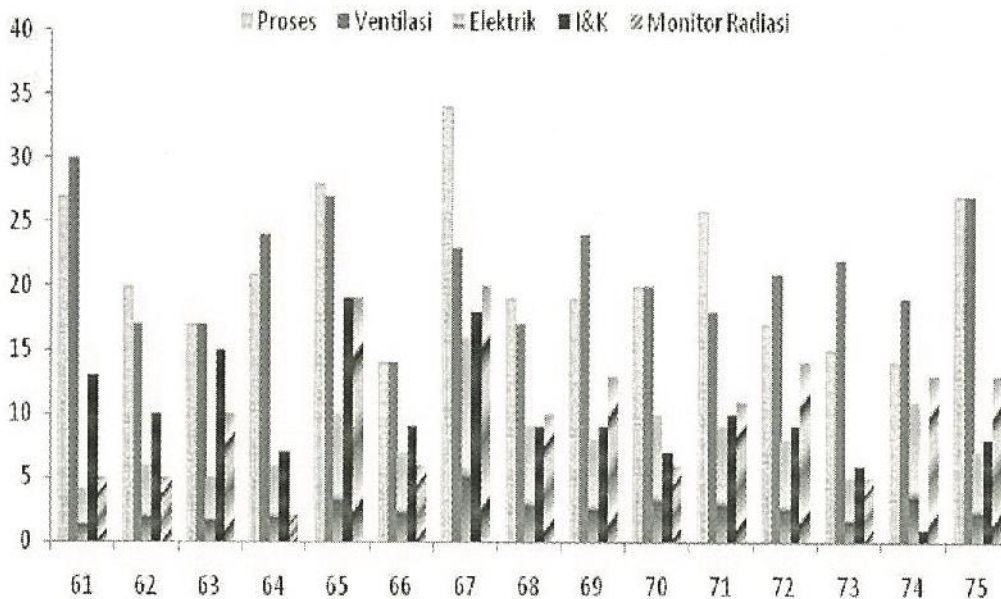
Pada Gambar 5 dan Gambar 6 disajikan secara rinci dari siklus operasi 61 hingga siklus operasi 75, gangguan yang menyebabkan penurunan/pemadaman daya reaktor dan gangguan komponen reaktor yang tidak mengganggu jalannya operasi reaktor, untuk mengetahui kinerja sistem perawatan dan perbaikan RSG-GAS.



Gambar 4. Rincian gangguan operasi RSG-GAS Siklus operasi 61-75

Dari Gambar 4 terlihat bahwa gangguan operasi terbesar terjadi pada siklus operasi 69, 70 dan 71 berupa gangguan listrik dari PLN, di mana pada saat itu sedang terjadi kerusakan pada salah satu pembangkit listrik di PLTU Suralaya dan dilakukan sistem giliran untuk daerah Jabotabek sehingga mengganggu

kestabilan pasokan listrik PT PLN. Untuk gangguan yang berasal dari kegagalan komponen terlihat jelas bahwa mulai siklus operasi 68 terjadi penurunan gangguan yang cukup tajam, hal ini menunjukkan bahwa perbaikan dan perawatan komponen berlangsung cukup baik.



Gambar 5. Rincian gangguan komponen RSG-GAS yang tidak menyebabkan reaktor scram, siklus operasi 61-75

Pada Gambar 5 untuk sistem ventilasi dan sistem elektrik jumlah gangguan dari siklus ke siklus relatif stabil, sedang untuk sistem proses dan sistem Instrumentasi dan Kendali ada sedikit penurunan, namun untuk sistem monitor radiasi memberikan indikasi kenaikan.

Data tersebut di atas memberikan indikator bahwa sistem perbaikan dan

perawatan di RSG-GAS berlangsung dengan baik, gejala kenaikan jumlah gangguan pada sistem monitor radiasi masih termasuk kategori wajar karena RSG-GAS telah beroperasi hampir 24 tahun sehingga beberapa komponen telah mengalami proses penuaan.



## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Gangguan yang menyebabkan pemadaman/penurunan daya reaktor berjumlah 103 kali terdiri dari 57 kali oleh terjadinya trip listrik dari PLN, 39 kali oleh kegagalan komponen/sistem, dan 7 kali oleh kesalahan operator.
2. Kerusakan pada komponen & sistem tetapi tidak mengganggu jalannya operasi reaktor berjumlah 1063 kasus, hampir 99 % dari gangguan tersebut dapat diperbaiki kembali.
3. Antisipasi untuk mengatasi gangguan ini dilakukan dengan mengkomplain PT PLN agar memperbaiki pelayanannya, meningkatkan kinerja sistem perawatan dan perbaikan serta memberikan pelatihan yang cukup kepada operator reaktor.
4. Dari pengamatan data gangguan secara rinci memberikan kesimpulan bahwa sistem perawatan/perbaikan RSG-GAS telah berlangsung dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kuntoro, I, Diktat Diklat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor MPR-30". Jakarta, (1989).
2. Anonim, "Laporan Analisa Keselamatan RSG-GAS", revisi 10. Jakarta Th. 2010.
3. Anonim, "Operating Manual of MPR-30 Part IV" Jakarta, (1988).
4. Anonim, "Buku Induk Operasi RSG-GAS No 224 - 275", Serpong (2007 – 2011).
5. Wiranto, S., "Pengaruh kegagalan satu pompa pendingin sekunder terhadap operasi reaktor RSG-GAS " Prosiding seminar nasional teknologi dan aplikasi reaktor nuklir di PRSG-BATAN, Serpong, (2009).
6. Anonim, "Buku Induk Permintaan Perbaikan dan Izin Kerja RSG-GAS" Serpong, (2007 -2011).