

## PERAWATAN SISTEM DAN KOMPONEN PENDUKUNG PROSES 2 DI RSG-GAS

Aep Saepudin Catur, Djunaidi

### ABSTRAK

**PERAWATAN SISTEM DAN KOMPONEN PENDUKUNG PROSES 2 DI RSG-GAS.** Perawatan pada proses 2 sebagai usaha untuk memelihara dan memperbaiki peralatan proses 2 agar dapat bekerja normal kembali. Tugas utama dari proses 2 adalah membuang panas dari hasil operasi reaktor (proses 1) ke lingkungan dan tugas yang lainnya mendukung tugas utama. Oleh karena itu apabila terdapat kendala pada proses ini, maka reaktor juga tidak dioperasikan. Kegiatan perawatan pada proses 2 ini sangat banyak, terutama perawatan rutin yang berkala, karena banyaknya SSK (Sistem Struktur dan Komponen) proses yang beroperasi secara bersamaan. Sistem proses 2 terdiri dari sistem pendingin sekunder yang dilengkapi dengan komponen-komponen penunjangnya dan juga komponen bantu seperti pompa, katup, pipa dan juga bejana, kolam, menara, crane dan kompresor. Perawatan sistem proses 2 yang sifatnya *In Service Inspection* melibatkan personil di luar PRSG. Dengan perawatan yang baik dan benar sesuai prosedur pada proses 2, maka sistem tersebut masih sangat memadai dalam mendukung operasi reaktor.

Kata Kunci : RSG-GAS, Proses 2, Perawatan

### ABSTRACT

**MAINTENANCE OF SYSTEM AND PROCESS SUPPORTING COMPONENTS OF PROCESS 2 AT THE G.A. SIWABESSY REACTOR.** Maintenance of process 2 is aimed to keep and fix of the process 2 equipments to enable them operate normally. The main job of process 2 is to release heat produce during reactor operation during reactor operation to the various maintenance measures especially periodic maintenances rise due to a robust structures, system and components require coincidentally be operated. The process 2 system consists of secondary cooling system equipped by supporting components and another components including pumps, valves, piping and vessels, pond, cooling tower, crane and compressors. Maintenance of process 2 system is realized by implementing "In Service Inspection" involving outside worker. Proper maintenance will lead structures systems and components able to be operated safety and healthy.

Key words : RSG-GAS, Process 2, Maintenance

### PENDAHULUAN

Reaktor Serba Guna G.A.Siwabessy (RSG-GAS) merupakan reaktor riset dengan daya nominal 30 MW dan untuk reaktor riset daya sebesar itu termasuk reaktor daya tinggi, oleh karena itu persyaratan-persyaratan keselamatan yang berlaku untuk reaktor ini cukup tinggi. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk dapat menunjang keselamatan operasi reaktor, diantaranya melakukan perawatan/pemeliharaan terhadap sistem dan komponen-komponen reaktor. Yang termasuk di dalam perawatan adalah : perawatan sistem mekanik, sistem proses, sistim ventilasi, sistem instrumentasi dan kendali, sistem listrik, sisten eksperimen dan juga melakukan *In Service Inspection (ISI)*.

Perawatan adalah usaha-usaha untuk memelihara dan memperbaiki peralatan agar dapat bekerja normal kembali. Perawatan sistem proses harus

dilakukan untuk dapat mempertahankan dan meningkatkan keandalan sistem yang teraktualisasi dalam unjuk kerja suatu instalasi<sup>[1]</sup>. Besaran keandalan suatu sistem adalah kebolehjadian kemampuan suatu sistem yang beroperasi selang waktu tertentu sampai mengalami kegagalan operasi. Proses 2 adalah seluruh sistem yang berada di luar lingkungan kolam reaktor yang berfungsi untuk memindahkan panas dari alat penukar panas ke udara luar (atmosfir) melalui menara pendingin. Perawatan proses 2 merupakan bagian terbesar dari perawatan sistem yang mana proses 2 mengambil porsi pembuangan panas dari hasil operasi reaktor ke atmosfer, sehingga komponen-komponen penting yang terlibat juga banyak masih ditambah lagi beberapa komponen penting sistem bantu. Kegiatan pelaksanaan perawatan untuk proses 2 ini dikelompokkan atas dasar waktu pelaksanaannya, mulai dari yang pendek, waktu berkala dan waktu

panjang yang dikenal dengan perbaikan/service. Setiap sistem dilengkapi dengan prosedur atau juklak untuk merawat/memelihara dengan baik dan benar yang berasal dari pemasok reaktor. Selain yang bersifat rutin masih ada perawatan yang sifatnya inspeksi, yaitu melakukan pemeriksaan terhadap bagian penting dari komponen utama reaktor secara berkala bahkan sampai dengan ISI dengan menggunakan peralatan khusus<sup>[2]</sup>. Selain itu selalu ada saja kendala dalam pelaksanaan perawatan dilapangan sehingga diperlukan suatu evaluasi setiap tahunnya agar pelaksanaannya dapat lebih baik lagi di kemudian hari. Dengan demikian hasil pelaksanaan perawatan proses 2 bersamaan dengan proses 1 dapat bekerja dengan baik dan

tidak mudah rusak untuk menunjang kelancaran operasi reaktor waktu berikutnya.

## SISTEM PROSES 2

Proses 2 adalah seluruh sistem yang berada di luar lingkungan kolam reaktor atau sebagai pendukung proses 1. Pelaksanaan perawatan pada sistem proses 2 harus dilakukan dengan baik, dimana interval waktu perawatan sangat bervariasi dan pelaksanaan perawatan tergantung dari sistemnya sendiri, apakah pelaksanaan perawatan, inspeksi dapat dilakukan pada saat reaktor beroperasi atau harus menunggu pada saat reaktor *shutdown*. Berikut ini sistem-sistem yang dikelompokkan dalam proses 2.

Tabel 1. Sistem-sistem yang tergabung pada proses 2<sup>[1]</sup>

No	Sistem	Kode Penamaan Sistem (KKS)
1.	Sistem pendingin sekunder termasuk menara pendingin termasuk menara pendingin	PA01/02/03
2.	Sistem pembersih <i>tube side</i> penukar kalor	PAH 01/02
3.	Sistem pengolah air bebas mineral	GCA01
4.	Sistem distribusi air bebas mineral	GHC01
5.	Sistem air buangan dan penampungan air, untuk -air kolam reaktor -komponen primer -air kondensasi sistem ventilasi, laboratorium dan vasilitas lain -air buangan dari lantai gedung reaktor -air buangan sistem pendingin sekunder	KBB01 KTA01 KPK01 KTF01 GMA
6.	Sistem penyedia udara tekan	SCA02
7.	Sistem distribusi udara tekan	SCA01
8.	Sistem jembatan di permukaan kolam reaktor	FCB01
9.	Sistem pesawat angkat	SMJ 10/20/30 & SMK01
10.	Sistem akses orang dan barang	JM & JME

Pelaksanaan perawatan sistem-sistem diatas dapat dilakukan pada saat reaktor sedang beroperasi dan saat reaktor *shut down*<sup>[3]</sup>. Seperti kebanyakan sistem diatas dapat dilakukan perawatan, inspeksi pada saat kapanpun dimana pada lembar kendali (*Control Sheet*) diberi tanda POP (*Plant Operation*) PSD (*Plant Shutdown*) tanda ini digunakan untuk perawatan pada saat *shut down* dan SOP (*Sistem in Operation*) dan SSD (*Sistem Shut Down*) diberikan untuk perawatan hanya bila sistem dioperasikan dan bila sistem *shutdown*.

Secara umum pengklasifikasian komponen di dalam instalasi RSG-GAS terbagi atas 3 katagori yaitu kelas keselamatan, kelas kualitas dan kelas seismik, selanjutnya yang berkaitan erat dengan perawatan proses 2 adalah kelas keselamatan. Kelas keselamatan komponen reaktor terbagi dalam kelas A, B dan C. Kelas A adalah komponen yang apabila dioperasikan akan berpengaruh langsung terhadap keselamatan, kelas B berpengaruh tidak langsung

terhadap keselamatan dan kelas C tidak berpengaruh terhadap keselamatan. Untuk proses 2 komponen/peralatan yang berada di dalam gedung reaktor termasuk kelas B sedangkan peralatan/ komponen yang berada di gedung bantu termasuk kelas C<sup>[4]</sup>. Dengan demikian perawatan pada proses 2 sebagian besar menggunakan menggunakan perawatan rutin dan hanya sebagian saja yang dikenakan program inspeksi dan ISI. Perawatan dan ISI dilaksanakan untuk menjamin kesesuaian dengan batasan dan kondisi yang menadai akan status keselamatan dari reaktor.

Perawatan sistem dan komponen di RSG-GAS dilakukan berdasarkan kalender jadwal perawatan setiap tahunnya dan juga berdasarkan pada instruksi pabrik pembuat sistem dan komponen yang digunakan. Untuk proses 2 perawatan yang dilakukan adalah perawatan mekanik biasa, oleh karena itu pekerjaan rutin yang dijalankan adalah penggantian oli, gemuk, komponen habis pakai,

komponen yang aus, *setting* dan *service/overhaul* sesuai waktu yang ditentukan oleh buku petunjuk.

Yang kedua inspeksi untuk proses 2 berkaitan dengan mekanik hanyalah sistem pendingin sekunder PA 01/02/03. Jenis inspeksi interlok pompa sekunder dilakukan setiap tahun, uji fungsi pompa cadangan selang waktu setiap bulan dan uji visual pompa sekunder termasuk kedua sistem pembersih *tube side* penukar kalor pada setiap pergantian *shift*. Selain itu masih ada suatu kegiatan yang bersifat ISI, yang bisa dilakukan untuk proses 2. Pada usia RSG-GAS menjelang 20 tahun pernah dilakukan (ISI) yaitu pengujian kondisi pompa sekunder dengan metode getaran. Dalam kenyataan sehari-hari setiap mesin yang bergerak/berputar pasti akan menimbulkan getaran akibat ketidak stabilan gerak tersebut, hal itu akan memiliki bentuk grafik atau ciri laku untuk setiap mesin pada usia pemakaian tertentu. Pada umumnya frekuensi yang timbul dalam suatu sinyal getaran tergantung pada kecepatan putar, jumlah sudu kalau itu kipas dan jumlah bola kalau itu bearing. Frekuensi tersebut terdiri dari frekuensi dasar dan frekuensi kelipatan dari frekuensi dasar, serta tingginya amplitudo getaran akan menunjukkan kerusakan atau cacat pada mesin tersebut. Mesin sudah beroperasi dalam jangka waktu yang lama, maka amplitudo getaran akan berubah dan perubahan getaran akan menunjukkan perubahan kondisi mesin yang dapat berarti mesin menuju cacat atau kerusakan. Pemantauan ini bisa dilakukan secara dini sehingga kerusakan yang lebih parah dapat diprediksi dan dicegah.

#### **TATA KERJA**

Implementasi yang dijalankan pada perawatan sistem proses 2 telah dilengkapi dengan prosedur atau juklak yang sudah baku dari pemasok reaktor. Aktivitas perawatan dilakukan berdasarkan

interval waktu yang telah ditentukan dalam petunjuk perawatan dan juga telah dibuat jadwal perawatan/inspeksi selama satu tahun kalender. Kemungkinan ada sedikit penyimpangan dari prosedur dan jadwal karena tidak tersedianya suku cadang dipasaran dan kelambatan itu merupakan kendala yang terjadi di lapangan.

Pelaksanaan perawatan pada proses 2 yang bersifat rutin seperti pelumasan, penggantian komponen habis pakai (sangat banyak) dan hal ini menjadi semakin penting karena usia reaktor yang telah melebihi 20 tahun sementara tuntutan unjuk kerja yang baik masih harus dipertahankan. Perawatan rutin atau inspeksi dilakukan secara berkala mulai dari interval penggantian *shift*, mingguan, bulanan, triwulan, enam bulan tahunan dan 10 tahunan. Selanjutnya pihak manajemen melengkapinya dengan *maintenance control sheet* dengan kode-kode tertentu. Yang kedua untuk perawatan yang sifatnya perbaikan, penggantian komponen yang rusak ataupun *overhaul*, memerlukan penelusuran lebih jauh agar kinerjanya normal kembali. Perawatan seperti ini disesuaikan dengan petunjuk pabrik pembuat alat dan kebutuhan-kebutuhan lainnya terhadap alat tersebut.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pembuatan jadwal pelaksanaan perawatan untuk satu tahun kalender yang digabung dengan kegiatan operasi reaktor dirancang dan dikoordinasikan dengan bidang-bidang terkait agar kegiatannya tidak tumpang tindih. Jadwal perawatan pada prinsipnya untuk mengatur kegiatan perawatan rutin, inspeksi yang terencana setiap tahunnya, sedangkan perbaikan-perbaikan dan kerusakan yang tidak dapat diprediksi lebih mengutamakan pada kepentingan operasi alat tersebut. Contoh jadwal perawatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Tabel 1. Perbedaan Sistem Pendingin Primer dan Sekunder

No.	Sistem Pendingin Primer	Sistem Pendingin Sekunder	Keterangan
1.	Kelas kualitas material 1 (s.s)	Kelas kualitas material 1/2/3 (ss, baja karbon)	Pipa, pompa, katup, tangki
2.	Kelas keselamatan A	Kelas keselamatan A,B dan C	Pipa, pompa, katup, tangki
3.	Air bebas mineral	Air PAM + Aditif	Fluida
4.	Terkungkung bangunan	Sama dengan udara luar	Lokasi
5.	Terkontaminasi	Tidak terkontaminasi	Kondisi Fluida
6.	Tidak boleh ada kebocoran	Boleh terjadi rembesan dan tetesan	Kebocoran Fluida

Dengan demikian penanganan perawatan untuk proses 2 lebih longgar dari pada penanganan perawatan proses 1. Hasil-hasil perawatan dan inspeksi dan juga perbaikan biasanya dievaluasi setiap minggu pada rapat harian pagi, hal ini menunjukkan adanya suatu tanggung jawab dan jaminan keselamatan operasi reaktor untuk interval waktu tertentu.

Pada umur operasi reaktor diatas 20 tahun mulai bermunculan peralatan/sistem/komponen yang mengalami degradasi dalam kinerjanya sehingga perlu dilakukan suatu revitalisasi peralatan tersebut, mengganti bagian yang sudah tidak normal lagi sehingga peralatan tersebut dapat beroperasi normal kembali dan dapat memenuhi spesifikasi teknik untuk sebuah reaktor riset. Kegiatan refungsionalisasi atau perbaikan kerusakan fatal diluat jadwal perawatan pada proses 2 cukup banyak karena jumlah peralatan penunjang juga banyak. Peralatan penunjang untuk proses 2 yang pernah mengalami refungsionalisasi/perbaikan/overhaul diantaranya :

Menara pendingin karena sudah lama digunakan (bukan dari faktor pembebanan) telah lama mengalami degradasi, dilakukan refungsionalisasi memakan waktu lebih dari sebulan termasuk uji fungsi, *setting*, kalibrasi dan penggantian komponen-komponen penting yang berkaitan dengan pembuangan panas ke atmosfer terutama yang berbahan plastik/fiber.

Sistem pembersih *tube side* alat penukar kalor PAH01 dan PAH02 dibagian dalam pipa sekunder mengalami korosi, oleh karena itu saringan bola-bola karet harus diganti total dengan cara *overhaul* pada kedua sistem pembersih tersebut.

Sistem Pengolah air bebas mineral GCA01, karena kualitas air yang dihasilkan menurun dan tangki penampungan air bebas mineral terjadi kebocoran maka dilakukan pembersihan dan penggantian resin penukar ion dan perbaikan tangki air kemudian dilakukan uji fungsi kembali.

Sistem penyedia udara tekan SCA 01 dengan 2 unit kompresor, karena telah lama beroperasi sehingga sampai sering tidak maksimal kinerjanya, oleh karena itu dilakukan perbaikan/pembongkaran dan penggantian komponen-komponen utama.

Sistem pesawat angkat (*crane*), pernah tidak dapat berfungsi dengan baik karena telah lama digunakan dan harus diganti komponen-komponen yang sudah tua kemudian dioperasikan kembali.

Penggantian pompa sekunder karena telah lama beroperasi maka fibrasi tinggi saat beroperasi, laju alir pompa kadang kadang turun dan kadang kadang normal kembali oleh karena itu pompa sekunder AP 002 perlu diganti.

Penggantian pipa sekunder karena termakan usia, ada genangan air dibagian bawah dalam pipa pada saat tidak beroperasi dan juga adanya pengaruh bahan kimia air pendingin sekunder sehingga bagian dalam pipa berkarat, sehingga pipanya perlu diganti.

Pelaksanaan ISI untuk sistem proses 2 ini tidak banyak dilakukan. Sebagai laporan untuk pengecekan titik-titik pengelasan pipa dilakukan dengan NDT dengan peralatan *X-ray* yang dilakukan pada interval waktu 5 dan 10 tahun, yang melibatkan personil pusat lain, dan hasilnya pun sampai saat ini baik, belum menunjukkan adanya kebocoran. Selain itu pernah juga dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi mesin-pompa sekunder dengan menggunakan metode getaran sebelum dilakukan penggantian<sup>[5]</sup>. Pengujian getaran dilakukan pada posisi rumah bearing horisontal dan vertikal dengan peralatan akselerometer tipe piezoelektrik pada saat pompa sedang beroperasi. Sinyal getaran dianalisis dengan menggunakan *FFT analyzer* untuk mendapatkan sinyal frekuensi dari pompa, dengan cara membandingkan amplitudo pada frekuensi tertentu dengan amplitudo pada frekuensi lainnya akan dapat diketahui kondisi mesin-pompa tersebut. Berikut ini hubungan antara frekuensi yang timbul dengan kondisi mesin saat itu.

Tabel 2. Hubungan antara frekuensi yang timbul dan kondisi Mesin

Penyebab	Frekuensi	Arah getaran	Keterangan
Komponen rotasi yang tak seimbang	1 x rpm	Radial	Getaran berlebihan
As bengkok	Biasanya 1 x rpm Sering 2 x,3 x	Radial dan axial	Kerusakan yang sering terjadi
<i>Rolling</i> elemen <i>Bearing</i> rusak ( <i>ball, roller</i> )	Frekuensi tumbukan tiap komponen	Radial dan axial	Getaran tidak menentu sering terjadi hentakan
Bantalan sambungan kendor kedudukannya	½, 1/3 x rpm	Radial	Kekendoran terjadi pada kecepatan dan suhu kerja
Pusaran atau percikan lapisan oli pada sambungan bantalan	< dari <i>shaft</i> (42-48%)	Radial	Hanya terjadi pada mesin berkecepatan tinggi (turbo)
Pusaran hysteries	Kecepatan kritis shaf	Radial	Getaran muncul waktu kec <i>shaft</i> dipertahankan > kec kritis
Roda gigi rusak atau cacat	Frekuensi gerigi (rpm <i>shaft</i> x jumlah gigi) dan harmonik	Radial dan axial	<i>Sideband</i> sekitar frekuensi gerigi menunjukkan modulasi pada frekuensi yang berhubungan dg selang sedeband
Kekendoran mekanik	2 x rpm		Seperti sub-interharmonik, <i>bearing</i> sambungan kendor
Arah sabuk tidak sesuai	1,2,3 x rpm sabuk	Radial	Masalah sebenarnya bisa dicari dengan stroboskop
Peningkatan turbulensi	Frekuensi Pertemuan sudu & kipas dan harmonik	Radial dan axial	Peningkatan level menunjukkan peningkatan turbulensi
Getaran kibat imbas listrik	1 x rpm atau 1,2 x frekuensi sinkron	Radial dan axial	Akan hilang jika sumber daya dimatikan

Pengukuran getaran dilakukan pada pompa 2 dan pompa 3 karena kedua pompa ini yang sering dioperasikan. Kemudian tipe motor : KN5317-BB011-Z, n = 1475 rpm p = 220 kW. Jenis pompa : CPK-5.500-400, pompa sentrifugal, laju aliran = 1950 m<sup>3</sup>/jam.

Pada setiap titik, pemeriksaan sinyal getaran direkam sekitar 5 menit, dan hasil pengukuran langsung dirubah ke spektrum frekuensi dan disimpan dalam memori *vibration analyzer* dan dipindah ke dalam komputer untuk diolah. Data ini diperlukan untuk mempermudah analisis dengan perangkat lunak yang telah dipersiapkan. Hasilnya sebagai berikut : untuk pompa II masih dalam kondisi baik meskipun terdapat getaran dengan amplitudo agak tinggi pada frekuensi 24.4 Hz dan kelipatannya dengan arah radial dan aksial. Gejala yang dapat diamati ketidakseimbangan, kekendoran mekanik namun tidak parah. Untuk pompa III masih dalam kondisi baik ada peningkatan amplitudo getaran rata-rata sebesar 1,3 – 1,8 kali. Peningkatan amplitudo menandakan bahwa pompa III mendekati kerusakan namun masih dalam batas yang diijinkan kemudian kesimpulan kedua pompa ini masih dalam kondisi operasi yang baik, gejala cacat minor dan tidak berpengaruh terhadap unjuk kerja. Kemudian

sebagai saran pemeriksaan berkala perlu ditingkatkan yang dioperasikan dalam tempo lama. Dengan adanya pemeriksaan berkala maka metode perawatan rutin dapat ditingkatkan.

Kendala penyediaan suku cadang merupakan salah satu kendala yang sangat sulit dan berhadapan langsung dengan tugas-tugas perawatan yang sangat dibutuhkan untuk operasi reaktor. Beberapa kerusakan yang tertunda perbaikannya diakibatkan karena tidak tersedianya suku cadang yang memadai, sedangkan penyediaan suku cadang yang digunakan oleh RSG-GAS ada yang dipasok dari luar negeri yang membutuhkan waktu untuk pemesanan dan perjalanan. Kendala lain yang sering terjadi sehubungan dengan penyediaan suku cadang adalah pabrik pembuat komponen yang dibutuhkan itu ternyata sudah tidak berproduksi lagi atau sudah tutup. Secara umum dari pengalaman kerja selama ini ada beberapa alat yang rusak tidak dapat beroperasi dan mengalami kesulitan untuk mendapatkan suku cadang maka suku cadang tersebut itu bisa dirakit sendiri dengan bahan yang ada dipasaran sehingga tidak perlu lagi bergantung dari luar negeri.

## KESIMPULAN

Perawatan sistem dan komponen untuk proses 2 telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan prosedur perawatan, jadwal perawatan setiap tahun dan dukungan dari pengawas inspeksi dan perawat. Adanya kendala keterbatasan tersedianya suku cadang dan sulitnya melaksanakan inspeksi karena medan menjadi tantangan baru bagi pelaksana perawatan dan manajemen perawatan. Kemudian dengan mengevaluasi kegiatan perawatan terutama yang berkaitan dengan keselamatan operasi setiap akhir tiga bulan maka dilakukan verifikasi oleh pihak pemberi ijin. Dengan intensifnya perawatan pada sistem proses 2 akan mempermudah dan memperlancar pelaksanaan operasi reaktor termasuk pemberian ijin operasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. SENTOT ALIBASYA HARAHAP, *Pemeliharaan sistem proses Reaktor RSG-GAS*, Diktat Coaching perawatan, Pusdiklat, Badan Tenaga Atom Nasional 2009.
2. ARLINAH KUSNOWO, "In Service Inspection reaktor penelitian untuk meningkatkan umur reaktor", *Prosiding BATAN-JEPIC*, ISBN 979-8500-23-7, 1998
3. AEP SAEPUDIN CATUR, "Manajemen perawatan sistem reaktor sebagai pendukung keselamatan operasi reaktor:", ISBN 978-979-17109-3-0, *Prosiding seminar nasional pranata nuklir PRSG tahun 2008*.
4. ANONIM, *Klasifikasi komponen RSG-GAS, Jaminan kualitas Rev.1*, 1991
5. A.BAYU PURNOMO DKK, *Pengujian kondisi pompa sekunder reaktor riset dengan metode getaran*, *Prosiding BATAN-JAPIC*, Jakarta 3-4 Desember 1998.