

PEMELIHARAAN SISTEM PENDINGIN PRIMER JE 01 DI REAKTOR GA. SIWABESSY

SANTOSA PUJIARTA, BAMBANG CONY IRAWAN

Pusat Reaktor Serba Guna

Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang 15310, Banten

Telp. 021.7560908, Faks. 7560573

Abstrak

PEMELIHARAAN SISTEM PENDINGIN PRIMER JE 01 DI REAKTOR GA. SIWABESSY. Telah dilakukan pemeliharaan sistem pendingin primer JE selama 1 tahun. Sistem pendingin primer merupakan sistem yang berhubungan langsung dengan sistem pendinginan teras reaktor. Sistem ini berfungsi untuk memindahkan panas yang dibangkitkan di teras reaktor menuju sistem pendingin sekunder. Proses perpindahan panas berlangsung di alat perpindahan panas. Kegiatan pemeliharaan dan perbaikan dapat berhasil dengan baik karena didukung oleh ketepatan waktu pemeliharaan, keahlian petugas pemeliharaan, ketersediaan suku cadang dan adanya dukungan peralatan kerja yang memadai, serta dokumentasi yang baik. Dengan kegiatan pemeliharaan yang baik dan benar pada sistem pendingin primer JE 01 terbukti bahwa sistem pendingin selalu berada dalam kondisi yang terawat dan bersedia mendukung pengoperasian reaktor RSG-GAS. Kegiatan pemeliharaan sistem pendingin primer telah berhasil dengan baik dan didukung oleh kondisi lingkungan yang baik dari sistem tersebut ditempatkan.

Kata kunci : Pemeliharaan, sistem pendingin primer, reaktor

Abstract

MAINTENANCE OF PRIMARY COOLING SISTEM OF JE 01 IN REACTOR GA. SIWABESSY. It has been carried out the yearly maintenance activity of primary cooling system in 1 year. The primary cooling system has the task to transfer the heat from the reactor core to the secondary cooling system via the heat exchanger apparatus (unit). The maintenance activity on cooling system could be finished successfully by any factors such as discipline on the schedule excellent personnel skill, spare parts good supply and support of by completely working tool also of a good documentation arrangement. This activity resulted a functionable system and capability to operate the RSG-GAS reactor. Maintenance activities of primary cooling system have succeeding to done and supported by the system placed condition.

Keywords : maintenance, primary cooling system, reactor

PENDAHULUAN

Kegiatan pemeliharaan peralatan merupakan hal yang sangat penting dalam pengoperasian suatu sistem atau peralatan di instalasi nuklir. Kegiatan pemeliharaan ini untuk mempertahankan tingkat keselamatan, kelancaran proses operasi dan efisiensi proses. Selain itu pemeliharaan ditujukan agar peralatan dapat beroperasi secara optimal dan tahan lama. Dengan adanya pemeliharaan yang baik dan teratur dapat mengurangi terjadinya

kerusakan sehingga mengakibatkan peralatan tidak dapat beroperasi dalam jangka waktu lama serta dapat berdampak terjadinya kecelakaan^[1].

Pemeliharaan sistem pendingin primer di RSG-GAS merupakan kegiatan penting yang menyangkut keselamatan sistem reaktor karena sistem ini berfungsi untuk memindahkan panas yang dibangkitkan dari teras menuju sistem pendingin sekunder. Proses perpindahan panas berlangsung melalui alat perpindahan kalor.

Telah dilakukan pemeliharaan sistem pendingin primer JE 01 di reaktor RSG-GAS dilakukan selama 1 tahun dari bulan Januari 2007 sampai dengan bulan Desember 2007. Dimana kegiatan pemeliharaan ini merupakan kegiatan secara rutin yang menjadi bagian tanggung jawab Bidang Sistem Reaktor yang dilakukan secara berkala. Didalam melakukan pemeliharaan petugas pemeliharaan mengacu pada pedoman dan prosedur pemeliharaan yang telah ditetapkan.

DASAR TEORI

Sistem Pendingin Primer

Sistem pendingin primer JE 01 merupakan salah satu pendingin reaktor yang terpenting di dalam proses pemindahan panas yang dibangkitkan oleh bahan bakar dari teras reaktor. Panas yang timbul akan diambil oleh air pendingin primer dalam sirkulasi aliran, selanjutnya panas dipindahkan menuju sistem pendingin sekunder melalui sebuah alat penukar panas dan kemudian panas dilepaskan kelingkungan melalui menara pendingin.

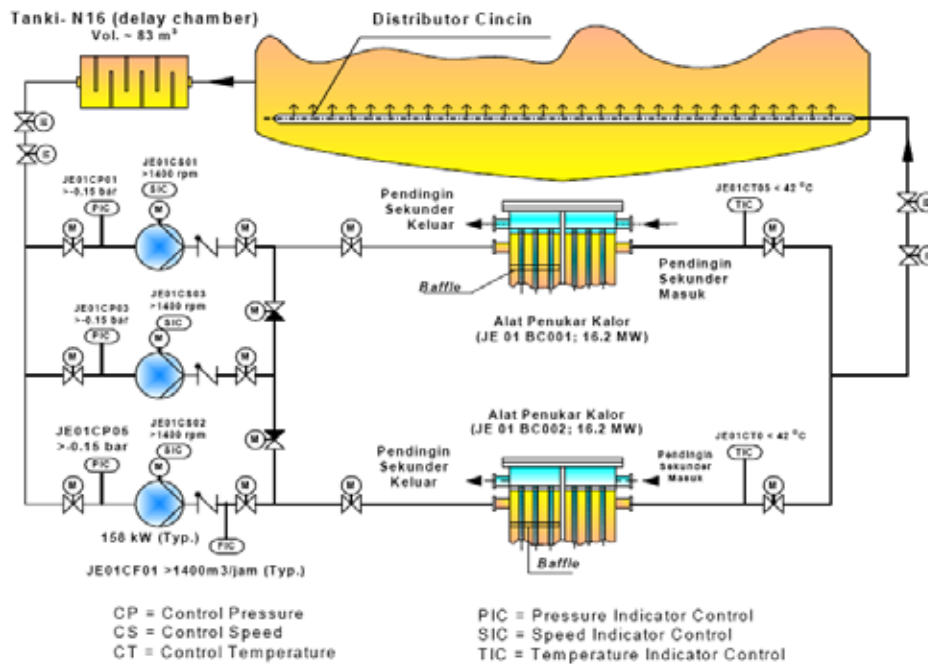
Rangkaian utama dari sistem pendingin primer terdiri dari : pipa, katup, pompa alat penukar kalor dan sebuah ruangan *delay chamber*. Pemipaan pada sistem ini dibuat dari bahan pipa *seamless* jenis baja SS 304 (pipa baja stainless tanpa sambungan). Tujuan pemilihan bahan ini dimaksudkan untuk mengurangi kerusakan pipa yang diakibatkan karena korosi serta menurunkan besarnya paparan radiasi dari air pendingin primer.

Sedangkan untuk sambungan masing-masing pipa dan katup digunakan sambungan *lap joint flange*. Pada jalur utama pemipaan dipasang 12 buah katup motor untuk mengatur aliran air pendingin dan 4 buah katup motor isolasi untuk mengisolasi air pendingin pada kolam reaktor, untuk pipa percabangan yang lebih kecil digunakan katup manual dengan dipasang pengunci untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam pengoperasian.

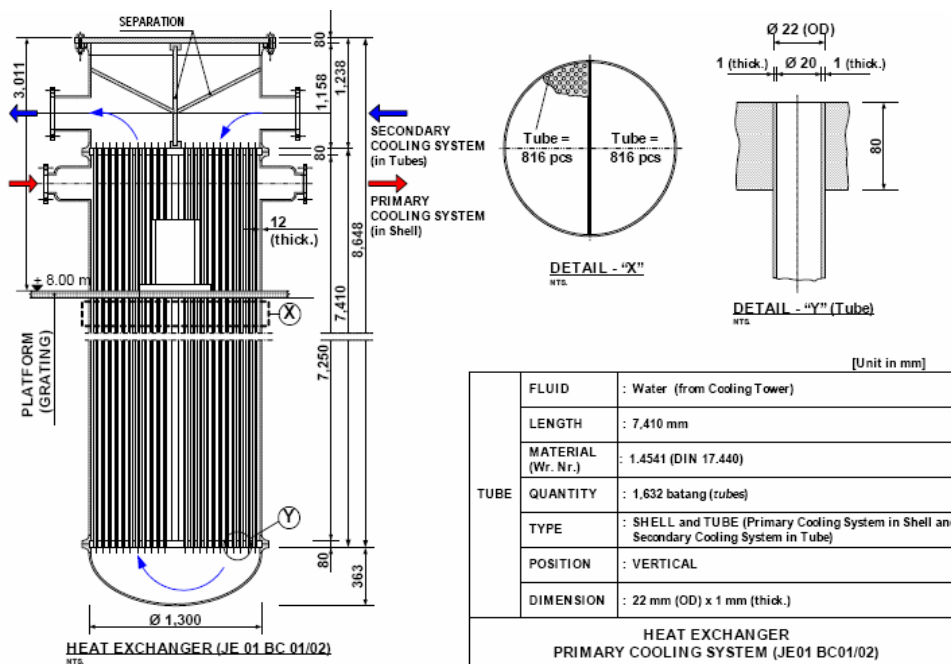
Pada jalur sirkulasi di pasang 3 buah pompa sentrifugal yang dipasang secara paralel untuk mensirkulasikan air pendingin primer. Di dalam pengoperasian sistem pendingin primer dijalankan oleh 2 buah pompa, sedangkan satu buah pompa digunakan sebagai cadangan apabila didalam pengoperasian sistem terjadi gangguan pada pompa yang sedang beroperasi. Bagian pompa yang berhubungan dengan air pendingin di buat dari bahan stainless steel, pada bagian rumah keong (*casing*) dipasang pipa-pipa pembuangan udara (*venting*) dan pipa pembuangan (*drainage*) air, serta pada sisi masuk dan keluar pompa dipasang manometer tekanan. Masing-masing pompa dilengkapi dengan roda gila (*fly-wheel*) untuk melanjutkan sirkulasi air pendingin pada waktu pompa pendingin mati, roda gila ditempatkan diantara pompa dan motor pompa^[2].

Alat penukar panas berfungsi untuk memindahkan panas dari air pendingin primer menuju air pendingin sekunder yang selanjutnya panas dipindahkan ke menara pendingin. Alat ini dipasang di tengah jalur pipa pendingin primer antara sisi masuk dan keluar kolam reaktor. Terdapat 2 buah alat penukar panas yang dipasang pada 2 lajur pemipaan setelah pompa, masing-masing lajur di disain mampu untuk memindahkan panas sebesar 50% dari total panas yang dibangkitkan pada teras reaktor.

Jenis alat penukar panas yang digunakan adalah tipe *Multy-pass shell and tube* yang dipasang secara vertikal dengan sisi masuk dan keluar air pendingin primer serta sekunder berada pada bagian atas tabung penukar kalor. Air pendingin primer mengalir melalui bagian sisi *shell* sedangkan air pendingin sekunder mengalir pada bagian tengah *tube*. Tabung alat penukar kalor terbagi menjadi 2 bagian yaitu 2 buah sisi *shell* dan 2 buah sisi *tube*, masing-masing berada pada sisi masuk dan sisi keluar tabung alat penukar kalor. Gambar diagram skematik dari sistem pendingin primer terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. perangkat alat penukar panas.



Gambar 1. Diagram Skematik Sistem Pendingin Primer JE 01



Gambar 2. Perangkat Alat Penukar Panas

Pemeliharaan Sistem Pendingin Primer

Dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan sistem pendingin primer di reaktor RSG – GAS mengacu pada dokumen *Maintenance and Repair Manual (MRM)*, *Petunjuk Pemeliharaan dan Perbaikan (PPP)* dan *Operating Manual (OM)*. Kegiatan ini

dilakukan secara berkala, baik itu yang pemeliharaan bersifat bulanan, 3 bulanan, 6 bulanan, maupun yang bersifat 1 tahunan^[3].

- a. Pemeliharaan mingguan dan bulanan
Pemeliharaan ini bertujuan untuk menjaga supaya sistem selalu siap untuk dioperasikan. Pemeliharaan mingguan dan bulanan terdiri dari: pengecekan pelumas,

pengecekan suhu pompa, pengecekan getaran pompa maupun pemipaannya, test uji motor katup, test uji operasi pompa, dan sebagainya.

- b. Pemeliharaan 3 bulanan dan 6 bulanan
Pada pemeliharaan ini dilakukan pengecekan dan pemeriksaan terhadap sistim control tekanan (CP), *level* (CL), aliran (CF), dan sebagainya.
- c. Pemeliharaan tahunan
Pemeliharaan ini terdiri dari: penggantian *grease*, penggantian minyak pelumas, dan sebagainya.

Supaya pelaksanaan pemeliharaan dan perbaikan sistem dapat berlangsung dengan baik dan berhasil guna maka harus didukung antara lain oleh ketepatan waktu pemeliharaan, keahlian petugas pemeliharaan, ketersediaan suku cadang dan adanya peralatan kerja yang memadai, serta dilakukannya inventarisasi suku cadang dan dokumentasi kegiatan pemeliharaan dan perbaikan yang baik^[4].

1. Ketepatan waktu
Didalam proses kegiatan pemeliharaan, unsur ketepatan waktu menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan sebab apabila tidak maka dapat berakibat terjadinya kerusakan alat/sistem yang sedang beroperasi.
2. Keahlian
Tingkat keahlian dari petugas pemeliharaan/perbaikan sangat menentukan berhasil tidaknya program pemeliharaan dalam menjaga keandalan sistem. Semakin baik keahlian seorang petugas terhadap suatu alat/sistem maka akan semakin baik dalam melakukan tugas pemeliharaan dan perbaikan yang kemudian akan membuat alat/sistem menjadi lebih baik beroperasinya secara optimal, dan tahan lama serta dapat menghindari terjadinya resiko kerusakan dan kecelakaan.
3. Suku cadang dan peralatan
Pengadaan suku cadang dan adanya peralatan kerja yang memadai sangat mendukung program pemeliharaan dan perbaikan. Kedua komponen tersebut merupakan pendukung penting dalam kesuksesan kegiatan pemeliharaan.
4. Dokumentasi

Dokumentasi sangat diperlukan untuk mendukung kegiatan program pemeliharaan dan perbaikan supaya dapat berlangsung dengan baik dan teratur. Dokumentasi yang dilakukan terdiri dari: penyediaan dokumentasi sistem reaktor, dokumentasi kegiatan pemeliharaan dan perbaikan sistem, maupun inventarisasi suku cadang dan peralatan yang digunakan.

METODE PEMELIHARAAN

Pemeliharaan sistem pendingin primer yang dilakukan dari sisi mekanik untuk periode 1 tahun terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu: pemeriksaan pemipaan, pemeliharaan pompa, dan pemeliharaan katup. Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan ini berdasarkan pada prosedur pemeliharaan yang ada di Pusat Reaktor Serba Guna dan dokumen dari pabrik pembuatnya^[5].

Pemeriksaan Pemipaan

Pemeriksaan sistem pemipaan dari sistem pendingin primer terdiri dari visual untuk mengetahui tingkat ketersediaan/kerusakan dari pemipaan sehingga apabila terjadi kebocoran air pendingin segera dapat diketahui dan segera dapat dilakukan perbaikan. Pemeriksaan dilakukan terutama di tiap titik sambungan pipa maupun sambungan pengelasan.

Pemeliharaan pompa sistem pendingin primer yang dilakukan meliputi :

1. Pemeriksaan ketinggian permukaan minyak pelumas
Pemeriksaan ketinggian minyak pelumas dilakukan setiap hari oleh petugas supervisor atau operator. Apabila terjadi penurunan permukaan minyak pelumas maka segera dilakukan penambahan.
2. Pengukuran temperatur pompa
Pengukuran temperatur pompa dilakukan pada saat pompa sedang beroperasi setiap 1 bulan sekali dengan menggunakan alat ukur suhu. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui temperatur bearing penumpu poros pompa, dimana besarnya temperatur pompa tidak boleh lebih besar dari 50 °C di atas suhu ruangan.
3. Pemeriksaan getaran pompa
Pemeriksaan getaran pompa dilakukan secara visual dengan menempelkan tangan

pada badan pompa yang berguna untuk mengetahui besarnya getaran yang terjadi pada pompa maupun motor penggerak pompa.

4. Test uji operasi pompa

Test uji operasi ini dilakukan setiap satu bulan sekali yang berguna untuk menjaga kesiapan operasi pompa. Dengan melakukan pengujian ini dapat diketahui kesiapan pompa pada waktu akan dilakukan pengoperasian sistem pendingin dan pengoperasian reaktor.

5. Penggantian minyak pelumas

Penggantian minyak pelumas dilakukan setiap 1 tahun sekali atau setelah mencapai 2000 jam operasi dan dilaksanakan pada waktu reaktor tidak beroperasi (*shut-down*) menggunakan minyak pelumas sebanyak 4,1 liter. Untuk melakukan penggantian minyak pelumas, sebelumnya minyak pelumas yang berada dalam bak penampung minyak pelumas di buang dengan membuka baut penutup lubang

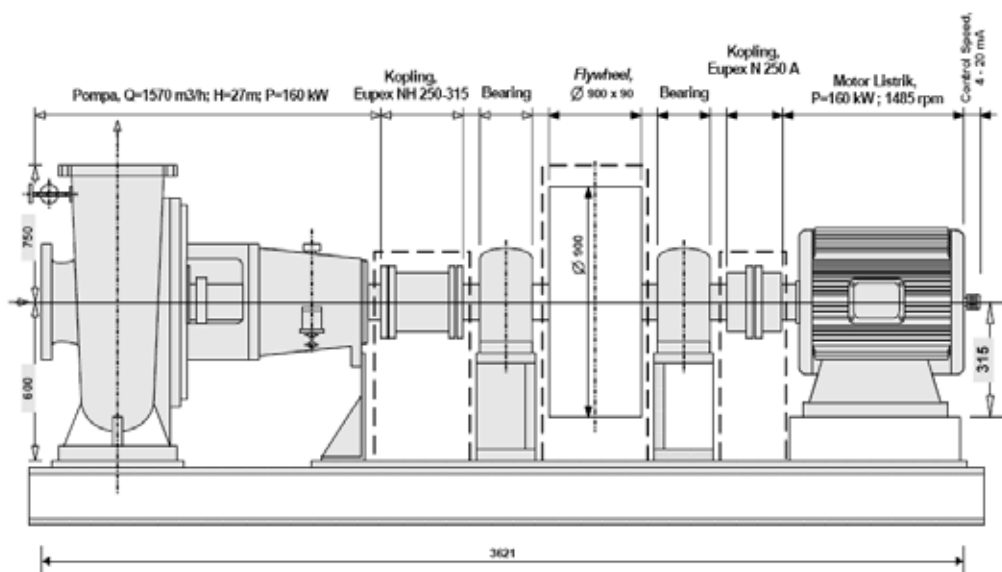
pembuangan, membersihkan bagian dalam bak dengan menggunakan kompresor kemudian isi dengan minyak pelumas yang baru.

6. Penggantian bearing *grease* bantalan roda gila

Penggantian *bearing grease* bantalan dilakukan setiap 1 tahun sekali bersamaan dengan penggantian minyak pelumas pompa. Penggantian dilakukan dengan membuka mangkok penutup *bearing* kemudian *grease* bekas dikeluarkan hingga bersih dan diganti dengan *grease* yang baru.

7. Pemeliharaan bagian motor pompa

Pemeliharaan bagian motor pompa terbagi menjadi 2 bagian kegiatan. Kegiatan pertama adalah melakukan penambahan *bearing grease* motor pompa dengan menggunakan alat *gun-grease*, kegiatan yang kedua adalah melakukan pemeriksaan temperatur motor pompa secara visual.



Gambar 3. Rangkaian Pompa Pendingin Primer

Pemeliharaan Katup

Pemeliharaan katup dilakukan untuk menjaga supaya katup motor selalu berada dalam kondisi yang siap dioperasikan, pemeliharaan ini dikelompokkan menjadi 2 bagian kegiatan, diantaranya :

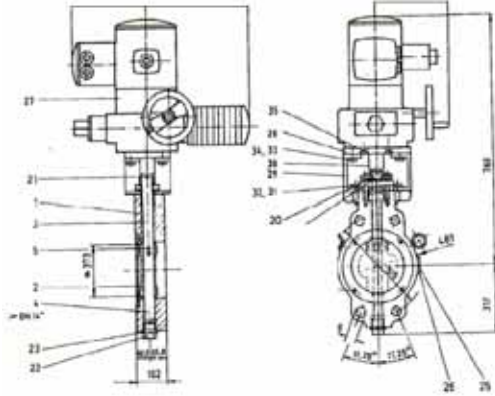
1. Pemeliharaan katup motor pengatur aliran
Katup pengatur aliran berfungsi untuk mengatur proses aliran air pendingin

primer pada waktu pengoperasian sistem. Pemeliharaan yang dilakukan untuk katup ini adalah mengamati proses gerakan penutupan dan pembukaan katup pada waktu dioperasikan.

2. Pemeliharaan katup motor isolasi kolam reaktor

Katup isolasi kolam reaktor berfungsi untuk mengendalikan laju pengurangan air kolam reaktor apabila terjadi kebocoran air

pendingin pada daerah pemipaan sistem pendingin primer. Pemeliharaan katup isolasi terdiri dari 2 bagian yaitu pengujian atau test uji fungsi gerakan buka-tutup katup dan pengukuran kecepatan gerak penutupan katup^[6].



Gambar 4. Gambar Unit Katup Pengatur Aliran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil kegiatan pemeliharaan dan perbaikan sistem pendingin primer JE 01 selama 1 tahun yang diambil secara beraturan dan yang dilakukan secara berkala, tersusun dalam beberapa tabel seperti berikut di bawah ini. Sedangkan data hasil pemeliharaan secara keseluruhan tidak ditampilkan karena masalah kepraktisannya.

Tabel 1. Data Pemeriksaan Pemipaan

No.	Pemeriksaan	Hasil	Keterangan
1.	Sambungan pemipaan	Baik	Tidak terdapat kebocoran
2.	Sambungan katup	Baik	Tidak terdapat kebocoran
3.	Sambungan pompa	Baik	Tidak terdapat kebocoran
4.	Sambungan alat penukar kalor	Baik	Tidak terdapat kebocoran

Tabel 2. Data Hasil Pemeriksaan Pompa yang Dilakukan Pada Tanggal 09 Juli 2007^[7]

No.	Pemeriksaan	Pompa			Keterangan
		AP 01	AP 02	AP 03	
1.	Ketinggian minyak pelumas	Cukup	Cukup	Cukup	
2.	Getaran pompa	Normal	Normal	Normal	
3.	Test uji fungsi	Baik	Baik	Baik	
4.	Suara pompa	Baik	Baik	Baik	
5.	Temperatur pompa	61 °C	66 °C	63 °C	Suhu ruang = 24 °C
6.	Putaran motor pompa	Baik	Baik	Baik	Putaran = 1450 rpm

Tabel 3. Data Hasil Penggantian Minyak Pelumas dan Grease^[7]

No.	Penggantian	Pompa			Keterangan
		AP 01	AP 02	AP 03	
1.	Minyak pelumas	√	√	√	Telah diganti tanggal 14 Juni 2007, menggunakan pelumas BP Energol
2.	Grease bantalan roda gila	√	√	√	Telah diganti tanggal 14 Juni 2007, menggunakan grease Arcanol
3.	Grease motor pompa	√	√	√	Telah ditambah tanggal 14 Juni 2007, menggunakan grease Arcanol

Tabel 4. Data Hasil Pemeliharaan Katup yang Dilakukan Pada Tanggal 07 Juli 2007^[7]

No.	Katup	Pemeriksaan		Kecepatan menutup (detik)	Keterangan
		Buka	Tutup		
1.	JE 01 AA 003	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
2.	JE 01 AA 004	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
3.	JE 01 AA 005	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
4.	JE 01 AA 007	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
5.	JE 01 AA 009	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
6.	JE 01 AA 011	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
7.	JE 01 AA 012	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
8.	JE 01 AA 013	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
9.	JE 01 AA 014	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
10.	JE 01 AA 015	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
11.	JE 01 AA 016	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
12.	JE 01 AA 017	Baik	Baik	-	Bekerja dengan baik
13.	JE 01 AA 001	Baik	Baik	99,23	Bekerja dengan baik (range: 90 – 110 detik)
14.	JE 01 AA 002	Baik	Baik	103,15	Bekerja dengan baik (range: 90 – 110 detik)
15.	JE 01 AA 018	Baik	Baik	94,15	Bekerja dengan baik (range: 90 – 110 detik)
16.	JE 01 AA 019	Baik	Baik	96,12	Bekerja dengan baik (range: 90 – 110 detik)

Tabel 5. Hasil Evaluasi Kerusakan/Gangguan Sistem Pendingin Primer Selama 1 Tahun

Jenis kerusakan/ gangguan	Tanggal gangguan	Tindakan	Keterangan
Terjadi rembesan minyak pelumas pada <i>oil-seal</i> pompa JE 01 AP 03	12 September 2007	Dilakukan penggantian <i>oil-seal</i>	Perbaikan berhasil baik, sistem dapat beroperasi kembali

Pemeliharaan suatu sistem adalah merupakan satu bagian dari kegiatan pengoperasian sistem atau peralatan, dengan adanya pemeliharaan yang baik maka akan membuat kinerja maupun kemampuan operasi sistem reaktor menjadi semakin baik, efisien dan tahan lama. Pemeliharaan yang dilakukan di reaktor RSG - GAS merupakan suatu kegiatan terprogram dan telah dilaksanakan secara berkala.

Dari data hasil kegiatan pemeliharaan katup isolasi terlihat bahwa katup mempunyai kecepatan menutup yang baik yaitu berada dalam rentang waktu 90 – 100 detik, seperti yang telah ditetapkan dalam *Safety Analisis Report (SAR)* untuk reaktor RSG-GAS. Dengan kecepatan menutup tersebut diharapkan apabila terjadi gangguan kebocoran air pendingin reaktor pada sistem pemipaan pendingin primer, maka reaktor tidak mengalami kekurangan air sebagai pendingin bahan bakar.

Dengan adanya pemeliharaan yang baik, maka frekuensi terjadinya gangguan atau kerusakan menjadi semakin sedikit, sehingga sistem reaktor dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Hal ini terbukti selama jangka waktu 1 tahun hanya terdapat 1 kali gangguan dan inipun sebenarnya sudah waktunya harus dilakukan penggantian karena *oil-seal* tersebut telah terpasang \pm 3 tahun.

Keberhasilan dari kegiatan perawatan dan pemeliharaan sistem pendingin primer JE 01, selain didukung oleh pelaksanaan kegiatan pemeliharaan yang telah teratur dengan baik, juga didukung oleh kondisi ruangan dari peralatan tersebut ditempatkan yang selalu terjaga kebersihannya. Karena kondisi tersebut membuat peralatan selalu dalam kondisi yang terjaga bersih dan terpelihara.

KESIMPULAN

Pemeliharaan reaktor, khususnya sistem pendingin primer menjadi hal yang sangat

penting dan telah menjadi satu bagian dari kegiatan pengoperasian reaktor. Kegiatan pemeliharaan pada sistem pendingin primer ini telah berhasil dengan baik karena didukung oleh metode perawatan yang baik. Hal ini dibuktikan dengan keadaan sistem yang selalu dalam kondisi siap beroperasi dan dari data evaluasi gangguan terlihat bahwa selama tahun 2007 hanya mengalami 1 kali gangguan. Keberhasilan kegiatan perawatan ini juga didukung oleh kondisi lingkungan yang terjaga dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- LINDLEY R. HIGGINS, 1998, "*Maintenance Engineering Hand Book*", Fourth Edition, Mc. Graw-Hill International, New York.
- BATAN, 2000, "Reactor Coolant System And Connected System", Safety Analysis Report, Chapter 5, Rev.8.
- ANONIMOUS, "Manual repair and maintenance (MRM)", Part II, Chapter 2.1, Sheet 04 – 10, Interatom GmbH.
- SANTOSA PUJIARTA, 2007, "Petunjuk praktikum pemeliharaan sistem pendingin primer", Diklat pelatihan *On The Job Training*, 09 April - 04 Mei, Pusdiklat, Batan.
- ANONIMOUS, "Petunjuk Perawatan dan Perbaikan (PPP)", No. Ident. RSG/PS/3/95, *Bagian I, Bab 2.1*
- ANONIMOUS, 1988 "Operating Manual (OM)", Part IV, Chapter 1.1.
- ANONIMOUS, "Dokumen pemeliharaan sistem pendingin primer JE-01", PRSG, Batan.