

EVALUASI PENGOPERASIAN POMPA SISTEM PENDINGIN SEKUNDER UNTUK MENUNJANG OPERASI REAKTOR RSG-GAS

Pardi¹, Banyu Rizki Fauzan²

^{1,2}PRSG-BATAN Kawasan Puspiptek Gd. 30 Serpong, 15310

E-mail: adem@batan.go.id

Diterima Editor : 21 Maret 2017

Diperbaiki : 7 April 2017

ABSTRAK

EVALUASI PENGOPERASIAN POMPA SISTEM PENDINGIN SEKUNDER UNTUK MENUNJANG OPERASI REAKTOR RSG-GAS. Sistem pendingin sekunder berfungsi untuk mengambil panas peluruhan dari sistem pendingin primer melalui alat penukar panas (HE) dan selanjutnya panas peluruhan dibuang ke lingkungan menggunakan modul menara pendingin (*cooling tower*). Sistem pendingin sekunder mempunyai 3 buah pompa ($3 \times 50\%$), 2 pompa untuk operasi normal dan 1 pompa sebagai cadangan. Pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder dilaksanakan sesuai prosedur pelaksanaan pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder reaktor RSG-GAS No Ident: RSG.OR.21.03.42.10. Rev.00. Kombinasi pengoperasian pompa disesuaikan dengan Instruksi Operasi Reaktor (IO) yang berlaku. Perawatan pompa merujuk pada dokumen *Maintenace and Repair Manual* (MRM) MPR30 tahun 1988, yaitu dilakukan setelah pompa beroperasi 3000 jam atau setidaknya setiap tahun dilakukan penggantian oli dan greas bearing pompa. Saat ini belum ada evaluasi terhadap jumlah jam operasi dari masing-masing pompa dalam satu tahunnya, sehingga penggantian oli dan greas bearing pompa dilakukan setelah satu tahun operasi. Untuk mendapatkan jumlah jam operasi dari masing-masing pompa perlu dilakukan evaluasi pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder untuk menunjang operasi reaktor RSG-GAS. Evaluasi meliputi pengamatan, pengumpulan data dan analisis data dari lembaran data evaluasi operasi reaktor, instruksi operasi reaktor (IO) terhitung sejak periode operasi 01 Januari s/d 31 Desember 2015. Dari hasil evaluasi disimpulkan bahwa pompa PA-01 AP001 jumlah jam operasinya paling kecil.

Kata kunci: Sistem Pendingin Sekunder, Jam operasi pompa.

ABSTRACT

EVALUATION OF OPERATING SECONDARY PUMP COOLING SYSTEM TO SUPPORT THE OPERATION OF THE REACTOR RSG-GAS. *Secondary cooling system serves to take the decay heat from the primary cooling system through a Heat Exchanger (HE) and thereafter the decayed heat released into the environment using the Cooling Tower module. Secondary cooling system has three pumps ($3 \times 50\%$), two pump for normal operation and the other one as a backup pump. Secondary cooling pump system operation conducted according to the procedure the operation of the secondary cooling system pump RSG-GAS reactor No. Ident: RSG.OR.21.03.42.10. Rev.00. The combination of pump operation adapted to Reactor Operating Instructions (IO). Pump tratment referring to the document *Maintenance and Repair Manual* (MRM) MPR30 1988, which is done after the pump operates up to 3000 hours or at least once a year needed to replace the oil and greas bearing pumps. Currently,*

there is no evaluation about the number of each pump operating hours in a year, so the replacement of oil and the pump bearing greas done after one year operation. To get the number of each pump operating hours, is necessary to do the Evaluation of Operating Secondary Pump Cooling System to Support Operation RSG-GAS reactor. The evaluation includes observation, collecting data, and analyzing data from the evaluation data sheet of reactor operation, the reactor operating instruction as from the operation period January 1st to December 31st 2015. From the evaluation results, concluded that the number of pump operating hours PA-01 AP001 is the smallest.

Keywords: Secondary Cooling System, Operating hours of pumps,

PENDAHULUAN

Fungsi utama sistem pendingin sekunder adalah untuk mengambil panas peluruhan dari sistem pendingin primer dan melepaskannya ke lingkungan melalui menara pendingin. Sistem operasi pendingin sekunder yaitu media air pendingin sekunder diisap oleh 2 buah pompa dari kolam menara pendingin (*cooling tower*) melewati filter mekanik kemudian didorong menuju alat penukar panas (HE) untuk mengambil panas dari sistem pendingin primer dan selanjutnya dikembalikan ke menara pendingin melalui modul menara pendingin. Didalam modul *air dispray* sambil didinginkan menggunakan udara yang diisap menggunakan blower. Pada kondisi operasi normal sistem sekunder beroperasi 2 buah pompa dan 1 buah pompa berfungsi sebagai cadangan, dengan laju alir pompa pendingin sekunder masing-masing = $1950 \text{ m}^3/\text{jam}$. Aliran air sistem pendingin sekunder dari menara dan ke menara pendingin (*cooling tower*) menggunakan pipa baja yang dirancang khusus untuk instalasi nuklir. Sistem pemipaan yang terbuat dari bahan baja karbon untuk diluar gedung reaktor dan dari bahan baja tahan karat (SS) digunakan dalam gedung reaktor.

Komponen dari sistem pendingin sekunder antara lain pompa, katup dan pemipaan, menara pendingin, sistem instrumentasi, sistem pembersih pipa-pipa penukar panas (HE) sistem *make-up* air pendingin dan sistem pemeliharaan air pendingin sekunder. Untuk menjaga agar sistem dapat beroperasi dengan baik.

Komponen-komponen sistem tersebut harus berfungsi dengan baik, dalam hal ini perawatan sistem reaktor haruslah dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.⁽¹⁾

Tujuan dari Evaluasi Pengoperasian Pompa Sistem Pendingin Sekunder ini adalah untuk menjamin agar jam operasi dari masing-masing pompa sistem pendingin sekunder tiap tahunnya tetap sama. Untuk memenuhi jam operasi pompa tersebut, maka pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder harus sesuai dengan Prosedur Pengoperasian Pompa Sistem Pendingin sekunder No Ident: RSG.OR.21.03.42.10. Rev.00, yang mensyaratkan kombinasi pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder berdasarkan pada Instruksi Operasi (IO) yang berlaku. Dengan memenuhi persyaratan tersebut maka keselamatan dalam pengoperasian pompa dapat tercapai dan juga mempermudah perawatan pompa sistem pendingin sekunder.

Ruang lingkup mencakup pengamatan dan pengumpulan data tentang jam operasi pompa sistem pendingin sekunder selama satu tahun pengamatan Tahun 2015, pada lembar data operasi sistem, lembar evaluasi operasi reaktor untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan operasi sistem pendingin sekunder dan tindakan yang dilakukan operator dan supervisor reaktor saat sistem mengalami kegagalan baik akibat gagalnya fungsi sistem dan komponen (SSK) maupun saat terputusnya suplai listrik dari catu daya utama (PLN).

TEORI DASAR.

Sistem pendingin sekunder mempunyai 3 buah pompa ($3 \times 50\%$), 2 buah pompa untuk operasi normal dan 1 buah pompa sebagai cadangan yang mendapat suplai listrik dari PLN melalui trafo BHT01, BHT02, BHT03 pada tegangan 400 V. Selanjutnya distribusi tenaga listrik tersebut didistribusikan pada panel distribusi utama BHA, BHB, dan BHC. Beban utama seperti pompa pendingin sekunder dipasok langsung dari panel distribusi BHA, BHB dan BHC tersebut.

Pompa sirkulasi berfungsi menggerakkan aliran media air pendingin sekunder dengan laju alir tiap pompa $1950 \text{ m}^3/\text{jam}$, pipa dan katup untuk mengatur media air pendingin sekunder yang terbuat dari baja tahan karat (SS) untuk didalam gedung sebagai persyaratan anti korosi dan kebersihan, sedangkan yang diluar gedung reaktor pipa terbuat dari baja karbon.

Sistem instrumentasi dan kendali dirancang khusus untuk pengendalian dan keamanan sistem pendingin sekunder. Fungsinya adalah untuk mencegah pelepasan zat radioaktif ke lingkungan apabila terjadi kebocoran pada alat penukar panas (HE), untuk itu pada sisi keluaran alat penukar panas (HE) dipasang alat instrumentasi (PA-01/02 CR001/CR002) untuk memantau dan mengukur aktivitas gamma pada aliran air sistem pendingin sekunder secara terus menerus. Jika aktivitas gamma air pendingin sekunder melampaui $5 \times 10^{-6} \text{ Ci/m}^3$ timbul *alarm high* pada sistem (PA-01/02 CR001/CR002), maka sistem instrumentasi tersebut akan menutup katup isolasi sistem pendingin sekunder (PA-01/02 AA014) secara otomatis. Dengan menutupnya katup isolasi secara otomatis maka pompa pendingin sekunder akan mati dan suhu air pendingin primer akan meningkat sehingga memicu reaktor scram ($\geq 42 \text{ }^\circ\text{C}$).

Sistem instrumentasi (PA-01 CQ001) berfungsi untuk pengendalian dan pemeliharaan air pendingin sekunder secara

kontinyu, jika indikator $\text{pH} \geq 8,0$ maka sistem secara otomatis memberikan sinyal perintah untuk membuka katup sistem (PAQ-01 AA001) guna penambahan bahan kimia (H_2SO_4) untuk mengendalikan harga pH air pada range 7,8 – 8,0.

Untuk menjaga konduktivitas air pendingin sekunder disediakan sistem *blow-down* (PA-01 CQ002) yang akan membuka katup PA-05 AA002/AA003 secara otomatis apabila indikator pengukuran konduktivitas air pada sistem (PA-01 CQ002) mencapai $950 \text{ } \mu\text{S}/\text{Cm}$ dan menutup katup PA-05 AA002/AA003 secara otomatis apabila konduktivitas air mencapai $850 \text{ } \mu\text{S}/\text{Cm}$. Pemeliharaan air pendingin sekunder juga dilakukan secara manual oleh personil penanggungjawab sistem, yaitu penambahan larutan bahan kimia NALCO secara langsung ke kolam cooling tower berdasarkan hasil analisa air di laboratorium RSG-GAS, penambahan bahan kimia tersebut ditujukan untuk menghambat pertumbuhan kerak dan korosi pada sistem pemipaan dan menghambat pertumbuhan lumut dan mikrobiologi lainnya didalam kolam menara pendingin.

Untuk menjaga kekurangan air sistem pendingin sekunder akibat dari proses operasi sistem serta kondisi menara pendingin terbuka dan berada diluar gedung reaktor, jumlah air didalam kolam menara pendingin saat reaktor beroperasi akan mengalami penguapan (*evaporation losses*) sebesar $50 \text{ m}^3/\text{jam}$, percikan menara (*spray losses*) sebesar $5 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan pembuangan air pendingin secara otomatis akibat kualitas konduktivitas air yang kurang sesuai melalui sistem *blow-down* lewat katup PA-05 AA002/AA003 sebesar $20 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kekurangan air sistem pendingin sekunder diantisipasi oleh sistem *make-up* air pendingin (PA-04), ketinggian air level air kolam 3,8 – 4,2 m dikontrol oleh sistem (PA-04 CL002). Jika ketinggian air kolam $\leq 3,8 \text{ m}$, maka secara otomatis pompa (PA-04 AP001/AP002) beroperasi untuk mengalirkan air dari kolam air baku (*Raw Water*) yaitu air dari PAM PUSPIPTEK yang ditampung

melalui sistem GBA01 AA001 dan sebaliknya jika level air kolam menara sudah mencapai $\geq 4,2$ m, maka pompa sistem (PA-04 AP001/AP002) akan mati secara otomatis.⁽³⁾

METODOLOGI

Untuk melaksanakan penelitian ini dilakukan dengan penerapan metode berikut, yaitu; menentukan periode pengamatan, mempelajari Deskripsi sistem pendingin sekunder beserta teknis pengoperasian pompa dan perawatannya, melaksanakan pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder dan *cooling tower*, melakukan pengamatan secara visual operasi sistem, serta pengumpulan data dan analisis data. Hasil akhir perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mempelajari kontinuitas dari pengoperasian sistem pendingin sekunder, perlu adanya data yang akurat tentang

pelaksanaan pengoperasian sistem pendingin sekunder selama satu tahun pengamatan, terhitung sejak periode operasi 01 Januari s/d 31 Desember 2015. Data yang dikumpulkan adalah pertama; data kombinasi pengoperasian pompa sistem pendingin sekunder (2 buah pompa operasi, 1 buah pompa cadangan), kedua; data saat katup *blow-down* (PA-05 AA002/AA003) membuka secara otomatis, dimana konduktivitas air pendingin sekunder selalu dikontrol oleh sistem (PA-01 CQ002).

Data pengoperasian sistem pendingin sekunder dikumpulkan dari pencatatan operator pada *Log Book* Operasi Reaktor, Formulir Instruksi Operasi Reaktor (IO) dan Lembar Berita Acara Tugas (BAT) yang ada di Ruang Kendali Utama (RKU) reaktor RSG-GAS. Kedua data tersebut selalu dicatat pada lembar data operasi sistem dan didokumentasikan secara baik dilemari Ruang Kendali Utama (RKU).

Untuk mendapatkan jumlah jam operasi dari setiap pompa pendingin sekunder selama satu tahun operasi dapat dilihat pada Tabel. 1.

Tabel. 1. A. Data Operasi Pompa Pendingin Sekunder Tahun 2015
Siklus Operasi Reaktor Teras- 87

No	Pompa Sistem Pendingin Sekunder (AP 001)			Tanggal dan Waktu Pompa Hidup		Tanggal dan Waktu Pompa Mati		Durasi Pompa Hidup (Jam)
	PA-01	PA-02	PA-03	Tanggal	(WIB)	Tanggal	(WIB)	
1.	PA-01	-	PA-03	19-01-15	08.12	23-01-15	18.57	144,846
2.	-	PA-02	PA-03	26-01-15	08.07	30-01-15	18.47	105,159
3.	PA-01	PA-02	-	02-02-15	08.05	07-02-15	19.21	104,194
4.	PA-01	-	PA-03	09-02-15	08.05	13-02-15	18.35	105,713
5.	-	PA-02	PA-03	23-02-15	08.08	27-02-15	19.45	107,806
6.	PA-01	-	PA-03	02-03-15	08.05	06-03-15	19.03	106,939
7.	PA-01	-	PA-03	09-03-15	08.10	13-03-15	18.46	124,332
8.	PA-01	-	PA-03	16-03-15	08.05	21-03-15	18.00	108,887
9.	PA-01	-	PA-03	27-03-15	10.30	27-03-15	17.05	6,583
10.	PA-01	-	PA-03	30-03-15	08.00	02-04-15	18.30	83,497
11.	PA-01	-	PA-03	06-04-15	08.15	11-04-15	02.40	115,595
12.	PA-01	-	PA-03	14-04-15	07.12	14-04-15	16.30	9,3
13.	PA-01	-	PA-03	15-04-15	06.15	15-04-15	17.30	11,25
Jml	11	3	12	Jumlah Total Jam Operasi Pompa				1133,546

Sumber⁽⁶⁾: Anonim “Lembar Data Evaluasi Operasi Reaktor Teras – 87, Teras – 88, Teras-89 Reaktor RSG-GAS” Tahun 2015

Dari Tabel 1 A. Dapat dihitung jam operasi pompa pendingin sekunder pada T-87 dengan Instruksi Operasi (IO) No: 87/01-B/2015 s/d 87/10-C/2015 = 1133,546 jam.

Jumlah pompa PA-01 AP001 operasi = 891.136 Jam

Jumlah pompa PA-02 AP001 operasi = 317.159 Jam

Jumlah pompa PA-03 AP001 operasi = 999.367 Jam

Jumlah jam operasi untuk masin-masing pompa dapat dihitung;

Tabel. 1. B. Data Operasi Pompa Pendingin Sekunder Tahun 2015 Siklus Operasi ReaktorTeras- 88

No	Pompa Sistem Pendingin Sekunder (AP001)			Tanggal dan Waktu Pompa Hidup		Tanggal dan Waktu Pompa Mati		Durasi Pompa Hidup (Jam)
	PA-01	PA-02	PA-03	Tanggal	(WIB)	Tanggal	(WIB)	
1.	PA-01	PA-02	-	18-05-15	09.12	22-05-15	23.00	105,846
2.	-	PA-02	PA-03	26-05-15	15.30	30-05-15	23.47	105,883
3.	PA-01	PA-02	-	01-06-15	08.05	05-06-15	19.21	105,194
4.	-	PA-02	PA-03	08-06-15	08.10	12-06-15	19.35	107.713
5.	PA-01	-	PA-03	22-06-15	08.08	26-06-15	18.45	107,806
6.	PA-01	PA-02	-	29-06-15	08.03	03-07-15	19.03	106,939
7.	-	PA-02	PA-03	07-08-15	06.10	08-08-15	19.06	37,332
8.	PA-01	-	PA-03	10-08-15	08.05	14-08-15	18.00	102,887
9.	PA-01	PA-02	-	17-08-15	08.00	21-08-15	19.42	107,583
10.	-	PA-02	PA-03	24-08-15	08.10	31-08-15	12.30	136,453
11.	PA-01	-	PA-03	03-09-15	08.02	03-09-15	15.20	7,3
Jml	7	8	7	Jumlah Total Jam Operasi Pompa				1030,936

Sumber⁽⁶⁾: Anonim “Lembar Data Evaluasi Operasi Reaktor Teras – 87, Teras – 88, Teras-89 Reaktor RSG-GAS” Tahun 2015

Dari Tabel 1. B. Dapat dihitung jam operasi pompa pendingin sekunder pada T-88 dengan Instruksi Operasi (IO) No: 88/01-B/2015 s/d 88/10-A/2015 = 1030,936 jam.

Jumlah pompa PA-01 AP001 operasi = 643,555 Jam

Jumlah pompa PA-02 AP001 operasi = 812,493 Jam

Jumlah pompa PA-03 AP001 operasi = 605,374 Jam

Jumlah jam operasi untuk masing-masing pompa dapat dihitung;

Tabel. 1. C. Data Operasi Pompa Pendingin Sekunder Tahun 2015
Siklus Operasi Reaktor Teras- 89

No	Pompa Sistem Pendingin Sekunder (AP001)			Tanggal dan Waktu Pompa Hidup		Tanggal dan Waktu Pompa Mati		Durasi Pompa Hidup (Jam)
	PA-01	PA-02	PA-03	Tanggal	(WIB)	Tanggal	(WIB)	
1.	PA-01	-	PA-03	28-09-15	13.12	03-09-15	18.30	116,246
2.	PA-01	PA-02	-	05-10-15	08.10	10-10-15	09.40	98,897
3.	-	PA-02	PA-03	12-10-15	09.05	16-10-15	19.25	105,194
4.	PA-01	-	PA-03	26-10-15	08.10	30.10-15	19.35	87.813
5.	PA-01	PA-02	-	01-11-15	08.08	05-11-15	19.45	63,286
6.	-	PA-02	PA-03	06-11-15	08.03	13-11-15	18.03	176,149
7.	-	PA-02	PA-03	23-11-15	13.10	27-11-15	23.25	105,913
8.	PA-01	PA-02	-	07-12-15	08.05	14-08-15	23.40	110,887
9.	-	PA-02	PA-03	14-12-15	10.00	16-12-15	19.42	57,183
10.	PA-01	-	PA-03	18-12-15	08.10	24-12-15	24.30	160,153
Jml	6	7	7	Jumlah Total Jam Operasi Pompa				1081,721

Sumber⁽⁶⁾: Anonim “Lembar Data Evaluasi Operasi Reaktor Teras – 87, Teras – 88, Teras-89 Reaktor RSG-GAS” Tahun 2015

Dari Tabel 1. C. Dapat dihitung jam operasi pompa pendingin sekunder pada T-89 dengan Instruksi Operasi (IO) No: 89/01-B/2015 s/d 89/10/2015 = 1081,721 jam.

Jumlah pompa PA-01 AP001 operasi = 637,282 Jam

Jumlah pompa PA-02 AP001 operasi = 717,509 Jam

Jumlah pompa PA-03 AP001 operasi = 808,651 Jam

Dari hasil data operasi pompa pendingin sekunder tersebut di atas, diketahui bahwa jam operasi untuk pompa PA-02 AP001= 1847,161 jam/tahun adalah paling kecil dari kedua pompa (PA-01 AP001, PA03 AP01). Hal ini disebabkan pompa PA-02 AP001 mengalami perbaikan mulai dari awal bulan Maret 2015 s/d akhir bulan April 2015. Perbaikan dilakukan oleh personil perawatan dari Bidang BPR atas dasar PPIK No: 044.01. SR.15 tentang pompa PA-02 AP001 *fault* tidak bisa direset. PPIK No: 068.01.SR.15 tentang PA-02 CP001 penunjukan tekanan dipanel ruang RKU rendah. PPIK No: 070.01.SR.15 tentang PA-02 AA0022 tidak buka secara otomatis (berat) saat pompa

dioperasikan. Ketiga formulir PPIK tersebut sudah dilaksanakan dan hasilnya pompa dapat dioperasikan kembali dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN.

1. Kombinasi pengoperasian pompa pendingin sekunder secara bergantian, ditujukan agar ketiga pompa sistem sekunder dalam satu tahun jumlah jam operasinya sama.
2. Hasil pengamatan jumlah jam operasi masing-masing pompa pendingin sekunder dalam satu tahun pengamatan (2015). Diketahui pompa (PA-02 AP001) mempunyai jumlah jam operasi paling sedikit yaitu = 1847,161 jam/tahun, bila dibandingkan dengan pompa (PA-01 AP001) = 2171,973 jam/tahun, pompa (PA-03 AP001) = 2413,392 jam/tahun. Karena pompa (PA-02 AP001) sedang ada perbaikan ganti Modul power suplai dan perbaikan sistem instrumentasi tentang tekanan PA01 CP001) *low*.
3. Jumlah jam operasi masing-masing pompa penting untuk diketahui karena

terkait dengan sistem perawatan pompa itu sendiri. Dalam *Check List Basic Setting* sistem sekunder setidaknya setiap tahun dilakukan pengecekan terhadap suara pompa, getaran pompa, suhu dan pengecekan oliya.

4. Dari data operasi pompa sistem pendingin sekunder, gangguan operasi pompa sering disebabkan oleh gangguan suplay listrik PLN trip sesaat.
3. Santosa. P. ‘Sistem Bantu Reaktor RSG-GAS’ Diklat Operator dan Supervisor tahun 2015.
4. Ibu Diah “Sistem Kimia Air” Diklat Operator dan Supervisor Reaktor RSG-GAS tahun 2015.
5. Anonim “Buku Induk Operasi Reaktor” tahun 2015, Instruksi Operasi (IO) Teras-87, Teras- 88, Teras -89 Reaktor RSG-GAS” tahun 2015

DAPTAR PUSTAKA

1. Inter Atom, ‘*Secondary Cooling System Description*’, Serpong 1987
2. Inter Atom, “*Maintenance and Repair Manual (MRM)*”*Secondary Cooling System* (PA-01,02,03) tahun 1988.
6. Anonim “Lembar Data Evaluasi Operasi Reaktor Teras – 87, Teras – 88, Teras- 89 Reaktor RSG-GAS” Tahun 2015
7. Anonim “Lembar Berita Acara Tugas (BAT)” Supervisor, tahun 2015.