

ANALISIS PENURUNAN BEDA TEKANAN DI POMPA PENDINGIN SEKUNDER REAKTOR GA SIWABESSY

Bambang Murjati, Royadi, Amril
PRSG-BATAN

ABSTRAK

ANALISIS PENURUNAN BEDA TEKANAN DI POMPA PENDINGIN SEKUNDER REAKTOR GA SIWABESSY. Sistem pendingin sekunder RSG-GAS berfungsi untuk memindahkan panas yang dibangkitkan reaktor ke lingkungan. Sistem pendingin ini dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasikan air pendingin dan alat kontrol tekanan. Setiap pompa pendingin sekunder pada saat operasi, tekanan pada bagian sisi isapnya akan menunjuk pada batas aman antara 0,18 s/d 0,13 bar dan dinyatakan kritis pada angka 0,11bar untuk menghindari kapitasi yang dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu ketika tekanan mencapai nilai minimum 0,10bar, alat kontrol tekanan akan mematikan pompa secara otomatis. Makalah ini membahas penyebab turunnya tekanan. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa *pressure drop* di pompa pendingin sekunder akibat kotoran yang tersangkut di filter mekanik.

Kata kunci: pendingin sekunder, ram filter mekanik, solusi.

ABSTRACT.

ANALYSIS OF DIFFERENT PRESSURE DECREASE IN SECONDARY PUMP COOLING REACTOR GA SIWABESSY. Secondary cooling system RSG-GAS serves to remove heat generated reactors into the environment. The cooling system is equipped with a pump to circulate cooling water and pressure control equipment. Each secondary cooling pump at the time of surgery, the pressure at the suction side will point to safe limits between 0.18 s / d 0.13 bar and declared critical on 0,11bar to avoid capitation rate which can cause damage. Therefore when the pressure reaches a minimum value 0,10bar, pressure control device will shut off the pump automatically. This paper discusses the cause of the drop in pressure. From the analysis it is concluded that the pressure drop in the secondary coolant pumps due to dirt caught in the mechanical filters.

Keywords: secondary cooling, ram mechanical filters, solutions.

PENDAHULUAN

Pendingin sekunder reaktor RSG-GAS merupakan sistem pendingin sirkulasi terbuka seperti pada Gambar1, fungsinya untuk memindahkan panas dari sistem pendingin primer melalui alat penukar panas (*heat exchanger*) dan akhirnya dibuang ke atmosfer melalui menara pendingin (*cooling tower*). Sistem ini direncanakan mampu membuang panas 33000 KW dan terdiri dari 2 bagian pemipaan yang masing-masing kapasitasnya 50 %. Tiap bagian pemipaan tersebut terdiri dari pompa pendingin sekunder, alat penukar panas dan jalur menara pendingin. Sistem pendingin sekunder dirancang mampu mendinginkan air primer, sehingga suhu aliran inlet ke kolam reaktor tidak melebihi 40 °C. Komponen pada sistem pendingin sekunder terdiri dari :

- 1) Tiga buah pompa pendingin sekunder yang dilengkapi dengan sistem pengaman: *control speed* (CS), *control pressure* (CP), *control flow* (CF) dan *control temperature* (CT).
- 2) Setiap pompa pendingin sekunder dilengkapi dengan sebuah filter mekanik.

- 3) Dua jalur menara pendingin yang masing-masing jalur terdiri dari 3 modul yang beroperasi paralel dan satu modul tambahan yang dihubungkan ke salah satu jalur. Modul-modul menara pendingin tersebut terbuat dari bahan sintesis, termasuk bingkai, *packing* dan lapisan luar semua tahan karat. Air hangat disebarkan ke dalam bagian atas menara melalui *sprinkle*, kemudian dijatuhkan kebagian dasar kolam; sementara itu udara dialirkan oleh *fan* kearah atas dengan demikian akan terjadi penguapan. Panas laten penguapan ini diambil dari air sehingga menjadi dingin, disini terjadi proses pembuangan panas ke atmosfer dan penguapan air. Kehilangan air karena penguapan dan percikan, digantikan dengan cara menambahkan air dari PAM PUSPIPTEK melalui kolam *raw water* yang sistem kerjanya berdasarkan kondisi *control level* (CL).
- 4) Katup-katup dan sistem pemipaan pada sistem pendingin sekunder yang berada di dalam gedung reaktor terbuat dari *stainless steel* dan yang berada di luar gedung reaktor terbuat dari bahan *carbon steel*, sedangkan pompa dan pipa yang berada didalam kolam *raw water* dan kolam

cooling tower terbuat dari *stainless steel* dan *carbon steel*.

Diskripsi pompa pendingin sekunder.

Pompa pendingin sekunder terdiri dari 3unit PA-01/02/03 AP01 yang spesifikasinya ada di Tabel 1 dengan moda operasi 2 of 3 (2x50%) dan satu unit sebagai cadangan dalam kondisi siap operasi. Sistem pengaman pompa yang dapat menghentikan putaran motor, diantaranya:

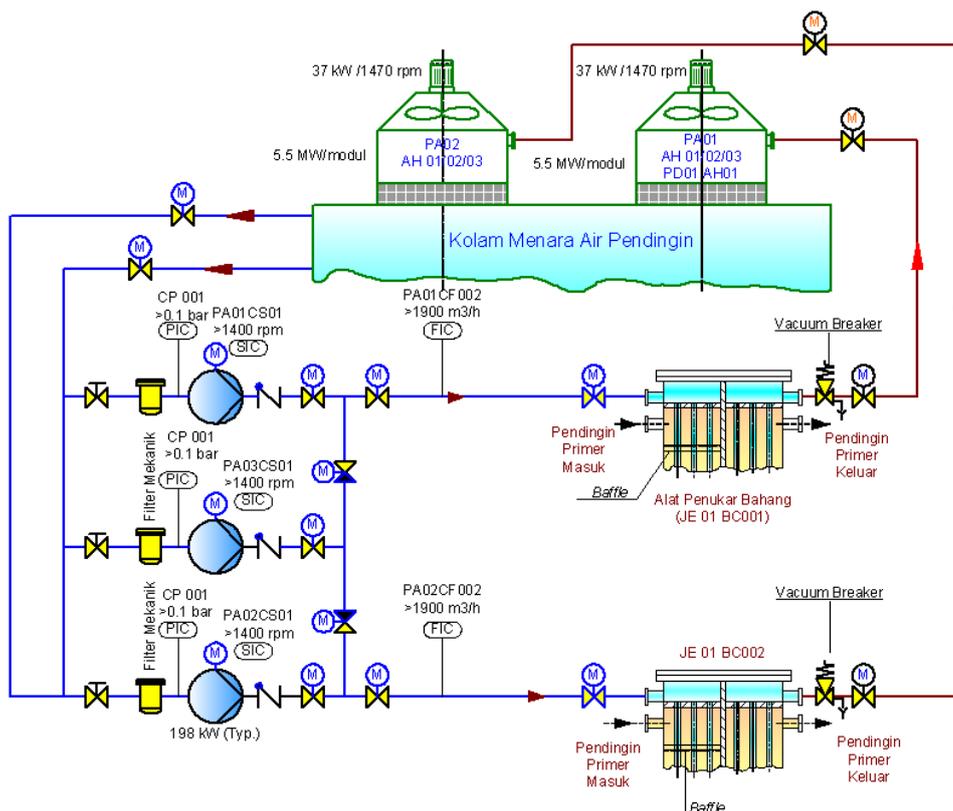
1. Di masing-masing motor listrik terpasang pengukur putaran *control speed*(CS) secara terintegrasi yang dapat ditingkatkan menjadi data akuisisi waktu pengoperasian masing-masing pompa untuk menghentikan motor listrik yang putarannya kurang dari batas yang diijinkan.
2. Di masing-masing pompa pendingin sekunder terpasang *control pressure* (CP) yang berhubungan dengan kondisi filter mekanik, batas aman kontrol tekanan CP yang aman 0, 18

s/d 0,13 bar, jika kondisi indikator kontrol tekanan di Ruang Kendali mendekati 0,11bar maka dinyatakan kritis karena dapat menghentikan operasi pompa secara otomatis untuk mencegah terjadinya kapitasi yang dapat merusak pompa.

Dalam kondisi reaktor padam (*shutdown*), sirkulasi air pendingin sekunder dari dan ke kolam menara pendingin harus tetap ada yang dilakukan oleh 2 unit pompa *flooding* PA-01/02 AP002, type pompa tekan, berkapasitas 2x80m³/jam dan H (head) 30m.

Tujuan mensirkulasikan air pendingin sekunder, adalah:

1. Mencegah pertumbuhan bakteri/ lumut.
2. Menghambat korosi akibat oksidasi.
3. Memudahkan *start* pengoperasian pompa pendingin sekunder karena adanya prosedur tetap menaikkan tekanan.



Gambar 1: Sistem pendingin sekunder

Tabel 1: Spesifikasi pompa pendingin sekunder.

No	Descriptin	Remarks
01	Type	CPK-S 350-400
02	Serial number	440.096/3
03	Plant	MPR 30
04	Plant component	PA01/02/03 AP01
05	Year manufacture	1984
06	Flow rate	1950 m ³ /jam
07	Discharge head	28 m
08	Max pumpe pressure	8 bar
09	Max design temperature	60°C
10	Speed	1480 rpm

METODA PENANGGULANGAN

Jika indikator kontrol tekanan (CP) di pompa pendingin sekunder telah mencapai angka kritis 0,11bar, pencucian filter mekanik harus dilakukan walaupun reaktor dalam kondisi operasi pada daya tinggi, tujuannya untuk menyelamatkan operasi reaktor tetap berlanjut. Menimba dari pengalaman penyelesaian kasus filter mekanik selama bertahun-tahun maka mulai awal 2013 dapat disimpulkan bahwa cara pencucian filter mekanik yang benar tergantung pada durasi turunnya tekanan yang terjadi, jika:

- I. Durasi lambat, solusinya mengikuti SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom, penyelesaiannya membutuhkan waktu \pm 2jam, seperti pada Gambar 3, 4 dan 5 dan langkah pengerjaannya sebagai berikut:
 1. Lakukan koordinasi dengan operator di RKU.
 2. Lakukan pengaturan katup dan kosongkan tabung filter mekanik.
 3. Pindahkan penutup tabung filter mekanik.
 4. Keluarkan ram filter mekanik dari tabung.
 5. Bersihkan ram filter mekanik dengan cara menyemprotkan air dari PAM-PUSPIPTEK.
 6. Kembalikan filter mekanik ke posisi semula.
 7. Filter mekanik siap dioperasikan.

- II. Durasi cepat, solusinya mengikuti SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom yang disempurnakan, penyelesaiannya membutuhkan waktu \pm 4 jam dan langkah pengerjaannya sebagai berikut:
 1. Kerjakan I (1 s/d 5).
 2. Merontokkan kerak yang melekat di ram filter mekanik dengan cara:
 - a. Dikeringkan \pm 2 jam, menggunakan 2 buah lampu Halogen @ 1000Watt.
 - b. Bersihkan kerak dengan cara menggosokkan sikat baja.
 3. Finishing (6 s/d 7).



Gambar 3: Penutup tabung filter mekanik diangkat dan dipindahkan.



Gambar 4: Ram filter mekanik dikeluarkan dari tabung.



Gambar 5: Ram filter mekanik dalam keadaan kotor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Filter mekanik adalah sebagian dari komponen mekanik yang berada di rangkaian sistem pendingin sekunder, spesifikasinya di Tabel 2 dan konstruksinya di Gambar 2, fungsinya sebagai penyaring air pendingin sekunder yang berasal dari kolam *cooling tower* yang akan masuk kedalam rumah *impeller* pompa pendingin sekunder, dengan adanya filterisasi ini tubing-tubing di *heat exchanger* akan terhindar dari penyumbatan yang berasal dari sampah. Sebelum tahun 2013, tekanan pompa pendingin sekunder di sisi isapnya sering mencapai angka kritis $CP=0,11\text{bar}$, sehingga filter mekanik mengalami perawatan berulang kali per bulannya, solusinya selalu mengikuti SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom. Maka di awal tahun 2013 dilakukan reformasi tata cara melakukan perawatan filter mekanik dan menuntaskan masalah di sumber pengotornya, diantaranya:

1. Merubah *schedule* pembersihan kolam *cooling tower* dari 1x setahun menjadi 2x setahun.
2. Menyempurnakan SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom yang hanya dapat diterapkan pada kasus kerak yang melekat di ram.
3. Peningkatan perbaikan fasilitas penunjang perawatan air pendingin sekunder PAQ-01/02/03.
4. Peningkatan perbaikan perangkap bola sponge/*strainer*.

Pendataan kegiatan perawatan filter mekanik terus dilakukan dari awal tahun 2013 hingga sekarang, guna memantau peningkatan unjuk kerjanya. Di Tabel 3 tahun 2013 pada kolom jenis kotoran: lumut, kerak pipa, kerak di ram, sarang tawon, bola sponge,

plastik dan hewan melata. Kotoran tersebut mempunyai daya rekat yang berbeda:

A. Kotoran filter mekanik yang mudah dibersihkan, diantaranya :

1. Lumut, penyebabnya di sistem PAQ01:
 - a. Pompa denyut PAQ 01 AP01 kerjanya kurang baik.
 - b. Adanya gangguan di katup *membran*, *elbow* dan *check valve*.
 - c. Larutan NaOCl di dalam tangki PAQ01 habis.
2. Kerak pipa, penyebabnya di sistem PAQ02:
 - a. Pompa denyut PAQ02 AP02 bekerjanya kurang baik.
 - b. Adanya gangguan di katup *membran*, *elbow* dan *check valve*.
 - c. Larutan berbahan dasar fosfat di dalam tangki PAQ02 habis.
3. Sarang tawon, penyebabnya pipa *sprinkle* di *cooling tower* ada yang lepas, sehingga air pendingin sekunder yang keluar dari pipa induk akan merusak sarang tawon.
4. Bola *sponge*, penyebabnya perangkap bola/*strainer* kerjanya kurang sempurna.
5. Hewan melata, penyebabnya hewan yang tersesat/ bunuh diri.

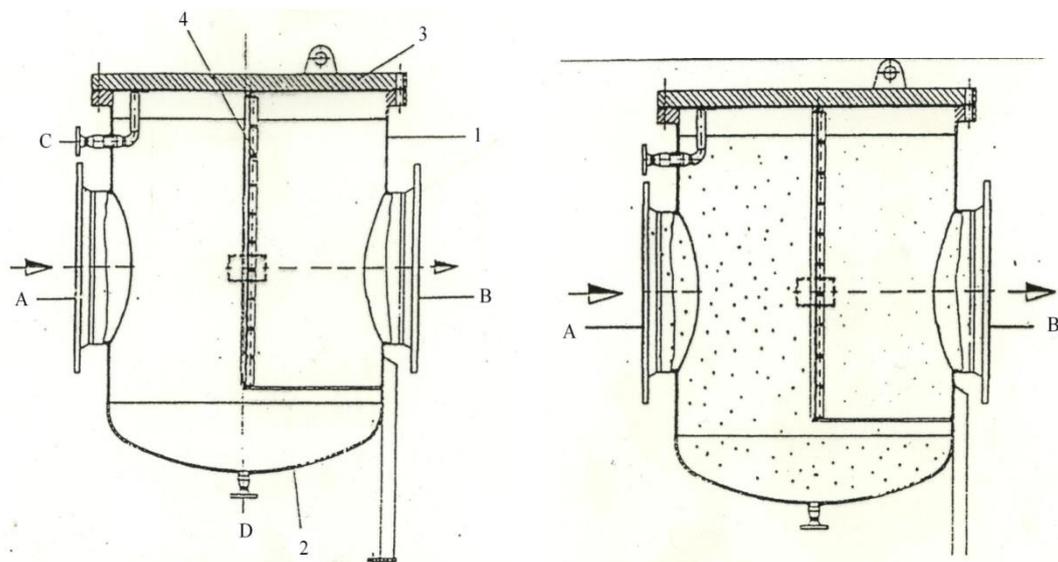
Setelah sistem penghambat lumut, kerak pipa, sarang tawon dan bola sponge dilakukan perbaikan bertahap maka batas aman tekanan di pompa pendingin sekunder antara $0,18\text{bar}$ s/d $0,13\text{bar}$ secara berangsur dapat bertahan lama, seperti pada tabel 3 tahun 2014. Hasil analisis menunjukkan bahwa ram filter mekanik setelah dicuci dalam kondisi basah kelihatan bersih tetapi dalam kondisi kering lubang-lubang ram filter mekanik normal. Solusinya adalah ram filter mekanik harus dibersihkan sesuai SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom (prosedur I).

B. Kotoran filter mekanik yang sulit dibersihkan: kerak di ram.

Kerak yang melekat di ram filter mekanik kemungkinan berasal dari endapan senyawa kimia H_2SO_4 , NaOCl dan larutan berbahan dasar fosfat yang dilarutkan ke dalam air pendingin sekunder. Kondisi ram filter mekanik seperti ini yang dapat menurunkan beda tekanan yang cepat ± 30 menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa ram filter mekanik setelah dicuci dalam kondisi basah kelihatan kotor tetapi dalam kondisi kering lubang-lubang ram filter mekanik mengecil dan tersumbat. Solusinya adalah ram filter mekanik harus dibersihkan sesuai SOP pencucian filter mekanik menurut Interatom yang disempurnakan (prosedur II), hasilnya ada di tabel 3 tahun 2014.

Tabel 2: Spesifikasi filter mekanik^[4]

No	Description	Remarks
01	Type	S11.011.01
02	Fabric No	30112/9
03	Year of Fabrication	1985
04	Plat	MPR30
05	System	Secondary
06	Pos No	PA01/02/03 BT01
07	Pressure Diff Max	1 bar
08	Operating Pressure	6 bar
09	Operating Temperature	60°C
10	Capacity	1,41 m ³



Keterangan:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Tabung filter mekanik. | A. Lubang masuk air sekunder. |
| 2. Dasar tabung filter mekanik. | B. Lubang keluar air sekunder. |
| 3. Penutup tabung filter mekanik. | C. Lubang venting . |
| 4. Ram filter mekanik. | D. Lubang drainage |

Gambar 2: Konstruksi tabung filter mekanik sistem pendingin sekunder.

Tabel 3: Data perawatan filter mekanik.

Tahun 2013.

Bulan	Hari, Tanggal	KKS	Jenis kotoran	Solusi pencucian
Januari	Kamis, 17/01/13	PA01 BT01	Lumut, sarang tawon	I
Februari	Rabu, 13/02/13	PA02 BT01	Lumut, sarang tawon	I
	Kamis, 14/02/13	PA03 BT01	Lumut, sarang tawon	I
Maret	-	-	-	-
April	Rabu, 10/04/13	PA01 BT01	Lumut, kerak pipa, kerak di ram	II
Mei	© Kamis, 02/05/13	PA02 BT01	Lumut, kerak di ram	II
		PA01 BT01	Lumut, sarang tawon, kerak pipa	I
		PA02 BT01	Lumut, sarang tawon	I
		PA01 BT01	Lumut	I
Sabtu, 25/05/13	PA01 BT01	Lumut	I	

Tabel 3. Lanjutan

Bulan	Hari, Tanggal	KKS	Jenis kotoran	Solusi pencucian
Juni	Senin, 24/06/13	PA03 BT01	Lumut, sarang tawon, bola sponge, plastik,	I
Juli	Rabu, 24/07/13	PA01 BT01	Bola sponge	I
Agustus	-	-	-	-
September	-	-	-	-
Oktober	Kamis, 24/10/13	PA01 BT01	Lumut, bola sponge	
November ©	Selasa, 26/11/13	PA03 BT01	Lumut, sarang tawon, bola sponge, kerak pipa, kerak di ram	II
	Rabu, 27/11/13	PA02 BT01	Lumut, sarang tawon, bola sponge, kerak di ram	II
Desember	Rabu, 11/12/13	PA02 BT01	Lumut, sarang tawon	I

Catatan: © Kolam menara pendingin dibersihkan.

Tahun 2014

Bulan	Hari, Tanggal	KKS	Jenis kotoran	Solusi pencucian
Januari	-	-	-	-
Februari	-	-	-	-
Matet	Selasa, 11/03/14	PA02 BT01	Lumut, sarang tawon, bola sponge,	I
April	-	-	-	-
Mei	-	-	-	-
Juni ©	Senin, 02/06/14	PA02 BT01	Sarang tawon	I
Juli	Rabu, 16/07/14	PA02 BT01	Sarang tawon, bola sponge	I
Agustus	-	-	-	-
September	-	-	-	-

Catatan: © Kolam menara pendingin dibersihkan.

KESIMPULAN

Dari awal tahun 2014 di Tabel 3: filter mekanik sudah mulai ada peningkatan kualitas kerja setelah diterapkan reformasi tata cara perawatan, tahun 2014 hanya mengalami 3x perawatan di bulan Maret, Juni dan Juli pada PA02 BT01, type kotorannya yang mudah dibersihkan: sarang tawon, bola sponge dan lumut.

DAFTAR PUSTAKA

1. **DR.Geni Rina Sunaryo**, Perawatan sistem kimia air di reaktor RSG-GAS., PUSDIKLAT-BATAN, Serpong 2009.
2. Training Course on Maintenance of Research Reactor, BATAN-JAERI. October 2003.
3. **DIAH EL**, Penanganan Secara Kimiawi Sistem Pendingin di reaktor RSG-GAS. Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor, November 1996
4. Atlantik Filter Abscheidertechnik Atlantik Geratebau GmbH D-3570 Stadtallendorf 1