

EVALUASI KINERJA FASILITAS IRADIASI PRTF

Suwarto, Saleh Hartaman

PRSG-BATAN

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA FASILITAS IRADIASI PRTF. *Power Ramp Test Facility (PRTF)* adalah fasilitas eksperimen yang terletak di luar teras reaktor dan dapat digerakkan masuk ke dalam teras reaktor RSG-GAS. Fasilitas ini digunakan untuk uji *pin* bahan bakar reaktor daya tipe *Pressurized Water Reactor (PWR)*. Evaluasi ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa PRTF dapat digunakan untuk mengiradiasi *pin* bahan bakar secara aman. Evaluasi dilakukan dengan cara menganalisis hasil uji fungsi PRTF pada nilai batas parameter keselamatan. Parameter tersebut meliputi laju alir pendingin sekunder yang terdiri dari 2 jalur dengan batas bawah 500 $\ell/\text{jam}/\text{jalur}$ dan batas atas 1000 $\ell/\text{jam}/\text{jalur}$, beda suhu maksimum pendingin sekunder masuk dan keluar PRTF 23 $^{\circ}\text{C}$ dan tekanan minimum sistem primer 158 bar. Evaluasi hasil uji fungsi menunjukkan bahwa pada kasus pelanggaran nilai batas parameter keselamatan, sistem instrumentasi dan kendali PRTF dapat melakukan tindakan penyelamatan berupa penarikan *pin* keluar dari teras dan memadamkan reaktor. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa PRTF dapat digunakan untuk eksperimen secara aman.

Kata kunci : Uji Fungsi PRTF

ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF PRTF IRRADIATION FACILITY. *Power Ramp Test Facility (PRTF)* is an experimental facility located outside the reactor core and it can be driven into the reactor core of RSG-GAS. This facility is used for testing of power reactor fuel pin types of *Pressurized Water Reactor (PWR)*. This evaluation is intended to assure that the PRTF can be used for irradiating the fuel pin securely. Evaluation is done by analysis of PRTF testing results on limit value of the safety parameters. These parameters include secondary cooling flow rate consisting of 2 lines with a lower limit of 500 $\ell / h / \text{lane}$ and the upper limit of 1000 $\ell / h / \text{lane}$, the maximum temperature difference of secondary coolant of 23 $^{\circ}\text{C}$ and primary system minimum pressure of 158 bar. Evaluation of the test results showed that in case of violation of the limit value of safety parameters, the instrumentation and control system of PRTF can perform a rescue action in the form of withdrawal of the pin out of the core and shutting down the reactor. So it can be concluded that the PRTF can be used for experiment safely.

Keywords : PRTF Function Test

PENDAHULUAN

Power Ramp Test Facility (PRTF) adalah fasilitas iradiasi yang digunakan untuk pengujian pin bahan bakar reaktor daya. PRTF terletak di luar teras reaktor dan dapat digerakkan ke dalam atau ke luar teras reaktor RSG-GAS. Fasilitas ini digunakan untuk eksperimen uji *pin* bahan bakar reaktor daya tipe *Pressurized Water Reactor (PWR)*^[1]. Fasilitas PRTF telah diuji coba (*commissioned*) pada tahun 1988 dan semenjak itu hingga kini fasilitas PRTF belum pernah digunakan untuk mengiradiasi *pin* uji bahan bakar PWR. Untuk memenuhi kebutuhan pengguna reaktor RSG-GAS, fasilitas PRTF perlu diuji coba kembali setelah dilakukan perbaikan pada komponen-komponennya.

Evaluasi kinerja fasilitas iradiasi PRTF dimaksudkan untuk memastikan bahwa fasilitas

PRTF dapat digunakan untuk mengiradiasi *pin* bahan bakar PWR secara aman.

Evaluasi ini mencakup respon sistem instrumentasi kendali terhadap pelanggaran nilai batas parameter keselamatan. Parameter keselamatan PRTF meliputi laju alir pendingin sekunder yang terdiri dari 2 jalur, tekanan aliran pendingin sekunder tiap jalur, beda suhu pendingin keluar-masuk tabung sekunder, tekanan lop air primer, volume air dalam tabung tekan dan aktivitas air primer.

Evaluasi kinerja fasilitas PRTF dilakukan dengan cara menganalisis hasil uji fungsi pada nilai-nilai batas parameter keselamatan untuk mengetahui respon sistem instrumentasi dan kendali terhadap tindakan penyelamatan secara otomatis. Tindakan penyelamatan tersebut berupa penarikan *pin* bahan bakar uji keluar dari posisi iradiasi dan memadamkan operasi reaktor.

FASILITAS PRTF

Fasilitas iradiasi PRTF dirancang khusus untuk mensimulasi kondisi Pressurized Water Reactor (PWR) dimana *pin* bahan bakar yang diuji dilengkapi dengan rangkaian bertekanan dan rangkaian pemurnian air. Fasilitas ini mempunyai sistem pendingin sendiri, terpisah dari pendingin reaktor. Fasilitas PRTF tersusun dari sistem penggerak kapsul, sistem pendingin primer, Sistem pendingin sekunder, sistem pemasok tekanan gas dan sistem instrumentasi dan kendali. Sistem penggerak kapsul berfungsi untuk mendekatkan dan menjauhkan *pin* uji terhadap teras reaktor pada posisi yang direncanakan. Sistem pendingin primer berfungsi untuk menciptakan tekanan dalam kapsul yang berfungsi sebagai wadah *pin* serta untuk pemantauan radioaktivitas akibat kerusakan *pin*. Sistem pendingin sekunder berfungsi sebagai alat pembuangan panas yang dibangkitkan oleh *pin* dalam kapsul. Sistem pemasok tekanan gas berfungsi untuk mempertahankan tekanan sistem primer pada tekanan kerjanya. Sistem instrumentasi dan kendali berfungsi sebagai alat pemantau parameter operasi dan pemicu tindakan penyelamatan secara otomatis. Parameter operasi PRTF terkait keselamatan selalu dipantau oleh sistem instrumentasi dan kendali guna mengambil tindakan keselamatan secara otomatis apabila nilai batasnya terlampaui. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah adanya kecelakaan radiologi atau untuk membatasi dampak dari kejadian kehilangan pendingin PRTF^[2]. Tindakan otomatis yang harus dilakukan adalah menjauhkan kapsul yang berisi *pin* dari teras reaktor dan pemadaman reaktor.

Nilai batas parameter keselamatan PRTF adalah :

- Laju alir minimum pendingin sekunder tiap jalur = 500 l/jam ;
- Laju alir minimum pendingin sekunder jalur 1 dan jalur 2 = 500 l/jam;
- Beda suhu maksimum pendingin sekunder yang masuk dan keluar tabung sekunder (redundansi 2 dari 3) = 23 °C ;
- Tekanan aliran pendingin sekunder tiap jalur = 0,6 bar;
- Tekanan minimum sistem pendingin primer = 160 bar;
- Aktivitas air pendingin primer maksimum 2×10^4 cacah/detik;
- Volume air minimum dalam tabung tekan pada rangkaian primer = 0,5 l.

Diagram alir rangkaian fasilitas iradiasi PRTF^[2] ditunjukkan pada Lampiran 1

UJI FUNGSI

Uji fungsi kinerja PRTF dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Pengoperasian sistem pendingin primer pada tekanan kerja 160 bar;
- Pengoperasian sistem pendingin sekunder dengan laju alir tiap jalur 750 l/jam;
- Mengoperasikan sistem penggerak kapsul sehingga posisi kapsul berada di dalam teras reaktor sesuai prosedur pengujian sistem penggerak kapsul^[3];
- Pengaturan nilai parameter keselamatan sistem pendingin sekunder pada nilai batasnya sesuai prosedur pengujian^[4];
- Pengaturan nilai parameter keselamatan sistem pendingin primer pada nilai batasnya sesuai prosedur pengujian^[5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji fungsi kinerja PRTF yang dilakukan pada tanggal 30 Juni 2014 ditunjukkan pada Tabel hasil uji fungsi kinerja PRTF (lihat Lampiran 2).

Sistem penggerak kapsul

Hasil pengujian sistem penggerak kapsul yang meliputi ketepatan posisi iradiasi di dalam teras dan posisi di luar teras reaktor menunjukkan bahwa baik secara visual maupun penunjukan indikator, kapsul dapat digerakkan secara lancar dari posisi CG001 = 440 mm (posisi REEX/*Reexperiment*) sampai CG001 = 0 mm (posisi iradiasi). Kelancaran gerakan kapsul diperlukan untuk menjamin tindakan penyelamatan eksperimen secara dini.

Sistem pendingin sekunder

Hasil pengujian sistem pendingin sekunder yang meliputi laju alir minimum dan maksimum, tekanan aliran minimum dan beda suhu maksimum menunjukkan bahwa sistem instrumentasi dan kendali terkait aliran pendingin sekunder dapat mengambil tindakan penyelamatan sehubungan dengan pelanggaran nilai-nilai batasnya.

Pelanggaran nilai batas laju alir minimum pada satu jalur hanya akan menyebabkan tindakan penarikan kapsul ke luar teras (tidak memadamkan reaktor). Tindakan ini merupakan penyelamatan bahan bakar uji yang sangat dini karena pada dasarnya pada kejadian kegagalan pompa pada salah satu jalur masih tersedia aliran pendingin yang cukup memadai bagi kapsul atau bahan bakar uji yang ada di dalamnya (acuan). Laju alir minimum bisa terjadi akibat tersumbatnya saluran isap pompa atau matinya pompa terkait, namun kemungkinan matinya pompa cukup kecil mengingat catu dayanya dipasok dari sistem catu daya tak putus (bukan dari PLN). Tindakan serupa juga dikenakan pada pelanggaran nilai batas maksimum laju alir pada salah satu jalur pendingin. Tindakan ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kebocoran pipa setelah sensor laju alir.

Pada kejadian ini hambatan aliran pendingin berkurang sehingga laju alirnya bertambah.

Pelanggaran nilai batas laju alir minimum pada 2 jalur ditanggapi oleh sistem kendali melalui tindakan REEX dan memadamkan operasi reaktor. Tindakan ini dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan kejadian tersumbatnya pipa isap kedua pompa secara bersamaan. Kemungkinan ini sifatnya sangat kecil karena sisi isap kedua pompa tidak saling berhubungan (dibuat terpisah) dan selain itu air kolam reaktor sebagai sumber yang dihisap kebersihan dan kejernihannya terjaga.

Tindakan dengan tujuan yang sama juga dilakukan pada pelanggaran nilai batas laju alir maksimum pada kedua jalur. Tindakan ini diperlukan untuk mengantisipasi kemungkinan kejadian kerusakan/patah pipa setelah sensor laju alir pada kedua jalur secara bersamaan. Kemungkinan kejadian ini juga sangat kecil karena kedua jalur tersebut dibuat terpisah sebelum memasuki header.

Pelanggaran nilai batas minimum tekanan aliran pada salah satu jalur pendingin ditanggapi oleh sistem kendali melalui tindakan penarikan kapsul keluar dari posisi iradiasi (REEX). Tindakan ini merupakan tindakan rangkap dari kejadian pelanggaran nilai batas laju alir maksimum pada salah satu jalur yang berkaitan. Hal ini disebabkan karena kebocoran pada pipa setelah sensor laju alir selain menaikkan penunjukan oleh sensor juga akan menurunkan tekanan alirannya.

Pelanggaran nilai batas beda suhu pendingin ditanggapi oleh sistem kendali dalam bentuk REEX dan pemadaman operasi reaktor secara redundansi 2 dari 3. Tindakan ini dilakukan untuk mencegah kerusakan bahan bakar uji akibat pendinginan yang tidak memadai.

Sistem pendingin primer

Pelanggaran nilai batas volume air tabung tekan BB002 ditanggapi oleh sistem kendali melalui tindakan REEX, penutupan katup-katup isolasi dan mematikan pompa primer AP003. Tindakan ini dilakukan untuk mengantisipasi kebocoran kecil pada sistem primer dimana penurunan tekanan dalam sistem berlangsung lambat dan akan

dikompensasi oleh sistem pemasok tekanan gas helium sehingga tekanan sistem primer akan tetap. Namun demikian kebocoran akan terpantau melalui volume air tabung tekan BB002 yang akan berkurang sesuai air primer yang hilang sehingga volumenya mencapai batas minimum. Pelanggaran nilai batas minimum tekanan air primer yang pertama (CP007 =158 bar) ditanggapi oleh sistem kendali melalui tindakan REEX dan penutupan katup gas buang, sedangkan pelanggaran nilai batas minimum kedua (155 bar) ditanggapi melalui tindakan selain REEX juga pemadaman operasi reaktor. Tindakan ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kebocoran besar air primer dimana tekanan primer akan turun secara cepat. Pelanggaran nilai batas aktivitas air primer untuk membatasi radioaktivitasnya melalui penutupan katup solenoid AA019 dan katup AA023 dan mematikan operasi pompa primer AP003. Dari uraian di atas menunjukkan bahwa fasilitas PRTF dapat dioperasikan secara aman dan pelanggaran nilai batas parameternya terkendali.

KESIMPULAN

Fasilitas iradiasi PRTF dapat digunakan untuk uji pin bahan bakar reaktor daya tipe PWR dengan aman dan terkendali.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) **ANONIM**, "Safety Anallysis and Design Report Power Ramp Test Facility", Multi Purpose Research Reactor MPR30, Ident-No.60.15567.1, 1988;
- 2) **INTERATOM**, "MPR30 Description of the Power Ramp Test Facility", OS-Nr. 1952;
- 3) **SUWARTO**, "Prosedur pengujian sistem penggerak kapsul fasilitas iradiasi PRTF", No. Ident : RSG.OR.01.03.41.13, Revisi : 00, 2013;
- 4) **SUWARTO**, "Prosedur pengujian sistem pendingin sekunder fasilitas iradiasi PRTF", No. Ident : RSG.OR.02.03.41.13, Revisi : 00, 2013;
- 5) **SUWARTO**, "Prosedur pengujian sistem primer fasilitas iradiasi PRTF", No. Ident : RSG.OR.03.03.41.13, Revisi : 00, 2013.

DISKUSI

Nama Penanya : Pranto Busono

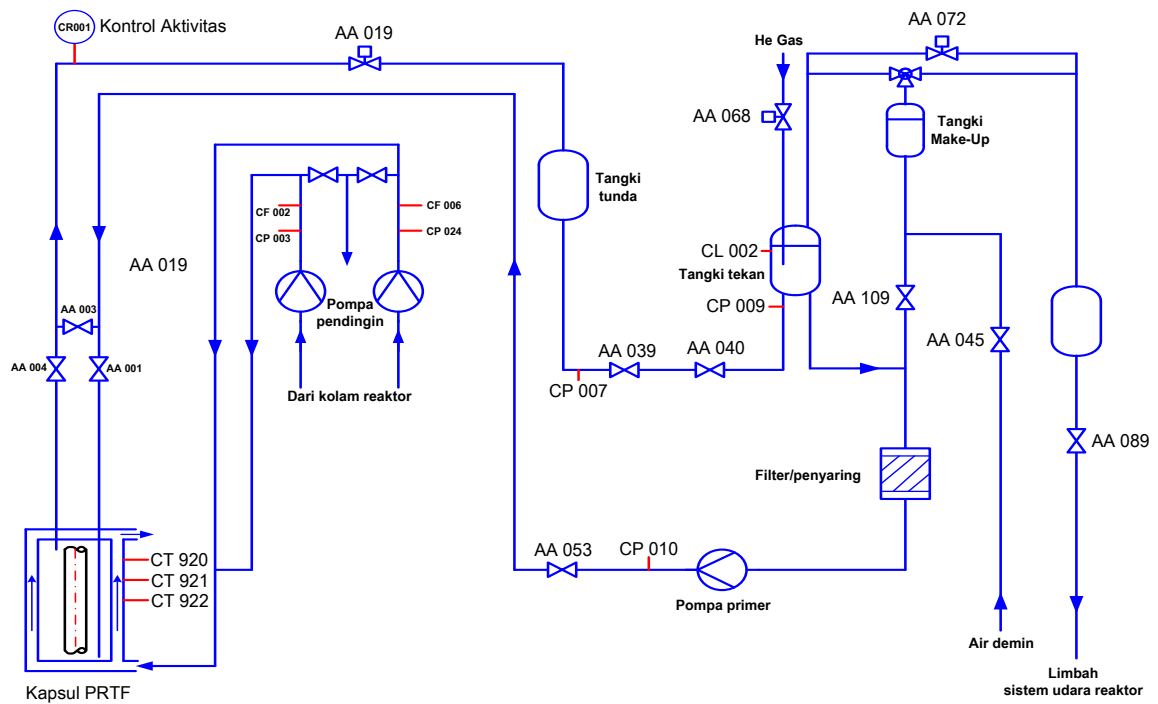
Pertanyaan :

Selain faktor keselamatan sudah diuji, apakah trolley penggerak (pembawa kapsul) masih berfungsi dnegan baik.

Jawaban :

Dari hasil perawatan sistem penggerak kapsul menunjukkan bahwa penggerak kapsul masih bisa digerakkan (maju mundur) secara lancar.

LAMPIRAN 1
Diagram alir PRTF^[2]



LAMPIRAN 2

Tabel Hasil Pengujian Kinerja PRTF, 30 Juni 2014

PARAMETER UJI	NILAI BATAS	HASIL PENGUJIAN
Sistem Penggerak Kapsul		
1. Ketepatan posisi iradiasi kapsul dalam teras secara visual dan melalui indikator CG001)	CG001= 0 mm	Posisi kapsul di dalam teras, CG001 = 0 mm
2. Ketepatan posisi kapsul terjauh dari teras secara visual dan melalui CG001	CG001= 440 mm	Posisi kapsul di luar teras, CG001 = 440 mm
Sistem Pendingin Sekunder		
1. Laju alir minimum jalur 1 (CF002)	500 ℓ/jam	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX(<i>Reexperiment</i>) : on
2. Laju alir minimum jalur 2 (CF006)	500 ℓ/jam	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX : on
3. Laju alir minimum jalur 1 dan 2 (CF002 dan CF006)	500 ℓ/jam/jalur	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm, indikator REEX : on, reaktor padam (<i>scram</i>)
4. Laju alir maksimum jalur 1 (CF002)	1000 ℓ/jam	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX : on
5. Laju alir maksimum jalur 2 (CF002)	1000 ℓ/jam	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX : on
6. Laju alir maksimum jalur 1 dan 2 (CF002 dan CF006)	1000 ℓ/jam/ jalur	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm, indikator REEX : on, reaktor <i>scram</i>
7. Tekanan minimum aliran jalur 1 (CP003)	0,6 bar	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX : on
8. Tekanan minimum aliran jalur 2 (CP024)	0,6 bar	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm dan indikator REEX : on
9. Beda suhu maksimum (keluar-masuk) tabung Sekunder redudansi 2 dari 3 (CT920/CT921/ CT922)	23 °C	Kapsul bergerak menjauhi teras hingga CG001 = 440 mm, indikator REEX : on, reaktor <i>scram</i>

LAMPIRAN 2

Tabel Hasil Pengujian Kinerja PRTF (lanjutan)

PARAMETER UJI	NILAI BATAS	HASIL PENGUJIAN
Sistem Air Primer		
1. Volume air minimum di dalam tabung tekan (BB002 CL002)	0,5 l/jam	Kapsul bergerak menjauhi teras, Katup isolasi (AA019, AA022, AA031, AA068) menutup dan pompa primer AP003 mati
2. Tekanan minimum CP007	158 bar	Kapsul bergerak menjauhi teras, indikator REEX : on dan katup gas buang AA073 menutup
3. Tekanan minimum CP009 dan CP010	155 bar	Kapsul bergerak menjauhi teras, indikator REEX : on, reaktor <i>scram</i> , katup isolasi (AA019, AA022, AA031 dan AA068) menutup dan pompa primer AP003 mati.
4. Nilai batas maksimum akivitas air primer CR001	2×10^4 c/detik	Kapsul bergerak menjauhi teras, indikator REEX : on, katup isolasi (AA019, AA031 dan AA083) menutup dan pompa primer AP003 mati.