

KAJIAN KINERJA DUA POMPA SEKUNDER PRTF YANG TERPASANG PARALEL

Saleh Hartaman dan Suwanto

ABSTRAK

KAJIAN KINERJA DUA POMPA SEKUNDER PRTF YANG TERPASANG PARALEL. Fasilitas iradiasi *Power Ramp Test Facility* (PRTF) dilengkapi dengan 2 buah pompa sekunder yang terpasang paralel untuk mendinginkan kapsul yang di dalamnya terdapat air primer. Disebutkan di dalam Laporan Analisis Keselamatan (LAK RSG-GAS) bahwa pada kejadian kegagalan satu dari dua pompa sekunder masih tersedia aliran air sekunder yang memadai untuk mencegah pendidihan air primer. Oleh sebab itu *critical heat flux* dapat di hindari. Pendidihan air primer akan terjadi pada laju alir pendingin sekunder total sebesar 624 ℓ/jam . Makalah ini bertujuan untuk menganalisis dan memverifikasi besarnya laju alir pendingin sekunder ketika salah satu pompa pendingin sekunder gagal. Analisis dilakukan dengan melakukan percobaan pengoperasian pompa untuk menentukan karakteristik kinerjanya. Karakteristik kedua pompa sekunder diperlukan untuk memperoleh angka-angka tersebut. Karakteristik kedua pompa ditentukan melalui eksperimen. Dari hasil percobaan diketahui bahwa pada kejadian kegagalan satu dari dua pompa masih tersedia aliran minimal pendingin sebesar 960 ℓ/jam .

Kata kunci : Karakteristik pompa sekunder

ABSTRACT

PERFORMANCE ASSESSMENT OF THE TWO PUMPS INSTALLED PARALLEL SECONDARY PRTF. Irradiation facility *Ramp Power Test Facility* (PRTF) is equipped with 2 secondary pumps are mounted parallel to cooled capsule in which there is a primary water. Mentioned in the *Safety Analysis Report* (SAR - RSG - GAS) that in the event of failure of one of the two secondary pumps there is still sufficient secondary water flow to prevent boiling water primer, therefore the *critical heat flux* can be avoided. Primary water boiling occurs in the total secondary coolant flow rate 624 ℓ / h . The paper aims to analyze and verify the magnitude of the secondary coolant flow rate when one of the secondary coolant pumps failed. Analysis was done by conducting experiments to determine the characteristics of the pump operation performance. Statement must be supported by the figures. The second characteristic secondary pump is needed to obtain these numbers. Characteristics of the two pumps are determined through experimentation. From the experimental results is known that in the event of failure of one of the two pumps are still available cooling minimum flow of 960 ℓ / h

Key words : Secondary pumps characteristic

PENDAHULUAN

Fasilitas iradiasi PRTF dilengkapi dengan dua pompa sekunder sejenis yang dipasang secara paralel. Fungsi kedua pompa sekunder adalah untuk mengalirkan air untuk mendinginkan kapsul yang berisi air primer^[1]. Jenis kedua pompa adalah sentrifugal dengan spesifikasi yang sama. Laju alir nominal masing-masing pompa adalah antara 600 s.d 900 liter/jam^[2]. Dari hasil perhitungan termohidrolik diketahui bahwa pada laju alir pendingin sekunder 624 liter/jam maka akan terjadi pendidihan air primer di dalam kapsul. Untuk keperluan operasional PRTF, kondisi ini harus dihindari karena jika dibiarkan maka kondisi yang berbahaya (*critical heat flux*) akan dicapai.

Disebutkan di dalam Laporan Analisis Keselamatan (LAK RSG-GAS) bahwa pada kejadian kegagalan satu dari dua pompa sekunder, pendinginan kapsul oleh air sekunder masih memadai untuk mencegah terjadinya *critical heat flux*. Perlu menganalisis dan memverifikasi besarnya laju alir sehingga dapat dipastikan bahwa sistem PRTF masih aman / tidak aman dioperasikan. Makalah ini dimaksudkan untuk menyajikan angka-angka besaran pendingin sekunder pada kejadian satu dari dua pompa sekunder mengalami kegagalan.

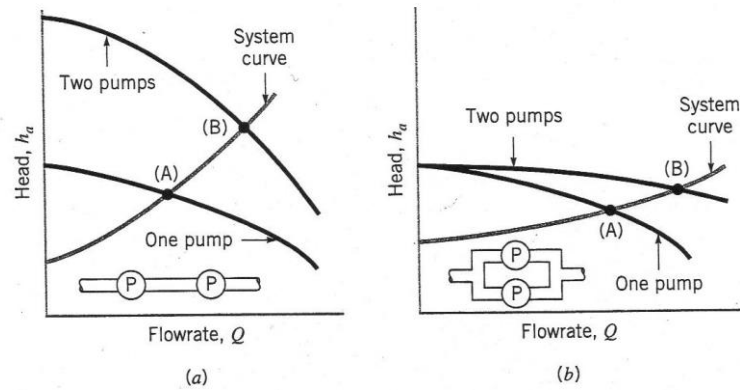
Berdasarkan teori pompa : Jika dua buah pompa sejenis dipasang secara paralel pada suatu sistem maka akan ada perubahan laju alir pada tinggi tekan (*head*) yang sama dimana laju alir sistem tidak 2 kalinya. Untuk sistem pendingin sekunder PRTF penerapan teori ini akan menghasilkan laju alir kurang dari 1200

liter/jam untuk dua pompa dengan laju alir 600 liter/jam tiap pompa. Pada kejadian satu dari dua pompa gagal maka seharusnya menyisakan laju alir pendingin diatas 600 liter/jam namun demikian secara matematis tidak ada persamaan atau perhitungan yang mendukung kejadian ini. Oleh karena itu satu-satunya cara untuk memperoleh kepastian angka-angka tersebut adalah melalui eksperimen^[3].

Untuk menentukan karakteristik dua pompa sekunder sejenis yang dipasang secara paralel pada sistem pendingin sekunder PRTF dilakukan dengan cara eksperimen. Eksperimen dilakukan dengan mengoperasikan kedua pompa pada laju alir yang sama untuk tiap pompa kemudian mematikan operasi satu dari dua pompa untuk memperoleh laju alir satu pompa. Eksperimen dilakukan pada laju alir tiap pompa 600, 700, 800 dan 900 liter/jam. Dengan diperolehnya besar laju alir pada kejadian satu pompa sekunder gagal diharapkan dapat membantu menyediakan data masukan pada penyusunan LAK PRTF.

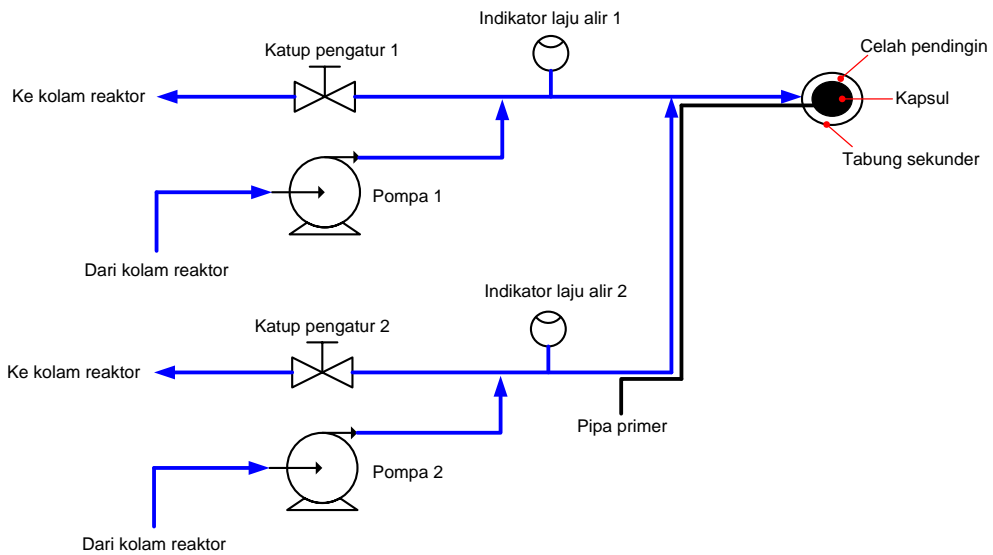
TEORI

Teori yang digunakan pada makalah ini adalah sebuah pernyataan bahwa jika dua buah pompa sejenis dipasang secara paralel pada suatu sistem maka akan ada perubahan laju alir pada tinggi tekan (*head*) yang sama dimana laju alir sistem tidak 2 kalinya. Kalau dipasang seri maka akan ada penambahan *head* untuk laju alir yang sama. Karakteristik kedua pompa biasanya ditentukan melalui eksperimen^[3]. Skema kurva operasi pompa terpasang seri dan paralel ditunjukkan pada Gambar 1.

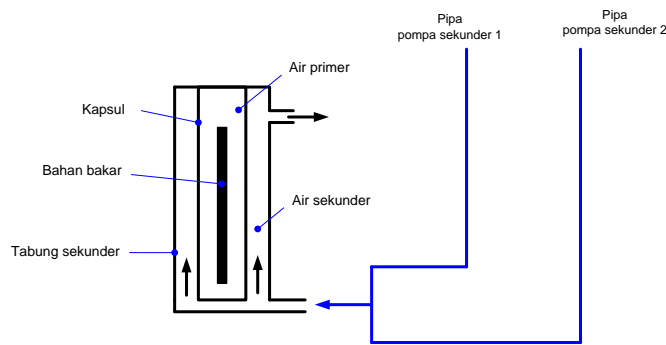


Gambar 1. Kurva sistem dengan pompa terpasang (a) seri dan (b) paralel^[3]

Susunan saluran kedua pompa sekunder PRTF dipasang secara paralel dengan masing-masing laju alir yang dapat diatur melalui kedua katup pengatur. Skema saluran pendingin sekunder PRTF ditunjukkan pada Gambar 2 sedangkan skema aliran pendingin sekunder pada dinding luar kapsul ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. skema saluran pendingin sekunder^[3]



Gambar 3. Skema pendinginan kapsul^[2]

TATA KERJA

Pengoperasian pompa 1 dan 2 masing-masing pada laju alir 600, 700, 800 dan 900 l/jam

1. Pompa 1 dioperasikan pada laju alir $Q_1 = 600$ l/jam
2. Pompa 2 dioperasikan pada laju alir $Q_2 = 600$ l/jam
3. Pompa 2 dimatikan kemudian dilakukan pengamatan penunjukan Q_1
4. Pompa 2 dioperasikan pada laju alir $Q_2 = 600$ l/jam

5. Pompa 1 dimatikan kemudian dilakukan pengamatan penunjukan Q_2
6. Pengulangan langkah 1 s.d 5 untuk nilai Q_1 dan Q_2 masing-masing 700, 800 dan 900 l/jam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksperimen laju alir pendingin sekunder pada kejadian kegagalan satu dari dua pompa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pompa sekunder PRTF

NO	KONDISI POMPA 1	KONDISI POMPA 2	LAJU ALIR POMPA 1 Q_1 (liter/jam)	LAJU ALIR POMPA 2 Q_2 (liter/jam)
1.	ON	ON	600	600
	ON	OFF	1000	0
2.	ON	ON	600	600
	OFF	ON	0	960
3.	ON	ON	700	700
	ON	OFF	1150	0
4.	ON	ON	700	700
	OFF	ON	0	1100
5.	ON	ON	800	800
	ON	OFF	1300	0
6.	ON	ON	800	800
	OFF	ON	0	1250
7.	ON	ON	900	900
	ON	OFF	1450	0
8.	ON	ON	900	900
	OFF	ON	0	1400

Dari Tabel di atas untuk nomor urut 1 dan 2, dapat diuraikan bahwa pada kondisi operasi pompa 1 dan 2 dengan laju alir $Q_1 = Q_2 = 600 \text{ l/jam}$ kemudian pompa 2 gagal ($Q_2 = 0 \text{ l/jam}$) yang terjadi adalah Q_1 mengalami kenaikan dari 600 l/jam menjadi 1000 l/jam . Untuk kondisi yang sama ($Q_1 = Q_2 = 600 \text{ l/jam}$) kemudian pompa 1 yang mengalami kegagalan maka Q_2 mengalami kenaikan dari 600 l/jam menjadi 960 l/jam .

Dengan cara yang sama, pembahasan lebih lanjut atas hasil eksperimen dapat diringkas bahwa kegagalan salah satu pompa sekunder akan merubah nilai laju alir pompa lain yang masih beroperasi. Perubahan laju alir pompa 1 setelah pompa 2 gagal disajikan pada Tabel 2 dan perubahan laju alir pompa 2 setelah pompa 1 gagal disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Perubahan laju alir pompa 1 setelah pompa 2 gagal

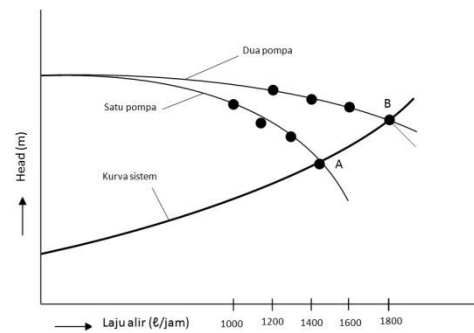
NO	Laju alir pompa 1 (Sebelum pompa 2 gagal)	Laju alir pompa 1 (Setelah pompa 2 gagal)
1.	600 l/jam	1000 l/jam
2.	700 l/jam	1150 l/jam
3.	800 l/jam	1300 l/jam
4.	900 l/jam	1450 l/jam

Tabel 3. Perubahan laju alir pompa 2 setelah pompa 1 gagal

NO	Laju alir pompa 2 (Sebelum pompa 1 gagal)	Laju alir pompa 2 (Setelah pompa 1 gagal)
1.	600 l/jam	960 l/jam
2.	700 l/jam	1100 l/jam
3.	800 l/jam	1250 l/jam
4.	900 l/jam	1400 l/jam

Jika dibandingkan antara Tabel 2 dan Tabel 3 maka terlihat bahwa perubahan laju alir pompa 1 lebih besar dari perubahan pompa 2. Hal ini diperkirakan akibat dari perbedaan hambatan pada saluran pipa dimana sepanjang saluran pompa 2 di dalamnya terdapat pipa primer (lihat Gambar 1) sedangkan saluran pompa 1 kosong (tidak terdapat pipa primer).

Berdasarkan Tabel 2 dapat disusun kurva kinerja sistem pendingin sekunder PRTF (lihat Gambar 4). Berdasarkan Gambar 4 kinerja sistem pendingin sekunder dapat diuraikan bahwa hubungan nilai laju alir 1 pompa dan 2 pompa untuk head yang tetap akan mengikuti kurva sistem. Kurva sistem bergerak vertikal sehingga titik A dan B masing-masing akan berada pada kurva operasi satu pompa dan dua pompa sehingga laju alir keduanya dapat ditentukan. Kurva kinerja pompa pada Gambar 4 sesuai dengan Gambar 1_b yang digunakan sebagai acuan.



Gambar 4. Kurva kinerja sistem pendingin sekunder PRTF

Pada LAK disebutkan bahwa pada laju alir pendingin sekunder 624 l/jam (laju alir kritis) maka akan terjadi pendidihan air primer dalam kapsul dimana kondisi ini harus dihindari. Tabel 1, 2 dan 3 yang didukung oleh kurva kinerja sistem pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pada laju alir pendingin sekunder minimum ($Q_1 = 600 \text{ l/jam}$ dan $Q_2 = 600 \text{ l/jam}$) kemudian salah satu pompa mengalami kegagalan maka masih tersedia aliran pendingin sekunder minimal 960 l/jam . Nilai ini masih berada diatas nilai kritis yang besarnya 624 l/jam . Dari pembahasan di atas dapat dikatakan bahwa pada kejadian kegagalan satu pompa pendingin sekunder, masih tersedia aliran pendingin sekunder yang dapat

menghindari pendidihan air primer dalam kapsul PRTF.

KESIMPULAN

Pada kejadian kegagalan satu dari dua pompa sekunder masih tersedia laju alir pendingin sekunder yang dapat mencegah pendidihan air primer dalam kapsul.

DAFTAR PUSTAKA

1. **INTERATOM**, “*MPR30 Description of the Power Ramp Test Facility*”, OS-Nr. 1952.
2. **ANONIM**, “*Safety Analysis and Design Report Power Ramp Test Facility-PRTF*”, Ident – No. 60.15567.1
3. **BRUCE R. MUNSON, DONALD F. YOUNG and THEODORE H. OKIISHI**, “*Fundamentals of Fluid Mechanics*”, *Fifth Edition*, John Wiley & Sons Pte Lmt, *Copyright 2006*.