

PERHITUNGAN LAJU ALIR TERAS KOMPAK RSG-GAS

Muh. Darwis Isnaini

ABSTRAK

PERHITUNGAN LAJU ALIR TERAS KOMPAK RSG-GAS. Telah dilakukan perhitungan laju alir teras kompak RSG-GAS. Di dalam makalah ini dilakukan perhitungan dari segi hidrauliknya saja. Perhitungan laju alir ini dilakukan untuk kondisi teras RSG-GAS yang terdiri dari 40 elemen bakar dan 8 elemen kendali, serta dengan variasi jumlah fasilitas iradiasi 2, 4, 6 dan 8 buah. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program CAUDVAP dengan batasan bahwa penurunan tekanan teras sebesar 0,5 bar. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan variasi jumlah fasilitas iradiasi dari 2 sampai 8, diperoleh perubahan laju alir di elemen bakar sebesar 0,08%.

ABSTRACT

THE RSG-GAS FLOW RATE DISTRIBUTION CALCULATION ON COMPACT CORE.

Calculation of RSG-GAS flow rate distribution on compact core condition was carried out. This paper describes the hydraulics aspect in variation numbers of irradiation facilities. The calculations were done for RSG-GAS core that consists of 40 fuel elements and 8 control elements, and variation number of irradiation facilities are respectively 2, 4, 6 and 8. The calculation was done using CAUDVAP code by assuming core pressure drop of 0.5 bar. The results shown that, for variation numbers of irradiation facilities from 2 to 8, the flow rate in the fuel element changes 0.08%.

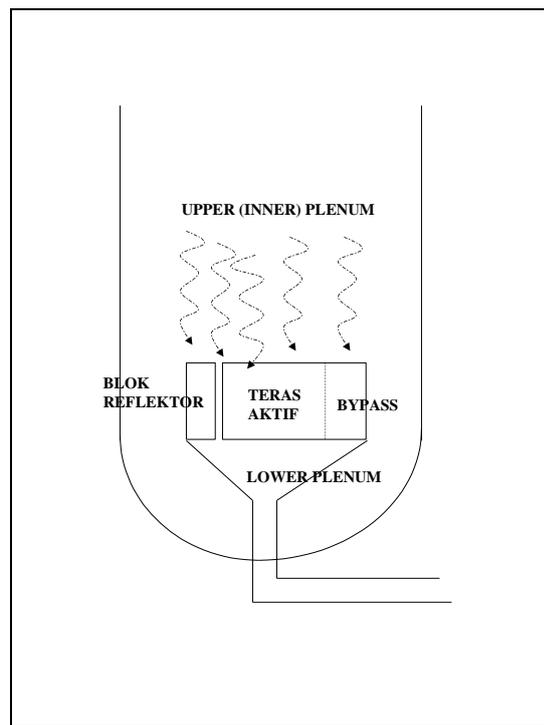
PENDAHULUAN

Pada saat ini RSG-GAS telah mencapai teras kerja tipikal, yang mana kondisi teras RSG yang tersusun atas kisi 10 x 10 terdiri atas 40 elemen bakar (EB) dan 8 elemen kendali, serta dilengkapi dengan 8 posisi iradiasi. Pada saat yang akan datang akan dijajaki kemungkinan merubah kondisi teras yang ada sekarang menjadi teras kompak. Yang dimaksud teras kompak di dalam makalah ini sebenarnya merupakan sebutan/ istilah dalam neutronik yang mana teras RSG-GAS ini akan dirubah ke suatu kondisi teras dengan menempatkan seluruh elemen bakar dan elemen kendali di tengah teras, serta seluruh posisi iradiasi di pinggir teras. Dari segi neutronik diharapkan dengan mengumpulkan seluruh elemen bakar di tengah teras akan diperoleh fluks neutron yang lebih tinggi, sehingga *fluence* (banyaknya neutron per satuan luas) dari target iradiasi yang diinginkan dapat dicapai dengan waktu yang lebih singkat. Hal ini sangat menguntungkan karena dapat menghemat bahan bakar reaktor. Karena akan terjadi perubahan kondisi teras, maka perlu dilakukan perhitungan yang berhubungan dengan segi termohidroliknya.

Perhitungan ini juga merupakan kelanjutan dari “Verifikasi Harga Laju Alir Teras RSG-GAS dengan Program Caudvap” oleh Isnaini^[1], “Perhitungan Distribusi Laju Alir RSG-GAS Untuk Kondisi Teras Transisi RSG-GAS” oleh Isnaini^[2] dan pada saat akan datang juga dilakukan perhitungan laju alir karena perubahan geometri elemen teras. Di dalam perhitungan ini semua data geometri masih mengacu pada data disain yang dibuat oleh Nukem, Jerman.

PEMBAGIAN JENIS KANAL

Di dalam SAR [3] disebutkan bahwa, pada kondisi operasi normal RSG-GAS, pendingin primer disirkulasikan di dalam sistem pendingin primer dengan menggunakan 2 buah pompa primer yang bekerja paralel satu dengan yang lainnya. Untuk operasi pada daya 30 MW, RSG-GAS membutuhkan laju alir minimum sistem primer sebanyak 800 kg/detik. Secara garis besar dari laju alir sejumlah itu dibagi menjadi tiga bagian yaitu laju alir melalui teras aktif, *bypass* dan blok reflektor seperti terlihat pada Gambar 1. Adapun datanya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Garis besar lintasan aliran sistem pendingin primer RSG-GAS.

Tabel 1. Pembagian aliran RSG-GAS secara garis besar untuk kondisi laju alir minimum 800 kg/detik.

No.	Jenis aliran	Laju alir (kg/det)	Fraksi laju alir (%)
1.	Laju alir teras aktif	618	77
2.	Laju alir <i>bypass</i>	97	12
3.	Laju alir melalui blok reflektor	85	11
Penurunan tekanan, ΔP		0,5 bar	

Catatan :

1. Penurunan tekanan sebesar 0,5 bar tersebut tidak termasuk penurunan tekanan akibat ketinggian head.
2. Dari tabel 1 (SAR) tidak ada kekonsistenan data fraksi laju alir teras aktif yang seharusnya adalah 77,25%, sedangkan 77% setara dengan 616 kg/detik, dan lain sebagainya.

Pada kondisi saat ini [4] ditunjukkan bahwa kondisi teras RSG-GAS yang disusun di atas grid teras 10 x 10 yang masing-masing berukuran 81 x 77,1 mm, terdiri 40 elemen bakar, 8 elemen kendali, 30 elemen berilium, 7 berilium *stopper* dengan sumbat, 8 berilium *stopper* tanpa sumbat (IP dan CIP), 2 untuk PRTF (*Power Ramp Test Facility*) dan 5 untuk posisi sistem rabbit. Dari

keseluruhan grid tersebut perlengkapan PRTF dan sistem rabbit menutup lubang grid tersebut, sehingga jumlah lubang grid efektif yang dialiri pendingin primer hanya berjumlah 93 buah.

METODE PERHITUNGAN

Model teras kompak RSG dilakukan dengan memvariasi jumlah fasilitas iradiasi di dalam teras, yang secara langsung akan berpengaruh pada jumlah elemen berilium reflektor. Fasilitas iradiasi yang dipakai di dalam perhitungan ini adalah model yang dibuat oleh Nukem Jerman, dengan jumlahnya divariasi dari 2 sampai 8 buah. Jumlah masing-masing elemen teras akibat variasi jumlah fasilitas iradiasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah masing-masing elemen teras akibat variasi jumlah fasilitas iradiasi

	Jumlah elemen teras			
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Elemen bakar	40	40	40	40
Elemen Kendali	8	8	8	8
Elemen Be Reflektor	30	30	30	30
Elemen Be Stopper	7	9	11	13
Fasilitas iradiasi	8	6	4	2
Jumlah	93	93	93	93

Pada perhitungan tersebut, masing-masing dilakukan dengan menggunakan acuan bahwa penurunan tekanan sepanjang teras sebesar 0,5 bar. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program CAUDVAP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan yang menggunakan acuan bahwa penurunan tekanan sepanjang teras sebesar 0,5 bar, maka diperoleh laju alir total yang dibutuhkan dan besarnya laju alir rerata elemen bakar tiap teras transisi untuk masing-masing model, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi laju alir teras RSG-GAS dengan variasi jumlah fasilitas iradiasi.

	Variasi jumlah posisi iradiasi			
	8	6	4	2
Laju alir total sistem primer (kg/detik)	796,13	797,36	799,86	802,35
Penurunan tekanan teras (bar)	0,5	0,5	0,5	0,5
Laju alir teras aktif (kg/det)	612,62	611,58	611,65	610,27
(%)	76,95	76,70	76,47	76,25
Laju alir <i>bypass</i> (kg/det)	78,10	80,37	82,79	85,13
(%)	9,81	10,08	10,35	10,61
Laju alir reflektor (kg/det)	105,41	105,41	105,46	105,47
(%)	13,24	13,22	13,18	13,14
Laju alir rerata EB (kg/det)	12,29	12,29	12,30	12,30
Kecepatan pendingin di elemen bakar (m/det)	3,62	3,62	3,62	3,62

Dari Tabel 3 terlihat bahwa, untuk teras kompak dengan variasi jumlah posisi iradiasi 2 sampai 8 buah menghasilkan laju alir di masing-masing elemen teras yang tidak terlalu berubah. Hal ini disebabkan perubahan luas penampang aliran untuk jenis posisi iradiasi tidak besar, sehingga tidak begitu berpengaruh pada laju alir pada elemen teras yang lain.

Dari Tabel 3 diperoleh bahwa jika tetap dipertahankan bahwa penurunan tekanan sepanjang teras harus 0,5 bar, maka laju alir rerata per elemen bakar 1,6% kurang dari laju alir minimum yang dipersyaratkan yaitu 12,5 kg/det. Hal serupa juga terjadi pada "Verifikasi program Caudvap oleh Isnaini"^[1], untuk laju alir minimum total sebanyak 800 kg/detik diperoleh penurunan tekanan sebesar 0,503 bar (perbedaan 0,6%) dan laju alir per elemen bakar sebesar 12,33 kg/det

(perbedaan -1,34 %). Perbedaan ini terjadi di antaranya karena keterbatasan fasilitas program Caudvap yang hanya mampu membagi seluruh elemen teras ke dalam 10 jenis kanal yang berbeda (maksimum), sedangkan program yang digunakan oleh pemasok mampu membagi menjadi 15 kanal. Sehingga ada beberapa jenis kanal yang dijadikan satu, sebagaimana di dalam SAR, banyaknya jenis kanal yang berada di bagian reflektor dan *bypass* dibedakan menjadi 11 kanal, sedangkan di dalam perhitungan ini hanya menjadi 6 kanal. Akibatnya ada beberapa elemen teras yang disederhanakan atau dianggap sama dengan elemen teras yang lain di dalam program ini, seperti elemen berilium reflektor dan elemen berilium dengan sumbat, demikian juga luas elemen teras bagian luar dari elemen berilium reflektor, elemen berilium tanpa dan dengan sumbat dianggap sama. Meskipun

begitu, dengan penyederhanaan-penyederhanaan tersebut masih memberikan hasil yang cukup baik.

Namun jika, dipakai batasan bahwa laju alir minimum per elemen bakar harus terpenuhi 12,5 kg/detik maka laju alir teras harus diperbesar dari laju alir yang tertera pada Tabel 3.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan distribusi laju alir untuk teras transisi RSG-GAS dengan mengacu bahwa penurunan tekanan harus 0,5 bar, maka diperoleh laju alir rerata elemen bakar sedikit di bawah laju alir minimum yang dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ISNAINI, M.D, dkk, : Verifikasi Harga Laju Alir RSG-GAS dengan Program Caudvap, Prosiding Pertemuan dan Prsentasi Ilmiah Penelitian Dasar Iptek Nuklir, Yogyakarta, 1998.
2. ISNAINI, M.D.; Perhitungan Dstribusi Laju Alir RSG-GAS Untuk Kondisi Teras Transisi RSG-GAS, Laporan Uspen Tahun 1999.
3. "Safety Analysis Report Rev. 7", PRSG – BATAN, September 1989.
4. "CAUDVAP v2.60, a Computer Program For the Calculus of Flow Distribution and Pressure Drop in a MTR Type Core" Division Engenieria Nuclear, INVAP SE, Argentina, -
5. "Loogbook Operasi No." PRSG – BATAN, Jakarta.