

PEMUATAN DUMMY ALUMINIUM UNTUK MENAMBAH ENERGI TERBANGKITKAN DI REAKTOR RSG-GAS

Sutrisno, Amril, Asnul Sufmawan, Purwadi
Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN
e-mail: soe-tris@batan.go.id

ABSTRAK

PEMUATAN DUMMY ALUMINIUM UNTUK MENAMBAH ENERGI TERBANGKITKAN DI REAKTOR RSG-GAS. Total energi terbangkitkan setiap siklus adalah mendekati 650 MWD, akan tetapi pada teras 86 akhir siklus posisi batang kendali bank 595 mm, Reg Rod = 595 mm (hampir mendekati maksimum 600 mm), namun total energi yang terbangkitkan baru 594 MWD. Untuk menaikkan total energi, diperlukan kompensasi batang kendali supaya reaktor tetap bisa beroperasi 15 MW dan energi yang terbangkitkan mendekati 650 MWD, maka diperlukan bahan kompensasi yang mempunyai harga reaktivitas positif. Kompensasi tersebut menggunakan batu topas yang dimasukkan dalam kapsul seberat 1,5 Kg yang dimuatkan pada 4 buah posisi *Irradiation Position* (IP) yaitu B-6, D-9, E-4 dan G-7. Karena kebijakan pimpinan dimana pada teras 87 target topas tidak diijinkan diiradiasi sehingga diperlukan pengganti yaitu Aluminium pejal yang mempunyai harga reaktivitas positif. Pemuatan dummy Aluminium pejal telah dilakukan dengan menambah setiap posisi IP, dengan dimensi diameter 47 mm dan tebal 50 mm masing-masing sebanyak 11 buah. Dari penambahan dummy Aluminium tersebut total energi yang terbangkitkan sebesar 626 MWD dan posisi batang kendali all bank 522 mm.

Kata kunci: dummy, aluminium, energi terbangkitkan, reaktor, reaktivitas.

ABSTRACT

LOADING OF DUMMY ALUMINUM TO INCREASE ENERGY IN RSG-GAS REACTOR. At this time the RSG-GAS reactor have a total of 40 fuel elements and control elements 8 with the meat uranium density is 2.96 g / cm³. The aim is that energy is awakened approaching 650 MWD, on the core 86 at the end of cycle, bank control rod position 595 mm, Reg Rod = 595 mm, but the total energy is awakened new 594 MWD. To raise the total energy, required compensation reactor control rods that can still operate 15 MW and energy is awakened approaching 650 MWD, the necessary material compensation that has positive reactivity price. On the terrace 87 targets irradiated topaz is not permitted so that the necessary replacement of solid aluminum which has a positive reactivity price. Loading dummy solid aluminum has been done by adding any IP position, with dimensions of 47 mm diameter and 50 mm thickness respectively of 11 pieces. Aluminium from dummy adding the total energy that is aroused by 626 MWD and the position of the control rod all the banks 522 mm.

Keywords: dummy, aluminum, energy, reactors, reactivity.

PENDAHULUAN

Reaktor serba Guna (RSG-GAS) merupakan reaktor tipe kolam yang digunakan untuk penelitian, pelayanan iradiasi, kegiatan pendidikan dan pelatihan. Fasilitas reaktor RSG-GAS dibangun berdasarkan konsep reaktor kolam terbuka dengan menggunakan air sebagai pendingin dan moderator serta menggunakan berilium sebagai reflector.

Jumlah reaktivitas suatu reaktor menentukan populasi neutron dan tingkat daya dalam suatu waktu tertentu. Reaktivitas dapat berubah karena beberapa faktor, misal karena berkurangnya atom bahan bakar, temperatur, tekanan, bahan dan lain-lain. Koefisien reaktivitas digunakan untuk menyatakan kuantitas suatu efek perubahan

parameter (misal bertambahnya temperatur, masuknya batang kendali, masuknya bahan atau penambahan racun neutron) sehingga reaktivitas berubah. Perubahan reaktivitas yang diakibatkan penambahan bahan atau material dapat diamati dengan perubahan batang kendali, jika batang kendali mengalami penurunan maka reaktivitas tersebut adalah positif dan sebaliknya jika batang kendali mengalami kenaikan maka reaktivitas yang ditimbulkan adalah reaktivitas negatif. Efek dari perubahan reaktivitas tersebut tidak boleh melebihi positif 0,5% maupun negatif 0,5 % untuk setiap pemasukan bahan/material.

Pada teras 86 RSG-GAS hanya bisa dioperasikan dengan energi yang terbangkitkan 594 MWD sehingga diperlukan pemuatan bahan/material

yang mempunyai reaktivitas positif, untuk itu pada teras 87 dilakukan pemuatan Aluminium pejal dengan dimensi diameter 47 mm dan ketebalan 50 mm sebanyak 11 buah pada setiap IP (D-9, B-6, G-7 dan E-4), dengan pemuatan Aluminium tersebut diharapkan dapat mengkompensasi batang kendali untuk mendapatkan energi yang terbangkitkan yang optimum.

TEORI

Reaktivitas

Reaktivitas adalah suatu parameter yang sangat berguna untuk memprediksi perubahan populasi neutron dalam suatu reaktor dalam waktu tertentu.

Aplikasi Faktor Perlipatan Efektif.

Jika N_0 = jumlah neutron pada generasi ke nol, maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah neutron pada generasi ke satu, } N_1 &= N_0 k_{\text{eff}} \\ \text{Jumlah neutron pada generasi ke dua, } N_2 &= N_1 k_{\text{eff}} = N_0 k_{\text{eff}}^2 \\ \text{Jumlah neutron pada generasi ke tiga, } N_3 &= N_2 k_{\text{eff}} = N_0 k_{\text{eff}}^3 \\ \text{Jumlah neutron pada generasi ke n, } N_n &= N_0 k_{\text{eff}}^n \end{aligned} \quad (1)$$

Reaktivitas

Jika terdapat N_0 neutron pada generasi sebelumnya, kemudian ada $N_0 k_{\text{eff}}$ neutron pada generasi saat ini, maka perubahan populasi neutron adalah $(N_0 k_{\text{eff}} - N_0)$. Penambahan dan hilangnya populasi neutron $(N_0 k_{\text{eff}} - N_0)$ dinyatakan sebagai suatu fraksi generasi saat ini $(N_0 k_{\text{eff}})$, seperti ditunjukkan di bawah ini:

$$\rho = \frac{N_0 k_{\text{eff}} - N_0}{N_0 k_{\text{eff}}} \quad (2)$$

Hubungan yang menyatakan perubahan fraksi populasi neutron setiap generasi dinyatakan sebagai reaktivitas (ρ). Jika pembilang dan penyebut pada persamaan (2) dibagi dengan N_0 , maka reaktivitas dapat dinyatakan sebagai:

$$\rho = \frac{k_{\text{eff}} - 1}{k_{\text{eff}}} \quad (3)$$

Dari persamaan (3), adapat dilihat bahwa nilai ρ dapat bernilai positif, nol, ataupun negatif bergantung pada nilai k_{eff} .

Jika $k_{\text{eff}} > 1$ maka $\rho > 0$

$k_{\text{eff}} = 1$ maka $\rho = 0$

$k_{\text{eff}} < 1$ maka $\rho < 0$

Semakin besar nilai mutlak reaktivitas reaktor, maka semakin jauh pula dari nilai kritis. Oleh karena itu sangat tepat jika reaktivitas dapat dipakai sebagai

suatu ukuran untuk menunjukkan seberapa jauh kondisi reaktor dari kondisi kritis.

Satuan reaktivitas

Besaran reaktivitas merupakan besaran tanpa dimensi, karena tidak memiliki dimensi waktu, panjang dan massa atau kombinasinya. Akan tetapi untuk memudahkan menyatakan nilai reaktivitas maka perlu diberi satuan buatan (*artificial*).

1. $\frac{\Delta k}{k}$
2. $\% \frac{\Delta k}{k}$ ($\% \frac{\Delta k}{k} = 1.10^{-2} \frac{\Delta k}{k}$)
3. mk ($1 \text{ mk} = 1.10^{-3} \frac{\Delta k}{k}$)
4. pcm ($1 \text{ pcm} = 1.10^{-5} \frac{\Delta k}{k}$)
5. dollar ($1 \text{ dollar} = \beta \frac{\Delta k}{k} = 0,0065 \frac{\Delta k}{k}$)

Definisi Koefisien Reaktivitas dan Reactivity Defect

Jumlah reaktivitas suatu reaktor menentukan populasi neutron dan tingkat daya dalam suatu waktu tertentu. Reaktivitas dapat berubah karena beberapa faktor, misal karena berkurangnya atom bahan bakar, temperatur, tekanan, bahan dan lain-lain.

Koefisien reaktivitas digunakan untuk menyatakan kuantitas suatu efek perubahan parameter (misal bertambahnya temperatur, masuknya batang kendali, masuknya bahan atau penambahan racun neutron) sehingga reaktivitas berubah. Perubahan reaktivitas yang diakibatkan penambahan bahan atau material dapat diamati dengan perubahan batang kendali, jika batang kendali mengalami penurunan maka reaktivitas tersebut adalah positif dan sebaliknya jika batang kendali mengalami kenaikan maka reaktivitas yang ditimbulkan adalah reaktivitas negatif. Efek dari perubahan reaktivitas tersebut tidak boleh melebihi positif 0,5% maupun negatif 0,5 % untuk setiap pemasukan bahan/material.

TATA KERJA

Melakukan pengukuran reaktivitas Aluminium pejal dengan diameter 47 mm tebal 50 mm sebanyak 11 buah untuk setiap posisi iradiasi IP (D-9, G-7, B-6 dan E-4). Hasil dari pengukuran jika didapatkan harga reaktivitas positif maka pemuatan aluminium dapat dilanjutkan untuk kompensasi elemen kendali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan eksperimen

Dilaksanakan pada,

Hari/Tanggal : Jum'at/ 27 Maret 2015

Teras : 87

- Menyiapkan 4 buah kapsul, masing-masing diisi target dummy aluminium 11 buah dengan dimensi diameter 47 mm dan tebal 50 mm sehingga tinggi dummy aluminium 550 mm.
- Mengukur reaktivitas untuk setiap posisi IP dengan cara:
- Memasukkan target dummy aluminium ke posisi iradiasi D-9 dimana posisi Reg Rod 396 mm menjadi 375 mm, didapatkan reaktivitas (ρ) = 0,115 %
- Memasukkan target dummy aluminium ke posisi iradiasi G-7 dimana posisi Reg Rod 394 mm menjadi 338 mm, didapatkan reaktivitas (ρ) = 0,2295 %
- Memasukkan target dummy aluminium ke posisi iradiasi B-6 dimana posisi Reg Rod 353 mm menjadi 338 mm, didapatkan reaktivitas (ρ) = 0,206 %
- Memasukkan target dummy aluminium ke posisi iradiasi E-4 dimana posisi Reg Rod 322 mm menjadi 275 mm, didapatkan reaktivitas (ρ) = 0,206 %

Dari hasil eksperimen menunjukkan bahwa dengan penambahan dummy aluminium setiap posisi IP mempunyai harga positif yang bervariasi, ini dimungkinkan karena setiap posisi di teras mempunyai racun xenon yang bervariasi.

Karena dummy aluminium mempunyai harga reaktivitas yang positif, maka pemuatan dummy aluminium dapat diaplikasikan untuk menambah energi yang terbangkitkan.

2. Aplikasi penggunaan target dummy Aluminium Dilaksanakan pada,
 Hari/Tanggal : Senin/6 April 2015
 Teras : 87 operasi ke 10 (terakhir)
 Setiap IP (D-9, G-7, B-6 dan E-4) diisi dummy aluminium

Reaktor dioperasikan pada tanggal 6 april 2015 pukul 09.11 (start up) pada pukul 10.48 reaktor kritis pada daya 15 MW, reaktor di shutdown pada hari Rabu tanggal 15 April 2015 pada pukul 08.25 dengan hasil posisi batang kendali bank 418 mm dan Reg rod 419 mm, energi yang terbangkitkan = 626 MWD.

Dari hasil operasi terakhir yaitu pada operasi yang ke 10 energi yang terbangkitkan 626 MWD, akan tetapi posisi batang kendali bank 418 mm dan Reg rod 419 mm ini artinya bila operasi reaktor dilanjutkan masih bisa hingga batang kendali mendekati 600 mm.

KESIMPULAN

1. Target Aluminium mempunyai harga reaktivitas positif tergantung dengan volume, massa dan posisi iradiasi.
2. Pada teras 87 reaktor bisa dioperasikan hingga total E= 626 MWD, namun posisi batang kendali belum maksimum sehingga pengoperasian reaktor bisa ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. **K.S. RAM**, "Basic Nuclear engineering", John Wley & Sons, 1977
2. **H.BOEK**, "Reaktor Kinetics", Lecture for the IAEA, RTC on the Use of Personal Computer in Research Reactor Operation, Indonesia, 1991
3. **DOE FUNDAMENTAL HANDBOOK**, "Nuclear Physics and Reactor Theory", USDOE, 1993
4. **LAK RSG-GAS**, Rev 10.1 Desember 2011 PRSG-BATAN