

ANALISIS PERHITUNGAN SPEKTRUM NEUTRON WIMS/D4- BATAN-2DIFF PADA RSG-GAS DENGAN NISBAH CADMIUM

Ita Budi R., Zuhair, Amir Hamzah

ABSTRAK

ANALISIS PERHITUNGAN SPEKTRUM NEUTRON WIMS/D4-BATAN-2DIFF PADA RSG-GAS DENGAN NISBAH CADMIUM. Telah dilakukan analisis perhitungan spektrum neutron WIMS/D4-Batan-2DIFF dengan cara membandingkan hasil perhitungan nisbah cadmium terhadap hasil eksperimen di posisi iradiasi CIP dan IP2, IP3 serta IP4 pada teras 10 RSG GAS. Nisbah cadmium yang diukur dan dihitung adalah keping yang terbuat dari Au, Mn dan Co. Perhitungan spektrum dilakukan dalam 69 kelompok energi dengan tampang lintang reaksi serapan keping sebesar 541 kelompok energi (hingga 10 MeV). Nilai perbedaan antara hasil perhitungan nisbah cadmium dengan hasil eksperimen pada semua kasus ada dalam interval 11,0% - 26,3%, yang mana berada di luar rentang deviasi pengukuran. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa penggunaan WIMS/D4 dalam membangkitkan konstanta kelompok untuk mendapatkan spektrum neutron, khususnya di daerah *non fuel*, kurang memadai.

ABSTRACT

CALCULATION ANALYSIS OF WIMS/D4-BATAN-2DIFF NEUTRON SPECTRUM ON RSG-GAS WITH CADMIUM RATIO. The calculation analysis of WIMS/D4- Batan-2DIFF neutron spectrum was performed by comparison the calculation result of cadmium ratio with the experiment result on CIP, IP2, IP3 and IP4 irradiation positions of RSG GAS tenth core. The foils of Au, Mn and Co were used for determination of the measured and calculated cadmium ratios. Spectrum calculation was done in 69 energy group with 541 energy group (till 10 MeV) cross section of foil absorption reaction. The difference values between cadmium ratio calculation and experiment result for all cases were in interval of 11,0% - 26,3% which are out of measurement deviation range. From these results, it concluded that the use of WIM/D4 in generating group constant is not sufficient to obtain the neutron spectrum, especially for non-fuel region.

PENDAHULUAN

Bidang Fisika Reaktor PRSG saat ini sedang mengembangkan paket program difusi multi dimensi. Partisipasi kelompok dosimetri neutron dalam hal ini adalah menverifikasi dan menganalisis perhitungan spektrum neutron dengan hasil eksperimen. Analisis perhitungan spektrum neutron dari program WIMS/D4 & Batan-1DIFF dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan nisbah cadmium dari berbagai jenis keping aktivasi dengan hasil eksperimen di teras-B Perangkat Kritis Universitas Kyoto (KUCA) telah dilakukan¹. Hasilnya cukup baik dengan perbedaan antara hasil eksperimen dan perhitungan di bawah 10 %.

Pada penelitian ini analisis perhitungan spektrum neutron dari program WIMS/D4 & Batan-2DIFF dilakukan pada teras RSG-GAS. Metode yang digunakan adalah metode aktivasi dan keping yang digunakan sebagian besar adalah Au serta lainnya adalah Co dan Mn.

Program WIMS/D4 adalah program perhitungan sel dengan banyak kelompok energi maksimum sebesar 69 kelompok, serta mempunyai keterbatasan². Pada penelitian ini dapat dilihat seberapa besar keterbatasan itu mempengaruhi hasil perhitungan spektrum.

TATA KERJA

Tahapan kerja terdiri dari generasi konstanta kelompok, perhitungan spektrum dan

Program difusi Batan-2DIFF dalam geometri reaktor 2-D X-Y dimanfaatkan untuk mendapatkan spektrum neutron 69 kelompok energi dari teras 10 RSG-GAS pertengahan siklus, yang konfigurasi di lukiskan dalam Gambar 1 dengan distribusi fraksi bakarnya.

3. Perhitungan nisbah cadmium

Definisi dari nisbah cadmium adalah perbandingan antara respon keping yang diiradiasi tanpa pembungkus cadmium. Cadmium mempunyaiampang lintang serapan neutron yang sangat besar di daerah termal sehingga keping yang diiradiasi dengan pembungkus cadmium hanya bereaksi dengan neutron epitermal dan cepat saja.

Besarnya nisbah cadmium dihitung dengan persamaan di bawah ini³:

$$Fcd = \frac{\sum_{1 \leq g \leq G} N \sigma_{\text{ag}}(E) f_g(E) \phi_g(E)}{\sum_{1 \leq g \leq G} N \sigma_{\text{ag}}(E) f_g(E) \phi_g(E) T_g(E)}$$

- N = kerapatan atom keping,
- $\sigma_{\text{ag}}(E)$ = ampang lintang serapan pada energi E (untuk U-235 dipahami sebagai ampang lintang fisi),
- $f_g(E)$ = faktor perisai diri pada energi E,
- $T_g(E)$ = faktor penetrasi neutron melewati cadmium pada energi E.

$\phi_g(E)$ = fluks neutron pada energi E (dalam hal ini fluks neutron keluaran Batan-2DIFF).

Faktor perisai diri pada suatu daerah energi E memenuhi hubungan sebagai berikut:

$$f_g = \frac{1}{\Sigma_a d} \left(\frac{1}{2} - E_3(\Sigma_a d) \right) \quad 2$$

dengan

$$E_n(x) = \int_0^x (e^{-xt/t^n}) dt \quad 3$$

yaitu definisi umum untuk integral eksponensial. Notasi Σ_a adalah ampang lintang serapan makroskopik dan d adalah tebal keping.

Faktor penetrasi neutron melewati cadmium pada suatu daerah energi E didefinisikan sebagai berikut

$$T_n = \frac{E_3(\Sigma t) - E_3(\Sigma t + \Sigma_a d)}{0,5 - E_3(\Sigma_a d)} \quad 4$$

dengan Σ adalah ampang lintang serapan cadmium dan t adalah tebal cadmium.

Pada penelitian ini data ampang lintang yang digunakan adalah dari data ampang lintang DOSCROSS'84 yang terdapat di pustaka pada paket program SANDII, sebesar 541 kelompok energi (hingga 10 MeV).

HASIL DAN PEMBAHASAN

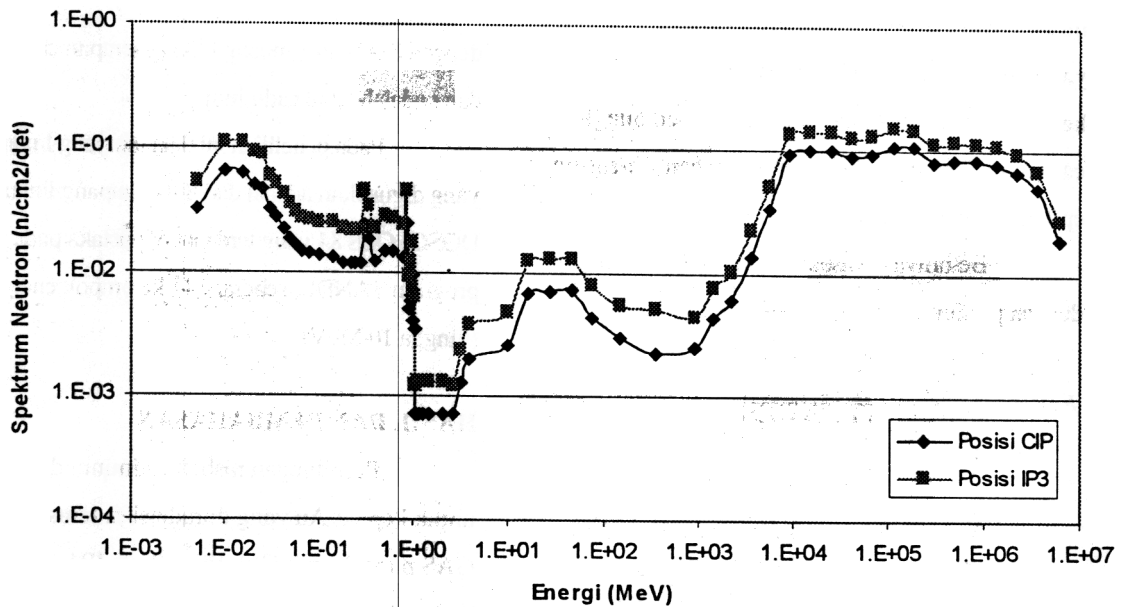
Perhitungan nisbah cadmium dilakukan untuk keping Au yang diiradiasi di teras 10 RSG GAS pada daerah CIP, IP2, IP3 & IP4. Sedangkan perhitungan nisbah cadmium untuk keping Mn dan Co dilakukan untuk daerah CIP saja.

Hasil perhitungan nisbah cadmium tersebut dan perbandingannya dengan eksperimen ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel Nisbah cadmium beberapa keping

Nama keping	Posisi	Rcd Perhitungan	Rcd Eksperimen	Perbedaan (%)
Au	CIP	3,97	3,27	21,60
Au	IP2	3,30	2,72	21,40
Au	IP3	3,20	2,65	20,80
Au	IP4	3,31	2,62	26,30
Mn	CIP	54,15	48,88	11,00
Co	CIP	32,80	26,09	25,70

Gambar spektrum keluaran dari perhitungannya difusi Batan-2DIFF pada posisi CIP dan IP ada pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum neutron perhitungan difusi di CIP dan IP3

Gambar 2 . Spektrum Neutron Perhitungan difusi CIP dan IP3

Dari hasil yang ada pada Tabel 1 dapat dilihat beberapa hal yang dijelaskan sebagai berikut: Untuk semua keping di posisi CIP dan IP hasil perhitungan nisbah cadmium lebih besar daripada hasil eksperimen. Perbedaan tersebut lebih besar daripada 10 % yaitu rentang deviasi pengukuran. Perbedaan yang terkecil terjadi pada keping Mn yaitu 11%. Hal itu karena Mn mempunyaiampang lintang serapan termal dan integral resonansi yang paling kecil. Perbedaan yang jauh lebih besar daripada eksperimen itu

menunjukkan bahwa spektrum neutron hasil perhitungan pada daerah termal terlalu besar atau spektrum neutron daerah epitermal yang terlalu kecil.

Sedangkan dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa spektrum di CIP (E-7) maupun di IP3 (D-9) mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu resonansi yang ada pada bentuk spektrum di atas terjadi pada daerah yang sama dengan resonansiampang lintang fisi dari U-235, yaitu antara 1,0E-01 dan 1,0E+03 eV. Fenomena itu dapat dijelaskan sebagai berikut: Paket program

WIMS/D4 yang digunakan untuk menghitung konstanta kelompok dalam perhitungan hamburannya menggunakan teori transport yang didekati dengan deret Legendre orde 0 (P_0). Atom ringan mempunyai fenomena transport neutron yang lebih banyak dan kompleks daripada atom berat sehingga pendekatan orde 0 dari deret Legendre kurang memadai. Sehingga untuk daerah *non fuel* yang terbentuk dari material berat atom ringan tidak mendapatkan hasil konstanta kelompok yang tepat. Ketidaktepatan itu berlanjut pada perhitungan teras yang menghasilkan keluaran spektrum neutron. Selain itu keterbatasan yang dimiliki WIMS/D4 adalah masalah pemodelan sel yang hanya bisa memodelkan sel yang terus berulang sehingga pembangkitan konstanta kelompok pada daerah non fisi yang jauh dari *fuel* diperlakukan oleh WIMS/D4 seolah-olah dekat dengan *fuel*. Oleh karena itu spektrum pada daerah *non fuel* terpengaruh oleh spektrum *fuel*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis perhitungan spektrum neutron WIMS/D4-Batan-2DIFF pada RSG-GAS dengan metode nisbah cadmium telah dilakukan. Hasilnya antara perhitungan dan eksperimen mempunyai perbedaan yang cukup besar. Penggunaan WIMS/D4 dalam membangkitkan konstanta kelompok untuk mendapatkan spektrum neutron khususnya di daerah *non fuel* di RSG-GAS kurang memadai.

Untuk memperoleh spektrum neutron disarankan pada saat pembangkitan konstanta kelompok menggunakan paket program transport yang lebih baik pendekatan hamburannya dan juga pemodelannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Ir. Liem Peng Hong, Ir. Tagor Malem Sembiring dan T.A. Budiono, S.T. serta Asnul Sufmawan dan Jaka Iman atas diskusi dan bantuannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Terimakasih pula kami haturkan kepada Dr. Uju Jujuratisbela atas koreksi dan sarannya dalam perbaikan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ITA BUDI R. dan ZUHAIR, "Analisis Perhitungan Spektrum Neutron Batan-1DIFF dengan Metode Nisbah Cadmium", *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, Yogyakarta (1997)*
2. LIEM P.H. dkk, *Komunikasi Pribadi*
3. ITA BUDI R. dan AMIR HAMZAH, "Program Perhitungan Faktor Perisai Diri Keping Aktivasi Neutron", *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir IV, Jakarta (1994)*.

PERTANYAAN

Penanya : Rokhmadi

Pertanyaan :

Dari hasil yang anda peroleh dibandingkan dengan hasil di teras B KUCA. Apakah di KUCA juga dilakukan dengan code yang sama, mana yang lebih baik? Kenapa?

Jawaban :

Di KUCA dilakukan verifikasi dengan metode yang sama dengan code yang sama dengan hasil yang baik. Karena tempat keping diiradiasi letaknya ditengah-tengah elemen bakar dan ruang kosong yang tidak ada moderasi di dalamnya, sehingga spektrum yang tiba di keping sama dengan spektrum yang datang dari elemen bakar. Jadi hasilnya bisa baik karena keterbatasan WIMS hanya untuk daerah daerah non fuel.