

PENENTUAN KONFIGURASI ELEMEN BAKAR YANG OPTIMAL

Arlinah Kusnowo, Djatmiko, Y.M. Kinley
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

PENENTUAN KONFIGURASI ELEMEN BAKAR YANG OPTIMAL memerlukan perhitungan dengan dukungan faktor hasil percobaan. Pertanyaan yang timbul adalah bagaimana konfigurasi elemen bakar yang optimal itu? Untuk itu kita berpegang pada pemikiran bahwa konfigurasi yang baik adalah yang dapat menghasilkan penggunaan yang ekonomis sebagai sumber neutron, untuk produksi isotop dan irradiasi, sesuai dengan keselamatan operasi reaktor. Dengan demikian ada tiga hal yang harus dipenuhi:

- Fluks neutron tertinggi pada posisi irradiasi.
- Burn-up tertinggi tanpa mengurangi daya reaktor.
- Harus dihindari adanya *power peaking*.

Konfigurasi elemen bakar di dalam reaktor akan mempengaruhi karakteristik reaktor antara lain: reaktivitas lebih, distribusi fluks, daya lokal, dan spektrum neutron.

Karena metode perhitungan yang menggunakan paket program WIMS belum dapat dilakukan, maka dalam penelitian ini hanya dibahas dan ditampilkan analisis dan hasil percobaan mengenai karakteristik reaktor pada beberapa konfigurasi saja.

ABSTRACT

DETERMINATION OF OPTIMUM FUEL ELEMENT CONFIGURATION needs quite big calculation and experimental analysis.

To achieve the optimum fuel element configuration, the idea is based on the fact that one should achieve economical utilization of the core as neutron source for radiation and isotope production without ignoring the safe operation or safety of the reactor.

There are three factors to full fill this requirement:

- Highest neutron flux in irradiation position.
- High burn-up without lowering reactor power.
- Avoid power peaking.

The fuel element configuration in the core influence the reactor characteristic such as core excess, flux distribution, local power and neutron spectrum.

This paper discussed only experimental analysis of the reactor characteristic for some fuel element configuration because there is still problem to run WIMS code.

PENDAHULUAN

Reaktor TRIGA MARK II Bandung telah beroperasi secara kontinu sejak masa kritisnya, bulan Oktober 1964 yang lalu.

Masa kritis pertama dicapai dalam teras yang didesain untuk 250 Kw. Kemudian pada tahun 1971 dayanya dinaikkan menjadi satu Megawatt dengan merubah jumlah batang kendali dan susunan terasnya. Untuk produksi isotop, reaktor cukup dioperasikan pada daya 700 Kw dengan operasi kontinu 5 x 24 jam setiap minggu.

Dari pengalaman operasi dan percobaan yang dilakukan, terlihat bahwa parameter operasi seperti reaktivitas lebih, distribusi fluks, daya lokal, dan spektrum neutron tergantung pada susunan terasnya. Pertanyaan yang timbul adalah susunan (konfigurasi) teras yang mana yang cocok untuk tujuan kita. Secara umum konfigurasi yang terbaik

dari reaktor sebagai sumber neutron adalah yang mengarah pada penggunaan yang ekonomis.

Dari analisis hasil percobaan diperoleh konfigurasi tujuh yang terjadi antara tahun 1986-1989 dan menghasilkan fluks dan burn-up (kwh) yang tertinggi.

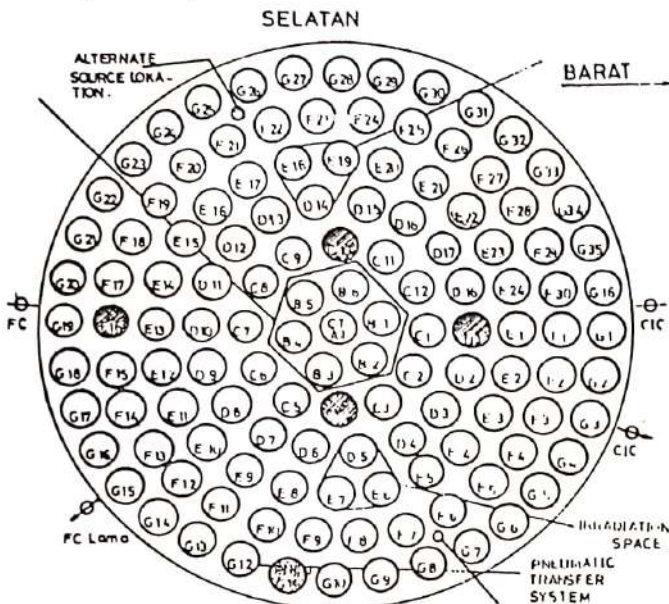
TEORI

Deskripsi Teras TRIGA MARK II Bandung

Konfigurasi elemen bakar adalah susunan elemen bakar di dalam teras reaktor. Dan reaktor TRIGA MARK II mempunyai bentuk teras silinder dengan elemen bakar yang disusun secara melingkar. Setiap lingkaran diberi nama mulai dari A' sampai dengan G.

Lingkaran pertama (A) tidak berisi elemen bakar, dan digunakan sebagai fasilitas irradiasi.

Lingkaran selanjutnya, yaitu B sampai dengan G masing-masing berisi elemen bakar dengan jumlah yang berbeda. Seluruh lingkaran jika dijumlahkan dapat memuat 126 elemen bakar (lihat gambar 1).



Gambar 1. Kisi teras TRIGA MARK II

Pada saat ini hanya lingkaran B s/d E yang berisi penuh dengan elemen bakar, sedang pada lingkaran F dan G masih terdapat tempat-tempat yang kosong. Jumlah seluruh elemen bakar didalam teras saat ini adalah 85 buah, termasuk empat batang kendali yang terletak pada C₄, C₁₀, D₁, dan F₁₆.

Penentuan Konfigurasi Elemen Bakar pada Teras TRIGA MARK II Bandung.

Penentuan konfigurasi elemen bakar bertujuan untuk mencapai ekonomisasi dalam memperpanjang umur teras. Walaupun bisa saja diperpanjang dengan mengganti seluruh teras dengan elemen bakar yang baru, tetapi hal ini tidak ekonomis. Dengan hanya menambahkan beberapa elemen bakar baru (segar) ke dalam teras dan merubah konfigurasi teras, maka umur teras dapat diperpanjang secara ekonomis.

Konfigurasi elemen bakar menentukan karakteristik dari reaktor seperti: reaktivitas lebih, distribusi fluks, daya lokal reaktor dan spektrum neutron. Dan batasan konfigurasi yang optimal adalah konfigurasi yang menghasilkan penggunaan reaktor secara ekonomis sebagai sumber neutron, untuk produksi isotop dan penggunaan irradiasi, tanpa mengganggu keselamatan operasi

reaktor. Untuk itu ada dua hal yang paling tidak harus dipenuhi yaitu: (1) fluks tinggi pada posisi irradiasi dan (2) burn-up tinggi tanpa mengurangi daya reaktor. Metode penentuan konfigurasi elemen bakar untuk TRIGA MARK II Bandung, secara teoritis dapat dengan menggunakan paket program TRIGAP dan Wimd-IV, tetapi hal ini belum dapat dilakukan. Oleh sebab itu disini hanya dilakukan metode analisis hasil percobaan saja.

Data operasi yang menyangkut besarnya burn-up dan konfigurasi elemen bakar dikumpulkan dan dianalisis. Demikian juga data pengukuran distribusi fluks yang ada.

ANALISIS DATA PERCOBAAN.

Data operasional tahun 1986-1989 dikumpulkan dan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. data operasi tahun 1986-1989

Periode Reshuffling	kWh	Total Loading (kg)	flux CT 10 ¹³
05-02-86 sd.12-08-86	1.276,27	3.175277	2.20
12-08-86 sd.19-01-87	1.403,33	3.240029	-
20-01-86 sd. 20-07-87	1.052,02	3.29600	-
21-07-87 sd.07-12-87	...912,46	3.294890	4,46
08-12-87 sd. 16-06-88	1.291,45	3.209970	3,17
16-06-88 sd. 31-10-88	1.072,01	3,277598	3,05
31-10-88 sd.23-05-89	1.611,02	3,262960	4,86

Kolom dua menunjukkan periode reshuffling, misalnya sebagai contoh 5-02-1986 diadakan reshuffling sehingga reaktor mampu beroperasi pada daya maksimum, dan pada tanggal 12-08-1986 reshuffling diadakan kembali karena reaktor telah menurun dayanya dan tidak dapat mencapai daya maksimum lagi. Kolom tiga menggambarkan daya total yang dikumpulkan sepanjang teras (antara dua waktu reshuffling). Kolom empat adalah jumlah ²³⁵U yang dibakar selama kurun waktu itu dan pada kolom lima besarnya fluks yang dicapai pada fasilitas irradiasi sentral timbal.

Tabel 1 tersebut menunjukkan bahwa dari konfigurasi nomor tujuh diperoleh dua hal yang tinggi nilainya, yaitu kwh (1611,02) dan fluks (4.86 x 10¹³), dimana ²³⁵U yang dibakar relatif lebih kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa telah terjadi optimasi konfigurasi sepanjang tiga tahun ini.

Selanjutnya ditinjau tabel 2, yang memuat distribusi fluks thermis diseluruh teras. (lihat tabel 2)

Dari tabel 2 diperoleh kesimpulan bahwa distribusi fluks cukup baik dengan data sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi fluks neutron termal untuk konfigurasi 7.

Ring	Fluks x 10^{12} n/cm ² detik			
	maks.	min.	rata-rata	maks./rata ²
B	3,99	2,87	3,44	1,16
C	4,82	1,95	2,24	2,15
D	3,37	1,31	2,58	1,31
E	3,12	0,95	2,32	1,35
F	3,34	1,73	2,40	1,39

Pada tabel 2 terlihat bahwa perbandingan fluks paling tinggi terhadap fluks rata-rata, paling besar ada pada ring C sedangkan fluks rata-rata tertinggi ada pada ring B. Berarti ring B akan lebih besar daya bakarnya terhadap elemen bakar.

DAFTAR PUSTAKA

1. RAVNIK, M., "Reactor Calculation for improving Utilization of TRIGA Reactor", Ninth European TRIGA User's Conference October 7-9, 1986.
2. Hasil-hasil pengukuran core excess TRIGA MARK II Bandung, tidak dipublikasikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Konfigurasi 7 yang dianggap optimal untuk periode 1986-1989:

- fuel dengan kandungan ²³⁵U tinggi di ring C dan B
- fluks rata-rata tinggi di ring B
- fluks tertinggi di *Center Thimble*
- *burn-up* (kwh) tertinggi.

Hasil ini hanya merupakan sebagian dari pekerjaan besar yang perlu dilanjutkan, yaitu apakah masih ada konfigurasi yang lain yang lebih baik. Dan dari hasil penelitian ini terbukti bahwa konfigurasi tujuh pada 1986-1989 adalah terbaik. Tetapi perlu pula segera dikonfirmasi melalui perhitungan teoritis yang menggunakan TRIGAP dan Wimd IV. Sehingga dapat diharapkan akan diperoleh konfigurasi elemen bakar yang dapat menghasilkan distribusi daya dan *burn-up* yang beragam.