

PERHITUNGAN BURN UP PADA REAKTOR SUB KRITIS BERDAYA SEDANG BERPENDINGIN Pb - Bi

BURN UP CALCULATION OF Pb – Bi COOLED MEDIUM SIZED SUBCRITICAL CORE

Nur Aida*

UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta

nur.aida@uinjkt.ac.id (Jl. Ir. H Juanda no. 95 Ciputat Jakarta)

ABSTRACT

The burn up process is defined as the population of neutrons in the reactor core during its operation. This study aims to determine the condition of a subcritical core by analyzing parameters of multiplication factor by 0.95, 0.98, and 0.98 with larger source. The calculation indicate that this sub-critical reactor can be operated for twenty years with a small decrease of multiplication factor for each reactor.

Keywords : Burnup, Subcritical core, ADS.

ABSTRAK

Proses burn up dapat menjelaskan jumlah populasi neutron didalam teras reaktor selama reaktor beroperasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi burn up reaktor sub kritis, untuk itu dilakukan perbandingan tiga faktor multiplikasi (k_{eff}) yaitu 0.95, 0.98, dan 0.98 dengan jumlah sumber yang di perbesar. Dari hasil burn up yang terjadi pada nilai - nilai k_{eff} tersebut terlihat bahwa desain reaktor sub kritis yang di rancang dalam penelitian ini mampu beroperasi sampai 20 tahun dengan penurunan nilai faktor multiplikasi (k_{eff}) yang relatif kecil.

Kata kunci : Burnup , Reaktor sub kritis, ADS.

1. PENDAHULUAN

Penyelesaian persamaan difusi silinder dua dimensi adalah untuk mendapatkan distribusi fluks neutron serta faktor multiplikasi. Didefinisikan faktor multiplikasi atau *multiplication factor* adalah sebagai berikut:

$$K_{eff} = \frac{\text{Jumlah neutron yang diproduksi } [P(t)]}{\text{Jumlah neutron yang hilang } [L(t)]} \quad (1)$$

Kekritisan suatu reaktor dapat dianalisis berdasarkan faktor multiplikasi yang dimilikinya. Reaktor dikatakan pada keadaan super kritis jika faktor multiplikasinya lebih dari satu ($k_{eff} > 1$), dikatakan pada keadaan kritis jika faktor multiplikasinya sama dengan satu ($k_{eff} = 1$), dan jika faktor multiplikasinya kurang dari satu ($k_{eff} < 1$) maka reaktor tersebut dapat dikatakan reaktor subkritis.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana kondisi burn up reaktor sub kritis, sehingga dilakukan perbandingan tiga k_{eff} , masing – masing 0.95, 0.98, dan 0.98 dengan jumlah sumber yang di perbesar.

2. METODE PENELITIAN

Proses burn up merupakan proses utama yang terjadi di dalam teras reaktor nuklir. Dalam proses ini terjadi reaksi fisi berantai pada atom – atom bahan bakar bermassa besar (*heavy nucleid fuel*) seperti ^{235}U , ^{238}U , dan ^{239}Pu menjadi isotop fisil. Parameter ini sangat berhubungan dengan faktor ekonomis reaktor, karena parameter burn up dapat menjelaskan perbandingan jumlah isotop fisil yang telah berfisi dengan jumlah isotop fisil sebelum berfisi. dengan melihat perbandingan tersebut, kita dapat menganalisis jumlah bahan bakar yang terdapat pada teras dan secara tidak langsung kita dapat mengetahui efisiensi penggunaan isotop fisil pada satu siklus reaksi fisi berantai

Persamaan burn up merupakan persamaan differensial orde 1 terkopel.

$$\frac{dN_A}{dt} = -\lambda_A N_A - \left[\sum_g \sigma_{ag}^A \phi_g \right] N_A + \lambda_B N_B + \left[\sum_g \sigma_{ag}^C \phi_g \right] N_C \quad (2)$$

dimana

$\lambda_A N_A$ hilang karena peluruhan radioaktif A,

$$\left[\sum_g \sigma_{ag}^A \phi_g \right] N_A \quad \text{hilang karena tangkapan neutron oleh A,}$$

$$\lambda_B N_B \quad \text{masuk karena peluruhan dari B ke A,}$$

$$\left[\sum_g \sigma_{cg}^C \phi_g \right] N_C \quad \text{masuk karena perpindahan dari C ke A melalui tangkapan neutron.}$$

Persamaan burnup biasanya dipecahkan bergantian dengan persamaan difusi multigrup. Fluks neutron dari hasil difusi multigrup digunakan untuk melakukan analisa burnup, selanjutnya perubahan komposisi akibat persamaan burnup pada gilirannya perlu dimasukkan dalam perhitungan kembali konstanta-konstanta difusi, penampang lintang reaksi, dsb.

3. HASIL BURN UP REAKTOR SUBKRITIS

Pada prinsipnya pengendalian operasi reaktor nuklir berarti pengendalian populasi neutron didalam teras reaktor. Fluks neutron merupakan cacahan neutron pada daerah tertentu persatuan luas persatuan waktu. Distribusi fluks neutron sangat dipengaruhi oleh densitas atom tiap bahan dan erat kaitannya dengan penampang lintang fisi.

Faktor multiplikasi merupakan salah satu parameter penting yang harus dianalisis pertama kali pada setiap pendesainan reaktor nuklir baik reaktor termal, menengah, serta cepat. hal tersebut penting karena faktor multiplikasi merupakan parameter yang berhubungan dengan faktor keamanan dan keselamatan, sebab jika faktor multiplikasi tidak terkendali, reaktor nuklir ini akan menjadi bom nuklir akibat tidak terkendalinya populasi neutron yang menyebabkan tidak terkendalinya reaksi fisi berantai. Sehingga akan membahayakan khusus bagi makhluk hidup disekitarnya serta ekologi di dunia pada umumnya. Dari hasil simulasi di peroleh data – data seperti yang tertera pada tabel 1.

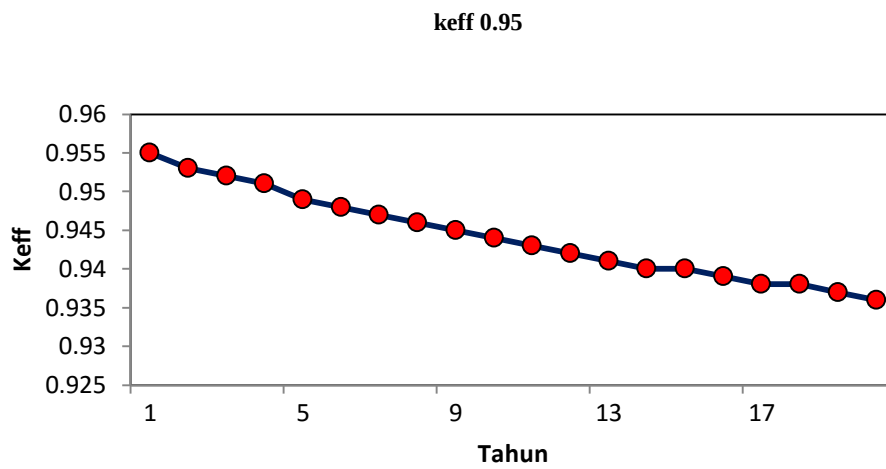
Tabel 1 Perbandingan faktor multiplikasi (k_{eff}) teras reaktor sub kritis untuk k_{eff} 0.95, 0.98, dan 0,98 dengan sumber yang diperbesar.

Tahun Ke-	k_{eff}		
	0.95	0.98	0.98 2x
1	0.955	0.981	0.987
2	0.953	0.979	0.986
3	0.952	0.978	0.984

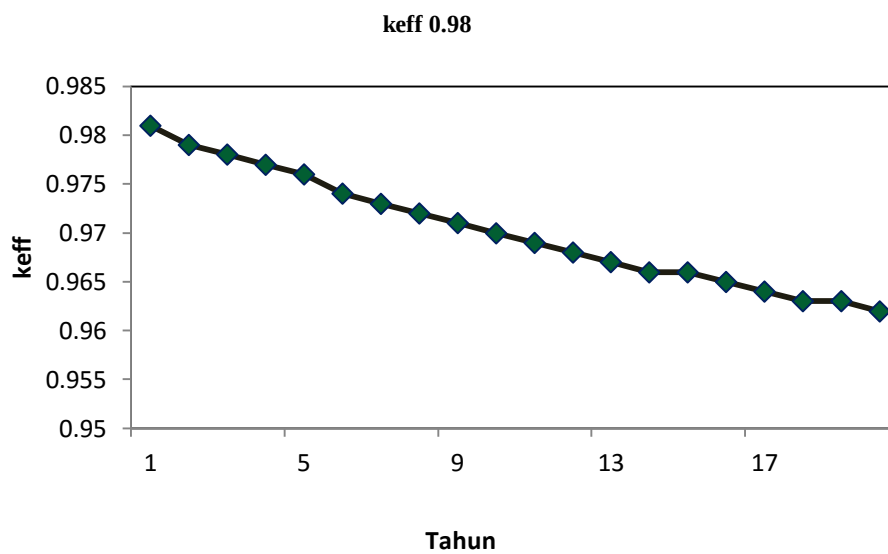
4	0.951	0.977	0.983
5	0.949	0.976	0.982
6	0.948	0.974	0.98
7	0.947	0.973	0.979
8	0.946	0.972	0.978
9	0.945	0.971	0.977
10	0.944	0.97	0.976
11	0.943	0.969	0.975
12	0.942	0.968	0.974
13	0.941	0.967	0.973
14	0.94	0.966	0.973
15	0.94	0.966	0.972
16	0.939	0.965	0.971
17	0.938	0.964	0.97
18	0.938	0.963	0.97
19	0.937	0.963	0.969
20	0.936	0.962	0.968

4. PEMBAHASAN

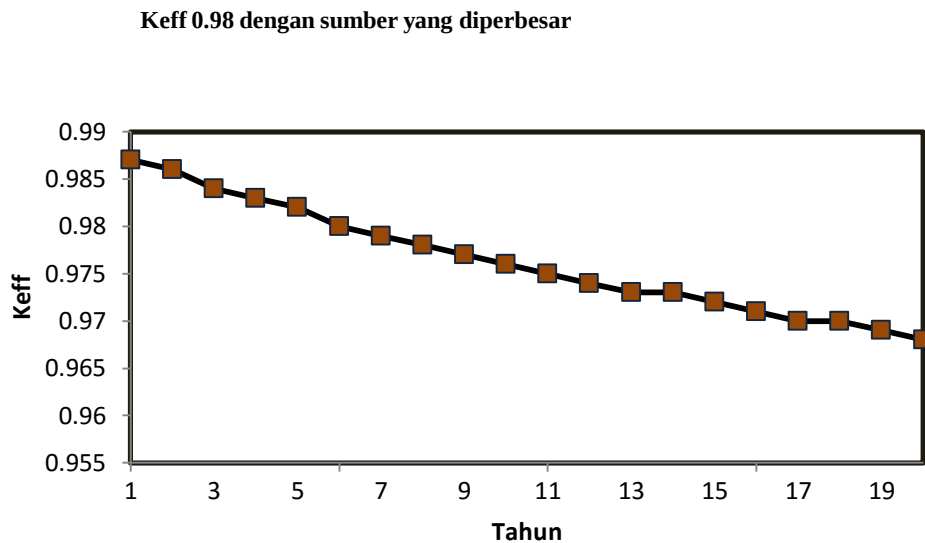
Penelitian yang dilakukan ini secara umum difokuskan untuk mendapatkan reaktor dengan spesifikasi waktu operasi yang relatif lama yaitu 20 tahun dengan kemampuan inherent safety dan tingkat pengoptimalan bahan bakar yang cukup tinggi. Disini dilakukan kajian neutronik terhadap kondisi teras reaktor selama operasi berlangsung khususnya faktor multiplikasi. Gambar 1 – 3 memberikan hasil faktor multiplikasi (k_{eff}) yang di lakukan pada penelitian ini.



Gambar 1 Grafik keluaran burn up dari reaktor dengan k_{eff} 0.95.



Gambar 2 Grafik keluaran burn up dari reaktor dengan k_{eff} 0.98.



Gambar 3 Grafik keluaran burn up dari reaktor dengan k_{eff} 0.98 dengan distribusi source yang berbeda

Dari gambar 1 sampai 3 dapat diketahui bahwa, reaktor sub kritis ini memiliki nilai k_{eff} yang kurang dari satu selama masa pengoperasiannya. Ketiga proses burn up di atas menjelaskan bahwa desain reaktor sub kritis yang di rancang dalam penelitian ini bisa beroperasi sampai 20 tahun. Untuk reaktor dengan k_{eff} awal 0.95 (Gambar. 1), terlihat bahwa nilai k_{eff} mencapai 0.93 setelah dua puluh tahun. Sedangkan untuk reaktor dengan k_{eff} 0.98, yaitu pada gambar 2 dan 3, nilai k_{eff} akan mencapai 0.95 setelah duapuluh tahun.

Sebagaimana yang terlihat pada gambar 1-3 di atas. Perbandingan gambar di atas juga menjelaskan bahwa nilai sumber yang lebih besar akan memberikan penurunan nilai k_{eff} yang lebih lambat seperti yang terlihat pada gambar 3, sehingga untuk merancang reaktor sub kritis dengan nilai k_{eff} yang stabil (reaktor tidak mudah padam) sebaiknya jumlah sumber di perbanyak.

Dari data keluaran di atas juga dapat di ketahui bahwa secara umum semakin besar daya reaktor yang di desain maka semakin besar pula peluang neutron neutron untuk melakukan proses reaksi fisi berantai di dalam teras reaktor, dan pada akhirnya neutron – neutron yang dihasilkan akan berkurang setelah reaksi fisi berantai berlangsung. Sebagaimana yang terlihat pada gambar 1-3. Hal ini menjelaskan bahwa reaktor sub kritis ini relatif sangat aman jika dilihat dari faktor nilai k_{eff} nya, karena populasi neutron di dalam

teras reaktor tidak akan mencapai keadaan super kritis, artinya populasi neutron di dalam teras reaktor akan semakin berkurang dan akhirnya padam.

5. KESIMPULAN

Hasil burn up yang terjadi pada ketiga nilai k_{eff} reaktor sub kritis ini menyatakan bahwa reaktor sub kritis ini bisa beroperasi selama dua puluh tahun dengan penurunan k_{eff} yang relatif sangat kecil. Dan untuk merancang reaktor sub kritis yang tidak mudah padam sebaik nya jumlah sumber di perbesar.

Analisa neutronik pada penelitian ini hanya berdasarkan nilai faktor k_{eff} nya saja, akan lebih baik jika dikaji juga tentang distribusi volume teras serta massa bahan bakar reaktor.

6. PUSTAKA

- [1] E. Waltar, America the Powerless, Cogito Books, Madison, Wisconsin (1995).
- [2] J.J. Duderstaadt, L.J. Hamilton, Nuclear Reactor Analysis, 1975.
- [3] Lilik Hendrajaya, Kebijakan Litbang Unggulan Kementrian Negara Riset dan Teknologi Kabinet Indonesia Bersatu, Proc. Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir 2005, P3TKN, BATAN, Bandung (2005).
- [4] Zaki. S, Kinetika Untuk Reaktor Cepat, 2005.
- [5] Zaki. S, Metode Perhitungan Burn Up untuk seri transmudasi yang kompleks, Institut Teknologi Bandung, 1996.