

**STUDI PARAMETER REAKTOR BERBAHAN BAKAR UO_2 DENGAN MODERATOR
 H_2O DAN PENDINGIN H_2O**

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1



diajukan oleh :

VERY RICHARDINA

J2D005202

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2009

ABSTRACT

Research about study of Pressurized Water Reactor (PWR) parameters using UO_2 as fuel materials with moderator of H_2O and coolant of H_2O for heterogeneous infinite cylinder design has realized.

There is one of design to make nuclear reactor, it is a neutronic design. At neutronic design, first must calculations to determine group constants (neutron cross section and the multiplication factor). The neutronic equations with one dimensional transport theory for annulus geometry can be solved with WIMSD5B codes. Numeric method that used was one dimensional homogenization cell methods. To achieve steady state or reactor, used enrichment of U^{235} between 2% until 3,2% with variation 0,05%.

From the result with cluster methods with 32 groups and 10 regions, steady states of reactor at enrichment of U^{235} is 2,9% with effective multiplication factor (k_{eff}) = 1,006491.

Key word: PWR, reactor parameters, effective multiplication factor (k_{eff}), WIMSD5B

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang studi parameter reaktor PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O untuk desain reaktor heterogen berbentuk silinder tak berhingga.

Terdapat salah satu desain untuk membuat reaktor nuklir, yaitu desain netronik. Pada desain netronik pertama kali harus menghitung konstanta group (tampang lintang neutron dan faktor perlipatan efektif neutron). Persamaan netronik dengan teori transport satu dimensi untuk geometri *annulus* dapat diselesaikan dengan paket program WIMSD5B. Metode numeris yang digunakan adalah metode homogenisasi sel satu dimensi. Untuk memperoleh kondisi kritis reaktor digunakan pengayaan fraksi U^{235} sebesar 2% sampai dengan 3,2% dengan variasi 0,05%.

Dari hasil penelitian dengan metode *cluster* dengan 32 grup dan 10 daerah diperoleh kondisi kritis reaktor pada pengayaan fraksi U^{235} sebesar 2,9% dengan nilai $k_{eff} = 1,006491$.

Kata kunci: reaktor PWR, parameter reaktor, faktor perlipatan efektif neutron (k_{eff}), WIMSD5B

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan nuklir semakin pesat dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya pendayagunaan teknologi nuklir dalam bidang energi yang saat ini sudah berkembang secara besar-besaran yaitu dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). PLTN merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi krisis ekonomi di Indonesia. Selain bersih, harga listriknya sangat murah dan tidak mencemari lingkungan, (Soenarmo, 2009).

Perbedaan utama antara Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) Konvensional dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah terletak pada pemanfaatan bahan bakar yang digunakan untuk menguapkan air. PLT Konvensional untuk menghasilkan panas menggunakan bahan bakar berupa minyak, gas alam, dan batu bara (energi fosil), sedangkan kebanyakan PLTN menggunakan Uranium sebagai bahan bakarnya.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir PLTN, tenaga yang dibangkitkan berasal dari salah satu reaksi inti yang terkenal dengan sebutan reaksi fisi (Suripto, 1985) . Reaksi fisi merupakan reaksi yang terjadi pada inti berat dan akan meluruh atau pecah menjadi inti-inti ringan secara berantai (Soetjipto&Mosik, 2004). Pada reaksi tersebut dilakukan dengan cara menembaki sasaran (inti-inti fisil) dengan memakai neutron, sehingga menghasilkan inti baru yang tidak stabil, untuk menjadi stabil inti-inti tersebut akan meluruh dengan memancarkan radiasi (Wardhana, 1994).

Reaktor merupakan suatu instalasi yang didirikan untuk tujuan tertentu, salah satunya untuk menghasilkan tenaga listrik. Reaktor sendiri merupakan tempat terjadinya reaksi pembelahan antara bahan dapat belah dengan neutron yang menghasilkan neutron-neutron baru, tenaga dan zat-zat radioaktif.

Salah satu reaktor fisi yang dipakai untuk pembangkit listrik adalah reaktor daya jenis PWR (*Pressurized Water Reactor*). Dalam PLTN tipe Reaktor Air Tekan, air ringan digunakan sebagai pendingin dan medium pelambat neutron (moderator neutron). PWR menggunakan air yang bertekanan tinggi untuk mengambil panas dari reaktornya. Tekanan tinggi ini diperlukan agar dalam pemindahan panas dari teras reaktor air tersebut tidak mendidih. Pada PWR bahan bakar Uranium dioksida (UO_2) dalam bejana reaktor (*reactor vessel*) dipakai untuk memanaskan

air pendingin primer bertekanan tinggi dengan alat pengendali tekanan (*pressurizer*) untuk mempertahankan tekanannya. Di dalam sistem primer tidak diperbolehkan terjadi pendidihan, karena itu sistem dibuat bertekanan tinggi. Air pendingin primer selanjutnya dialirkan ke sistem pembangkit uap (*steam generator*) untuk memproses pertukaran panas dari sistem pendingin primer ke sistem pendingin sekunder, pertukaran panas ini menyebabkan air sistem pendingin sekunder mendidih dan menghasilkan uap yang selanjutnya dipakai untuk memutar turbin dan generator untuk menghasilkan tenaga listrik, (batan, 2009).

Pada umumnya bahan bakar yang digunakan reaktor jenis PWR adalah U^{235} dengan tingkat pengayaan 2% sampai dengan 3% sebagai bahan bakar dalam bentuk persenyawaan Uranium dioksida (UO_2).

Dengan latar belakang tersebut, maka perlu dipelajari parameter-parameter apa saja yang berkaitan dengan rancang bangun reaktor nuklir guna menghasilkan kondisi paling optimal dari kinerja reaktor nuklir. Parameter-parameter yang mempengaruhi kinerja reaktor nuklir dapat dicari menggunakan paket program WIMSD5B. Program WIMSD5B merupakan suatu program untuk menghitung faktor penggandaan efektif neutron.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu ditentukan dimensi elemen bakar teras reaktor secara keseluruhan yang salah satunya dipengaruhi oleh jumlah pengayaan fraksi U^{235} dalam bahan bakar dengan menggunakan paket program WIMSD5B untuk mencapai kondisi optimal (kritis) dari sebuah reaktor nuklir PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O .

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi pada parameter reaktor nuklir PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O untuk reaktor silinder tak hingga sampai dengan kondisi kritis reaktor yaitu nilai $k_{eff} = 1$ dengan menggunakan paket program WIMSD5B sesuai dengan persamaan difusi multigroup dengan memvariasi jumlah pengayaan fraksi U^{235} dalam bahan bakar sebesar 2% sampai dengan 3,2% dengan interval 0,05%.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil perhitungan faktor penggandaan efektif (k_{eff}) neutron untuk mencapai kondisi optimal (kritis) reaktor yaitu nilai $k_{eff} = 1$ dengan

variasi jumlah pengayaan fraksi U^{235} dalam bahan bakar sebesar 2% sampai dengan 3,2% dengan interval 0,05% pada reaktor nuklir PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O dengan menggunakan paket program WIMSD5B.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai basis data untuk perancangan reaktor nuklir.
2. Sebagai dasar perancangan reaktor nuklir kritis PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O .
3. Untuk mengetahui karakteristik perangkat reaktor nuklir kritis PWR berbahan bakar UO_2 dengan moderator H_2O dan pendingin H_2O .

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. 1997. *Pengantar Teknologi Nuklir*. PT Rineka Cipta : Jakarta.
- Akhadi, M. 2001. *Mengenal Proses Kerja dan Jenis-jenis PLTN*. www.elektroindonesia.com. Diakses 07 Agustus 2009.
- Aziz, F. dkk. 2005. *Konsep Desain Neutronik Reaktor Air Didih Tanpa Pengisian Bahan Bakar di Lokasi*. Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknik Nuklir XIV. www.batan.go.id. Diakses 01 Mei 2009
- Darwin, Sitompul. 1989. *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- DOE Fundamentals Handbook. 1993. *Nuclear Physics and Reactor Theory Volume 2*. Washington D.C.: Department of Energy.
- Duderstadt, J.J. dan L.J. Hamilton. 1976. *Nuclear Reactor Analysis Departement of Nuclear Engineering*. Michingan: The University of Michingan Ann Arbor.
- Elektro Indonesia. 2000. *Daur Bahan Bakar Nuklir*. www.ener33.com . Diakses 14 September 2008.
- Pressured Water Reactor*. www.elektroindonesia.com. Diakses 12 April 2009.
- Fuzaeatun. 2007. *Penentuan Distribusi Daya Reaktor PLTN dengan Bahan Bakar Dimuati Thorium*, Skripsi S1 Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.
- Glasstone, S. 1952. *The Element of Nuclear Reactor Theory*. New York: D. Van Norstrand Company, Inc.
- Hari, S. B. 2009. *Energi Nuklir, Pengertian dan Pemanfaatannya*. www.netsains.com. Diakses 07 Agustus 2009.
- Hassal, M.J. 1986. *The '1986' WIMS Nuclear Data Library*. Reactor Physics Division : United Kingdom
- Kamajaya, K. dkk. 2004. *Penentuan Konstanta Kelompok Reaktor Trga Mark II Bandung dengan Program WIMS*. www.batan.go.id. Diakses 25 April 2009
- Lamarsh, J.R. 1965. *Introduction to Nuclear Reactor Theory*. United State of America: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Panji. 2009. *Reaksi Fusi dan Reaksi Fisi*. www.blogger.com. Diakses 07 Agustus 2009.
- Pramuditya, Syeileindra. 2007. *Pengembangan Kode Komputer Terintegrasi untuk Studi Desain Awal PLTN Jenis PWR*. Tesis Program Studi Fisika, Institut Teknologi Bandung.
- Ridwan, M. dkk. 1986. *Pengantar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*. Jakarta: Badan Tenaga Atom Nasional.
- Soenarmo. *Nuklir, Pembangkit Listrik Nan Ekonomis*. www.pikiranrakyat.com. Diakses 07 Agustus 2009.
- Soetjipto dan Mosik. 2004. *Konsep Dasar Fisika Modern*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Stacey, Weston M. 2000. *Nuclear Reactor Physics*. New York: A Wiley-Interscience Publication John Wily and Sons, Inc.
- Suripto, Asmedi. 1985. *Daur Bahan Bakar*. Yogyakarta : BATAN
- Susetyo, Wisnu. 1988. *Spektrometri Gamma dan Penerapannya dalam Analisis Pengaktifan Neutron*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wardana, W.A. 1994. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wikipedia. 2008. *Bahan Bakar Nuklir*. www.google.com. Diakses 28 Maret 2009.
- Energi Nuklir*. www.google.com. Diakses 3 Agustus 2009.
- Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir*. www.google.com. Diakses 18 September 2008.
- www.batan.go.id. *Pengenalan PLTN* diakses 3 Agustus 2009.