

METODE MONTE CARLO TERKOPEL METODE ELEMEN DISKRIT UNTUK PERHITUNGAN DEPLESI HTR-10 RESIRKULASI OTTO

oleh

Feryantama Putra
16/400251/TK/45265

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 22 Januari 2021
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

HTR-10 merupakan reaktor PBR dengan daya nominal sebesar 10 MWt yang ditujukan untuk riset daya. Bahan bakar HTR-10 menggunakan bahan bakar *pebble* yang tersusun acak di dalam susunan reflektor grafit. Posisi elemen TRISO dan *pebble* yang acak menyebabkan pemodelan geometri untuk analisis neutronik menjadi rumit. Kerumitan tersebut juga disebabkan oleh perubahan posisi *pebble* dalam teras selama operasi karena resirkulasi *online*. Pemodelan sederhana teras dapat dilakukan menggunakan metode *lattice*, tetapi pemodelan tersebut tidak memperhatikan gaya gravitasi dan kontak antar *pebble*. Metode Elemen Diskrit (DEM) dapat digunakan sebagai pengganti pemodelan *lattice* untuk mensimulasikan resirkulasi *pebble* dalam teras secara realistis dengan memperhatikan interaksi gravitasi dan kontak antar *pebble*.

Skema simulasi deplesi OTTO dalam penelitian ini disusun dengan mengkopel metode Monte Carlo dan DEM. Simulasi DEM dilakukan dengan program LIGGGHTS sedangkan simulasi Monte Carlo dilakukan dengan MCNPX 2.6.0 dan OpenMC 0.12.0. Validasi model dilakukan dengan membandingkan kritikalitas awal serta kritikalitas teras penuh dan kurva reaktivitas batang kendali terhadap dokumen acuan IAEA TecDoc-1382 serta turunannya. Simulasi deplesi OTTO dengan Monte Carlo selama satu tahun operasi dilakukan sebanyak 18 kali dengan jangka waktu bervariasi. Hasil kedua program Monte Carlo tersebut akan dibandingkan untuk menguji validitas model neutronika. Pustaka tampang lintang yang digunakan adalah ENDF B-VIII.0, ENDF B-VII.1 serta TENDL2019 sebagai tambahan.

Hasil validasi menunjukkan adanya perbedaan yang disebabkan oleh pustaka tampang lintang dan program Monte Carlo yang digunakan. Hasil perhitungan kritikalitas MCNPX selalu lebih besar 1.000 pcm hingga 2.000 pcm dibandingkan

hasil OpenMC. Harga batang kendali untuk kedua model adalah $14,2826 \pm 5,538 \times 10^{-4} \% \Delta k/k$ untuk hasil MCNPX dan $14,3801 \pm 6,197 \times 10^{-4} \% \Delta k/k$ untuk hasil OpenMC. Inventori ^{235}U dalam *pebble* terhadap waktu tinggal resirkulasi yang diperoleh dari simulasi deplesi tersebar linear pada kedua model.

Kata kunci: Reaktor bertemperatur tinggi, simulasi deplesi, resirkulasi OTTO, *Discrete Element Method*, HTR-10.

Pembimbing Utama: Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Pembimbing Pendamping: Dr. -Ing. Sihana

DISCRETE ELEMENT METHOD COUPLED MONTE CARLO METHOD FOR HTR-10 WITH OTTO RECIRCULATION DEPLETION CALCULATION

by

Feryantama Putra
16/400251/TK/45265

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on Januari 22, 2021
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

HTR-10 is a Pebble bed Reactor with a nominal power of 10 MWt purposed as a power research experiment. The HTR-10 fuel is a spherical element that scattered inside the graphite reflector. The random position of TRISO elements and pebble made the geometric modelling for neutronic analysis became complex. In addition to that, the pebble inside the core also moved during operation due to online recirculation. The simplified core model can be made by the lattice method. However, it does not consider the gravitation and pebble-to-pebble contact. Discrete Element Method (DEM) used as a lattice modelling method replacement to simulate pebble recirculation in core realistically by considering the gravitation interaction and pebble-to-pebble contact.

This works created the OTTO depletion simulation scheme by coupling the Monte Carlo Method and DEM. DEM simulation did in the LIGGGHTS program, while the Monte Carlo simulation did in MCNPX 2.7.0 and OpenMC 0.12.0. Model validation did by comparing initial criticality and full power criticality, also the control rod reactivity, to IAEA TecDoc-1382 benchmark and it's derivative. OTTO depletion simulation done by Monte Carlo in one-year operation did 18 times with variated timestep length. The result from two Monte Carlo program compared to validate the neutronic model. The Cross-section library used in this works is ENDF B-VIII.0, ENDF B-VII.1 and TENDL2019 as an addition.

The validation result shows a difference caused by the Cross-section library and the Monte Carlo program. The criticality from MCNPX is 1000 pcm to 2000 pcm higher than OpenMC result. The control rod worth for two models is $14.2826 \pm 5.538 \times 10^{-4} \% \Delta k/k$ and $14.3801 \pm 6.197 \times 10^{-4} \% \Delta k/k$ for MCNPX and OpenMC model respectively. ^{235}U inventory for each pebble relation to residence time is scattered linearly in both models.

Keywords: High Temperature Reactor, Depletion Simulation, OTTO Recirculation, Discrete Element Method, HTR-10.

Supervisor: Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Co-supervisor: Dr. -Ing. Sihana