

Analisis Neutronik *High Temperature Reactor* (HTR) dengan Bahan Bakar UO₂-ThO₂ Tipe Prismatic Berpendingin ⁷LiF-BeF₂

oleh

Mardiono Abdi

13/348316/TK/40882

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 22 September 2017
Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

High Temperature Reactor (HTR) merupakan reaktor yang dapat beroperasi dengan suhu yang tinggi sehingga dapat mendukung aplikasi panas proses industri lain. Konsep reaktor ini menghasilkan energi yang berkelanjutan, menawarkan peningkatan resistensi proliferasi nuklir, menjanjikan operasi dengan *burnup* yang tinggi, dan potensi kegagalan bahan bakar yang rendah dengan retensi produk fisi yang sangat baik melalui desain bahan bakar partikel *Tristructural-isotropic* (TRISO).

Penelitian ini bertujuan menentukan pengayaan UO₂ yang paling minimal dan *Packing Fraction* (PF) TRISO di dalam elemen bahan bakar agar reaktor kritis sehingga diharapkan dapat melakukan pembiakan (*Breeding*) dan menentukan pengayaan UO₂ agar teras reaktor dapat beroperasi selama 2 tahun dengan rasio konversi bahan bakar (CR) yang paling besar. Faktor-faktor yang dicari adalah CR, koefisien reaktivitas umpan balik suhu dan *void* pendingin, dan faktor multiplikasi efektif (k_{eff}). Penelitian yang dilakukan untuk perhitungan kekritisian dan parameter neutronik lainnya menggunakan program SCALE 6.1.

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu agar reaktor kritis diperlukan pengayaan ²³⁵U minimal sebesar 7% dan nilai PF=0,6046 yang menghasilkan nilai faktor multiplikasi efektif (k_{eff})=1,00670±0,00028 dengan nilai CR=0,8427. Desain HTR tipe prismatic yang telah dilakukan memiliki aspek keselamatan melekat yang baik yaitu memiliki koefisien reaktivitas suhu bahan bakar (α_T) sebesar $-7,437 \times 10^{-5}/K$, koefisien reaktivitas suhu pendingin (α_c) sebesar $-5,6417 \times 10^{-6}/K$, dan koefisien reaktivitas *void* pendingin $\alpha_\phi = -0,0105/\%void$. Untuk waktu pengoperasian reaktor selama 732 hari, desain HTR tipe prismatic memerlukan pengayaan ²³⁵U yang masih tergolong *low enrichment* menurut peraturan IAEA yaitu sebesar 17% dan PF=0,6046 dengan nilai CR=0,49 saat MOL dan CR=0,5 saat EOL serta memiliki nilai *burnup* bahan bakar sebesar 2.817 MWd/tHM.

Kata kunci: HTR, Faktor multiplikasi efektif, *Conversion Ratio*, Koefisien reaktivitas suhu, Koefisien reaktivitas *void*, *Burnup*

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Ir. Sihana

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

Neutronic Analysis of High Temperature Reactor (HTR) with ⁷LiF-BeF₂-Cooled Prismatic Type UO₂-ThO₂ Fuel

by

Mardiono Abdi

13/348316/TK/40882

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 22, 2017
in partial fulfillment of the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

High Temperature Reactor (HTR) is a reactor that can operate with high temperature so it can support other industrial process heat applications. This reactor concept generates sustainable energy, offers enhanced nuclear proliferation resistance, promises high burnup operations, and low fuel failure potential with excellent fission product retention through the Tristructural-isotropic (TRISO) particle fuel design.

This study aims to determine the least UO₂ enrichment and Packing Fraction (PF) TRISO in the fuel element for critical reactors so that expected to breed and determine UO₂ enrichment so that the reactor core can operate for 2 years with the largest fuel conversion ratio (CR). Factors to look for are the fuel Conversion Ratio (CR), temperature feedback reactivity coefficient and coolant void, and effective multiplication factor (k_{eff}).

Based on the research and analysis that has been done then the conclusion that can be taken is that the critical reactor required a minimum of ²³⁵U enrichment of 7% and the value of PF=0,6046 which produces effective multiplikasi factor value (k_{eff})=1,00670±0,00028 with CR=0,8427. The prismatic type HTR design that has been performed has a good inherent safety aspect that has a fuel temperature reactivity coefficient $\alpha_T = -7,437 \times 10^{-5}/K$, the coolant temperature reactivity coefficient $\alpha_c = -5,6417 \times 10^{-6}/K$, and the coolant void reactivity coefficient $\alpha_\phi = -0,0105/\%void$. For a 732 day reactor operational time, the prismatic HTR design requires ²³⁵U enrichment that is still low enrichment according to the IAEA regulation of 17% and PF=0,6046 with CR=0,49 when MOL and CR=0,5 at EOL and has fuel burnup value of 2,817 MWd/tHM.

Keywords: HTR, Effective multiplication factor, Conversion Ratio, Temperature reactivity coefficient, Void reactivity coefficient, Burnup

Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Sihana

Co-supervisor : Dr. Alexander Agung, S.T., M.Sc.