

PEMODELAN TERAS REAKTOR NUKLIR MIKRO BERSUHU TINGGI BERPENDINGIN ${}^7\text{LiF-BeF}_2$ DENGAN BAHAN BAKAR $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$

Rahmatika Intan Ali

17/410404/TK/45761

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 8 Maret 2022
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Energi nuklir dapat digunakan untuk memenuhi target bauran energi baru terbarukan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional dengan mempertimbangkan standar keselamatan yang ketat dan nilai ekonomi/kompetitif. Reaktor nuklir mikro merupakan pilihan strategis yang dapat menjawab tantangan tersebut karena memiliki fitur keselamatan yang handal dan pasif. Reaktor nuklir mikro memiliki daya rendah (1 – 20 MWt) dan ukuran kecil sehingga bersifat *transportable* dan memiliki biaya investasi awal yang lebih murah. Penelitian ini membahas tentang pemodelan teras reaktor nuklir mikro bertipe FHR dengan bahan bakar *duplex* $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$.

Model teras reaktor dibuat menggunakan *software* SCALE 6.1 untuk mencari desain reaktor yang dapat beroperasi selama minimal 5 tahun. Variasi ketebalan reflektor, PF, rasio $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$, pengayaan ${}^{235}\text{U}$, dan desain sistem *shutdown* dilakukan untuk mencari parameter neutronik yang meliputi nilai k_{eff} , CR, dan *burnup*. Selanjutnya dilakukan analisis *inherent safety* pada desain awal teras reaktor terpilih.

Desain teras reaktor terpilih dengan $H/D = 1$ memiliki tebal optimum reflektor radial 45 cm, tebal optimum reflektor aksial 40 cm, PF TRISO 0,4, rasio $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$ 50:50, dan pengayaan ${}^{235}\text{U}$ 13,25%. Terdapat 2 sistem kendali reaktivitas yang masing-masing terdiri dari 6 *control drum* dengan ketebalan B_4C natural 1 cm. Parameter-parameter terpilih tersebut menghasilkan k_{eff} 1,03555 saat BOL, CR 0,31251, koefisien reaktivitas suhu bahan bakar -4,26800 pcm/K, koefisien reaktivitas suhu pendingin -0,52580 pcm/K, dan koefisien reaktivitas *void* -3,36360 pcm/%*void*. Batasan daya operasi reaktor maksimal adalah 1,5 MWt agar dapat beroperasi selama 5 tahun dengan nilai k_{eff} 1,00400 saat EOL dan *burnup* 4,11700 GWD/MTHM.

Kata kunci: Reaktor nuklir mikro, FHR, *duplex*, *packing factor*, faktor multiplikasi efektif, rasio konversi, koefisien reaktivitas, *burnup*

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

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.



CORE MODELLING OF $^7\text{LiF-BeF}_2$ -COOLED HIGH-TEMPERATURE NUCLEAR MICROREACTOR WITH $\text{UO}_2\text{-ThO}_2$ FUEL

Rahmatika Intan Ali

17/410404/TK/45761

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on March 8, 2022
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Nuclear energy can meet the target of new renewable energy mix in meeting national energy demand by considering high safety standards and economic/competitive aspects. A nuclear microreactor is a strategic option that can overcome those challenges because it has reliable and passive safety features. A nuclear microreactor has low power (1 – 20 MWt) and small size, so it is transportable and has a lower initial investment cost. This research discusses the modeling of FHR-type micro nuclear reactor core with $\text{UO}_2\text{-ThO}_2$ duplex fuel.

The reactor core was modeled using SCALE 6.1 to find a core reactor design that lasted five years without refueling. Variations in reflector thickness, PF, $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$ ratio in fuel compact, ^{235}U enrichment, and shutdown system design were conducted to find neutronic parameters such as k_{eff} , CR, and burn up. Furthermore, an inherent safety analysis was conducted on the selected initial reactor core design.

The selected initial reactor core design with $H/D = 1$ has 45 cm optimum radial reflector thickness, 40 cm axial optimum reflector thickness, TRISO PF = 0.4, $\text{UO}_2\text{:ThO}_2$ ratio of 50:50, and enrichment of ^{235}U 13.25%. There are two reactivity control systems consisting of 6 control drums, each with 1 cm natural B_4C thickness. The selected parameters yield k_{eff} 1.03555 at BOL, CR = 0.31251, fuel temperature reactivity coefficient of -4.26800 pcm/K, coolant temperature reactivity coefficient of -0.52580 pcm/K, and void reactivity coefficient of -3.36360 pcm/%void. The maximum reactor operating power is 1.5 MWt, so it can operate for five years resulting k_{eff} 1.00400 at EOL and burnup of 4.11700 GWD/MTHM.

Keywords: Nuclear microreactor, FHR, duplex, packing factor, effective multiplication factor, conversion ratio, reactivity coefficient, burnup.

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

Co-supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

