

ANALISIS NEUTRONIK BAHAN BAKAR UCO PADA REAKTOR HTR-PM

Izaz Widyan Syandana

20/456311/TK/50441

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 Oktober 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

HTR-PM adalah konsep reaktor HTGR berbasis *pebble-bed* dengan bahan bakar TRISO yang menawarkan keluaran pendingin ber-temperatur tinggi dan fitur keselamatan pasif. Penelitian ini mengevaluasi perilaku neutronik dan performa TRISO berbahan UCO sebagai alternatif pengganti UO_2 untuk mengurangi potensi pelepasan CO dan kegagalan partikel.

Model reaktor HTR-PM dimodelkan menggunakan kode Monte-Carlo OpenMC; *benchmark* dilakukan dengan membandingkan reaktivitas terhadap model referensi (selisih 59 pcm). Variasi meliputi geometri *pebble-bed*, komposisi bahan bakar, dan skema *refueling* diskrit dengan 60 segmen vertikal yang disirkulasikan selama depleksi hingga *burnup* target 90 MWd/kgU.

Hasil menunjukkan bahwa baik TRISO UO_2 maupun TRISO UCO mampu mempertahankan kritikalitas pada *burnup* target. Secara neutronik, UCO menampilkan ekonomi neutron yang sedikit lebih buruk akibat fraksi uranium yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan penyerapan termal; namun nilai k_{eff} *steady-state* pada kasus yang dianalisis tetap sedikit lebih tinggi untuk UCO ($\approx 1,0033$ vs $1,0027$ untuk UO_2). Analisis komposisi aktinida memperlihatkan pergeseran menuju isotop berat (^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am , ^{237}Np) yang berdampak pada rasio *capture/fission* dan manajemen limbah.

Kata kunci: HTR-PM, TRISO, UCO, ekonomi neutron, OpenMC, *burnup*

Pembimbing Utama : Prof. Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T., IPU,
ASEAN Eng.

Pembimbing Pendamping : Ir. Suwoto





NEUTRONIC ANALYSIS OF UCO FUEL IN THE HTR-PM REACTOR

Izaz Widyan Syandana

20/456311/TK/50441

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on October 14, 2025
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

HTR-PM is a pebble-bed high-temperature gas-cooled reactor concept employing TRISO fuel that offers high outlet coolant temperatures and inherent passive safety features. This study evaluates the neutronic behavior and performance of TRISO UCO as an alternative to TRISO UO_2 to mitigate CO release and potential TRISO particle failure.

The HTR-PM model was implemented in the Monte Carlo code OpenMC and benchmarked against a reference model, yielding a reactivity difference of 59 pcm. Parametric variations included pebble-bed geometry, fuel composition, and a discrete refueling scheme partitioning the core into 60 vertical segments with circulation during depletion up to a target burnup of 90 MWd/kgU.

Results indicate that both TRISO UO_2 and TRISO UCO maintain criticality at the target burnup. Neutronic analysis shows that UCO exhibits a marginally degraded neutron economy due to a slightly higher uranium mass fraction, leading to increased thermal absorption. Nonetheless, the steady-state k_{eff} in the analyzed case remains slightly higher for UCO (≈ 1.0033) compared to UO_2 (≈ 1.0027). Isotopic inventories reveal a shift toward heavier actinides (increases in ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am , ^{237}Np), affecting capture-to-fission ratios and waste management.

Keywords: HTR-PM, TRISO, UCO, neutron economy, OpenMC, burnup

Supervisor : Prof. Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T., IPU, ASEAN Eng.

Co-supervisor : Ir. Suwoto

