

**ANALISIS REAKTIVITAS BATANG KENDALI DAN *SHUTDOWN*  
*MARGIN* PADA *MICRO REACTOR HEAT PIPE* (MRHP) DENGAN  
URANIUM KARBIDA MENGGUNAKAN MCNP**

Ridho Khalis Prawira Winsulangi

17/413830/TK/46270

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 11 Februari 2022  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

**INTISARI**

Reaktor nuklir dapat menjadi alternatif yang tepat dalam membangkitkan listrik di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T). Desain *Micro Reactor Heat Pipe* (MRHP) dikembangkan untuk mengurangi biaya pembangunan, operasi, perawatan, serta mempercepat waktu pembangunan reaktor nuklir. MRHP dievaluasi menggunakan bahan bakar uranium karbida (UC), karena UC memiliki densitas uranium dan konduktivitas termal yang besar, sehingga memungkinkan untuk pengoperasian reaktor pada daya yang lebih tinggi.

Penelitian ini berfokus kepada analisis parameter neutronik yang mencakup kritikalitas, reaktivitas lebih, reaktivitas batang kendali, dan *shutdown margin* pada MRHP berbahan bakar UC dengan menggunakan perangkat lunak MCNP6 yang dapat digunakan untuk pertimbangan syarat kontrol dan keselamatan serta meningkatkan tingkat kesiapan direalisasikannya desain reaktor MRHP.

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan perangkat lunak MCNP6 dan perhitungan didapatkan kritikalitas dengan variasi posisi batang kendali posisi 1 dan 2 sebesar 10 cm, reaktivitas lebih reaktor pada suhu operasi adalah  $0,00929 \pm 7,16100 \times 10^{-5}$  dan pada suhu ruang adalah  $0,018453 \pm 1,31530 \times 10^{-5}$ , persamaan reaktivitas batang kendali kelompok 1 dan 2, nilai total *shutdown margin* pada suhu operasi adalah  $-0,05918 \pm 4,6979 \times 10^{-5}$  dan pada suhu ruang adalah  $-0,053807 \pm$



$4,08967 \times 10^{-5}$ . Ketiga kelompok batang kendali MRHP memenuhi persyaratan redundansi pada suhu operasi dan ruang.

***Kata kunci:*** MRHP, reaktivitas, *rodworth*, *shutdown margin*

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

Pembimbing Pendamping : Dr.Ing. Kusnanto



**ROD WORTH AND SHUTDOWN MARGIN ANALYSIS ON MICRO  
REACTOR HEAT PIPE (MRHP) FUELED BY URANIUM CARBIDE  
USING MCNP**

Ridho Khalis Prawira Winsulangi

17/413830/TK/46270

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on February 11, 2022  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

**ABSTRACT**

Nuclear reactors can be the correct alternative in generating electricity in left behind, frontier, and outermost (3T) areas. Micro Reactor Heat Pipe (MRHP) design was developed to reduce construction, operation, maintenance costs, and speed up nuclear reactor construction time. MRHP will be evaluated using uranium carbide (UC) fuel because UC has a large uranium density and thermal conductivity, allowing for reactor operation at higher power.

This study focuses on the analysis of neutronic parameters including criticality, excess reactivity, rodworth, and shutdown margin on UC fueled MRHP using MCNP6 software, which can be used to consider control and safety requirements and increase the level of readiness of MRHP reactor design.

Based on the simulation results using MCNP6 software and calculations obtained criticality with variations in position of the control rod positions 1 and 2 by 10 cm, reactor excess reactivity at operating temperature is  $0.00929 \pm 7.16100 \times 10^{-5}$  and at room temperature is  $0.018453 \pm 1.31530 \times 10^{-5}$ , rodworth equation of groups 1 and 2, total shutdown margin value at operating temperature is  $-0.05918 \pm 4.6979 \times 10^{-5}$  and at room temperature is  $-0.053807 \pm 4.08967 \times 10^{-5}$ . All three



groups of MRHP control rods meet redundancy requirements at operating and room temperatures.

**Keywords:** MRHP, reactivity, rodworth, shutdown margin

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Co-supervisor : Dr. Ing. Kusnanto

