

OPTIMASI DESAIN PIPA ALIRAN PENDINGIN NATRIUM PADA REAKTOR MIKRO NUKLIR DENGAN BAHAN BAKAR UH₃ DALAM ASPEK TRANSFER KALOR

Deren Louis

18/428974/TK/47476

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 11 Juli 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan banyak daerah terpencil dan tingkat elektrifikasi rendah memerlukan solusi pembangkit listrik yang andal. Reaktor mikro nuklir, khususnya *Hydride Microreactor* yang dirancang oleh Andang Widi Harto, menjadi salah satu alternatif. *Hydride Microreactor* hadir sebagai reaktor berukuran kecil yang mampu menjadi solusi untuk diletakkan di berbagai tempat pelosok yang ada di Indonesia. Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) generasi 4 dalam ukuran yang kecil dianggap menjadi terobosan teknologi yang paling efisien dan cocok dengan kondisi Indonesia. Tahap desain adalah tahap yang sangat penting dalam proses pembuatan reaktor mikro ini. Desain *Hydride Microreactor* ini membutuhkan optimasi desain pipa pendingin agar sumber daya yang digunakan dapat optimal. Penelitian ini melakukan simulasi untuk komparasi ukuran pipa agar desain optimal dapat divalidasi.

Reaktor ini menggunakan bahan bakar uranium hidrida (UH₃) dan pendingin natrium. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan desain pipa pendingin natrium dari *stainless steel 316* dalam aspek transfer kalor. Optimasi dilakukan dengan memvariasi ketebalan pipa (0,75 mm; 1,00 mm; 1,25 mm; dan 1,50 mm) melalui simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan OpenFOAM.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketebalan pipa 1,00 mm memberikan performa termal-hidrolik terbaik dengan efisiensi termal 91,5% dan *pressure drop* 950 Pa. Suhu maksimum bahan bakar terjaga pada 738 °C, di bawah batas desain 750 °C. Desain ini juga menunjukkan keseimbangan optimal antara transfer kalor dan kehilangan tekanan. Dengan demikian, ketebalan pipa 1 mm direkomendasikan sebagai desain optimal untuk *Hydride Microreactor*.

Kata kunci: *Hydride Microreactor*, pendingin natrium, simulasi aliran, transfer kalor

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

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



OPTIMIZATION OF SODIUM COOLANT FLOW PIPE DESIGN IN NUCLEAR MICROREACTOR WITH UH₃ FUEL IN HEAT TRANSFER ASPECT

Deren Louis

18/428974/TK/47476

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 11, 2025
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Indonesia, as an archipelagic country with many remote areas and low electrification rates, requires reliable power generation solutions. Nuclear microreactors, particularly the Hydride Microreactor designed by Andang Widi Harto, present a viable alternative. Hydride Microreactor emerges as a compact reactor capable of serving as a deployable solution for remote locations across Indonesia. Small-scale Generation IV Nuclear Power Plants (NPPs) are regarded as the most efficient technological breakthrough, well-aligned with Indonesia's geographical context. The design phase constitutes a critical stage in the microreactor development process. The design of this Hydride Microreactor necessitates coolant pipe optimization to ensure optimal resource utilization. This study employs simulations to comparatively assess pipe dimensions, facilitating validation of the optimal design.

This reactor uses uranium hydride (UH₃) fuel and sodium coolant. This study aims to optimize the design of the sodium-coolant stainless steel 316 pipe in terms of heat transfer. Optimization was conducted by varying pipe thickness (0.75 mm, 1.00 mm, 1.25 mm, and 1.50 mm) through Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations using OpenFOAM.

Simulation results indicate that a 1.00 mm pipe thickness yields the best thermal-hydraulic performance with 91.5% thermal efficiency and a pressure drop of 950 Pa. The maximum fuel temperature is maintained at 738 °C, below the design limit of 750 °C. This design also demonstrates an optimal balance between heat transfer and pressure loss. Therefore, a 1 mm pipe thickness is recommended as the optimal design for the Hydride Microreactor.

Keywords: Hydride Microreactor, sodium coolant, flow simulation, heat transfer

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

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

