

**OPTIMASI GEOMETRI TERAS UNTUK MENCAPAI KESERAGAMAN
DISTRIBUSI ALIRAN FLUIDA PADA *MOLTEN SALT REACTOR* 300
MWt BERBAHAN BAKAR LiF-NaF-UF₄-ThF₄ MENGGUNAKAN CFD**

Jalalludin Mukhtafi

21/480163/TK/52979

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 2 September 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Molten Salt Reactor (MSR) adalah reaktor Generasi IV yang menggunakan garam cair sebagai bahan bakar sekaligus pendingin. Keseragaman antara distribusi aliran dan distribusi daya diperlukan untuk meminimalkan jumlah *hotspot* suhu yang terbentuk pada teras. Jumlah *hotspot* suhu tersebut menentukan aspek keselamatan operasional reaktor. Oleh karena itu, fokus masalah penulis adalah mengevaluasi kinerja desain reaktor dalam menyesuaikan tingkat keseragaman antara distribusi aliran dan distribusi daya dalam teras.

Penelitian dilakukan menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan memanfaatkan *software* ANSYS Fluent 2024 R2. Domain solid diatur untuk Grafit dan fluida untuk LiF-NaF-UF₄-ThF₄. Geometri yang ada dimodelkan 1:6 simetri dengan parameter *average flow distribution non-uniformity* (S_{ring} dan $S_{reaktor}$) sebagai evaluator simulasi. Proses optimasi dimulai secara bertahap mulai dari analisis *plenum* atas, *plenum* bawah, dan pemasangan *shroud*.

Simulasi pada geometri MSR yang ada menunjukkan deviasi keseragaman distribusi aliran bahan bakar yang sangat besar, ditunjukkan oleh $S_{reaktor}$ dan S_{ring} masing-masing sebesar 59,43% dan 5,0%. Geometri alternatif pada *plenum* atas berhasil menurunkan deviasi yang ditunjukkan oleh $S_{reaktor}$ dan S_{ring} masing-masing sebesar 53,18% dan 4,4%; diikuti oleh geometri alternatif pada *plenum* bawah masing-masing sebesar 50,39% dan 4,89%; dan geometri alternatif setelah pemasangan *shroud* masing-masing sebesar 31,63% dan 4,9%.

Kata kunci: *Computational fluid dynamics, molten salt reactor, termal-hidraulika, repowering*

Pembimbing Utama : Dr.Ing. Ir. Kusnanto

Pembimbing Pendamping : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.



CORE DESIGN OPTIMIZATION OF AN MSR 300 MW_t FUELED BY LiF-NaF-UF₄-ThF₄ TO ACHIEVING FLOW DISTRIBUTION FLUID UNIFORMITY USING CFD

Jalalludin Mukhtafi

21/480163/TK/52979

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *September 2nd, 2025*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

The Molten Salt Reactor (MSR) is a Generation IV reactor that utilizes molten salt as both fuel and coolant. Ensuring uniformity between flow and power distribution is essential to minimize temperature *hotspots* in the core, which directly affects reactor safety. This study aims to evaluate the reactor design performance in improving the uniformity of flow and power distribution within the core.

Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations were performed using ANSYS Fluent 2024 R2, with graphite as the solid domain and LiF-NaF-UF₄-ThF₄ as the fluid domain. The geometry was modeled with 1:6 symmetry, and the average flow distribution non-uniformity parameters (S_{ring} and $S_{reactor}$) were employed to assess the simulation results. Optimization was conducted stepwise, starting with modifications to the upper *plenum*, followed by the lower *plenum*, and the installation of a shroud.

The existing MSR geometry exhibited significant flow distribution deviation, with $S_{reactor}$ and S_{ring} values of 59.43% and 5.0%, respectively. The optimized upper *plenum* reduced the deviation to 53.18% and 4.4%, while the lower *plenum* design further improved it to 50.39% and 4.89%. The most effective improvement was achieved after shroud installation, with $S_{reactor}$ and S_{ring} decreasing to 31.63% and 4.9%, respectively.

Keywords: Computational fluid dynamics, molten salt reactor, repowering, thermal-hydraulics

Supervisor : Dr.Ing. Ir. Kusnanto

Co-supervisor : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

