

INTISARI

ANALISIS NEUTRONIK MSR 300 MW_{th} BERBAHAN BAKAR DNU-Th FLUORIDA DAN LiF-BeF₂ SERTA OPTIMASI FRAKSI MENGUNAKAN ANN

Muhammad Alridz Al Farabi Pasha

21/473928/TK/52257

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

Molten salt reactor adalah salah satu kandidat yang paling menjanjikan untuk reaktor generasi-IV karena memiliki fitur *reprocessing* secara kontinu yang berdampak pada penggunaan bahan bakar yang lebih hemat dan efisien. Dikarenakan kurangnya penelitian yang komprehensif terhadap MSR, maka telah dilakukan penelitian reaktor MSR berbahan bakar DNU-thorium fluorida dengan daya 300 MW_{th} menggunakan *molten salt* berupa LiF-BeF₂. Penelitian ini dilakukan dengan kode *transport* neutron OpenMC. Analisis neutronik yang dilakukan pada reaktor ini terdiri dari parameter FTC, koefisien *void*, optimasi posisi batang kendali, simulasi pengurusan bahan bakar, neutron spektra serta simulasi depleksi/*burnup*. Metode ANN (*artificial neural network*) digunakan sebagai metode optimasi konfigurasi reaktor tersebut dikarenakan kompleksitas konfigurasi reaktor. Penggunaan ANN ini mempertimbangkan 4 parameter masukan, berupa fraksi/persentase bahan bakar uranium dengan thorium fluorida, fraksi larutan garam dengan bahan bakar, fraksi senyawa garam LiF dan BeF₂ dan tebal ring *pin marginal*. Keempat parameter digunakan untuk meprediksi/regresi 3 parameter keluaran yaitu k_{eff} , koefisien *void* dan *conversion ratio*.

Hasil yang didapatkan adalah desain reaktor ini memiliki efek reaktivitas negatif terhadap suhu yang merupakan hal baik dalam aspek keselamatan. Kemudian, dengan melakukan simulasi depleksi, reaktor ini memiliki kemampuan *breeder* ($BR > 1$) pada tingkat pengayaan 10,2 dan 10,4 ²³³U at% pada langkah 3000 dan 3500 MWD/MTU. Penggunaan metode ANN untuk optimasi konfigurasi desain didapatkan optimasi yang terbaik adalah konfigurasi dengan fraksi uranium fluorida dengan thorium fluorida sebesar 21,94%, fraksi larutan garam dan bahan bakar sebesar 72%, fraksi senyawa garam LiF dan BeF₂ sebesar 63,2% dan tebal *pin marginal/blanket* sebanyak 2 ring.



Kata kunci : ANN, *breeder*, MSR, thorium, ²³³U

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT., IPU., ASEAN Eng.

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



ABSTRACT

NEUTRONIC ANALYSIS OF A MSR 300 MW_{th} USING DNU-Th FLUORIDE FUEL WITH LiF-BeF₂ AND FRACTION OPTIMIZATION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Muhammad Alridz Al Farabi Pasha

21/473928/TK/52257

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

ABSTRACT

Molten salt reactor is one of most promising candidates for generation-IV reactor due to the ability of continuous reprocessing that makes this reactor fuel-efficient, which is affecting overall fuel sustainability. Due to the lack of comprehensive research on this topic, research on this topic has been conducted. This research focuses on a MSR 300 MW_{th} design utilizing LiF-BeF₂ as the molten salt media. Various neutronic analyses were calculated using open-source neutronic code, OpenMC. These analyses include calculations of FTC (fuel temperature coefficient), void coefficient, optimization of control rod position, fuel draining simulations, neutron spectra at moderator and fuel component, and depletion/burnup simulation. This research utilizes ANN (artificial neural network) as a regression method for optimizing reactor configuration due to its very complex configuration. The usage of ANN considers 4 parameters as the input, such as whole fraction/percentage of UF₄ and ThF₄, fraction of salt to fuel, fraction of salt compound LiF to BeF₂ and quantity of marginal pin in the outer ring. These parameters were used to predict 3 output parameters that define the neutronic characteristics of the reactor, such as effective multiplication, void coefficient, and conversion ratio.

The results of this research state that the reactor exhibits negative feedback reactivity in response to an increase in fuel temperature, which is needed for the safety aspect. Burnup simulation reveals that the reactor demonstrate breeding ability at enrichment level of ²³³U at 10.2 and 10.4 at% at 3000 and 3500 MWD/MTU. Using ANN model, an optimized configuration was identified, characterized by using 21.94% fraction of uranium fluoride compared to the total atomic fuel, 72% fraction of salt compared to the total fuel component (fuel and



salt), and 63.2% of LiF to the total salt compound (LiF and BeF₂) and also for the thickness of marginal pin is 2 ring of marginal/blanket pin at the outer ring.

Keywords: ANN, breeder, MSR, thorium, ²³³U

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT., IPU., ASEAN Eng.

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

