

## OPTIMASI DIMENSI PITCH DAN PENGAYAAN BAHAN BAKAR MIKROREAKTOR HIDRID MENGGUNAKAN METODE NSGA-II BERBASIS KALKULASI OPENMC

Alfonsus Rahmadi Putranto Gusti

19/439762/TK/48492

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 13 Juli 2023  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Kebutuhan energi di Indonesia dapat dipenuhi secara andal, aman, dan ekonomis dengan penggunaan mikroreaktor nuklir. Penelitian ini akan melakukan optimasi neutronik desain teras *hydride microreactor* menggunakan *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II* (NSGA-II) dengan mempertimbangkan dua objektif meliputi nilai faktor multiplikasi neutron efektif ( $k_{\text{eff}}$ ) dan *power peaking factor* (PPF). Dengan demikian, didapatkan reaktor yang lebih aman dan ekonomis.

Program optimasi NSGA-II dituliskan dalam bahasa pemrograman Python. Reaktor dimodelkan dalam kode simulasi OpenMC dengan variasi pengayaan bahan bakar dari 6% hingga 12% dengan langkah 0,1% serta variasi *pitch* dari 2,0 cm hingga 2,1 cm dengan langkah 0,1 cm. Optimasi dilakukan hingga kondisi terminasi terpenuhi. Solusi optimasi pada *pareto front* kemudian dikaji lebih lanjut dengan memperhitungkan siklus bahan bakar dan juga koefisien umpan balik reaktivitas.

Desain optimal menggunakan pengayaan bahan bakar sebesar 10,4% dan *pitch* sebesar 2,1 cm. Desain tersebut menghasilkan  $k_{\text{eff}}$  sebesar 1,0712049, PPF sebesar 2,1726 pada keadaan *beginning of life* (BOL), dan memiliki nilai koefisien umpan balik reaktivitas negatif seluruhnya. Konfigurasi tersebut juga memungkinkan operasi reaktor selama 12,344 tahun tanpa menggunakan racun dapat bakar dan menghemat penggunaan bahan fisil sebesar 37,66 kg.

**Kata kunci:** reaktor mikro, optimasi multiobjektif, NSGA-II, OpenMC

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

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



## OPTIMASI DIMENSI PITCH DAN PENGAYAAN BAHAN BAKAR MIKROREAKTOR HIDRID MENGGUNAKAN METODE NSGA-II BERBASIS KALKULASI OPENMC

Alfonsus Rahmadi Putranto Gusti

19/439762/TK/48492

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *July 13th, 2023*  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

The energy demand of developing Indonesia can be fulfilled safely, reliably, and economically by utilising microreactor. In this study, the core design of the hydride microreactor is optimized using the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II (NSGA-II) with the effective neutron multiplication factor ( $k_{eff}$ ) and power peaking factor (PPF) as the objectives. Therefore, a safer and more economical core design is obtained.

The NSGA-II code is written in python programming language. The reactor is modelled in OpenMC simulation code, with fuel enrichment varying from 6% to 12% with 0,1% increment and pitch size varying from 2,0 cm to 2,7 cm with 0,1 cm increment. The optimization code is carried out until the termination condition is fulfilled. The fuel cycle and the reactivity feedback coefficients of the solutions from the pareto front are then calculated.

The optimal core design employs 12% fuel enrichment and pitch size of 2,1 cm. The design yields  $k_{eff}$  of 1,0712049, PPF of 2,1726 at the beginning of cycle, and overall negative reactivity feedback coefficients. This configuration can be operated for 12,344 years without the need of burnable poison and saves 37,66 kg of fissile materials.

**Keywords:** microreactor, multi-objective optimization, NSGA-II, OpenMC

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

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

