

**OPTIMASI SUSUNAN BAHAN BAKAR DALAM TERAS REAKTOR
MENGGUNAKAN *POLAR BEAR OPTIMIZATION ALGORITHM* UNTUK
MEMPERPANJANG DURASI OPERASI REAKTOR**

Oleh
Shaffan Haqi
16/395305/TK/44597

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 5 April 2021
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Optimasi susunan bahan bakar dalam teras reaktor adalah persoalan yang rumit karena memiliki *search space* yang sangat luas sehingga memerlukan waktu yang lama untuk mencoba setiap variasi dari susunan bahan bakar. Dengan demikian, dalam penelitian ini digunakan *nature-inspired algorithm* yaitu *Polar Bear Optimization* (PBO) *Algorithm* untuk mencari susunan optimal reaktor pada BEAVRS (*Benchmark for Evaluation and Validation of Reactor Simulation*).

Optimasi dilakukan untuk mendapatkan susunan bahan bakar yang memiliki durasi pengoperasian yang lebih panjang dari susunan standar, namun tetap memenuhi batasan keselamatan. Susunan optimum yang diinginkan memiliki nilai kritikalitas (k_{eff}) yang tinggi namun memiliki *Power Peaking Factor* (PPF) kurang dari 2,0 pada semua langkah *burn-up*. Reaktor dimodelkan menggunakan *Standard Reactor Analysis Code* (SRAC) 2006, dengan rincian *fuel pin* dan *fuel assembly* menggunakan PIJ (*two-dimension collision probability method*) dan seperempat teras menggunakan CITATION X-Y.

Optimasi menggunakan algoritma PBO diawali dengan menentukan nilai parameter optimasi. Parameter optimasi pada algoritma PBO adalah besar populasi maksimum dan banyak generasi. Penentuan parameter optimasi algoritma PBO pada penelitian ini dilakukan optimasi dengan menggunakan populasi maksimum sebesar 100, 150, dan 200 dan didapatkan populasi sebesar 200 adalah populasi yang akan menghasilkan optimasi dengan jumlah generasi paling rendah. Dari 100 sampai dengan 200 solusi yang dibangkitkan, hanya 28 solusi yang berada di dalam batas keselamatan. Dari semua solusi yang lolos, didapatkan bahwa solusi yang terbaik memiliki nilai $k_{eff} = 0,944033$ pada hari ke-760 dan PPF maksimum sebesar 1,902942. Susunan bahan bakar yang baru memiliki durasi pengoperasian 570 hari, yaitu 91 hari lebih lama (19%) daripada susunan standar.

Kata kunci: Optimasi susunan bahan bakar, PBO, k_{eff} , PPF, durasi pengoperasian reaktor

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T., M.Sc.
Pembimbing Pendamping : Ir. Agus Arif, M.T.

FUEL LOADING PATTERN OPTIMIZATION USING POLAR BEAR OPTIMIZATION ALGORITHM TO EXTEND REACTOR OPERATION PERIOD

by
Shaffan Haqi
16/395305/TK/44597

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on April 5, 2021
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Fuel loading pattern optimization is a complex problem because of the huge search space resulting in a long duration required to try each fuel loading pattern variation. Therefore, a nature-inspired algorithm, Polar Bear Optimization (PBO) Algorithm was used here to find the optimal loading pattern for the reactor based on BEAVRS (Benchmark for Evaluation and Validation of Reactor Simulation).

Optimization was done to get a new loading pattern with a longer operation duration compared to the standard loading pattern but still fulfilled the safety requirement. The desired loading pattern should have high criticality (k_{eff}) value but low Power Peaking Factor (PPF) which must not greater than 2.0 at all burn-up steps. The reactor was modeled using the Standard Reactor Analysis Code (SRAC) 2006 For further details, fuel pins and fuel assembly were modeled using PIJ and a quarter of the core using the CITATION X-Y

Optimization using PBO algorithm started by determining the optimization parameter. The optimization parameters in PBO algorithm are the maximum population and the number of generation. Optimization was done using 100, 150, and 200 maximum population. It was found that optimization using 200 maximum population could achieve the best solution with the fewest number of generations. From the 100 up to 200 generated solutions, only 28 solutions passed the safety limit. Among 28 passed solutions, the best loading pattern had k_{eff} of 0.944033 at day-760 and maximum PPF = 1.902942. The new loading pattern operating time was 570 days, which is 91 days longer (19%) than the standard loading pattern.

Keywords: Loading pattern optimization, PBO, PPF, reactor operating time

Supervisor : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T., M.Sc.
Co-supervisor : Ir. Agus Arif, M.T.