

## OPTIMASI SUSUNAN BAHAN BAKAR DALAM TERAS REAKTOR BERDASARKAN BEAVRS UNTUK MEMINIMALKAN FAKTOR PEMUNCAKAN DAYA DENGAN BATASAN WAKTU OPERASI REAKTOR MENGGUNAKAN ALGORITMA OPTIMASI BERUANG KUTUB

Oleh

Amila Amatullah

16/395292/TK/44584

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 18 Januari 2021  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Optimasi susunan bahan bakar dalam teras reaktor adalah masalah yang kompleks untuk diselesaikan secara manual karena penyelesaian yang didapatkan akan sangat banyak dan memakan waktu yang lama untuk mencobanya satu per satu. Dengan demikian digunakan algoritma metaheuristik untuk mencari susunan optimal PWR berdasarkan BEAVRS secara efektif dan efisien.

Susunan baru yang diinginkan adalah yang mempunyai nilai *Power Peaking Factor* (PPF) yang paling rendah dengan durasi pengoperasian yang sama dengan susunan standar. Durasi pengoperasian sebanding dengan kritikalitas reaktor ( $k_{eff}$ ). Kedua parameter tersebut saling bertolak belakang sehingga akan menyulitkan pencarian susunan optimum. Reaktor dimodelkan dengan *Standar Reactor Analysis Code* (SRAC) 2006, dengan rincian *fuel pin* dan *fuel assembly* menggunakan PIJ dan teras menggunakan CITATION X-Y.

Optimasi dilakukan menggunakan algoritma Optimasi Beruang Kutub dengan populasi sebanyak 200 individu dan iterasi sebanyak 50 kali. Solusi yang diambil adalah susunan bahan bakar yang tidak melewati batas keselamatan PPF yaitu 2,0 setiap *step burn-up*. Dari 28 solusi hasil optimasi, didapatkan susunan optimal yang dianggap terbaik dengan memiliki PPF maksimal sebesar 1,458 dan  $k_{eff}$  sebesar 0,916. PPF maksimal yang didapatkan lebih rendah 0,542 (27,1%) dari batasan keselamatan tetapi memiliki selisih PPF yang sangat kecil jika dibandingkan dengan susunan *benchmark*. Sementara durasi pengoperasian reaktor berhasil dijaga sama dengan susunan standar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa susunan *benchmark* sudah optimal.

**Kata kunci:** Optimasi susunan bahan bakar, Algoritma Optimasi Beruang Kutub,  $k_{eff}$ , 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 OF REACTOR BASED ON BEAVRS IN ORDER TO MINIMIZE POWER PEAKING FACTOR WITH REACTOR OPERATING TIME RESTRICTION USING POLAR BEAR OPTIMIZATION ALGORITHM

by

Amila Amatullah

16/395292/TK/44584

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on January 20, 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 there are so many possibilities for combinatorial solutions, and it will take time if we try it one by one. Therefore, the Polar Bear Optimization Algorithm effectively finds the optimum solution for PWR based on BEAVRS fuel loading pattern.

The desired new fuel loading pattern is the one that has the minimum Power Peaking Factor (PPF) value without compromising the operating time. Operating time is proportional to the multiplication factor ( $k_{eff}$ ). These parameters are usually contradictive with each other and will make it hard to find an optimum solution. The reactor is modeled with Standart Reactor Analysis Code (SRAC) 2006. Fuel pins and fuel assemblies modeled with PIJ module for cell calculations. One-fourth symmetry use with CITATION X-Y module for core calculations.

Optimization is done with 200 populations and 50 iterations. Solutions that selected have PPF value never exceed 2.0 in every burn-up step. Out of 28 solutions, the best optimal fuel loading pattern has  $PPF_{max} = 1.458$  and  $k_{eff} = 0.916$ . The maximum PPF value is 0.542 (27.1%) lower than the safety factor and the same operating time as the standard loading pattern has achieved.

**Keywords:** Fuel loading pattern optimization, Polar Bear Optimization Algorithm,  $k_{eff}$ , PPF, reactor operating time

Supervisor : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Co-supevisor : Ir. Agus Arif, M.T.