

OPTIMASI SUSUNAN BAHAN BAKAR DALAM TERAS REAKTOR KNSP-1000 UNTUK MEMPERPANJANG DURASI PENGOPERASIAN REAKTOR DENGAN BATASAN FAKTOR PEMUNCAKAN DAYA MAKSIMUM MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA KELELAWAR MODIFIKASI

oleh

Yudi Riski Chandratama
14/367532/TK/42537

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 4 Juni 2018
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 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 *nature-inspired algorithm* yaitu Algoritma Kelelawar untuk mencari susunan optimal KNSP-1000 secara efektif dan efisien.

Susunan baru yang diinginkan adalah yang mempunyai durasi pengoperasian reaktor lebih panjang daripada susunan standar. Durasi pengoperasian sebanding dengan kritikalitas reaktor (k_{eff}), namun dengan faktor keselamatan yaitu *Power Peaking Factor* (PPF) tidak boleh melebihi nilai 2,0 di setiap langkah *burn-up*. 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 $\frac{1}{4}$ teras menggunakan CITATION X-Y.

Optimasi dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai variabel Algoritma Kelelawar, contohnya $A_{maks} = 1,0$; $\alpha = 0,9$ dan $r_0 = 0,01$. Iterasi dilakukan sebanyak maksimal 2000 kali untuk menghemat waktu dan diambil 200 solusi. Hanya 137 solusi (68,5%) yang lolos batas keselamatan, sedangkan 63 solusi (31,5%) tidak lolos karena algoritma memerlukan lebih banyak iterasi untuk mencapai *objective*. Dari 137 solusi tersebut, didapatkan susunan optimal yang dianggap terbaik yang memiliki nilai $k_{eff\ MOC}$ 1,10172 dan $PPF_{maks} = 1,949$. Dengan menggunakan interpolasi pada berbagai langkah *burn-up*, didapatkan durasi pengoperasian reaktor susunan optimasi adalah 645 hari, lebih panjang 97 hari (17,7%) dibandingkan susunan standar dan akan memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan. Faktor pemuncakan daya maksimal juga meningkat 21,7% dibandingkan susunan standar namun masih berada di bawah batas keselamatan.

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

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

**FUEL LOADING PATTERN OPTIMIZATION IN KSNP-1000
TO EXTEND REACTOR OPERATING TIME WITH
MAXIMUM POWER PEAKING FACTOR CONSTRAINT
USING MODIFIED BAT ALGORITHM METHOD**

by

Yudi Riski Chandratama
14/367532/TK/42537

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on June 4, 2018
in partial fulfillment of the Degree of
Bachelor Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Fuel loading pattern optimization is a complex problem if solved manually because there are so many possibilities for combinatorial solutions, and will take times if we try it one by one. Therefore, one of nature-inspired algorithm family, Bat Algorithm, is used to find the optimum solution for KSNP-1000 fuel loading pattern in an effective and efficient way.

Desired new fuel loading pattern is the one who has longer reactor operating time than the standard loading pattern. Operating time is proportional to criticality factor (k_{eff}), but safety factor which is Power Peaking Factor (PPF) never exceeds 2.0 in every burn-up steps. These parameters are contradictive with each other and will make it difficult to find the optimum solution. Reactor is modelled with Standar Reactor Analysis Code (SRAC) 2006, the details are fuel pins and fuel assemblies are modelled with PIJ module and one-fourth of core is modelled with CITATION X-Y module.

Bat Algorithm's variables value are inputted, i.e. $A_{max} = 1.0$, $\alpha = 0.9$ and $r_0 = 0.01$. Iteration done with maximum number of iteration is 2000 times to save times, and will take 200 solutions. Only 137 solutions (68,5%) passed the safety boundary, while 63 others (31,5%) did not pass because the algorithm needs more iterations to reach the objective. Among the 137 solutions, the best optimal fuel loading pattern has the value of $k_{eff\ MOC} = 1.10172$ and $PPF_{max} = 1.949$. By doing interpolation in every burn-up steps, we can define the optimum reactor operating time is 645 days, which is 97 days (17.7%) longer that the standard loading pattern so that it will provide significant economic benefits. Power peaking factor is also increased by 21.7% compared to the standard loading pattern, but it is still below the safety limit.

Keywords : Fuel loading pattern optimization, Bat Algorithm, k_{eff} , PPF, reactor operating time

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

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