

**ANALISIS NEUTRONIK PENAMBAHAN *BURNABLE POISON* PADA
FUEL ASSEMBLY DI DALAM *SMALL-PWR* DENGAN *QUADRISO*
*URANIUM MONONITRIDE FULLY CERAMIC MICRO-ENCAPSULATED
FUEL***

Oleh

Bagaskara Eka Nugraha

15/385268/TK/43930

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 20 April 2021
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Pada Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 tentang desain perangkat bahan bakar *Fully Ceramic Micro-encapsulated* (FCM) tanpa racun dapat bakar pada *Small Pressurized Water Reactor* (*Small-PWR*), diperoleh hasil nilai faktor multiplikasi tak hingga awal lebih dari 1,2, dan nilai ini relatif jauh dari nilai yang diinginkan, yaitu 1. Untuk mencapai nilai faktor multiplikasi yang diinginkan, dapat dilakukan penambahan material racun dapat bakar berupa QUADRISO, yang diimplementasikan dengan menambahkan lapisan racun di dalam partikel bahan bakar FCM. Ketebalan racun yang digunakan akan mempengaruhi perilaku nilai faktor multiplikasi tak hingga sebagai fungsi waktu, sehingga dilakukan penelitian dengan bervariasi tebal lapisan racun pada partikel bahan bakar untuk mengetahui pengaruh tebal lapisan racun terhadap faktor yang mewakili perilaku tersebut.

Penelitian dilakukan dengan memodelkan *assembly* bahan bakar *small-PWR* pada kode penghitungan Serpent, menggunakan model *assembly* yang telah dirancang oleh peneliti sebelumnya. Partikel FCM di dalam *assembly* tersebut dimodifikasi agar dapat menampung lapisan racun, tanpa memberikan pengaruh signifikan pada aspek keselamatan teras. Dengan partikel FCM termodifikasi tersebut, dilakukan simulasi dengan bervariasi tebal lapisan racun.

Pemodelan *assembly* bahan bakar telah berhasil dilakukan dengan radius partikel 555 μm , variasi tebal lapisan racun 0,1 μm - 20 μm , variasi tebal *pyrocarbon* dalam 10 μm - 30 μm , dan jumlah partikel bahan bakar sebanyak 147211. Telah ditemukan bahwa semakin tebal lapisan racun dapat bakar, semakin rendah nilai k_{∞} awal dan semakin tinggi nilai *reactivity swing*. Dari variasi tebal lapisan racun yang digunakan, tebal lapisan racun yang layak digunakan 0,1 μm hingga 3 μm .

Kata kunci: *Fully Ceramic Micro-encapsulated Fuel*, *Small-PWR*, QUADRISO, Racun Dapat Bakar

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

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T.



**NEUTRONIC ANALYSIS OF BURNABLE POISON ADDITION IN
SMALL-PWR FUEL ASSEMBLY WITH QUADRISO URANIUM
MONONITRIDE FULLY CERAMIC MICRO-ENCAPSULATED FUEL**

by

Bagaskara Eka Nugraha

15/385268/TK/43930

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics

Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on April 20th, 2021

In partial fulfillment of the requirement for the Degree of

Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

In a research conducted in 2018 about the design of Fully Ceramic Micro-encapsulated (FCM) fuel without burnable poison in Small Pressurized Water Reactor (Small-PWR), the initial infinite multiplication factor was more than 1.2, and this is relatively far from the desired value, 1. To achieve the desired multiplication factor value, it is possible to add a burnable poison material in the form of QUADRISO, which is implemented by adding a poison layer in the FCM fuel particles. The thickness of the poison layer used will affect the behavior of infinite multiplication factor as a function of time, so research was carried out by varying the thickness of the poison layer on fuel particles to determine the effect of the thickness of the poison layer on the factor that represents the behavior.

This research was conducted by modeling a small-PWR fuel assembly in Serpent calculation code, using the assembly model designed by previous researchers. FCM particles in the assembly are modified to accommodate the poison layer, without without significantly impacting safety aspects of the core. With the modified FCM particles, simulations were carried out by varying the thickness of the poison layer.

Fuel assembly modeling has been successfully carried out with a particle radius of 555 μm , thickness variance of the poison layer 0.1 μm - 20 μm , thickness variance of the pyrocarbon layer within 10 μm - 30 μm , and 147211 fuel particles. It has been found that as the burnable poison layer gets thicker, the initial k_{∞} value will go down, and the reactivity swing value will get higher. From all the variation in poison layer thickness used, the suitable poison layer thickness is from 0.1 μm to 3 μm .

Key word: Fully Ceramic Micro-encapsulated Fuel, Small-PWR, QUADRISO, Burnable Poison

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

Co-Supervisor : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T.

