

PEMETAAN DISTRIBUSI FLUKS NEUTRON DI TERAS REAKTOR KARTINI ARAH RADIAL DAN AKSIAL MENGGUNAKAN DETEKTOR SPND (*SELF POWERED NEUTRON DETECTOR*)

Oleh

Resa Satria Adi Kuswandrata

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Pada tanggal 27 Juni 2024 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Pada studi ini, telah dilakukan eksperimen dan perhitungan simulasi pemetaan nilai fluks neutron di dalam teras reaktor Kartini. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan peta distribusi fluks neutron reaktor Kartini arah radial dan aksial sesuai dengan kondisi terkini. *Self-Powered Neutron Detector* (SPND) emitter Rh (rhodium) digunakan sebagai detektor dalam penelitian ini karena ukuran dan geometri dari detektor tersebut mampu masuk ke dalam lubang celah plat teras bahan bakar memiliki diameter ± 7 mm.

SPND diletakkan pada posisi lubang *central thimble* (CT), H7, H10, H12, H14 dan H16 dengan ketinggian 0, 10, 20, 30, dan 40 cm dari daerah aktif bahan bakar. Hasil pengukuran fluks neutron oleh SPND adalah arus listrik yang memiliki orde *nanoampere* (10^{-9} ampere) dan dibaca menggunakan *electrometer Keithley 610C*. Pengukuran fluks neutron di teras secara eksperimental dilakukan dengan metode aktivasi foil emas. Hasil aktivasi digunakan untuk menghitung nilai sensitivitas SPND. Berdasarkan hasil eksperimen didapat nilai sensitivitas detektor sebesar $2,64 \times 10^{-21}$ A/nv, nilai tersebut digunakan untuk konversi arus listrik SPND ke fluks neutron. Dalam penelitian ini juga dikembangkan model dan perhitungan simulasi menggunakan *Monte Carlo N-Particle* (MCNP). Untuk mendapatkan nilai fluks neutron tanpa konversi secara manual dari arus SPND maka telah dilakukan rancang bangun monitoring fluks neutron dengan ESP32 dimana pembacaan nilai fluks neutron dari SPND dapat dibaca secara langsung dan disimpan secara otomatis di data log.

Nilai rata-rata tertinggi fluks neutron pada pengukuran SPND secara aksial untuk grup 1 berada pada level 20 dari panjang aktif bahan bakar dari lokasi CT hingga H16 dengan rentang nilai fluks neutron dari $1,13466 \times 10^{+10}$ hingga $3,78221 \times 10^{+11}$ n/cm²s dan untuk nilai fluks neutron grup 2 dengan lokasi dan level yang sama berada pada rentang $5,67332 \times 10^{+11}$ hingga $1,89111 \times 10^{+12}$ n/cm²s. Hasil perhitungan *Power Peaking Factor* (PPF) radial dengan data simulasi MCNPX di teras reaktor Kartini sebesar 1,5176. Berdasarkan hasil analisa data *monitoring* fluks neutron ESP32 dan pengukuran SPND pada uji-T berpasangan didapat *p-value* untuk fluks neutron grup 1, grup 2, dan total berturut-turut 0,3665; 0,7057; dan 0,3180. *P-value* > 0,05 memiliki arti 95% tingkat kepercayaan pada data

Kata kunci: ESP32, fluks neutron, Monte Carlo, rhodium, SPND

Pembimbing I : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T, M.Sc.
Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Anhar Riza Antariksawan



MAPPING OF THE NEUTRON FLUX DISTRIBUTION AT THE KARTINI REACTOR CORE IN RADIAL AND AXIAL DIRECTIONS USING A SELF-POWERED NEUTRON DETECTOR

by

Resa Satria Adi Kuswandrata

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada as partial fulfillment of the requirements
for the Master's Degree in Engineering Physics

ABSTRACT

In this study, experiments and simulation calculations of neutron flux value mapping in the Kartini reactor core have been carried out. The purpose of this study is to obtain a map of the Kartini reactor neutron flux distribution in the radial and axial directions by current conditions. Self-Powered Neutron Detector (SPND) emitter Rh (rhodium) is used as a detector because the size and geometry of the detector are able to enter into the slit hole of the fuel core plate having a diameter of ± 7 mm.

SPND was placed at the position of the central thimble (CT) hole, H7, H10, H12, H14, and H16, with heights of 0, 10, 20, 30, and 40 cm from the active region of the fuel. The result of neutron flux measurement by SPND is an electric current of the nanoampere order (10^{-9} amperes) and is read using a Keithley 610C electrometer. Neutron flux measurements on the terrace were experimentally carried out using the gold foil activation method. The activation results were used to calculate the SPND sensitivity value. Based on the experimental results, the detector sensitivity value of 2.64×10^{-21} A/nv was obtained, and the value was used to convert SPND electric current to neutron flux. This study also developed a model and simulation calculation using Monte Carlo N-Particle (MCNP). The neutron flux monitoring design was carried out with ESP32 to obtain the neutron flux value without manual conversion of SPND current, where the neutron flux value reading from SPND can be read directly and stored automatically in the data log.

The highest average value of neutron flux in axial SPND measurements for group 1 is at level 20 of the active fuel length from location CT to H16 with a range of neutron flux values from $1.13466 \times 10^{+10}$ to $3.78221 \times 10^{+11}$ n/cm²s and for group 2 neutron flux values with the same location and level are in the range of $5.67332 \times 10^{+11}$ to $1.89111 \times 10^{+12}$ n/cm²s. The result of the radial Power Peaking Factor (PPF) calculation with MCNPX simulation data on the Kartini reactor terrace is 1.5176. Based on the results of the analysis data neutron flux monitoring ESP32 and SPND measurement on the paired T-test, the p-value group 1, group 2, and total neutrons flux are 0.3665, 0.7057, and 0.3180, respectively. P-value > 0.05 means 95% confidence level in the data.

Keywords: ESP32, neutron flux, Monte Carlo, rhodium, SPND

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

Co-supervisor : Prof. Dr. Ir. Anhar Riza Antariksawan

