

PENGEMBANGAN SISTEM PENGUKURAN FLUKS NEUTRON DAN DAYA JANGKAUAN LEBAR REAKTOR KARTINI DENGAN MODE CAMPBELL

Oleh

Zulfikar Elran Bhagaskara

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Pada 25 Oktober 2024 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Untuk menjamin keselamatan operasi reaktor nuklir, pengukuran daya reaktor nuklir dilakukan pada rentang pengukuran yang lebar sekitar 8-10 dekade tingkat daya. Alat ukur yang digunakan untuk keperluan ini disebut kanal daya jangkauan lebar, yang umumnya bekerja dengan dua atau tiga mode pengukuran tergantung tingkat daya.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan pengukuran daya dan fluks neutron jangkauan lebar hanya dengan satu mode pengukuran, yaitu mode Campbell. Penggunaan satu metode pengukuran memberi keuntungan sistem menjadi lebih sederhana. Sistem yang sederhana memudahkan pengembangan alat ukur secara mandiri, terutama bagi reaktor yang kesulitan dalam memperoleh atau membeli alat ukur daya jangkauan lebar. Penelitian dilaksanakan di Reaktor Kartini, sebuah reaktor riset dengan daya maksimal 100 kW. Penelitian diawali dengan analisis sinyal keluaran detektor neutron. Kemudian dibuat rangkaian diskriminator dan Campbell *rectifier* untuk mengolah sinyal keluaran detektor. Lalu dibuat sistem akuisisi data untuk mengukur dan menghitung keluaran Campbell *rectifier*. Hasil perhitungan sistem akuisisi data diolah untuk mendapatkan faktor konversi keluaran Campbell *rectifier* menjadi daya reaktor dan fluks neutron. Faktor konversi ke daya reaktor didapatkan dengan cara perbandingan dengan alat ukur lain, dan faktor konversi ke fluks neutron didapatkan dengan cara pengukuran fluks neutron menggunakan metode *counting* pulsa neutron serta metode aktivasi foil emas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengukur rentang daya sekitar 9 dekade dengan menggunakan tiga Campbell *rectifier* dengan gain berbeda. Campbell *rectifier* pertama menunjukkan respon yang baik pada daya 10^{-6} kW hingga 10^{-2} kW, Campbell *rectifier* kedua menunjukkan respon yang baik pada daya 10^{-3} kW hingga 10^0 kW, dan Campbell *rectifier* ketiga menunjukkan respon yang baik pada daya 10^1 kW hingga $10^{1.8}$ kW. Keluaran setiap Campbell *rectifier* dikonversi menjadi daya reaktor dan fluks neutron dengan persamaan regresi. Persamaan regresi tersebut memiliki R^2 sekitar 0,99. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran yang dikembangkan dapat mengukur daya dan fluks neutron jangkauan lebar reaktor Kartini dengan satu mode Campbell.

Kata kunci: Daya reaktor nuklir, kanal daya jangkauan lebar, akuisisi data, Campbell

Pembimbing I : Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana

Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Anhar Riza Antariksawan



DEVELOPMENT OF KARTINI REACTOR WIDE RANGE NEUTRON FLUX AND POWER MEASUREMENT SYSTEM USING CAMPBELL MODE

by

Zulfikar Elran Bhagaskara

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

ABSTRACT

In order to ensure the safety of nuclear reactor operations, nuclear reactor power measurements are carried out over a wide measurement range of around 8-10 decades of power levels. The measuring instrument for this purpose is called a wide-range power channel, which usually works with two or three measurement modes depending on the power level.

The objective of this study is to developed a method for measuring power and wide-range neutron flux with only one measurement mode, that is the Campbell mode. The use of one measurement method provides the advantage of a simpler system. The simpler system means easier to develop, especially for reactors that have difficulty in obtaining or purchasing wide-range power measuring instruments. The study was conducted at the Kartini Reactor, a research reactor with a maximum power of 100 kW. This study began with an analysis of the neutron detector output signal. Then a discriminator circuit and Campbell rectifier were made to process the detector output signal. Furthermore, a data acquisition system was created to measure and calculate the Campbell rectifier output. The results of the data acquisition system calculations were processed to obtain the Campbell rectifier output conversion factor into reactor power and neutron flux. The conversion factor to reactor power was obtained by comparison with other measuring instruments, and the conversion factor to neutron flux was obtained by measuring neutron flux using the neutron pulse counting method and the gold foil activation method.

The results showed that this method successfully measured the power range of about 9 decades using three Campbell rectifiers with different gains. The first Campbell rectifier showed a good response at a power of 10^{-6} kW to 10^{-2} kW, the second Campbell rectifier showed a good response at a power of 10^{-3} kW to 10^0 kW, and the third Campbell rectifier showed a good response at a power of 10^1 kW to $10^{1.8}$ kW. The output of each Campbell rectifier was converted into reactor power and neutron flux by a regression equation. The regression equation has an R^2 of about 0.99. Based on research results, it can be concluded that the developed measurement system can measure the power and wide-range neutron flux of the Kartini reactor with one Campbell mode.

Keywords: Nuclear Reactor Power, wide range power, data acquisition, Campbell

Supervisor : Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana

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

