



## STUDI VARIASI JENIS MATERIAL REFLEKTOR THORNGEN

oleh

Bambang Wisanggeni D.N.S

14/363691/TK/41751

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 24 Juli 2018  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Dewasa ini teknologi reaktor nuklir dikembangkan ke arah produksi daya kecil (<300 MW) dengan sistem bersifat modular yang diberi nama reaktor kecil modular (*small modular reactor* / SMR). Saat ini Indonesia telah menghasilkan rancangan konseptual dari reaktor jenis *small modular reactor* (SMR), dan diberi nama Thorngen (*Thorium Generator*). Reflektor Thorngen dirancang menggunakan reflektor grafit pada desain konseptualnya. Desain konseptual ini belum menunjukkan pilihan material optimalnya bila ditinjau dari aspek kemampuan refleksi neutron, geometris, dan biaya. Hal ini mengakibatkan perlu dilakukan studi untuk mengetahui kemampuan material lain sebagai alternatif reflektor Thorngen.

Penelitian ini bermaksud mendapatkan hubungan kritikalitas terhadap variasi material reflektor sehingga diperoleh modul reflektor yang optimal bila ditinjau dari aspek kemampuan refleksi neutron, konsekuensi geometris, dan biaya. Jenis material yang diteliti adalah Be-9, BeO, H<sub>2</sub>O, D<sub>2</sub>O, dan parafin. Penelitian dilakukan dengan memodifikasi dua desain awal reaktor Thorngen dengan bahan bakar fisil masing-masing berupa U-233 (tipe A) dan U-235 (tipe B). Jenis material dan ketebalan modul reflektor divariasikan dan disimulasikan dengan perangkat lunak MCNPX sehingga didapatkan grafik hubungan kritikalitas reaktor dengan variasi reflektor. Hasil yang didapat dibandingkan dengan material reflektor awal berupa grafit.

Berdasarkan penelitian didapatkan alternatif material yang dapat digunakan sebagai reflektor Thorngen, yaitu Be-9 dan BeO. Material H<sub>2</sub>O, D<sub>2</sub>O, dan parafin tidak dapat digunakan sebagai reflektor Thorngen karena material tersebut tidak memberikan nilai kritikalitas yang diinginkan. Hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan ketebalan optimal reflektor untuk kedua jenis tipe reaktor A dan B. Nilai ketebalan optimal untuk material BeO adalah sebesar 19,25 cm dengan biaya material 32.937.559,616 USD, Be-9 adalah sebesar 89,25 cm dengan biaya material 5.418.634,062 USD, serta grafit dengan ketebalan 79,25 cm dan hanya membutuhkan membutuhkan biaya material 19.688,314 USD.

**Kata kunci:** reflektor, *small modular reactor*, thorium, Monte Carlo, MCNPX

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Pembimbing Pendamping : Ir. Haryono Budi Santosa, M.Sc



## **STUDY ON THORGEN REFLECTOR MATERIAL TYPE VARIATION**

by

Bambang Wisanggeni D.N.S

14/363691/TK/41751

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 24<sup>th</sup>, 2018  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### **ABSTRACT**

The nuclear reactor technology nowadays is developed to produce low power output (<300 MW) with modular system called small modular reactor (SMR). Currently Indonesia has already created a conceptual design of small modular reactor, namely Thorgen (Thorium Generator). Thorgen reflector component is designed with graphite reflector on the conceptual design. However, the design has not consider the use of optimal value based on the neutron albedo, geometry, and the cost. It is necessary to conduct a study to investigate other materials performance as the alternative Thorgen reflector.

This paper aims to investigate the optimum reflector design for Thorgen reactor based on the parameters of neutron albedo, geometric consequences, and cost of the material. Five material types were used as reflector material variation, namely Be-9, BeO, H<sub>2</sub>O, D<sub>2</sub>O, and paraffin. The study was conducted by modifying two initial designs of Thorgen reactor, each with different fuel fissile material of U-233 (type A) and U-235 (type B). The material type and thickness of the reflector module were varied and simulated with MCNPX software to obtain graph of corresponding reactor criticality. The result obtained were compared to the initial graphite reflector.

The result showed alternative materials for Thorgen reflector, namely Be-9 and BeO. H<sub>2</sub>O, D<sub>2</sub>O, and paraffin reflector could not be used as the reflector material as these materials could not provide the desired reactor criticality value. Analysis showed that there was no difference on reflector optimal thickness value for both reactor type A and B. The optimal thickness for BeO material was 19.25 cm with material cost of 32,937,559.616 USD, Be-9 was 89.25 cm with material cost of 5,418,634.062 USD, and graphite with the thickness of 79.25 required only 19,688.314 USD as the material cost for both reactor types.

**Keywords:** reflector, small modular reactor, thorium, Monte Carlo, MCNPX

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Co-supervisor : Ir. Haryono Budi Santosa, M.Sc