

**A CONCEPTUAL DESIGN OF NEUTRON COLLIMATOR FOR BORON  
NEUTRON CAPTURE THERAPY WITH CYCLOTRON 30 MeV AND <sup>9</sup>Be  
TARGET AS NEUTRON GENERATOR USING MONTE CARLO N  
PARTICLE EXTENDED SIMULATOR**

by

Prayoga Isyan  
11/320239/TK/38989

Submitted to the Department of Nuclear and Physics Engineering  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on Juny 28, 2016  
in partial fulfilment of the requirements for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

**ABSTRACT**

The optimization of collimator has been studied which resulted epithermal neutron beam for Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) using Monte Carlo N Particle Extended (MCNPX). Cyclotron 30 MeV and <sup>9</sup>Be target is used as a neutron generator. The design criteria were based on recommendation from IAEA. Mcnpx calculations indicated by using 25 cm and 40 cm thickness of PbF<sub>2</sub> as reflector and back reflector, 15 cm thickness of TiF<sub>3</sub> as first moderator, 35 cm thickness of AlF<sub>3</sub> as second moderator, 25 cm thickness of <sup>60</sup>Ni as neutron filter, 2 cm thickness of Bi as gamma filter, and aperture with 20 cm of diameter size, an epithermal neutron beam with an intensity  $1,21 \times 10^9 \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , fast neutron and gamma doses per epithermal neutron of  $7.04 \times 10^{-13} \text{ Gy.cm}^2.\text{n}^{-1}$  and  $1.61 \times 10^{-13} \text{ Gy.cm}^2.\text{n}^{-1}$ , minimum thermal neutron per epithermal neutron ratio of 0.043, and maximum directionality of 0,58, respectively could be produced. The results have not passed all the IAEA's criteria in fast neutron component and directionality.

**Key words** : Collimator, BNCT, MCNPX, IAEA criteria.

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M. T.  
Co-supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono

**DESAIN KONSEPTUAL KOLIMATOR FASILITAS *BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY* DENGAN *CYCLOTRON 30 MeV* DAN TARGET  ${}^9\text{Be}$  SEBAGAI PEMBANGKIT NEUTRON MENGGUNAKAN SIMULATOR *MONTE CARLO N PARTICLE EXTENDED***

oleh

Prayoga Isyan  
11/320239/TK/38989

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika  
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 28 Juni 2016  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

**INTISARI**

Telah dilakukan penelitian tentang desain konseptual kolimator yang menghasilkan radiasi neutron epitermal untuk keperluan *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT) menggunakan *Monte Carlo N Particle Extended* (MCNPX). *Cyclotron 30 MeV* dan target  ${}^9\text{Be}$  digunakan sebagai pembangkit neutron. Kriteria desain berdasar pada rekomendasi IAEA. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan menggunakan 25 cm dan 40 cm  $\text{PbF}_2$  sebagai *side* reflektor dan *back* reflektor, 15 cm  $\text{TiF}_3$  sebagai moderator 1, 35 cm  $\text{AlF}_3$  sebagai moderator 2, 25 cm  ${}^{60}\text{Ni}$  sebagai filter neutron cepat, 2 cm Bi sebagai filter gamma, dan *aperture* dengan diameter 20 cm, didapatkan nilai fluks neutron epitermal sebesar  $1,21 \times 10^9 \text{ n.cm}^{-2}.\text{detik}^{-1}$ . Berkas neutron epitermal tersebut memiliki komponen neutron cepat sebesar  $7,04 \times 10^{-13} \text{ Gy.cm}^2.\text{n}^{-1}$ , komponen sinar gamma sebesar  $1,61 \times 10^{-13} \text{ Gy.cm}^2.\text{n}^{-1}$ , rasio neutron termal per neutron epitermal sebesar 0,043, dan direksionalitas maksimum sebesar 0,58. Hasil ini belum memenuhi seluruh kriteria IAEA yaitu pada komponen neutron cepat dan direksionalitas.

**Kata kunci:** Kolimator, BNCT, MCNPX, kriteria IAEA.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M. T.  
Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono