

**DESAIN *BEAM SHAPING ASSEMBLY* UNTUK *BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY*
DENGAN SIKLOTRON 30 MeV ARUS 1,5 mA MENGGUNAKAN *PARTICLE HEAVY*
*ION TRANSPORT SYSTEM***

Francesca Putri

19/439764/TK/48494

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas
Gadjah Mada pada tanggal 7 Juli 2023
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Metode *Boron Neutron Capture Therapy* memerlukan *Beam Shaping Assembly* untuk mendapatkan berkas neutron *epitermal*. Pada penelitian ini, dibuat desain BSA untuk fasilitas BNCT di Rumah Sakit Akademik Universitas Gadjah Mada untuk sumber proton berbasis siklotron energi 30 MeV dan arus 1,5 mA. Kualitas berkas yang dihasilkan harus memenuhi parameter rekomendasi dari *International Atomic Energy Agency*.

Desain BSA dibuat dan disimulasikan dengan Monte Carlo, simulasi yang dipilih adalah *Particle Heavy Ion Transport System*. Material yang digunakan pada BSA adalah ^{27}Al untuk moderator, PbF_2 untuk reflektor, ^{209}Bi untuk perisai gamma, Ni 95% untuk *aperture*, *lithiated polyethylene* dan *borated paraffin wax* 45% untuk perisai neutron, kemudian LiF dan B_4C untuk filter neutron. Desain penelitian menghasilkan fluks neutron epitermal sebesar $1,73 \times 10^9 \text{ n/cm}^2 \text{ s}$, laju dosis neutron cepat per fluks neutron epitermal sebesar $6,03 \times 10^{-16} \text{ Gy cm}^2/\text{n}$, perbandingan laju dosis gamma terhadap fluks neutron epitermal sebesar $1,22 \times 10^{-14} \text{ Gy cm}^2/\text{n}$, rasio antara fluks neutron termal dan neutron epitermal sebesar 0,046, dan rasio antara arus neutron dan fluks neutron sebesar 0,96. Hasil tersebut sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh IAEA. Dari parameter tersebut, desain penelitian ini berhasil mengurangi radiasi gamma dan neutron cepat pada berkas ke pasien dan memberikan berkas yang lebih konvergen.

Kata kunci: BNCT, BSA, PHITS

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

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Y. Sardjono



**BEAM SHAPING ASSEMBLY DESIGN FOR BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY
WITH CYCLOTRON 30 MeV CURRENT 1,5 mA USING PARTICLE HEAVY ION
TRANSPORT SYSTEM**

Francesca Putri

19/439764/TK/48494

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics Faculty of
Engineering Universitas Gadjah Mada on *July 7, 2023*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

The Boron Neutron Capture Therapy method requires a Beam Shaping Assembly to obtain an epithermal neutron beam. In this study, a BSA design was made for the BNCT facility at the Academic Hospital of Gadjah Mada University for a cyclotron-based proton source with an energy of 30 MeV and a current of 1.5 mA. The quality of the resulting file must meet the recommendation parameters of the International Atomic Energy Agency.

The BSA design was created and simulated using Monte Carlo, the chosen simulation was the Particle Heavy Ion Transport System. The materials used in BSA are ^{27}Al for the moderator, PbF_2 for the reflector, ^{209}Bi for the gamma shield, 95% Ni for the aperture, lithiated polyethylene and 45% borated paraffin wax for the neutron shield, then LiF and B_4C for the neutron filter. The research design resulted in an epithermal neutron flux of 1.73×10^9 n/cm² s, a fast neutron dose rate per epithermal neutron flux of 6.03×10^{-16} Gy cm²/n, a ratio of gamma dose rate to epithermal neutron flux of 1.22×10^{-14} Gy cm²/n, the ratio between the thermal neutron flux and the epithermal neutron flux is 0.046. The ratio between the neutron current and the neutron flux is 0.96. These results have met the requirements set by the IAEA. From these parameters, the design of this study succeeded in reducing gamma radiation and fast neutrons in the beam to the patient and providing a more convergent beam.

Keywords: BNCT, BSA, PHITS

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

Co-supevisor : Prof. Ir. Y. Sardjono

