

DESAIN *SHIELDING BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY* (BNCT) DENGAN SIKLOTRON 30 MeV 1,5 mA SESUAI REGULASI BAPETEN

Aditya Rizky Waskita Wicaksana

19/443938/TK/49134

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 Juli 2023
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Pada tahun 2020 penderita kanker di Asia berjumlah 49,3% dari penderita kanker dunia. Radioterapi dengan foton dan proton termasuk terapi yang tidak *cell targeted*. *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT) menggunakan partikel alfa dan litium yang berasal dari reaksi neutron dengan boron-10 untuk merusak kanker tanpa merusak jaringan sehat. Terapi ini memanfaatkan neutron yang dihasilkan oleh reaksi proton dan ^9Be di *Beam Shaping Assembly* (BSA). Keselamatan diperlukan untuk melindungi pasien dan lingkungan yang tertuang pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 3 Tahun 2013 sebesar 0,01 mSv/minggu. Untuk menjaga keselamatan tersebut diperlukan *shielding* radiasi.

Radiasi nuklir bersifat probalistik sehingga digunakan metode Monte Carlo untuk menghitung ketebalan *shielding*. Dibandingkan dengan MCNP6 dan Geant4, *Particle and Heavy Ion Transport code System* (PHITS) Versi 3.30 lebih ringan pada penggunaan RAM, lebih cepat pada pembentukan geometri, dan rentang energi yang lebih tinggi. Pada penelitian ini, divariasikan material *shielding* beton portland, beton boron, dan beton barit. *Output* dari penelitian adalah ketebalan beton.

Berdasarkan simulasi PHITS dengan 100.000.000 partikel, telah diperoleh ketebalan *shielding* untuk bagian depan, kiri BSA, luar labirin, atas, dan bawah. Tebal beton portland secara berurutan adalah 0,7 m; 0,5 m; 1 m; 0,5 m; dan 0,37 m. Tebal beton boron secara berurutan adalah 0,79 m; 0,35 m; 1 m; 0,45 m; dan 0,32 m. Tebal beton barit secara berurutan adalah 0,56 m; 0,4 m; 1 m; 0,4 m; dan 0,32 m. Dosis efektif yang didapatkan sudah memenuhi kriteria dari BAPETEN.

Kata kunci: BNCT, *Shielding*, Material, Dosis efektif, Monte Carlo

Pembimbing Utama : Ir. Anung Muharini, M.T., IPM

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.



SHIELDING BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY BNCT DESIGN WITH CYLOTRON 30 MeV 1.5 mA ACCORDING TO BAPETEN REGULATIONS

Aditya Rizky Waskita Wicaksana

19/443938/TK/49134

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *July 14, 2023*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

In 2020, the number of cancer patients in Asia accounted for 49.3% of the world's cancer patients. Photon and proton radiotherapy are non-cell targeted therapies. Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) utilizes alpha particles and lithium generated from the neutron reaction with boron-10 to damage cancer cells without harming healthy tissues. This therapy relies on the neutrons produced by the proton and ^9Be reaction. Safety measures are necessary to protect patients and the environment, as specified in the Regulation of the Head of the Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) No. 3 of 2013, with a limit of 0.01 mSv/week. Radiation shielding is required to maintain this safety.

Nuclear radiation is probabilistic in nature, thus the Monte Carlo method is used to calculate the shielding thickness. Compared to MCNP6 and Geant4, the Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) Version 3.30 has lower RAM usage, faster geometry formation, and a higher energy range. In this study, the shielding materials varied between Portland concrete, boron concrete, and barium concrete. The output of the study is the thickness of concrete shielding.

Based on PHITS simulation with 100,000,000 particles, the shielding thickness for the front, left side of the BSA, outside the labyrinth, top, and bottom has been obtained. The thickness of Portland concrete, in sequence, is 0.7 m, 0.5 m, 1 m, 0.5 m, and 0.37 m. The thickness of boron concrete, in sequence, is 0.79 m, 0.35 m, 1 m, 0.45 m, and 0.32 m. The thickness of barium concrete, in sequence, is 0.56 m, 0.4 m, 1 m, 0.4 m, and 0.32 m. The obtained effective dose fulfills the criteria set by BAPETEN.

Keywords: BNCT, Shielding, Material, Effective dose, Monte Carlo

Supervisor : Ir. Anung Muharini, M.T., IPM

Co-supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.

