

***ANALYSIS OF MATERIALS AND THICKNESS OF 230 MeV CYCLOTRON
ROOM SHIELDING FOR PROTON BEAM THERAPY USING PARTICLE
AND HEAVY ION TRANSPORT CODE SYSTEM PROGRAM***

Adiyat Wira Negara

19/443939 /TK/49135

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on Juni 16, 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Proton Beam Therapy (PBT) is an external radiotherapy that uses high-energy protons accelerated up to 230 MeV by a cyclotron. However, high-energy protons can endanger personnel and the public. Radiation shielding is necessary to prevent radiation leaks above safety limits at the installation, including the cyclotron room. This research will analyze the material type and thickness of the cyclotron room shielding.

A compact vertical cyclotron room was modeled using different materials, including concrete only, concrete with B₄C plate, and magnetite concrete. The shielding thickness was varied to determine the optimal thickness. The Particle and Heavy Ions Transport code System (PHITS) Monte Carlo simulation program was used to calculate the dose rate in the cyclotron room. T-Track and T-Gshow tallies were used to observe the dose rate distribution and cyclotron room geometry.

Based on calculations, the three materials could reduce the dose rate below the dose limit regulated by BATAN and ICRP (5 µSv/hour for radiation workers and 0.25 µSv/hour for the public). On the thickest side of the wall, the concrete material required a thickness of 550 cm, 530 cm for concrete with B₄C, and 440 cm for magnetite concrete to achieve a dose rate below the dose limit.

Keywords: *Radiation shielding, cyclotron, proton beam therapy, PHITS*

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT. IPU

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



**ANALISIS MATERIAL DAN KETEBALAN PERISAI RADIASI RUANG
SIKLOTRON 230 MeV UNTUK *PROTON BEAM THERAPY*
MENGUNAKAN PROGRAM PARTICLE AND HEAVY ION
TRANSPORT CODE SYSTEM**

Adiyat Wira Negara

19/443939/TK/49135

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 16 Juni 2024
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Proton Beam Therapy (PBT) atau terapi berkas proton adalah metode radioterapi eksternal yang memanfaatkan partikel proton untuk mengobati kanker. Siklotron digunakan untuk mempercepat proton hingga mencapai energi maksimal 230 MeV. Proton berenergi tinggi dapat membahayakan petugas dan masyarakat di sekitar instalasi apabila terjadi kebocoran sehingga diperlukan perisai radiasi pada instalasi termasuk ruang siklotron agar radiasi yang bocor ke lingkungan tidak melebihi nilai batas dosis (NBD) yang telah ditetapkan oleh BAPETEN dan ICRP. Penelitian ini melakukan analisis terhadap jenis material dan ketebalan perisai radiasi ruang siklotron.

Ruang siklotron ringkas vertikal dimodelkan dengan dengan variasi jenis material yaitu beton, beton magnetit dan beton dengan lapisan B₄C. Ketebalan divariasikan agar dapat ditentukan ketebalan optimal dari perisai radiasi. Program simulasi *Monte Carlo Particle and Heavy Ions Transport code* (PHITS) digunakan untuk menghitung laju dosis pada ruang siklotron. *Tally T-Track* dan *T-Gshow* digunakan untuk mengamati distribusi laju dosis dan geometri ruang siklotron.

Berdasarkan perhitungan, ketiga material dapat mengurangi laju dosis hingga di bawah NBD, yaitu 5 μ Sv/jam untuk pekerja radiasi dan 0,25 μ Sv/jam untuk masyarakat. Pada sisi dinding tertebal, material beton membutuhkan ketebalan 550 cm, beton dengan B₄C setebal 530 cm dan beton magnetit setebal 440 cm untuk mencapai laju dosis di bawah NBD.

Kata kunci: Perisai radiasi, siklotron, terapi proton, PHITS

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT. IPU

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

