

Desain *Shielding* Ruang Terapi Untuk Proton Beam Therapy (PBT) Menggunakan Program PHITS V3.30

Oleh
Corinthians Sutanto
19/443945/TK/49141

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 12 Juni 2024
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI), tahun 2022 terjadi 136 kasus kanker untuk setiap 100 ribu penduduk Indonesia. Untuk melawan kanker, Kemenkes RI mengadakan riset penyembuhan kanker menggunakan terapi berkas proton. Sementara itu, harga tanah di Indonesia terus meningkat, dengan harga setinggi 250 juta per meter di daerah Sudirman, Jakarta. Untuk mengurangi kebutuhan luas tanah, desain bunker dibuat dengan acuan desain bunker ruangan *compact cyclotron* tidak lebih dari 26x19 meter seperti pada Aizawa Hospital, Jepang. Desain bunker dibuat menggunakan tiga material uji yaitu beton normal/Portland, beton Boron Karbida (B_4C), dan beton magnetit, lalu dilakukan simulasi interaksi radiasi menggunakan aplikasi *Particle and Heavy Ion Transport code System* (PHITS) agar didapatkan visual persebaran dan grafik laju dosis untuk menentukan tebal dinding desain. Desain awal yang disimulasi memiliki luas tanah 20x19 meter, dengan tebal dinding 3 m pada sumbu X-kanan, 3,5 m pada sumbu Y-bawah, dan 4 m pada sumbu X-kiri, Y-atas, Z-kiri, dan Z-kanan. Menggunakan material beton normal, tebal dinding minimum adalah 3,5 m pada sumbu X-kiri, 2,5 m pada sumbu X-kanan, 3,3 m pada sumbu Y-bawah, 3,7 m pada sumbu Y-atas, dan 3,9 m pada sumbu Z-kiri dan Z-kanan. Tebal dinding minimum material beton B_4C adalah 3,7 m pada sumbu X-kiri, 2,1 m pada sumbu X-kanan, 3,5 m pada sumbu Y-bawah, 3,3 m pada sumbu Y-atas, 3,5 m pada sumbu Z-kiri, dan 3,6 m pada sumbu Z-kanan. Tebal dinding minimum material beton magnetit adalah 3,1 m pada sumbu X-kiri, 1,8 m pada sumbu X-kanan, 2,2 m pada sumbu Y-bawah, 2,9 m pada sumbu Y-atas, 2,7 m pada sumbu Z-kiri, dan 3 m pada sumbu Z-kanan. Dibanding desain acuan yang digunakan oleh Aizawa Hospital dengan luas tanah 26x19 meter, luas tanah dapat dipersempit menggunakan beton normal, beton B_4C , dan beton magnetit masing-masing sebanyak 7x0,2 meter, 7,2x0,9 meter, dan 8,1x2,3 meter.

Kata kunci: Terapi proton, PHITS, bunker ruang terapi, laju dosis, beton.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T., IPU., ASEAN Eng.
Pembimbing Pendamping : Prof. Yohannes Sardjono, APU



**Therapy Chamber Shielding Design
for Proton Beam Therapy (PBT)
with PHITS v3.30 Program**

by

Corinthians Sutanto

19/443945/TK/49141

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 12 June 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

According to *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia* (Kemenkes RI), in 2022 there's 136 cancer cases for every 100 thousand Indonesian population. To combat cancer, Kemenkes RI arranged a cancer treatment research using proton beam therapy. Meanwhile, land costs in Indonesia keeps on rising, reaching as high as 250 million rupiah per meter in Sudirman area, Jakarta. To combat the need of land size, therapy bunker design is made by referencing the compact cyclotron bunker design no larger than 26x19 meters as used in Aizawa Hospital, Japan. Bunker design is made using three test material, normal/Portland concrete, Boron Carbide (B₄C) concrete, and magnetite concrete, and then radiation interaction simulation is done using the Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) application to acquire spread visualization and graph of dose rate to determine design wall thickness. The initial simulated design has a land area of 20x19 meters, with 3 m wall thickness for X-right axis, 3,5 m for Y-lower axis, and 4 m for X-left, Y-upper, Z-left, and Z-right axes. Using normal concrete, the minimum wall thickness is 3,5 m on X-left axis, 2,5m on X-right axis, 3,3 m on Y-lower axis, 3,7 m on Y-upper axis, and 3,9 m on Z-left and Z-right axes. Using B₄C concrete, the minimum wall thickness is 3,7 m on X-left axis, 2,1 m on X-right axis, 3,5 m on Y-lower axis, 3,3 m on Y-upper axis, 3,5 m on Z-left axis, and 3,6 m on Z-right axis. Using magnetite concrete, the minimum wall thickness is 3,1 m on X-left axis, 1,8 m on X-right axis, 2,2 m on Y-lower axis, 2,9 m on Y-upper axis, 2,7 m on Z-left axis, and 3 m on Z-right axis. Compared to the reference design as used on Aizawa Hospital with land area of 26x19 meters, land area can be compacted using normal concrete, B₄C concrete, and magnetite concrete respectively as much as 7x0,2 meters, 7,2x0,9 meters, and 8,1x2,3 meters.

Keywords: Proton therapy, PHITS, therapy room bunker, dose rate, concrete.

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T., IPU., ASEAN Eng.

Co-supervisor : Prof. Yohannes Sardjono, APU

