

## **ANALISIS DOSIS RADIASI PADA TERAPI KANKER HATI BERBASIS PROTON THERAPY MENGGUNAKAN PROGRAM PHITS 3.22**

Oleh

Sabiilarrizqi Rochmatul Ula

17/413832/TK/46272

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 25 September 2021  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### **INTISARI**

Terapi radiasi menjadi alternatif yang umum digunakan dalam pengobatan kanker hati, termasuk terapi partikel proton. Dosis radiasi proton dapat diakumulasi pada kanker tanpa memberikan dosis berlebih pada jaringan sehat di sekitar kanker. Faktor ini yang menjadikan *proton beam therapy* lebih baik daripada terapi dengan foton. Ukuran dan kedalaman kanker berpengaruh terhadap dosis yang direncanakan, jumlah fraksinasi pemberian dosis, durasi terapi, dan pertimbangan dosis radiasi yang diterima organ sehat, sehingga dibutuhkan *treatment planning system* yang tepat.

Penelitian dilaksanakan menggunakan *Particle and Heavy Ions Transport Code System* (PHITS) 3.22 untuk simulasi terapi proton pada kanker hati. Tubuh manusia dan kanker dimodelkan dengan fantom pria dewasa dari *Oak Ridge National Laboratory*. Jenis kanker hati yang dipilih adalah *hepatocellular carcinoma* stadium IB, diameter lebih dari sama dengan 5 cm, dimensi tidak beraturan, dan tanpa adanya penyebaran. Pemberian dosis dilaksanakan dalam dua teknik, yaitu *pencil beam scanning* (PBS) dan *passive scattering* (PS). Analisis penentuan dan perbandingan teknik PBS dan PS dititikberatkan pada durasi pelaksanaan terapi dan distribusi dosis yang diterima organ sehat di sekitar kanker.

Dosis radiasi pada target kanker dengan teknik PBS sebesar 67,95 GyE (energi proton 79 hingga 131 MeV) dengan durasi total pemberian dosis selama 566 s, sedangkan dosis radiasi pada teknik PS sebesar 68,14 GyE (energi proton 82 hingga 136 MeV) dengan durasi total pemberian dosis selama 705 s. Dosis yang diterima organ sehat pada teknik PBS dan PS masing-masing sebesar 0,831 dan 1,681 GyE untuk kulit; 1,201 dan 3,395 GyE untuk tulang rusuk; 2,307 dan 6,844 GyE untuk hati yang sehat; dan 0,030 dan 0,122 GyE untuk jantung. Organ sehat menerima dosis radiasi di bawah batas yang ditentukan referensi.

**Kata kunci:** Dosis Radiasi, *Hepatocellular Carcinoma*, *Passive Scattering*, *Pencil Beam Scanning*, PHITS 3.22, *Proton Beam Therapy*.

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

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



## **DOSE ANALYSIS ON LIVER CANCER TREATMENT BY PROTON BEAM THERAPY USING PHITS 3.22 PROGRAM**

by

Sabiilarrizqi Rochmatul Ula

17/413832/TK/46272

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 25<sup>th</sup>, 2021  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### **ABSTRACT**

Radiotherapy is a commonly used alternative in the treatment of liver cancer, including proton beam therapy. The dose of proton therapy can be focused on the target cancer without giving an excessive dose to healthy tissue around the cancer, this is a factor that makes proton beam therapy (PBT) better than photons. The size and depth of the target affect the planned dose, the amount of fractionation, the duration of therapy, and consideration of the radiation dose received by healthy organs, so an appropriate treatment planning system is needed.

Research was carried out using Particle and Heavy Ions Transport Code System (PHITS) 3.22 in order to simulate proton beam therapy on hepatocellular carcinoma (HCC). The human body and liver cancer were modeled on an adult male phantom model from Oak Ridge National Laboratory. The type of liver cancer selected was hepatocellular carcinoma stage IB with a diameter more than 5 cm without spreading. Dosage was done by two techniques, namely pencil beam scanning (PBS) and passive scattering (PS). The analysis was focused on determining and comparing the radiation dose on healthy organs around cancer between PBS and PS also the duration of therapy.

The radiation dose for cancer was 67.95 GyE (79 to 131 MeV) using PBS with the total duration was 566 s and 68.14 GyE (82 to 136 MeV) when using PS with the total duration was 705 s. The radiation doses for healthy organs when using PBS and PS received of, respectively, 0.831 and 1.681 GyE for skin; 1.201 and 3.395 GyE for ribs; 2.307 and 6.844 GyE for liver; and 0.030 and 0.122 GyE for heart. Proton doses can be maximally absorbed by cancer through a flat therapeutic dose profile according to the dimensions of cancer and for healthy organs received under the radiation dosage threshold.

**Keywords:** Hepatocellular Carcinoma, Passive Scattering, Pencil Beam Scanning, PHITS 3.22, Proton Beam Therapy, Radiation Dosage.

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

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

