

**ANALISIS DOSIS TERAPI PROTON PADA *NON-SMALL CELL LUNG*
CANCER DENGAN BERKAS *PASSIVE SCATTERING* DAN *PENCIL*
BEAM SCANNING MENGGUNAKAN PROGRAM PHITS 3.28**

Oleh
Julian Christofel
15/385282/TK/43944

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 24 Januari 2023
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Kanker paru-paru adalah kanker yang paling umum ditemukan dan merupakan penyebab utama kematian akibat kanker di dunia. *Non-Small Cell Lung Cancer* (NSCLC) mencakup 80%-85% dari keseluruhan kasus kanker. Terapi proton adalah salah satu modalitas radioterapi yang digunakan untuk mengobati kanker. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan dosis optimal terapi proton pada *Non-Small Cell Lung Cancer* dan dosis pada jaringan sehat di sekitarnya.

Pada penelitian ini, simulasi terapi proton dilakukan menggunakan program *Particle and Heavy Ion Transport Code System* (PHITS). Tumor berlokasi pada lobus tengah paru-paru kanan. Tumor memiliki volume $14,13 \text{ cm}^3$, berbentuk bola dengan diameter 1,5 cm dan terletak pada kedalaman 3,5 cm dari permukaan kulit. Rentang energi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70 MeV hingga 102 MeV. Pemberian berkas proton dilakukan dengan menggunakan metode berkas *passive scattering* dan *pencil beam scanning*. Pengolahan data dilakukan pada hasil simulasi masing-masing berkas untuk mendapatkan kurva *Spread-Out Bragg Peak* (SOBP). Pemberian dosis dalam terapi proton ini dilakukan dalam 10 fraksinasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimal dosis optimal untuk terapi proton untuk kasus *Non-Small Cell Lung Cancer* ini adalah 50,24 Gy (RBE) yang dilakukan dalam 10 fraksi menggunakan metode berkas *Pencil Beam Scanning*. Metode *Pencil Beam Scanning* memberikan dosis yang konformal pada keseluruhan volume tumor serta memberikan dosis yang lebih kecil pada *Organ at Risk* (OAR). Dosis yang diterima oleh jaringan sehat di sekitar tumor adalah 0,06 Gy (RBE) pada paru-paru kanan, 0,21 Gy (RBE) pada kulit, 0,0005 Gy (RBE) pada jaringan lunak, dan 0,08 Gy (RBE) pada tulang. Dosis pada jaringan sehat di sekitar tumor masih di bawah batas toleransi dosis.

Kata kunci: *Non-Small Cell Lung Cancer*, Terapi Proton, Optimasi Dosis, PHITS

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widiharto, MT

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU

DOSE ANALYSIS OF PROTON THERAPY IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER WITH PASSIVE SCATTERING AND PENCIL BEAM SCANNING USING PHITS 3.28 PROGRAM

by

Julian Christofel
15/385282/TK/43944

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *January 24th*, 2023
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Lung cancers are the most prevalent cancer and the leading cause of death from cancer in the world. Non-Small Cell Lung Cancer (NSCLC) accounts for 80%-85% of all lung cancer cases. Proton therapy is one of the radiotherapy modalities used to treat cancer. This study was conducted with the purpose of determining the optimal dose of proton therapy in Non-Small Cell Lung Cancer and the dose delivered to surrounding healthy tissue.

In this study, proton therapy simulations were carried out using the Particle and Heavy Ion Transport Code System (PHITS) program. The tumor is located in the middle lobe of the right lung. Tumor had a volume of 14.13 cm^3 , spherical with a diameter of 1.5 cm and located at a depth of 3.5 cm from the skin surface. The energy range used in this study are 70 MeV to 102 MeV. Proton beam delivery was carried out using the passive scattering beam method and pencil beam scanning method. Data processing is carried out on the simulation results of each beam to obtain the Spread-Out Bragg Peak (SOBP) curve. Dosage in proton therapy is carried out in 10 fractionations.

The results showed that the optimal dose for proton therapy for the case of Non-Small Cell Lung Cancer was 50.24 Gy (RBE) which was carried out in 10 fractions using the Pencil Beam Scanning beam method. The Pencil Beam Scanning method provides a conformal dose for the entire tumor volume and provides a smaller dose for the Organs at Risk (OAR). The dose received by healthy tissues around the tumor are 0.06 Gy (RBE) in the right lung, 0.21 Gy (RBE) in the skin, 0.0005 Gy (RBE) in the soft tissues, and 0.08 Gy (RBE) in bone. The doses in healthy tissues around the tumor are still below the dose tolerance limit.

Keywords: Non-Small Cell Lung Cancer, Proton Therapy, Dose Optimization, PHITS

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widiharto, MT

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