

**ANALISIS DOSIS DAN WAKTU RADIASI UNTUK CARBON ION
RADIATION THERAPY (CIRT) PADA NON-SMALL CELL LUNG
CANCER (NSCLC) MENGGUNAKAN PROGRAM PHITS 3.24**

Oleh

Fadlil Nafidza ahsan
17/413817/TK/46257

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 16 September 2021
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Terapi radiasi atau radioterapi merupakan modalitas yang biasa digunakan untuk mengobati kanker paru-paru, salah satu jenis radioterapi baru yang digunakan adalah *Carbon Ion Radiation Therapy* (CIRT). Pada pengobatan NSCLC menggunakan CIRT belum ada protokol radioterapi yang disepakati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui energi optimum CIRT pada target NSCLC di kedalaman tertentu, dosis yang diterima oleh Organ At Risk (OAR), serta waktu total iradiasi CIRT menggunakan teknik *passive beam scanning* pada target NSCLC di kedalaman tertentu dengan 2 protokol radioterapi berbeda.

Penelitian terkait pengobatan NSCLC berbasis CIRT ini dilaksanakan menggunakan *Particle Heavy Ion Transport code System* (PHITS) versi 3.24 untuk menjalankan simulasi pergerakan partikel sebagai verifikasi *treatment planning system* (TPS), phantom pria dewasa yang dirancang oleh *Oak Ridge National Laboratory* digunakan sebagai pemodelan tubuh manusia, target kanker merupakan NSCLC dalam tingkat keparahan T1aN0M0 (diameter >3 cm).

Protokol radioterapi yang dibandingkan adalah 50 Gy (RBE) dalam 1 fraksi dan 52,8 Gy (RBE) dalam 4 fraksi menggunakan teknik *passive beam delivery method*. Energi optimum CIRT pada target NSCLC adalah 204 MeV/u dengan SOBP 40 mm, dosis OAR pada protokol 1 dan 2 di bawah ambang batas dengan nilai dosis masing-masing sebesar 2,85 Gy (RBE) dan 3,01 Gy (RBE) (tulang Rusuk), 2,55 Gy (RBE) dan 2,69 Gy (RBE) (paru-paru kanan), $7,43 \times 10^{-6}$ Gy (RBE) dan $7,83 \times 10^{-6}$ Gy (RBE) (paru-paru kiri), 0,578 Gy (RBE) dan 0,608 Gy (RBE) (kulit), dengan waktu iradiasi total 374 detik untuk protokol 1 dan 394 detik untuk protokol 2.

Kata kunci: CIRT, NSCLC, Dosis Radiasi, Fraksinasi Dosis, PHITS

Pembimbing Utama : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widiharto, MT



ANALYSIS OF RADIATION DOSE AND IRRADIATION TIME FOR CARBON ION RADIATION THERAPY (CIRT) IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER (NSCLC) USING PHITS 3.24

by

Fadlil Nafidza Ahsan
17/413817/TK/46257

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *September 16, 2021*
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Radiation therapy or radiotherapy is a modality commonly used to treat lung cancer, one of the new types of radiotherapy used is Carbon Ion Radiation Therapy (CIRT). In the treatment of NSCLC using CIRT there is no agreed radiotherapy protocol. This study aims to determine the optimum energy of CIRT on the NSCLC target at a certain depth, the dose received by the Organ At Risk (OAR), and the total time of CIRT irradiation using passive beam scanning techniques on the NSCLC target at a certain depth with 2 different radiotherapy protocols.

This research related to the treatment of CIRT-based NSCLC was carried out using the Particle Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.24 to run a particle movement simulation as a verification of the treatment planning system (TPS), an adult male phantom designed by the Oak Ridge National Laboratory was used as a model of the human body, the target cancer was NSCLC in severity T1aN0M0 (diameter >3 cm).

The radiotherapy protocols compared were 50 Gy (RBE) in 1 fraction and 52.8 Gy (RBE) in 4 fractions using the passive beam delivery method. The optimum energy of CIRT on target NSCLC is 204 MeV/u with SOBP 40 mm, OAR doses in protocols 1 and 2 are below the threshold with dose values of 2.85 Gy (RBE) and 3.01 Gy (RBE) (bone). Ribs), 2.55 Gy (RBE) and 2.69 Gy (RBE) (right lung), 7.43×10^{-6} Gy (RBE) and 7.83×10^{-6} Gy (RBE) (left lung), 0.578 Gy (RBE) and 0.608 Gy (RBE) (skin), with a total irradiation time of 374 seconds for protocol 1 and 394 seconds for protocol 2.

Keywords: CIRT, NSCLC, Radiation Dose, Dose Fractionation, PHITS

Supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU

Co-supervisor : Dr. Ir. Andang Widiharto, MT

