

**ANALISIS DOSIS TERAPI ION KARBON PADA KANKER REKTUM
BERDASARKAN SUDUT PENYINARAN
MENGUNAKAN PROGRAM PHITS VERSI 3.341**

Jason Imanuel Kusuma

21/477866/TK/52642

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 12 September 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Kanker kolorektal merupakan salah satu penyebab kematian utama di dunia, dengan lebih dari 1,9 juta kasus baru dan 900.000 kematian pada tahun 2022. Dari jumlah tersebut, kanker rektum menyumbang lebih dari 700.000 kasus dengan 340.000 kematian. Radioterapi berperan penting dalam terapi, tetapi memiliki keterbatasan berupa risiko kerusakan jaringan sehat. Terapi ion karbon menjadi alternatif menjanjikan dengan karakteristik *Bragg peak* yang memungkinkan distribusi dosis lebih terarah.

Penelitian dilakukan menggunakan simulasi metode Monte Carlo dengan program PHITS versi 3.341 pada fantom pria dewasa ORNL. Penyinaran dilakukan menggunakan teknik *passive scattering* pada variasi sudut 0° - 180° dengan interval 15° . Preskripsi dosis yang digunakan sebesar 70,4 GyE dalam 16 fraksinasi. Analisis dilakukan terhadap dosis yang diterima target kanker dan *organ at risk* (OAR) untuk menentukan sudut penyinaran dan waktu iradiasi optimum.

Hasil menunjukkan bahwa sudut 120° merupakan sudut optimum karena mampu memberikan dosis tinggi pada target (PTV: 71,6310 GyE) sekaligus menjaga dosis pada OAR tetap rendah (rektum: 14,1612 GyE; OAR lain < 1 GyE). Waktu iradiasi optimum tercatat pada 86,35 detik per fraksi atau total 1381,59 detik untuk 16 fraksi pada sudut penyinaran tersebut.

Kata kunci: dosis terapi, kanker rektum, PHITS 3.341, terapi ion karbon, waktu iradiasi

Pembimbing Utama : Prof. Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T., IPU, ASEAN Eng.

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU



DOSE ANALYSIS OF CARBON ION THERAPY IN RECTAL CANCER BASED ON IRRADIATION ANGLE USING PHITS VERSION 3.341

Jason Imanuel Kusuma

21/477866/TK/52642

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 12, 2025
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Colorectal cancer is one of the leading causes of death worldwide, with more than 1.9 million new cases and 900,000 deaths in 2022. Among these, rectal cancer accounts for over 700,000 cases and 340,000 deaths. Radiotherapy plays an important role in treatment but has limitations due to the risk of damage to healthy tissues. Carbon ion therapy emerges as a promising alternative, characterized by the Bragg peak that allows for a more precise dose distribution.

This study was conducted using Monte Carlo simulation with the PHITS version 3.341 program on an adult male ORNL phantom. Irradiation was carried out using the passive scattering technique at angles ranging from 0° to 180° with 15° intervals. The prescribed dose was 70.4 GyE in 16 fractions. Dose analysis was performed on the cancer target and organs-at-risk (OARs) to determine the optimal irradiation angle and irradiation time.

The result shows that the 120° angle is the optimum setting, as it delivers a high dose to the target (PTV: 71.6310 GyE) while maintaining a low dose to OARs (rectum: 14.1612 GyE; other OARs < 1 GyE). The optimal irradiation time was recorded at 86.35 seconds per fraction, or a total of 1,381.59 seconds for 16 fractions at this angle.

Keywords: carbon ion therapy, irradiation time, PHITS 3.341, rectal cancer, therapeutic dose

Supervisor : Prof. Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T., IPU, ASEAN Eng.

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

