

## OPTIMASI ARAH PENYINARAN BERDASARKAN DOSIS DAN WAKTU IRADIASI UNTUK TERAPI PROTON PADA KANKER REKTUM MENGUNAKAN PROGRAM PHITS VERSI 3.33

Wildan Arya Nugra

20/463530/TK/51522

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 01 Juli 2024  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Radioterapi digunakan sebagai pengobatan kanker rektum dengan memanfaatkan radiasi pengion. Terapi proton adalah alternatif yang lebih efektif untuk menjangkau kanker yang terletak jauh dari permukaan tubuh karena menawarkan dosis dan sudut yang lebih optimal dibandingkan foton dan elektron, sehingga menghasilkan indeks *therapeutic ratio* yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan menentukan arah penyinaran optimal dalam terapi proton untuk kanker rektum, dengan menganalisis dosis pada sel kanker dan *Organ At Risk* (OAR) serta waktu iradiasi. Simulasi menggunakan perangkat lunak PHITS versi 3.33 pada fantom *Oak Ridge National Laboratory* (ORNL) membandingkan lima arah penyinaran : Posterior-Anterior (PA/180°), Lateral Kanan (RL/90°), Lateral Kiri (LL/-90°), Posterior *Oblique* Kanan (RPO/135°), dan Posterior *Oblique* Kiri (LPO/-135°). Penyinaran dilakukan dengan metode *passive scattering* dan teknik modulasi *bragg peak* berupa *wobbling* dengan intensitas  $6,25 \times 10^8$ .

Hasil menunjukkan bahwa arah penyinaran Posterior *Oblique* Kanan dan Posterior *Oblique* Kiri memberikan distribusi dosis optimal dengan dosis tumor masing-masing 50,08 Gy dan 50,21 Gy. Dosis OAR pada rektum untuk RPO dan LPO masing-masing adalah 4,02 Gy dan 3,99 Gy, serta dosis OAR lainnya kurang dari 1% dosis maksimal sehingga dapat mengurangi risiko pada jaringan sehat. Waktu iradiasi untuk RPO dan LPO adalah 25 detik per fraksi atau total 625 detik (dalam 25 fraksi).

**Kata kunci:** Terapi proton, kanker rektum, dosis radiasi, waktu iradiasi, arah penyinaran, PHITS 3.33

Pembimbing Utama : Dr. Ing. Ir. Kusnanto

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



## OPTIMIZATION OF IRRADIATION ANGLE BASED ON DOSE AND IRRADIATION TIME FOR PROTON THERAPY ON RECTUM CANCER USING PHITS VERSION 3.33

Wildan Arya Nugra

20/463530/TK/51522

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 01, 2024  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

Radiotherapy is used to treat rectal cancer by utilizing high-energy ionizing radiation. Proton therapy is a more effective alternative for targeting cancers located deep within the body, as it offers more optimal dose and angle control compared to photons and electrons, resulting in a better therapeutic ratio.

This study aims to determine the optimal irradiation angle in proton therapy for rectal cancer by analyzing the dose to cancer cells and Organs At Risk (OAR), as well as irradiation time. Simulations using PHITS version 3.33 on the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) phantom compared five irradiation angles: Posterior-Anterior (PA/180°), Right Lateral (RL/90°), Left Lateral (LL/-90°), Right Posterior Oblique (RPO/135°), and Left Posterior Oblique (LPO/-135°). Proton irradiation was conducted using the passive scattering method and bragg peak modulation technique with an intensity of  $6.25 \times 10^8$ .

Results show that RPO and LPO provide optimal dose distribution with tumor doses of 50.08 Gy and 50.21 Gy, respectively. The OAR dose to the rectum for RPO and LPO was 4.02 Gy and 3.99 Gy, respectively, with other OAR doses less than 1% of the maximum dose, reducing risks to healthy tissues. The irradiation time for RPO and LPO was 25 seconds per fraction, totaling 625 seconds (in 25 fractions).

**Keywords:** Proton Therapy, rectum cancer, radiation dose, irradiation time, irradiation angle, PHITS 3.33

Supervisor : Dr. Ing. Ir. Kusnanto

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

