UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH ARAH PENYINARAN TERHADAP DOSIS TARGET DAN OAR UNTUK TERAPI KANKER PAYUDARA DENGAN CARBON ION THERAPY MENGGUNAKAN PHITS V3.341
Lucky Pratama Agusta Jodynanta, Dr.-Ing. Sihana ; Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISIS PENGARUH ARAH PENYINARAN TERHADAP DOSIS TARGET DAN OAR UNTUK TERAPI KANKER PAYUDARA DENGAN *CARBON ION THERAPY* MENGGUNAKAN PHITS V3.341

Lucky Pratama Agusta Jodynanta
21/479121/TK/52808

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 10 Juli 2026
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Carbon Ion Radiotherapy (CIRT) memiliki keunggulan dibandingkan radioterapi foton karena mampu menghasilkan distribusi dosis yang lebih terlokalisasi melalui fenomena *Bragg Peak*, sehingga dosis pada jaringan sehat dapat diminimalkan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi arah penyinaran terhadap distribusi dosis pada volume target dan *Organ at Risk* (OAR) pada terapi kanker payudara menggunakan simulasi Monte Carlo PHITS versi 3.341. Simulasi dilakukan pada fantom wanita dewasa ORNL dengan tujuh konfigurasi sudut penyinaran, yaitu *Anterior-Posterior* (AP) 0°, *Right Anterior Oblique* (RAO) 30° dan 60°, *Left Posterior Oblique* (LPO) 240°, *Left Lateral* (LL) 270°, serta *Left Anterior Oblique* (LAO) 300° dan 330°. Pembentukan *Spread-Out Bragg Peak* (SOBP) dilakukan menggunakan metode *Non-Negative Least Squares* (NNLS) dengan dosis resep 40,05 Gy(RBE) dalam 16 fraksi dan nilai RBE konstan sebesar 2,7. Evaluasi dosimetri dilakukan menggunakan parameter *Dose-Volume Histogram* (DVH), meliputi D_2, D_{95}, D_{98}, *Conformity Index* (CI), *Homogeneity Index* (HI), serta dosis pada OAR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi AP 0° memberikan kualitas dosimetri terbaik dengan D_{95} sebesar 38,77 Gy(RBE), CI sebesar 0,971, dan HI sebesar 0,151. Sebaliknya, konfigurasi LPO 240° menghasilkan cakupan target yang tidak memenuhi kriteria akibat lintasan berkas yang lebih panjang. Seluruh konfigurasi menghasilkan dosis OAR yang berada di bawah batas toleransi klinis. Berdasarkan hasil tersebut, konfigurasi AP 0° direkomendasikan sebagai sudut penyinaran tunggal yang paling optimal untuk perencanaan terapi ion karbon pada kanker payudara.

Kata kunci: *Carbon Ion Radiotherapy*, kanker payudara, PHITS, Monte Carlo, Spread-Out Bragg Peak, Dose-Volume Histogram.

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Sihana
Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PENGARUH ARAH PENYINARAN TERHADAP DOSIS TARGET DAN OAR UNTUK TERAPI KANKER PAYUDARA DENGAN CARBON ION THERAPY MENGGUNAKAN PHITS V3.341
Lucky Pratama Agusta Jodynanta, Dr.-Ing. Sihana ; Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALYSIS OF BEAM ORIENTATION EFFECTS ON TARGET AND ORGAN-AT-RISK DOSES FOR BREAST CANCER CARBON ION THERAPY USING PHITS V3.341 SIMULATION

Lucky Pratama Agusta Jodynanta
21/479121/TK/52808

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 10, 2026
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Carbon Ion Radiotherapy (CIRT) provides superior dose localization compared with conventional photon radiotherapy owing to the Bragg Peak phenomenon, enabling high tumor dose while reducing irradiation to surrounding healthy tissues. This study investigates the effect of beam orientation on dose distribution in target volumes and organs at risk (OARs) for breast cancer treatment using the PHITS version 3.341 Monte Carlo simulation code. Simulations were performed on an ORNL adult female computational phantom using seven beam configurations: Anterior-Posterior (AP) 0°, Right Anterior Oblique (RAO) 30° and 60°, Left Posterior Oblique (LPO) 240°, Left Lateral (LL) 270°, and Left Anterior Oblique (LAO) 300° and 330°. A Spread-Out Bragg Peak (SOBP) was generated using the Non-Negative Least Squares (NNLS) optimization method with a prescribed dose of 40.05 Gy(RBE) delivered in 16 fractions and a constant RBE of 2.7. Dosimetric evaluation was performed using Dose-Volume Histogram (DVH) parameters, including D_2, D_{95}, D_{98}, Conformity Index (CI), Homogeneity Index (HI), and OAR doses. The results demonstrated that the AP 0° configuration achieved the best dosimetric performance with a D_{95} of 38.77 Gy(RBE), CI of 0.971, and HI of 0.151. In contrast, the LPO 240° configuration failed to achieve adequate target coverage because of its longer beam path through tissue. All beam orientations produced OAR doses well below established clinical tolerance limits. Therefore, the AP 0° configuration is recommended as the optimal single-field beam arrangement for carbon ion radiotherapy treatment planning in breast cancer.
Keywords: Carbon Ion Radiotherapy, breast cancer, PHITS, Monte Carlo simulation, Spread-Out Bragg Peak, Dose-Volume Histogram.

Supervisor : Dr.-Ing. Sihana
Co-supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono, APU.