

**ANALISIS TERAPI PION NEGATIF PADA KANKER PAYUDARA DUCTAL
CARCINOMA IN SITU DENGAN PHITS**

Anshori Muhajir
18/428965/TK/47467

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 4 Agustus 2023
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Kanker payudara merupakan kanker dengan prevalensi paling banyak di dunia. Beberapa cara dapat dilakukan untuk mengobati pasien kanker payudara, salah satunya adalah dengan radioterapi. Radioterapi memiliki prinsip memberikan dosis radiasi yang besar pada tumor dengan memberikan dosis serendah mungkin pada jaringan sehat di sekitarnya. Penelitian ini berfokus pada radioterapi hadron berbasis partikel pion negatif yang dapat memberikan dosis maksimal pada kanker dengan memanfaatkan sifat *Bragg-peak* serta menganalisis dosis dan waktu iradiasi terapi pion negatif pada kasus kanker payudara *Ductal Carcinoma in Situ* stadium 0-1A pada payudara sebelah kiri.

Penelitian dilakukan menggunakan PHITS versi 3.28 dengan membuat sistem ekstraksi pion negatif dengan gabungan sistem magnet dan *shielding* kemudian dilakukan pembuatan geometri *phantom* pasien kanker payudara. Sumber radiasi yang digunakan adalah berkas pion negatif dengan intensitas $2,5 \times 10^8$ partikel/s. Digunakan dosis preskripsi sebesar 50 Gy dalam 25 fraksi dengan jangkauan energi 11 MeV hingga 36 MeV dan penyinaran dilakukan dari arah anteroposterior.

Waktu iradiasi yang diperoleh untuk mendapatkan dosis sebesar 50 Gy dengan 2 Gy per fraksi adalah 248,467 sekon. *Organ at Risk* yang ditinjau dan dosis yang diterima pada penelitian ini adalah jantung sebesar 3,16 Gy, kulit sebesar 0,34 Gy, paru-paru kiri sebesar 1,65 Gy, paru-paru kanan sebesar 0,05 Gy, tulang rusuk sebesar 1,11 Gy, tulang belakang sebesar 0,18 Gy, dan payudara kanan sebesar 0,03 Gy. Nilai dosis serap yang diterima oleh OAR tidak melampaui *dose constraints* yakni sebesar 6 Gy untuk jantung, 6 Gy untuk paru-paru, 3,5 Gy untuk payudara, 26 Gy untuk kulit, 30 Gy untuk tulang rusuk, dan 14 Gy untuk tulang belakang.

Kata kunci: Kanker payudara, pion negatif, PHITS, waktu iradiasi.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

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



**ANALYSIS OF NEGATIVE PION THERAPY FOR DUCTAL CARCINOMA
IN SITU BREAST CANCER USING PHITS**

Anshori Muhajir

18/428965/TK/47467

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering
Physics, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada on August 4th 2023
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of Bachelor of
Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Breast cancer is the most prevalent cancer in the world. Several ways can be done to treat breast cancer patients, one of which is radiotherapy. Radiotherapy has the principle of giving a large dose of radiation to the tumor by giving the lowest possible dose to the surrounding healthy tissue. This study focuses on hadron radiotherapy based on negative pion particles which can provide the maximum dose to cancer by utilizing the Bragg-peak properties and analyzing the dose and time of irradiation for negative pion therapy in breast cancer cases of Ductal Carcinoma in Situ stage 0-1A on the left breast.

The research was conducted using PHITS version 3.28 by creating a negative pion extraction system with a combination of magnetic and shielding systems and then making a phantom geometry for breast cancer patients. The radiation source used is a negative pion beam with an intensity of 2.5×10^8 particles/s. A prescription dose of 50 Gy was used in 25 fractions with an energy range of 11 MeV to 36 MeV and irradiation was performed from an anteroposterior direction.

The irradiation time obtained to obtain a dose of 50 Gy with 2 Gy per fraction is 248.467 seconds. The organs at risk reviewed and the dose received in this study were the heart of 3.16 Gy, the skin of 0.34 Gy, the left lung of 1.65 Gy, the right lung of 0.05 Gy, the ribs of 1.11 Gy, the spine is 0.18 Gy, and the right breast is 0.03 Gy. The absorbed dose value received by the OAR does not exceed the dose constraints, namely 6 Gy for the heart, 6 Gy for the lungs, 3.5 Gy for the breast, 26 Gy for the skin, 30 Gy for the ribs, and 14 Gy for the spine.

Keywords: Breast cancer, negative pion, PHITS, irradiation time.

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

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

