

**PENGARUH KONSENTRASI BORON-10 DAN ARAH PENYINARAN  
TERHADAP DOSIS DAN WAKTU PENYINARAN BORON NEUTRON  
CAPTURE THERAPY KANKER PAYUDARA KIRI BERBASIS PHITS**

Muhammad Miftahuddin Assirri

19/443956/TK/49152

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 21 Juli 2023  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

**INTISARI**

Pada tahun 2020, 11,7% dari seluruh kasus kanker baru di Indonesia adalah kasus kanker payudara. Saat ini, radioterapi foton menyebabkan paparan radiasi ke jaringan sehat tidak dapat dihindari. Alternatif radioterapi yang bernama *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT) menggunakan boron-10 sebagai agen penangkap neutron untuk menghasilkan reaksi nuklir yang menghancurkan sel kanker secara selektif. Analisis dosis dan waktu penyinaran sangat penting untuk memastikan keberhasilan dan keselamatan BNCT.

*Particle and Heavy Ion Transport code System* dipilih untuk analisis dosis BNCT karena perilaku neutron yang kompleks dan beragam. Alat ini memiliki konsumsi memori dan waktu komputasi yang rendah untuk memodelkan fantom. Pada penelitian ini, divariasikan konsentrasi boron-10 pada tumor sebesar 15, 30, 45, 60, dan 75 ppm dengan arah penyinaran depan dan samping. Dilakukan optimasi pada *Beam Shaping Assembly* sebelum dilakukan penyinaran untuk meningkatkan kualitas berkas neutron untuk BNCT.

Hasil simulasi BNCT kanker payudara kiri menggunakan PHITS menyatakan bahwa konsentrasi boron-10 sebesar 15, 30, 45, 60, dan 75 ppm pada arah penyinaran depan dan arah penyinaran samping menghasilkan dosis yang selamat bagi organ at risk dan menghasilkan waktu terapi kurang dari 20 menit yang sesuai dengan kriteria IAEA.

**Kata kunci:** dosis radiasi, waktu penyinaran, *Boron Neutron Capture Therapy*, kanker payudara, *Particle and Heavy Ion Transport code System*

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto

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



## THE EFFECT OF BORON-10 CONCENTRATION AND IRRADIATION DIRECTION ON DOSE AND IRRADIATION TIME OF LEFT BREAST CANCER BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY BASED ON PHITS

Muhammad Miftahuddin Assirri

19/443956/TK/49152

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *July 21, 2023*  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

In 2020, 11.7% of all new cancer cases in Indonesia are breast cancer cases. Currently, photon radiotherapy makes radiation exposure to healthy tissue unavoidable. An alternative radiotherapy called Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) uses boron-10 as a neutron-capturing agent to produce a nuclear reaction that selectively destroys cancer cells. Analysis of dose and time of irradiation is very important to ensure the success and safety of BNCT.

The Particle and Heavy Ion Transport code System was chosen for the BNCT dose analysis due to the complex and diverse behavior of the neutrons. This tool has low memory consumption and computation time for phantom modeling. In this study, the concentration of boron-10 in the tumor was varied by 15, 30, 45, 60, and 75 ppm with front and side irradiation directions. Optimization was carried out on the Beam Shaping Assembly prior to irradiation to improve the quality of the neutron beam for BNCT.

The results of the BNCT simulation of left breast cancer using PHITS stated that boron-10 concentrations of 15, 30, 45, 60, and 75 ppm in the front and side irradiation directions resulted in a safe dose for organs at risk and resulted in a therapeutic time of less than 20 minutes which complies with IAEA criteria.

**Keywords:** equivalent dose, irradiation time, Boron Neutron Capture Therapy, breast cancer, Particle and Heavy Ion Transport code System

Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Kusnanto

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

