

**PENGARUH ARAH PENYINARAN DAN KONSENTRASI  
BORON-10 DALAM TERAPI *BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY*  
BERBASIS *PARTICLE AND HEAVY ION TRANSPORT CODE SYSTEM***

**STUDI KASUS KANKER PAYUDARA KANAN T4bN1M0**

**SKRIPSI**



**diajukan oleh:**

**NADIA SUCI WULANDARI  
2110443013**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG**

**2026**

**PENGARUH ARAH PENYINARAN DAN KONSENTRASI BORON-10  
DALAM TERAPI *BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY* BERBASIS  
*PARTICLE AND HEAVY ION TRANSPORT CODE SYSTEM***

**STUDI KASUS KANKER PAYUDARA KANAN T4bN1M0**

**SKRIPSI**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
dari Universitas Andalas**



**Nadia Suci Wulandari  
2110443013**

**Dosen Pembimbing:  
Sri Oktamuliani, Ph. D  
Fajar Arianto, S. Si., M. Si**

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG**

**2026**

**PENGARUH ARAH PENYINARAN DAN KONSENTRASI BORON-10  
DALAM TERAPI BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY BERBASIS  
PARTICLE AND HEAVY ION TRANSPORT CODE SYSTEM. STUDI  
KASUS KANKER PAYUDARA KANAN T4bN1M0**

**ABSTRAK**

Kanker payudara merupakan penyebab utama kematian akibat kanker pada wanita di dunia, di mana metode terapi konvensional sering kali kurang optimal karena keterbatasan efektivitas pada stadium lanjut serta adanya efek samping sistemik. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan *Boron Neutron Capture Therapy* (BNCT) sebagai pendekatan terapeutik yang lebih selektif. BNCT memanfaatkan reaksi nuklir antara isotop boron-10 yang terakumulasi dalam sel kanker dan neutron termal untuk menghancurkan sel kanker tanpa membahayakan jaringan sehat di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menentukan parameter optimal dalam penerapan BNCT untuk pengobatan kanker payudara. Parameter yang dikaji mencakup konsentrasi boron-10, waktu iradiasi, serta arah penyinaran yang paling efisien dalam membunuh sel kanker. Penelitian dilakukan melalui simulasi Monte Carlo menggunakan perangkat lunak *Particle and Heavy Ion Transport code System* (PHITS) versi 3.35. Fantom yang dipilih adalah *model Oak Ridge National Laboratory* wanita dewasa dengan diagnosis kanker payudara stadium IIIB (T4bN1M0), ditandai oleh kanker berdiameter ( $3,5 \times 2,8 \times 2,5$ ) cm pada payudara kanan. Sumber neutron berasal dari siklotron 30 MeV melalui *Beam Shaping Assembly* (BSA). Konsentrasi boron-10 yang diuji dalam penelitian ini adalah (100, 110, 120, 130, 140, dan 150)  $\mu\text{g/g}$  jaringan kanker, dengan tiga arah penyinaran, yaitu *Anterior Posterior*, *Oblique*, dan *Right Lateral*. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi boron-10 sebesar 150  $\mu\text{g/g}$  dengan arah *Anterior Posterior* adalah parameter paling optimal. Konfigurasi ini memberikan waktu terapi tercepat (30 menit 8 detik) dengan profil keamanan yang valid bagi pasien kanker payudara stadium IIIB.

Kata kunci: arah penyinaran, BNCT, payudara kanan, PHITS, waktu iradiasi.

**THE EFFECT OF IRRADIATION DIRECTION AND BORON-10  
CONCENTRATION IN BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY  
BASED ON PARTICLE AND HEAVY ION TRANSPORT CODE SYSTEM.  
CASE STUDY RIGHT BREAST CANCER T4bN1M0**

**ABSTRACT**

Breast cancer is the leading cause of cancer death in women worldwide, where conventional therapies are often suboptimal due to limited effectiveness in advanced stages and systemic side effects. To overcome these limitations, Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) has been developed as a more selective therapeutic approach. BNCT utilizes a nuclear reaction between boron-10 isotopes accumulated in cancer cells and thermal neutrons to destroy cancer cells without harming surrounding healthy tissue. This study aims to determine the optimal parameters in the application of BNCT for breast cancer treatment. The parameters examined include boron-10 concentration, irradiation time, and the most efficient irradiation direction for killing cancer cells. The research was conducted through Monte Carlo simulation using the Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) software version 3.35. The phantom selected was the Oak Ridge National Laboratory model of an adult woman with stage IIIB (T4bN1M0) breast cancer, characterized by a cancer measuring  $(3.5 \times 2.8 \times 2.5)$  cm in diameter in the right breast. The neutron source came from a 30 MeV cyclotron through a Beam Shaping Assembly (BSA). The boron-10 concentrations tested in this study were (100, 110, 120, 130, 140, and 150)  $\mu\text{g/g}$  of cancer tissue, with three irradiation directions, namely Anterior Posterior, Oblique, and Right Lateral. The results showed that the combination of a boron-10 concentration of 150  $\mu\text{g/g}$  with the Anterior Posterior direction was the most optimal parameter. This configuration provided the fastest therapy time (30 minutes and 8 seconds) with a valid safety profile for stage IIIB breast cancer patients.

**Keywords:** beam direction, BNCT, right breast, PHITS, irradiation time