

ANALISIS DISTRIBUSI DOSIS RADIASI PADA TERAPI KANKER SERVIKS DENGAN BORON NEUTRON CAPTURE CANCER THERAPY MENGGUNAKAN MCNPX

Oleh
Kenneth Maxmillian Purwanto
12/329896/TK/39116

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal Juni 2016
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) merupakan salah satu metode terapi kanker yang dikembangkan untuk memberikan dosis radiasi yang besar pada jaringan kanker namun kecil pada jaringan sehat. BNCT memanfaatkanampang lintang serapan boron-10 yang besar terhadap neutron termal. Reaksi absorpsi ini akan menghasilkan ion lithium dan partikel alfa yang memberikan dosis tinggi pada jaringan yang berada di dekatnya. Konsentrasi boron pada jaringan kanker diusahakan agar jauh lebih tinggi daripada dalam jaringan sehat. Hal ini memberi BNCT keunggulan dalam melindungi jaringan-jaringan sehat dibandingkan dengan radioterapi konvensional.

Telah dilakukan analisis distribusi dosis pada terapi kanker serviks menggunakan BNCT dengan sumber siklotron 30 MeV. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan simulasi menggunakan program *Monte Carlo N-Particle eXtended* (MCNPX). Kanker serviks disimulasikan berada dalam stage IIA dengan diameter 3 cm dan terletak pada serviks sekitar 7 cm dari permukaan kulit. Sumber neutron siklotron 30 MeV menggunakan kolimator yang sudah diteliti sebelumnya. Bentuk *phantom* merupakan modifikasi dari *phantom* ORNL. Nilai fluks neutron pada tiap jaringan akan didapat dari simulasi menggunakan fungsi *tally* pada MCNPX. Data fluks neutron kemudian dapat digunakan untuk mencari laju dosis pada tiap jaringan. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi boron-10 pada tumor sebesar 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$.

Fluks neutron termal tertinggi terletak pada kedalaman 2,5 cm dari permukaan kulit. Waktu yang diperlukan untuk mencapai dosis target terapi untuk konsentrasi boron 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$ adalah 83,52; 53,91; 39,80; 31,54; 26,12 menit. Waktu iradiasi semakin singkat dengan bertambahnya konsentrasi boron-10 pada jaringan. Penelitian juga memperhatikan *Organ At Risk* berupa rektum, sigmoid, serta kandung kemih. Dosis total yang diterima ketiga organ tersebut setelah terapi berada dalam dosis toleransi dengan konsentrasi boron 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$. Hasil penelitian juga menunjukkan dosis kulit sebesar 81,757; 54,265; 41,164; 33,498; 28,466 Gy untuk konsentrasi boron-10 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$ yang jauh melewati dosis toleransi untuk jaringan kulit.

Kata kunci : BNCT, MCNPX, kanker serviks, siklotron, OAR, dosimetri

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.
Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Yohannes Sardjono

RADIATION DOSE DISTRIBUTION ANALYSIS OF CERVICAL CANCER TREATMENT BY BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY USING MCNPX

Oleh

Kenneth Maxmillian Purwantoro
12/329896/TK/39116

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering
Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on June, 2016
in partial fulfilment of the requirements for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) is a cancer therapy developed to deliver large doses of radiation to the cancer tissue whilst giving only a small dose to the surrounding healthy tissues. BNCT uses the high absorption cross section value of boron-10 to the thermal neutron. This absorption will produce a lithium ion and an alpha particle which will deliver high dose to the surrounding regions. This method gives BNCT an edge on selectivity over conventional radiotherapy.

Studies were done for dose distribution analysis of cervical cancer treatment by boron neutron capture therapy using 30 MeV cyclotron. The goal of this study is to find the optimal thermal neutron depth, dose rate distribution, irradiation time, and total OAR dose. This study was done using Monte Carlo N-Particle (MCNP) simulations. The cervical cancer is simulated to be in stage IIA with a diameter of 3 cm and located on the cervix about 7 cm from the skin surface. The 30 MeV cyclotron is equipped with an optimized collimator from a previous study. The phantom used in this simulation is a modified ORNL phantom. Neutron flux values in each organ are tallied using the tally card of MCNPX. This neutron flux values will then be calculated to find the dose rate in each organ. This study will use boron-10 concentration in the tumor of 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$.

Peak thermal neutron is found at 2,5 cm from the surface of the skin. The time needed to achieve target therapeutic dose are 83,52; 53,91; 39,80; 31,54; 26,12 minutes for boron concentrations 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$. Increasing boron concentration will reduce radiation time. This study will also analyze Organs at Risk (OAR) which are rectum, sigmoid, and urinary bladder. The total dose received by the three OARs is still below the tolerance dose for boron concentrations of 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$. Results of the simulations also shows skin doses of 45,04 Gy; 26,95; 19,98; 16,29; 14,00 Gy for boron concentrations of 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/g}$ which are far above the tolerance dose.

Keywords : BNCT, MCNPX, cervical cancer, cyclotron, OAR, dosimetry

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

Co-supervisor : Prof. Ir. Yohannes Sardjono