

SIMULASI MONTE CARLO BRAKITERAPI PADA KANKER SUPERFISIAL DENGAN SUMBER COBALT-60

MAULIDA JANATU UZLIFAH



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul “Simulasi Monte Carlo Brakiterapi pada Kanker Superfisial dengan Sumber Cobalt-60” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli Tahun 2024

Maulida Janatu Uzlifah
G7401201011

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MAULIDA JANATU UZLIFAH. Simulasi Monte Carlo Brakiterapi pada Kanker Superfisial dengan Sumber Co-60. Dibimbing oleh SITTI YANI dan TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA.

Penelitian ini menggunakan simulasi Monte Carlo untuk membandingkan kurva isodosis dan *dose volume histogram* pada fantom inhomogen yang diradiasi dengan Cobalt-60. Sumber radioaktif ditempelkan dalam *polyethylene*. Ukuran fantom, yaitu $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$. Penelitian ini menggunakan target berukuran $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 3 \text{ mm}$ dan $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 5 \text{ mm}$. Jarak target simulasi dengan sumber radioaktif, yaitu 0 dan 3 mm. Hasil penelitian menunjukkan penurunan dosis pada target seiring bertambahnya kedalaman (5 mm, 7 mm, 10 mm) karena atenuasi radiasi. Faktor lain yang memengaruhi adalah densitas target, dimana target dengan densitas lebih tinggi menyerap lebih banyak radiasi. Brakiterapi terbukti efektif untuk target dangkal (5-7 mm) dengan distribusi dosis mencapai 20%-40% dari dosis maksimum. Namun, efektivitasnya menurun pada target yang lebih dalam (>10 mm) karena dosis yang diterima target berkurang hingga di bawah 10% dari dosis maksimum.

Kata kunci: Brakiterapi, Cobalt-60, *Dose Volume Histogram*, Kanker Superfisial, Kurva Isodosis.

@Halayana
IPB University

ABSTRACT

MAULIDA JANATU UZLIFAH. Monte Carlo Simulation Superficial Cancer Brachytherapy using Source Co-60. Supervised by SITTI YANI dan TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA.

This study used Monte Carlo simulation to compare isodose curves and dose volume histograms on inhomogeneous phantoms irradiated with Cobalt-60. The radioactive source was attached to polyethylene. The size of the phantom was $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$. This study used $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 3 \text{ mm}$ and $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 5 \text{ mm}$ targets. The distance between the simulated target and the radioactive source was 0 and 3 mm. The results show a decrease in the dose to the target as the depth increases (5 mm, 7 mm, 10 mm) due to radiation attenuation. Another influencing factor is the target density, where higher-density targets absorb more radiation. Brachytherapy is effective for shallow targets (5-7 mm) with dose distribution reaching 20%-40% of the maximum dose. However, its effectiveness decreases in deeper targets ($>10 \text{ mm}$) as the dose received by the target decreases to below 10% of the maximum dose.

Keywords: Brachytherapy, Cobalt-60, Dose Volume Histogram, Isodose Curves, Superficial Cancer



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SIMULASI MONTE CARLO BRAKITERAPI PADA KANKER SUPERFISIAL DENGAN SUMBER COBALT-60

MAULIDA JANATU UZLIFAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr.rer.nat. Hendradi Hardhienata, S.Si., M.Si.
- 2 Nur Aisyah Nuzulia, S.Si., M.Si.



IPB University

Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Simulasi Monte Carlo Brakiterapi pada Kanker Superfisial dengan Sumber Cobalt-60
Nama : Maulida Janatu Uzlifah
NIM : G7401201011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Sitti Yani S.Si., M.Si.
NIP. 198606242019032019



Pembimbing 2:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya
S.Si., M.Si.
NIP. 197205191997021001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya S.Si.,
M.Si.
NIP. 197205191997021001



Tanggal Ujian: 26 Agustus 2024

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga usulan penelitian dengan judul “Simulasi Monte Carlo Brakiterapi pada Kanker Superfisial dengan Sumber Cobalt-60” dapat selesai dengan baik. Usulan penelitian ini diajukan sebagai persyaratan untuk melakukan tugas akhir dan mendapat gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada:

1. Bapak Gendut Sunaryo dan Ibu Wiyasih selaku orang tua dari penulis, serta kakak dan adik penulis yang telah memberikan dukungan, do'a, kasih yang tak pernah henti.
2. Ibu Dr. Sitti Yani S.Si., M.Si. dan Bapak Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi arahan, waktu, semangat, dan kesabaran selama pelaksanaan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr.rer.nat. Hendradi Hardhienata, S.Si., M.Si. dan Ibu Nur Aisyah Nuzulia, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Departemen Fisika yang selama empat tahun memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis serta kepada seluruh teknisi dan staff akademik yang telah membantu dan memberi banyak informasi selama perkuliahan.
5. Seluruh mahasiswa Departemen Fisika Angkatan 57 yang telah menjadi rekan untuk menemani selama masa perkuliahan.
6. Sahabat dekat selama perkuliahan yang telah kebersamai dan menyemangati penulis, yaitu Imel, Diba dan Hana.
7. Trio, Tomy dan teman-teman satu bimbingan lainnya yang telah menemani penulis selama penelitian.
8. KKN-T Metawana yang turut serta memberikan dukungan, yaitu Fitri, Anas, Wulan, Mufid, Haydar, Jerome, Verdi, dan Fakhri.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih. Mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam penulisan ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi penulis dan pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Maulida Janatu Uzlifah



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Brakiterapi	3
2.2 Kanker Superfisial	3
2.3 Dosis Serap	3
2.4 Cobalt-60	4
2.5 Interaksi Foton dengan Materi	4
2.6 Simulasi Monte Carlo	5
2.7 <i>Electron Gamma Shower</i> (EGSnrc)	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.3.1 Rancangan Simulasi	7
3.3.2 Fantom Simulasi	8
3.3.3 Analisis Distribusi Dosis	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Distribusi Dosis pada <i>Polyethylene</i>	10
4.2 Distribusi Dosis Target pada Jarak 0 mm dari Sumber Radioaktif	11
4.2.1 Perbandingan Kurva Isodosis	11
4.2.2 <i>Dose Volume Histogram</i>	14
4.3 Distribusi Dosis Target pada Jarak 3 mm dari Sumber Radioaktif	14
4.3.1 Perbandingan Kurva Isodosis	14
4.3.2 <i>Dose Volume Histogram</i>	16
V SIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Simpulan	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
RIWAYAT HIDUP	21



DAFTAR TABEL

1	Tabel 1 Informasi fantom virtual	8
2	Tabel 2 Titik koordinat peletakan sumber radioaktif	8

DAFTAR GAMBAR

1	Skema peluruhan radioaktif Cobalt 60 (Budihardjo <i>et al.</i> 2009)	4
2	Isource 6 DOSXYZnrc (Walters <i>et al.</i> 2023)	7
3	Set up fantom inhomogen kanker superfisial	9
4	Kurva isodosis pada titik 1 dan 9 (a) tidak diperbesar (b) diperbesar	11
5	Kurva isodosis pada <i>polyethylene</i> 1,5 mm dari permukaan	11
6	Kurva isodosis pada kedalaman 5 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	12
7	Kurva isodosis pada kedalaman 7 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	12
8	Kurva isodosis pada kedalaman 10 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	13
9	Kurva <i>Percentage Depth Dose</i> (PDD)	13
10	Kurva DVH gabungan dari dua target	14
11	Kurva isodosis pada kedalaman 5 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	15
12	Kurva isodosis pada kedalaman 7 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	15
13	Kurva isodosis pada kedalaman 10 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	16
14	Kurva isodosis pada kedalaman 18 mm dengan ketebalan target (a) 3 mm dan (b) 5 mm	16
15	Kurva DVH gabungan dari dua target	17