

SKRIPSI

**VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK INTENSITY
MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) DAN RAPIDARC
MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM**

***Dose Distribution Verification Of Intensity Modulated Radiation Therapy
(IMRT) And RapidArc Techniques On C-Shape Phantom***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh :

**Reza. Yuliutami
NIM. 183112600150013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL**

**Jakarta
2022**

**VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK INTENSITY
MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) DAN RAPIDARC
MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM**

***Dose Distribution Verification Of Intensity Modulated Radiation Therapy
(IMRT) And RapidArc Techniques On C-Shape Phantom***



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar **Sarjana Sains Pada
Program Studi Fisika**

Oleh :

**Reza. Yuliutami
NIM. 183112600150013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL**

**Jakarta
2022**

PERNYATAAN
BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME

Dengan ini saya nyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dan seluruh isinya berjudul:

VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) DAN RAPIDARC MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM

adalah benar karya saya sendiri yang ditulis dibawah arahan dan bimbingan dosen pembimbing. Sepanjang pengetahuan saya, di dalamnya tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika penulisan karya ilmiah yang berlaku dari karya ilmiah sejenis yang pernah ditulis atau diajukan oleh penulis lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan di lembaga pendidikan lain, kecuali semua kutipan dan rujukan dalam karya ini baik yang terpublikasikan maupun tidak, telah dengan jelas saya sebutkan dalam daftar pustaka.

Jika dalam karya tulis ini nantinya masih ditemukan adanya unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya dan diproses seuai peraturan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sejujur-jujurnya.

Jakarta, 25 Agustus 2022
Yang menyatakan



Reza Yuliutami
NIM. 183112600150013

PERNYATAAN
PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI

Untuk kepentingan penyebarluasan dan kemajuan ilmu pengetahuan, maka dengan ini saya menyatakan bersedia dan menyetujui untuk melimpahkan hak cipta atas karya tulis saya beserta perangkat prototypenya, yang berjudul:

VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT) DAN RAPIDARC MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM

Kepada Program Studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional untuk menyimpan, mengalihmediakan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan merawat, serta memublikasikan skripsi saya sepanjang tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan tanpa tekanan dari pihak manapun.

Jakarta, 25 Agustus 2022
Yang menyatakan



Reza Yuliutami
NIM. 183112600150013

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK *INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY* (IMRT) DAN RAPIDARC MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM

Ditulis dan dipersiapkan oleh:

**Reza Yuliutami
NIM. 18312600150013**

Disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi Program Studi Fisika
27 Agustus 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Purwantiningsih, S.Si., M.Sc
NIDN. 0613078501

Pembimbing II

Dr. rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo
NIP. 197703152000121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Drs. Ari Mutanto, M.Pd
NIDN. 0330076702

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

VERIFIKASI DISTRIBUSI DOSIS TEKNIK *INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY* (IMRT) DAN RAPIDARC MENGGUNAKAN C-SHAPE PHANTOM

Ditulis oleh:

**Reza Yuliutami
NIM. 18312600150013**

Telah dipertahankan disepan dan diuji oleh dewan pengaji skripsi, dan dinyatakan:

L U L U S

Jakarta, 27 Agustus 2022

**Ketua Dewan Pengaji/
Pembimbing I**

Purwantiningsih, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0613078501

Pengaji I

Pembimbing II

Dr. rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo
NIP. 197703152000121001

Pengaji II

Drs. Muzilman Muslim, M.Si.
NIDN. 0302106001

Prof. Dr. Budi Santoso, M.Sc.
NIDN. 8895550017

Pengaji III

Dr. Susilo Widodo
NID. 195804141980031005

ABSTRAK

Yuliutami, Reza. 2022. "Verifikasi Distribusi Dosis Teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT) Dan RapidArc Menggunakan C-Shape Phantom." Pembimbing : Purwantiningsih, S.Si., M.Sc., dan Dr. Rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo.

Skripsi ini membahas tentang verifikasi distribusi dosis menggunakan C-Shape phantom dengan teknik IMRT dan RapidArc. Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi kesesuaian distribusi dosis antara perencanaan TPS dan pengukuran pada film *gafchromic EBT3*. Perencanaan dilakukan mengikuti ketentuan AAPM TG-119. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan film *gafchromic EBT3* ditengah phantom. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan distribusi dosis antara perencanaan TPS dan pengukuran pada film *gafchromic EBT3* menggunakan metode evaluasi gamma dengan kriteria *Dose Difference* (DD) dan *Dose to Agreement* (DTA) yang digunakan adalah 3% 3 mm dan 2% 2 mm. Hasil evaluasi gamma pada teknik IMRT dan RapidArc dan kriteria DD/DTA 3% 3 mm dan 2% 2 mm diperoleh nilai indeks gamma volume ≤ 1 dinyatakan lulus uji kriteria toleransi dengan keakuratan distribusi dosis yang sama sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbandingan distribusi dosis antara perencanaan TPS dengan pengukuran film *gafchromic EBT3* pada teknik IMRT dan RapidArc dan kriteria DD/DTA 3% 3 mm dan 2% 2 mm sesuai ketentuan AAPM TG-119 dengan tingkat akurasi dinilai lulus uji jika hasilnya lebih dari 95%.

Kata Kunci: Radioterapi, Distribusi dosis, Film *gafchromic EBT3*, IMRT, RapidArc, Evaluasi gamma.



ABSTRACT

Yuliutami, Reza. 2022. “*Dose Distribution Verification Of Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) And RapidArc Techniques On C-Shape Phantom*”
Supervisors : Purwantiningsih, S.Si., M.Sc., dan Dr. Rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo.

This thesis discusses the verification of dose distribution using C-Shape Phantom with IMRT and RapidArc techniques. This study aims to verify the suitability of the dose distribution between the TPS plan and measurements on the EBT3 gafchromic film. Planning is carried out according to the provisions of AAPM TG-119. Measurements were made by placing the EBT3 gafchromic film in the center of the phantom. Verification was carried out by comparing the dose distribution between TPS planning and measurements on EBT3 gafchromic film using the gamma evaluation method with the Dose Difference (DD) and Dose to Agreement (DTA) criteria used were 3% 3 mm and 2% 2 mm. The results of gamma evaluation on IMRT and RapidArc techniques and DD/DTA criteria of 3% 3 mm and 2% 2 mm obtained a gamma volume index value of ≤ 1 which passed the tolerance criteria test with the same dose distribution accuracy of 100%. These results show that the comparison of dose distribution between TPS planning and gafchromic EBT3 film measurements on IMRT and RapidArc techniques and DD/DTA criteria of 3% 3 mm and 2% 2 mm according to the AAPM TG-119 provisions with an accuracy rate of passing the test if the result is more than 95%.

Keywords: Radiotherapy, Dose distribution, EBT3 gafchromic film, IMRT, RapidArc, Gamma evaluation.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu dengan judul “Verifikasi Distribusi Dosis Teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT)* Dan RapidArc Menggunakan C-Shape Phantom.” Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana pada Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Mengingat keterbatasan penulis dalam pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan penulisan, skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Dengan ini penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat tersusun dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan mendorong penulis dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis tujuhan kepada :

1. Kedua orang tua, serta adik-adik penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moral maupun material kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan rejeki bagi kita semua. Aamiin.
2. Ibu Purwantiningsih, S.Si., M.Sc., selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktunya, serta sabar dalam membimbing dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat waktu.
3. Bapak Dr. rer. Biol. Hum. Heru Prasetyo selaku pembimbing II, yang telah menyediakan waktunya, serta sabar dalam membimbing dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat waktu.
4. Bapak Muhammad Fadli yang telah memberikan banyak waktunya untuk membimbing dan membantu penulis selama penelitian di RSUD Pasar Minggu.
5. Bapak Drs. Ari Mutanto selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Nasional, yang telah sedia mendengarkan keluh kesah penulis selama penyusunan skripsi ini, serta memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
6. Seluruh Dosen Program Studi Fisika Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan.

7. Seluruh karyawan dan staf Universitas Nasional yang sudah memberikan bantuan serta dukungannya kepada penulis selama perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Bella Tri Yuni Arvianti dan Muhammad Ismail yang sudah sangat membantu penulis dalam mengolah data penelitian agar dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
9. Sahabat penulis, Zahra Amanda Nurhaliza serta sepupu penulis, Adella Amadea yang selalu memberikan semangat, dukungan selama menjalani perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman angkatan 2018, Dyah Nuriska, Adni, Hulfi Azmy, Fadhia Fitri, dan terkhusus Resti Nuriah yang telah mengisi hari-hari penulis selama perkuliahan, serta saling memberikan dukungan dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
11. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang semua pihak yang telah membantu. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk semua pihak. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dari pembaca agar skripsi ini dapat lebih baik lagi kedepannya.



Jakarta, 25 Agustus 2022

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME	i
HALAMAN PERNYATAAN PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Konsep Dasar Radioterapi Eksternal	4
2.1.2 Konsep Dasar Pesawat LINAC.....	4
2.1.3 <i>Treatment Planning System (TPS)</i>	6
2.1.4 Teknik penyiniran Radioterapi.....	7
2.1.5 C-Shape Phantom	7
2.1.6 Film <i>Gafchromic EBT3</i>	8
2.1.7 Kalibrasi.....	9
2.1.8 Kalibrasi <i>Output LINAC</i>	9
2.1.9 Kalibrasi Film <i>Gafchromic EBT3</i>	11
2.1.10 Evaluasi Gamma	11
2.2 Hasil Penelitian Terkini.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Desain Penelitian.....	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3.1 Alat Penelitian.....	16

3.3.2	Bahan Penelitian	21
3.4	Metode Penelitian.....	22
3.4.1	Variabel Penelitian.....	22
3.4.2	Metode Pengumpulan Data.....	22
3.4.3	Metode Analisis Data.....	22
3.4.4	Pengolahan Data	22
3.5	Langkah Kerja Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Kalibrasi Output LINAC.....	28
4.2	Kalibrasi Film <i>Gafchromic EBT3</i>	29
4.3	Verifikasi Distribusi Dosis Hasil Perencanaan dan Pengukuran	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen utama LINAC (11).....	5
Gambar 2.2 Struktur film gafchromic EBT3 (20).....	8
Gambar 2.3 Skematik Metode Evaluasi Gamma Secara Teoritis (27)	13
Gambar 3.1 CT-Simulator.....	17
Gambar 3.2 Pesawat LINAC.....	18
Gambar 3.3 TPS Eclipse	18
Gambar 3.4 C-Shape Phantom.....	19
Gambar 3.5 Seperangkat Mesin Scanmaker 1000XL Microtek	19
Gambar 3.6 Tampilan perangkat lunak Imagej	20
Gambar 3.7 Tampilan perangkat lunak 3D Slicer.....	21
Gambar 3.8 Film Gafchromic EBT3.....	21
Gambar 3.9 Pengukuran Kalibrasi Film Gafchromic EBT3 menggunakan <i>slab phantom</i>	24
Gambar 3.10 Proses Pemindaian C-Shape Phantom.....	25
Gambar 3.11 Penyinaran Film Pada C-Shape Phantom.....	26
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Hasil pemindaian film kalibrasi	30
Gambar 4.2 Kurva kalibrasi film gafchromic EBT3	31
Gambar 4.3 Hasil citra perencanaan TPS (a) teknik IMRT (b) teknik RapidArc ...	32
Gambar 4.4 Hasil citra pengukuran film gafchromic EBT3 (a) teknik IMRT (b) teknik RapidArc	34
Gambar 4.5 Gabungan citra film dengan perencanaan TPS (a) teknik IMRT (b) teknik RapidArc	35
Gambar 4.6 Tampilan pengaturan untuk evaluasi gamma	36
Gambar 4.7 Hasil citra evaluasi gamma teknik IMRT (a) DD 3% dan DTA 3 mm (b) DD 2% dan DTA 2 mm	38
Gambar 4.8 Hasil citra evaluasi gamma teknik IMRT (a) DD 3% dan DTA 3 mm (b) DD 2% dan DTA 2 mm	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter keadaan dasar pengukuran	23
Tabel 3.2 Perencanaan Distribusi Dosis pada C-Shape Phantom	25
Tabel 4.1 Hasil bacaan elektrometer	28
Tabel 4.2 Nilai hasil kalibrasi berkas foton	28
Tabel 4.3 Data hasil kalibrasi film gafchromic EBT3	31
Tabel 4.4 Hasil perbandingan dosis dengan metode evaluasi gamma	37

