

**KARAKTERISTIK DENSITAS FILM GAFCHROMIC RTQA2  
TERHADAP PAPARAN DOSIS *LINEAR ACCELERATOR* DENGAN  
TEKNIK *SOURCE SURFACE DISTANCE* (SSD)**

**SKRIPSI**



**TANTI CRISANINGTYAS**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2016**

**KARAKTERISTIK DENSITAS FILM GAFCHROMIC RTQA2  
TERHADAP PAPARAN DOSIS *LINEAR ACCELERATOR* DENGAN  
TEKNIK *SOURCE SURFACE DISTANCE* (SSD)**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Sains Bidang Fisika  
Pada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga**

**Oleh:**

**Tanti Crisaningtyas**

**081113018**

**Telah Dinyatakan Lulus Ujian Skripsi  
Pada Tanggal: 25 Januari 2016**

**Disetujui Oleh:**

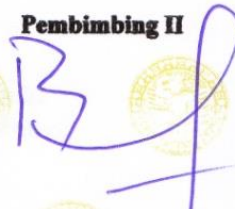
**Pembimbing I**



**Dr. Survani Dyah Astuti, M.Si.**

**NIP. 19690804 199412 2 001**

**Pembimbing II**



**Bambang Haris, S.Si., M.Si.**

**NIP. 19720601 200003 1 007**

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

**Judul** : **Karakteristik Densitas Film Gafchromic RTQA2 Terhadap Paparan Dosis *Linear Accelerator* dengan Teknik *Source Surface Distance* (SSD)**  
**Penyusun** : **Tanti Crisaningtyas**  
**NIM** : **081113018**  
**Pembimbing I** : **Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si.**  
**Pembimbing II** : **Bambang Haris, S.Si., M.Si.**  
**Tanggal Seminar** : **25 Januari 2016**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing I**



**Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si.**  
**NIP. 19690804 199412 2 001**

**Pembimbing II**



**Bambang Haris, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 19720601 200003 1 007**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi S1 Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga**



**Dr. Moh. Yasin, M.Si.**  
**NIP. 19670312 199102 1 001**



## LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**



**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertandatangan dibawah ini, saya:

Nama : Tanti Crisaningtyas

NIM : 081113018

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi Unair

Jenjang : Sarjana (S1)

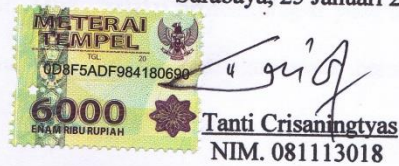
Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**KARAKTERISTIK DENSITAS FILM GAFCHROMIC RTQA2  
TERHADAP PAPARAN DOSIS *LINEAR ACCELERATOR* DENGAN  
TEKNIK *SOURCE SURFACE DISTANCE (SSD)***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 25 Januari 2016



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, karena atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan naskah skripsi yang berjudul “**Karakteristik Densitas Film Gafchromic RTQA2 Terhadap Paparan Dosis *Linear Accelerator* dengan Teknik *Source Surface Distance (SSD)*”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang baik bagi kita semua.

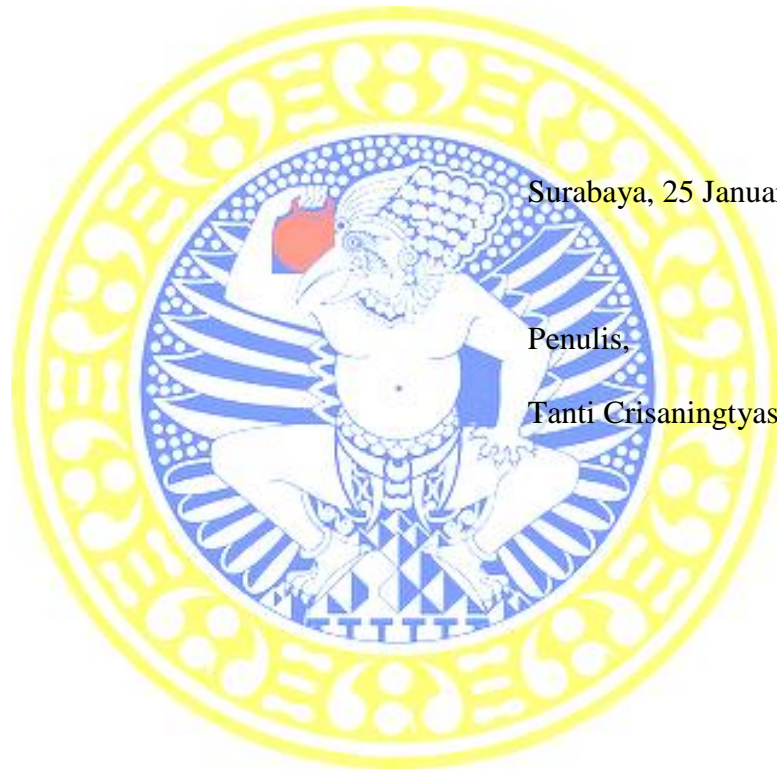
Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Moh. Yasin, M.Si., selaku Kepala Departemen Fisika sekaligus Ketua Program Studi S1 Fisika Universitas Airlangga.
2. Ibu Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si., selaku dosen wali yang selalu memberi arahan sejak awal masa perkuliahan.
3. Ibu Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si., selaku pembimbing I yang telah membimbing dengan sabar dan selalu memotivasi, serta memberi perhatian layaknya ibu.
4. Bapak Bambang Haris, S.Si., M.Si., selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan ilmu serta memberi acuan-acuan terbaiknya.
5. Ibu Prof. Dr. Suhariningsih, selaku penguji I yang telah memberi koreksi, masukan, dan saran-saran terbaiknya.
6. Bapak Drs. Siswanto, M.Si., selaku penguji II yang telah memberi koreksi dan saran dalam perbaikan naskah skripsi ini.
7. DIKTI yang telah membiayai perkuliahan selama 4 tahun.

8. Ayahku tercinta Supriono dan Ibundaku tersayang Lilik Netrawati yang telah memberi semangat untuk sesegera mungkin menyelesaikan skripsi ini, serta adikku termanja Carelica Fitara yang telah mengalihkan dunia skripsiku.
9. Sahabat terbaikku Desy Herlinawati, Bhintari Sakti Pasaki Nita Ningtyas, Indira Wastu Widya, Ika Ningtyas, Mutiqoroh Dwi Hidayati, dan Reny Isro'is Wulandari yang telah membantuku dalam setiap hal yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
10. Aditya, Dimas, Reza Herfi, Faizin yang telah membantu mencari solusi saat menemui kebingungan menyelesaikan skripsi.
11. Teman-teman KKN tercinta Agung, Rajul, Akbar, Bintang, Anggun, Bonita, Abeng, Dina, Dini, Dwi, Silvi yang telah kompak memberiku semangat.
12. Kakak Bintang Dwi Darmayudha, sahabatku dari kecil Santi Dwi Lestari, dan Okky Dwi Setiawan yang selalu membantu menyegarkan pikiranku saat bingung skripsi.
13. Keponakan-keponakan mungilku Zahra Syita Brilliant Putri Wahyudi, Abid Aqila Pranaja, Arsy Allea Maharani yang selalu menghibur dan membuat banyak tawa.
14. Teman-teman sekosan, mbak Mazidah Fauziah, Diara Cintia, Aprilia Permata, Dwi Aprilia, Anindita, Putri, Rana, Ella, Winda, Dini yang selalu meramaikan suasana kos layaknya keluarga.
15. Teman-teman seperjuangan S1 Fisika Unair Angkatan 2011 yang menjadi pemicu untuk bisa menyelesaikan skripsi.



Penulis menyadari keterbatasan dan juga kemampuan yang dimiliki penulis dalam menyusun skripsi ini, maka dari itu penulis sangat mengharapkan saran dan juga kritik yang membangun untuk meningkatkan pengetahuan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pihak lain yang menggunakannya.



Surabaya, 25 Januari 2016

Penulis,

Tanti Crisaningtyas



**Tanti Crisaningtyas : 2016. Karakteristik Densitas Film Gafchromic RTQA2 Terhadap Paparan Dosis *Linear Accelerator* dengan Teknik *Source Surface Distance* (SSD). Skripsi ini dibuat dibawah bimbingan Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si. dan Bambang Haris, S.Si., M.Si. Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.**

---

---

## ABSTRAK

Film gafchromic merupakan salah satu dosimetri pada radioterapi. Salah satu jenis film gafchromic adalah film gafchromic RTQA2. Paparan radiasi dengan dosis tertentu terhadap film dapat menyebabkan perubahan densitas atau tingkat kehitaman pada film. Hubungan antara dosis dengan densitas menghasilkan kurva karakteristik yang dapat digunakan sebagai gambaran dosis permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan densitas film gafchromic RTQA2 terhadap variasi dosis Linac serta menentukan nilai akurasi kurva karakteristik densitas film gafchromic RTQA2 terhadap variasi dosis Linac pada energi 6 MV dan 10 MV pada luas lapangan dan sudut tetap menggunakan teknik SSD. Semakin tinggi dosis yang diberikan, warna pada film semakin gelap. Dosis radiasi dengan nilai akurasi tinggi pada hasil kurva karakteristik dari penyinaran energi foton 6 MV terjadi pada dosis radiasi diatas 150 cGy dan dari penyinaran energi foton 10 MV terjadi pada dosis radiasi diatas 200 cGy. Hasil kesebandingan dosis permukaan terhadap nilai densitas pada variasi dosis 50 cGy, 100 cGy, 150 cGy, 200 cGy, dan 250 cGy dengan energi foton 6 MV berturut-turut adalah 26,85 cGy : 137; 53,7 cGy : 135; 80,55 cGy : 133; 107,40 cGy : 132; dan 134,25 cGy : 131, untuk energi foton 10 MV berturut-turut didapatkan hasil 15,25 cGy : 142; 30,50 cGy : 136; 45,75 cGy : 132; 61,00 cGy : 130; 76,25 cGy : 129.

Kata kunci : Film gafchromic RTQA2, kurva karakteristik, dosis permukaan

**Tanti Crisaningtyas : 2016. Characteristics Density of Gafchromic RTQA2 Film Toward Linear Accelerator Dose Exposure with Source Surface Distance (SSD) Method. This research was guaranteed by Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si. and Bambang Haris, S.Si., M.Si. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, University of Airlangga, Surabaya.**

---

---

### ABSTRACT

Gafchromic Film is one of a dosimetry in radiotherapy. One type of this film is a RTQA2 gafchromic film. The exposure of radiation with a certain dose of the film can change the density or the level of darkness in the film. The relationship between the density and the dose produces the characteristic of curve that can be used as a picture of the surface dose. This study aimed to compare the density of the RTQA2 gafchromic film to dose variation of Linear Accelerator and determine accuracy value of the characteristic curve of the RTQA2 gafchromic film's density to dose variation of Linear Accelerator at 6 MV and 10 MV energy levels on the field and a fixed angle using SSD technique, the data obtained on the dose will affects the film density. As high as the dose given, the color on the film will be darker. The radiation dose with high accuracy on the characteristic result curve of a 6 MV photon radiation energy occurred at doses above 150 cGy of radiation and at 10 MV photon radiation energy occurred at doses above 200 cGy of radiation. The results of the dose proportionality density at the surface of the value of the dose variation of 50 cGy, 100 cGy, 150 cGy, 200 cGy and 250 cGy with 6 MV photon energies are respectively 26,85 cGy : 137; 53,70 cGy : 135; 80,55 cGy : 133; 107,40 cGy : 132; and 134,25 cGy : 131, for 10 MV photon energies in a row is obtained 15,25 cGy : 142; 30,50 cGy : 136; 45,75 cGy : 132; 61,00 cGy : 130; and 76,25 cGy : 129.

Keywords: RTQA2 gafchromic film, characteristic of curve, surface dose

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Pesawat Linac .....	7
2.1.1 Prinsip Kerja Linac .....	8
2.1.2 Teknik Penyinaran Radioterapi Eksterna .....	11
2.2 <i>Quality Assurance</i> (QA) .....	11
2.2.1 <i>Quality Assurance</i> (QA) dalam Radioterapi .....	11
2.2.2 <i>Quality Control</i> .....	12
2.2.3 <i>Quality Standards</i> .....	12
2.3 Pentingnya <i>Quality Assurance</i> dalam Radioterapi .....	13
2.4 Interaksi Radiasi dengan Materi .....	15
2.4.1 Penyerapan Fotolistrik .....	16
2.4.2 Penghamburan Compton .....	17



2.4.3	Produksi Pasangan .....	17
2.5	Dosimetri .....	18
2.5.1	<i>Exposure</i> (Paparan Radiasi) .....	19
2.5.2	<i>Fluence</i> .....	19
2.5.3	Kerma .....	20
2.5.4	Dosis Serap .....	20
2.6	<i>Surface Dose</i> (Dosis Permukaan) .....	20
2.7	<i>Precentage Depth Dose</i> (PDD) .....	22
2.7.1	<i>Technical Report Series</i> (TRS) 398 .....	23
2.8	Film Dosimetri .....	27
2.8.1	Film Radiochromic .....	30
2.8.2	Film Gafchromic RTQA2 .....	31
2.9	Proses Radiasi pada Film .....	33
2.9.1	Fraksinasi Dosis pada Film .....	34
2.9.2	Pewarnaan Iradiasi Film .....	35
2.10	Densitas Film .....	36
2.11	Densitometer .....	36
2.11.1	Metode pada Densitometer .....	37
2.11.2	Detektor Transmisi Cahaya Densitometer .....	38
2.11.3	Resolusi Spasial Densitometer .....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		40
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	40
3.2	Alat dan Bahan .....	40
3.2.1	Pesawat <i>Linear Accelerator</i> (LINAC) .....	40
3.2.2	Densitometer .....	41
3.2.3	Film Gafchromic .....	41
3.3	Langkah-langkah Pengambilan Data .....	41
3.3.1	Persiapan pada Peralatan <i>Linear Accelerator</i> (Linac) .....	41
3.3.2	Persiapan pada Film Gafchromic RTQA2 .....	42
3.3.3	Persiapan pada Densitometer .....	42
3.4	Diagram Alir Penelitian .....	43
3.5	<i>Set-up</i> Penelitian .....	44



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Hasil Penelitian .....	45
4.1.1 Penyinaran Film Gafchromic RTQA2 .....	45
4.1.2 Pembacaan Densitas Film Gafchromic RTQA2 .....	46
4.1.3 Kurva Karakteristik Film Gafchromic RTQA2 .....	47
4.2 Pembahasan .....	49
4.2.1 Penyinaran Film Gafchromic RTQA2 .....	49
4.2.2 Pembacaan Densitas pada Film Gafchromic RTQA2 .....	50
4.2.3 Interaksi Radiasi terhadap Film Gafchromic RTQA2 .....	51
4.2.4 Pengaruh Dosis Radiasi terhadap Penyinaran Film Gafchromic RTQA2 dari Energi Foton 6 MV dan 10 MV .	53
4.2.5 Persentase Dosis Kedalaman sebagai Acuan Dosis Permukaan .....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

No	Judul Tabel	Halaman
2.1	PDD energi foton 6 MV luas lapangan 4x4 cm <sup>2</sup> dengan SSD 100 cm .....	25
2.2	PDD energi foton 10 MV luas lapangan 4x4 cm <sup>2</sup> dengan SSD 100 cm .....	26
4.1	Hasil densitas film gafchromic RTQA2 pada variasi dosis radiasi 50 cGy ; 100 cGy ; 150cGy ; 200 cGy ; dan 250 cGy dengan energi foton 6 MV dan 10 MV .....	47
4.2	Kesebandingan dosis permukaan terhadap nilai densitas pada energi foton 6 MV .....	58
4.3	Kesebandingan dosis permukaan terhadap nilai densitas pada energi foton 10 MV .....	59

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul Gambar	Halaman
2.1	Diagram Blok Linac Medis .....	8
2.2	A: Berkas Foton, B: Berkas Elektron .....	10
2.3	Ilustrasi Efek Fotolistrik .....	16
2.4	Ilustrasi Penghamburan Compton atau Efek Compton .....	17
2.5	Ilustrasi Produksi Pasangan .....	18
2.6	Dosis Deposisi dari Sinar Megavoltage Foton pada Pasien .....	21
2.7	Geometri untuk Pengukuran PDD .....	22
2.8	Worksheet TRS-398 .....	24
2.9	Kurva PDD untuk energi 6 MV luas lapangan 4x4 cm <sup>2</sup> .....	26
2.10	Kurva PDD untuk energi 10 MV luas lapangan 4x4 cm <sup>2</sup> .....	27
2.11	Struktur Lapisan Film Gafchromic RTQA2 .....	32
2.12	Respon Sensitometrik Film Gafchromic RTQA2 .....	32
2.13	Proses kimia dalam film saat diberi sinar foton .....	33
2.14	Diagram sederhana iradiasi film .....	36
3.1	Diagram Alur Penelitian .....	43
3.2	<i>Set-up</i> Penelitian pada Sudut Penyinaran 0° .....	44
4.1	Perubahan warna pada film gafchromic RTQA2 pasca paparan dosis radiasi .....	46
4.2	Kurva karakteristik film gafchromic RTQA2 dari energi foton 6 MV .....	48
4.3	Kurva karakteristik film gafchromic RTQA2 pada energi foton 10 MV .....	48
4.4	Hasil kurva karakteristik pada penelitian Girardi <i>et al.</i> ....	54
4.5	Analisis hasil kurva karakteristik pada energi foton 6 MV .....	55
4.6	Analisis hasil kurva karakteristik pada energi foton 10 MV .....	56

**DAFTAR SINGKATAN**

Linac	: <i>Linear Accelerator</i>
MU	: Monitor Unit
QA	: <i>Quality Assurance</i>
QC	: <i>Quality Control</i>
PDD	: <i>Percentage Depth Dose</i>
SSD	: <i>Source Surface Distance</i>
SAD	: <i>Source Axis Distance</i>
MLC	: <i>Multi-leaf Collimator</i>
IAEA	: <i>International Atomic Energy Agency</i>
BSS	: <i>Basic Safety Series</i>
ALARA	: <i>As Low As Reasonably Achievable</i>
PTV	: <i>Planning Target Volume</i>
SI	: Satuan Internasional
2D	: Dua Dimensi
CCD	: <i>Charge-coupled Device</i>
TRS	: <i>Technical Report Series</i>

