

SKRIPSI

**EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA
PASIEN RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE**

*Evaluation Additional Dose Radiation of CT Simulator Toward Patients
Radiotherapy With SSDE Parameters*

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains**



Oleh

**Aris Nurkamal
217003446004**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
Jakarta
2024**

**EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA
PASIEN RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE**

*Evaluation Additional Dose Radiation of CT Simulator Toward Patients
Radiotherapy With SSDE Parameters*



Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar **Sarjana Sains** pada
Program Studi Fisika

Oleh

Aris Nurkamal
217003446004

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

Jakarta
2024

**PERNYATAAN
BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME**

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

**“EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA PASIEN
RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE”**

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 sesuai peraturan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sejujur-jujurnya

Jakarta, 27 Agustus 2024


METERA
DEMOKRASI
2119EAKX639611895

Aris Nurkamal

217003446004

UNIVERSITAS NASIONAL

**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:

**“EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA PASIEN
RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE”**

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, 27 Agustus 2024



Aris Nurkamal

217003446004



**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA PASIEN
RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE**

Ditulis dan dipersiapkan Oleh :

Aris Nurkamal

NPM : 217003446004

Disetujui dan diajukan pada sidang skripsi Program Studi Fisika
27 Agustus 2024

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ni Larasati Kartika Sari, S.Pd., M.Si
NID : 040016042

Dea Ryangga, S.Si., M.Si

Pada, 27 Agustus 2024

Ketua Program Studi Fisika

Purwatiingsih, S.Si., M.Sc
NIDN : 0613078501

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA PASIEN
RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE

Ditulis oleh :

Aris Nurkamal
217003446004

Telah dipertahankan di depan dan diuji oleh dewan penguji skripsi, dan dinyatakan :

LULUS

Jakarta, 27 Agustus 2024

Ketua Dewan Penguji/
Pembimbing I

Ni Larasati Kartika Sari, S.Pd., M.Si
NID 040016042

Pembimbing II

Dea Ryangga, S.Si., M.Si

Penguji I

Prof. Dr. H. Budi Santoso, M.Sc
NIDN 050090569

Penguji II

R. Dwi Bondan Panular, S.Si., M.Si

Penguji III

Purwatiingsih, S.Si., M.Sc
NIDN 050090569

ABSTRAK

Nurkamal, Aris, 2024. Evaluasi Dosis Tambahan CT Simulator Pada Pasien Radioterapi Dengan Parameter SSDE. Pembimbing : Ni Larasati Kartika Sari ,S.Pd, M.Si, dan Dea Ryangga, S.Si., M.Si.

Radioterapi menggunakan CT Simulator sebagai modalitas diagnostik untuk delineasi, perhitungan dosis perencanaan terapi. $CTDI_{Vol}$ bukanlah dosis yang diterima oleh pasien dan AAPM TG.204 memberikan faktor konversi yang memperhitungkan ukuran tubuh pasien yang lebih spesifik sebagai koreksi $CTDI_{Vol}$. Meskipun CT Simulator memberikan keuntungan, masih kurangnya perhatian dan strategi penghematan dosis CT Radioterapi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi persentase penambahan dosis radiasi CT Simulator pasien radioterapi. Metode yang digunakan sesuai dengan referensi AAPM TG.204 dengan parameter *Size Specific Dose Estimate* (SSDE). Nilai $CTDI_{Vol}$ dari *console* CT dilakukan pengukuran verifikasi menggunakan *pencil ion chamber* dan fantom *CTDI Body*. Jumlah pasien penelitian yaitu 10 pasien CT *Head and Neck* dan 10 pasien CT *Pelvis*. Dari penelitian, verifikasi $CTDI_{Vol}$ berada di bawah 20 % ($ACR \leq 20\%$) didapatkan nilai rata-rata pengukuran dengan *console* dan deviasi maksimum CT *Head and Neck* yaitu 42,41 mGy, 43,57 mGy dan 3,49 %. Sedangkan untuk CT *Pelvis* hasil nilai rata-rata pengukuran, *console* dan deviasi maksimum yaitu 26,77 mGy, 27,31 mGy dan 2,02 %. Nilai rata-rata SSDE, Persentase Perbandingan dengan $CTDI_{Vol}$ CT *Head and Neck* dan CT *Pelvis* masing-masing 83,02 mGy, 47 %, dan 39,08 mGy, 30 %. Rata-rata Persentase Penambahan dosis terhadap dosis preskripsi dari kedua pemeriksaan CT *Head and Neck* dan CT *Pelvis* yaitu 1,6 % dan 0,43 %. Nilai dosis pemeriksaan CT *Head and Neck* lebih besar karena perbedaan *scanning* parameter yang digunakan yaitu arus tabung (mA) lebih besar berpengaruh pada tingginya intensitas sinar-X dan *Rotation Time* (s) lebih lambat menyebabkan lamanya waktu paparan radiasi yang dapat menaikkan dosis. Akan tetapi nilai dosis pemeriksaan CT *Pelvis* berada di atas nilai referensi DRL Indonesia yaitu 17 mGy dengan nilai rata-rata 27,31 mGy. Walaupun persentase penambahan dosis radiasi dari pemeriksaan CT berada di bawah ICRU Report. 50 (Minimum 95% dan Maksimum 107%) perlu adanya perhatian pada dosis yang diterima oleh pasien dari prosedur radioterapi. Optimalisasi parameter *scanning* sangat penting digunakan dan modalitas pencitraan non radiasi pengion untuk perencanaan terapi seperti MRI dengan berbagai keunggulan.

Kata kunci: CT *Simulator*, $CTDI_{Vol}$, Diameter Efektif, *Size Specific Dose Estimate* (SSDE).

ABSTRACT

Nurkamal, Aris, 2024. Evaluation Additional Dose Radiation of CT Simulator Toward Patients Radiotherapy With SSDE Parameters. Supervisors: Ni Larasati Kartika Sari, S.Pd, M.Si, and Dea Ryangga, S.Si., M.Si.

Radiotherapy utilizes CT Simulator as an diagnostic modality for delineation, dose calculation therapy planning. $CTDI_{Vol}$ is not the dose received by patient and AAPM TG.204 provides a conversion factor that takes into consideration the patient's more specific body size to correct $CTDI_{Vol}$. Although CT Simulator provides advantages, there is still a lack of attention and CT Radiotherapy dose saving strategies. This study aims to evaluate percentage of additional radiation dose of CT Simulator radiotherapy patients. The method used is in accordance with the AAPM TG.204 reference with Size Specific Dose Estimate (SSDE) parameter. $CTDI_{Vol}$ value from the CT console was measured using pencil ion chamber and CTDI Body phantom. The number of study patients were 10 CT Head and Neck CT and 10 patients CT Pelvic. From the study, $CTDI_{Vol}$ verification was below 20% ($ACR \leq 20\%$), average value of measurements with console and maximum deviation of CT Head and Neck were 42.41 mGy, 43.57 mGy and 3.49 %. As for CT Pelvis, results of the average value of measurements, console and maximum deviation are 26.77 mGy, 27.31 mGy and 2.02%. Average value of SSDE, Percentage Comparison with $CTDI_{Vol}$ CT Head and Neck and CT Pelvis respectively 83.02 mGy, 47 %, and 39.08 mGy, 30 %. Average percentage of dose addition to the prescribed dose of both CT Head and Neck and CT Pelvis examinations was 1.6% and 0.43%. Dose value of CT Head and Neck examination is greater due to differences in scanning parameters used, ie tube current (mA) is greater, which affects the high intensity of X-rays and the Rotation Time (s) is slower, causing the length of radiation exposure time which can increase the dose. However, dose value of Pelvic CT examination is above the Indonesian DRL reference value of 17 mGy with an average value of 27.31 mGy. Although percentage of additional radiation dose from CT examination is below ICRU Report. 50 (Minimum 95% and Maximum 107%) there needs to be attention to the dose received by patients from radiotherapy procedures. Optimization of scanning parameters is very important to use and non-ionizing radiation imaging modalities for therapy planning such as MRI with various advantages.

Keywords : CT Simulator, $CTDI_{Vol}$, Effective Diameter, , Size Specific Dose Estimate (SSDE).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah Wa Syukurillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proposal penelitian ini yang berjudul : **“EVALUASI DOSIS TAMBAHAN CT SIMULATOR PADA PASIEN RADIOTERAPI DENGAN PARAMETER SSDE”**.

Penulisan Proposal penelitian ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional. Dalam penyusunan Proposal Penelitian ini masih banyak kekurangan baik dari segi penulisan dan tinjauan teori yang kurang lengkap. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat rezeki, kesehatan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Lucky Kurnianingsih sebagai istri tercinta, Elshanum dan Elshahia anak-anak Papah tersayang yang selalu memberikan do'a, dukungan dan semangat cinta terkasih.
3. Keluarga besar Bapak Ori Asrori dan Keluarga Besar Bapak Suhadi tercinta yang telah banyak memberikan dukungan dan do'a.
4. Ni Larasati Kartika, S.Pd.,M.Si selaku pembimbing I dan Dea Ryangga, S.Si, M.Sc selaku pembimbing II dalam pembuatan Skripsi ini.
5. Staf Dosen pada Program Studi Fisika Universitas Nasional
6. Bapak Drs. Muzilman Muslim, M.Si (Alm) dan Ibu Febria Anita, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing mata kuliah Metodologi Penelitian yang telah membantu penulis dalam penyusunan Bab 1 sampai Bab 3 Proposal Penelitian.
7. Sayid Mubarak, S.Si, M.Sc selaku pembimbing penelitian di RSUP Fatmawati dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
8. Teman-teman fisika karyawan yang selalu membantu dan saling memberikan semangat dalam proses penyusunan Skripsi ini.
9. Rekan-rekan Instalasi Radiologi RS Krakatau Medika yang memberikan saya ijin untuk melanjutkan pendidikan Fisika.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini sebagai syarat kelulusan. Semoga Skripsi ini membawa manfaat untuk pengembangan ilmu dalam bidang fisika.

Jakarta, 27 Agustus 2024



DAFTAR ISI

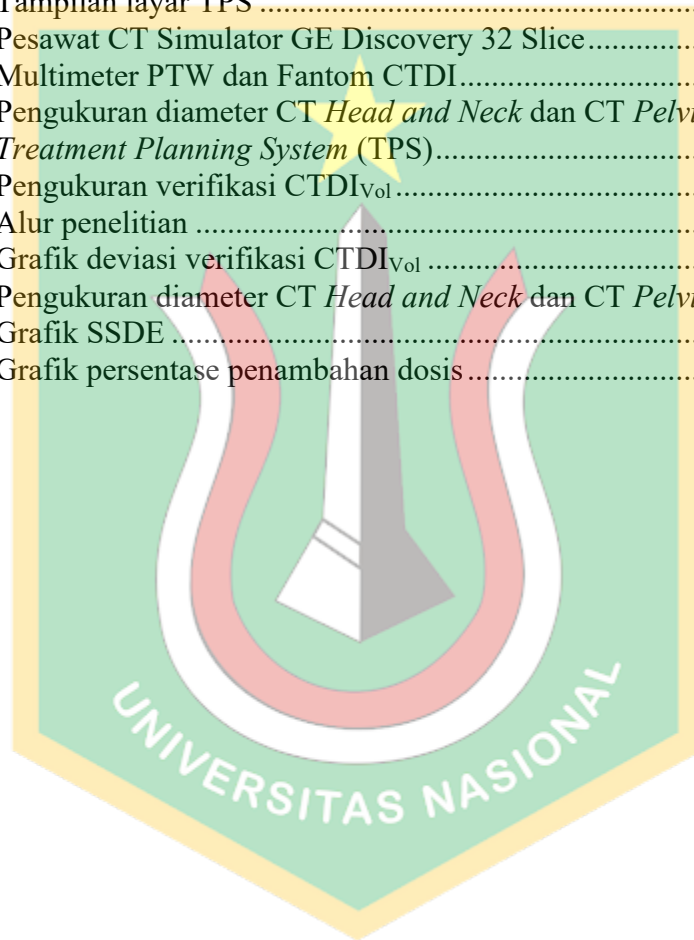
HALAMAN DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	xiv
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1. CT Simulator.....	5
2.1.2. Gantry CT, Tabung, Kolimator, Filter dan Detektor	7
2.2 CT Dose	8
2.2.1. <i>Volume Computed Tomography Dose Index</i>)	8
2.2.2. <i>Dose Length Product (DLP)</i>	10
2.2.3. <i>Size Specific Dose Estimate (SSDE)</i>	10
2.3 Radioterapi.....	11
2.4 Penelitian Terdahulu	12
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Desain Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.4 Metode Penelitian	18
3.4.1. Variabel Penelitian.....	18
3.4.2. Metode Pengumpulan Data.....	19
3.4.3. Teknik Pengumpulan Data.....	20
3.5 Analisis Data Penelitian	21
3.5.1. Pemrosesan Data	21
3.5.2. Pengolahan Data	21
3.6 Langkah Kerja Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Pengukuran Verifikasi CTDI _{Vol}	24
4.2. Nilai Dosis SSDE.....	27
4.2. Persentase Penambahan Dosis CT-Simulator	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
Daftar Pustaka.....	36
LAMPIRAN.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tabung sinar-X dan Detektor.....	5
Gambar 2.2. Hukum Lambert-Beer	6
Gambar 2.3. CT-Simulator	7
Gambar 2.4. CT-Scan tanpa penutup.....	7
Gambar 2.5. Ilustrasi istilah CTDI.....	8
Gambar 2.6. Lubang Fantom CTDI.....	9
Gambar 2.7. Ilustrasi istilah DLP	10
Gambar 2.8. Ilustrasi Pengukuran diameter efektif.....	10
Gambar 2.9. Tampilan layar TPS	12
Gambar 3.1. Pesawat CT Simulator GE Discovery 32 Slice.....	17
Gambar 3.2. Multimeter PTW dan Fantom CTDI.....	18
Gambar 3.3. Pengukuran diameter CT <i>Head and Neck</i> dan CT <i>Pelvis</i>	19
Gambar 3.4. <i>Treatment Planning System (TPS)</i>	20
Gambar 3.5. Pengukuran verifikasi $CTDI_{Vol}$	20
Gambar 3.6. Alur penelitian	23
Gambar 4.1. Grafik deviasi verifikasi $CTDI_{Vol}$	26
Gambar 4.2. Pengukuran diameter CT <i>Head and Neck</i> dan CT <i>Pelvis</i>	27
Gambar 4.3. Grafik SSDE	30
Gambar 4.4. Grafik persentase penambahan dosis.....	32



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Parameter Scanning CT Simulator	19
Tabel 4.1. Verifikasi $CTDI_{Vol}$ CT <i>Head and Neck</i>	24
Tabel 4.2. Verifikasi $CTDI_{Vol}$ CT <i>Pelvis</i>	25
Tabel 4.3. Dosis SSDE CT <i>Head and Neck</i>	28
Tabel 4.4. Dosis SSDE CT <i>Pelvis</i>	28
Tabel 4.5. Persentase CT <i>Head and Neck</i>	31
Tabel 4.6. Persentase CT <i>Pelvis</i>	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Administrasi Penelitian di RSUP Fatmawati	41
Lampiran 2 Verifikasi $CTDI_{VOL}$ dan Referensi Acuan Persentase Deviasi.....	43
Lampiran 3 Sertifikat Kalibrasi Alat Ukur Radiasi	46
Lampiran 4 Pengukuran diameter tubuh CT Head and Neck dan CT Pelvis	48
Lampiran 5 Tabel AAPM TG.204.....	51

