

SKRIPSI

**PENGARUH KOREKSI CT NUMBER DAN RELATIVE
ELECTRON DENSITY (RED) TERHADAP DISTRIBUSI DOSIS
PADA PERENCANAAN KASUS KLINIS DI TPS XIO**

***INFLUENCE OF CT NUMBER AND RELATIVE ELECTRON DENSITY
(RED) CORRECTION ON DOSE DISTRIBUTION IN CLINICAL CASE
PLANNING IN TPS XIO***

SKRIPSI

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



Oleh

Dwi Inayati Faizah
197003516009

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
2023**

PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME

Dengan ini saya nyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dan seluruh isinya berjudul **“Pengaruh Koreksi CT Number dan Relative Electron Density (RED) Terhadap Distribusi Dosis Pada Perencanaan Kasus Klinis Di TPS XIO.”** 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, 01 Maret 2023

Yang menyatakan



197003516009

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: **“Pengaruh Koreksi CT Number dan *Relative Electron Density* (RED) Terhadap Distribusi Dosis Perencanaan Pada Kasus Klinis Di TPS XIO”** 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, 01 Maret 2023

Yang menyatakan



197003516009

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENGARUH KOREKSI CT NUMBER DAN *RELATIVE ELECTRON DENSITY* (RED) TERHADAP DISTRIBUSI DOSIS PADA PERENCANAAN KASUS KLINIS DI TPS XIO

Ditulis dan dipersiapkan oleh :

Dwi Inayati Faizah

197003516009

Disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi Program Studi Fisika

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ni Larasati Kartika Sari S.Pd., M.Si.
NID.0106021014

R Dwi Bondan Panular S.Si., M.Si.
Kolonel CKM NRP. 34035

Mengetahui

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Ari Mutanto, M.Pd
NID. 0330076702

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH KOREKSI CT NUMBER DAN RELATIVE ELECTRON DENSITY (RED) TERHADAP DISTRIBUSI DOSIS PADA PERENCANAAN KASUS KLINIS DI TPS XIO

Ditulis oleh :

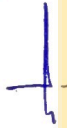
Dwi Inayati Faizah

197003516009

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

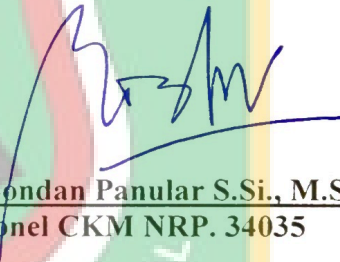
Jakarta, 01 Maret 2023

**Ketua Dewan Penguji/
Pembimbing I**



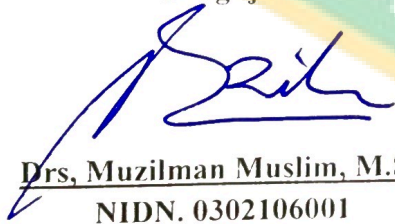
Ni Larasati Kartika Sari S.Pd., M.Si.
NID.0106021014

Pembimbing II



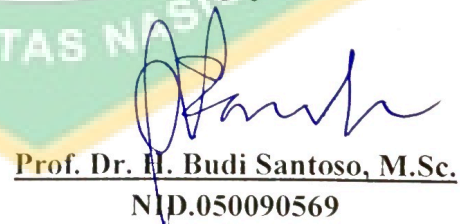
R Dwi Bondan Panular S.Si., M.Si.
Kolonel CKM NRP. 34035

Penguji I



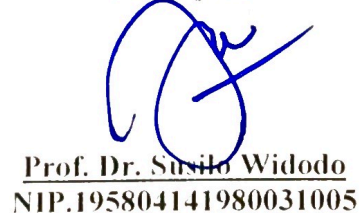
Drs. Muzilman Muslim, M.Si.
NIDN. 0302106001

Penguji II



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

Penguji III



Prof. Dr. Susilo Widodo
NIP.195804141980031005

ABSTRAK

Faizah, Dwi Inayati, 2023. Pengaruh Koreksi *CT Number* dan *Relative Electron Density* (RED) Terhadap Distribusi Dosis pada Perencanaan Kasus Klinis Di TPS XIO. Dibimbing oleh: Ni Larasati Kartika Sari S.Pd., M.Si. dan R Dwi Bondan Panular S.Si., M.Si. Kolonel CKM.

Radioterapi merupakan proses yang kompleks dan membutuhkan akurasi yang tinggi. Verifikasi data dari CT scan ke TPS merupakan salah satu metode untuk mendukung ketepatan CT number dan *Relative Electron Density* (RED), yang secara tidak langsung menjamin akurasi pada radioterapi. Penelitian ini telah dilakukan pengambilan citra *phantom* catphan 604 dengan variasi tegangan tabung dari 80 kV hingga 135 kV, data yang terukur pada CT number dan RED dimasukkan ke *Treatment Planning System* (TPS) program XIO. Evaluasi dilakukan dengan melihat hasil uji ANOVA, serta kurva isodosis, kurva *Dose Volume Histogram* (DVH), dan nilai dosis (Dactual) pada kasus klinis payudara dan rektum. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perubahan tegangan tabung tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan nilai CT number dan RED, dibuktikan dengan uji One-Way ANOVA dengan $P=1,000$ untuk CT number dan $P=0,997$ untuk RED. Koreksi CT number dan RED pada TPS memberikan perubahan yang signifikan terhadap distribusi dosis pada kasus payudara dan rektum. Pada kasus payudara Dactual meningkat pada organ paru kiri sebesar 5.12% dan jantung sebesar 0.51%. Pada kasus rektum Dactual meningkat sebesar 0.002% pada VU (*Vesica Urinaria*), Stoma sebesar 0.06%, Caput Femur L sebesar 0.02% dan Caput Femur R sebesar 0.7%. Pada kasus payudara kurva isodosis terdapat perubahan garis isodosis pada 5000 cGy dan 4500 cGy, untuk kurva DVH terdapat pergeseran pada garis yang mewakili organ jantung dan paru kiri. Pada kasus rektum kurva isodosis terjadi perubahan garis isodosis pada 5000 cGy dan 3000 cGy, untuk kurva DVH yang terbentuk tidak memberi pergeseran garis setelah koreksi pada TPS.

Kata Kunci: *CT Number*, *Relative Electron Density*, *Distribusi Dosis*.

ABSTRACT

Faizah, Dwi Inayati, 2023. Influence of CT Number and Relative Electron Density (RED) Correction on Dose Distribution in Clinical Case Planning in TPS XIO. Supervised by: Ni Larasati Kartika Sari S.Pd., M.Si. dan R Dwi Bondan Panular S.Si., M.Si. Kolonel CKM.

Radiotherapy is a complex process and requires high accuracy. Verification of data from CT scan to TPS is one method to support the accuracy of CT number and Relative Electron Density (RED), which indirectly ensures accuracy in radiotherapy. In this, images of phantom catphan 604 have been taken with tube voltage variation of 80 kV to 135 kV. The measured data on CT number and RED were entered into the Treatment Planning System (TPS) program XIO. The measured data was evaluated by ANOVA test, as well as the isodosis curve, Dose Volume Histogram (DVH) curve, and dose value (Dactual) in clinical cases of breast and rectum. Based on the results of the research that has been done, changes in tube voltage significant effect on the difference in the CT number and RED values, as showed by One-Way ANOVA test with $P=1.000$ for CT number and $P=0.997$ for RED. Correction of CT number and RED on TPS provides a significant change in the dose distribution of breast cases and rectum cases. In the breast case, Dactual was increased of 5.12% in the left lung organ and 0.51% in the heart. In the rectrum case, Dactual was increased of 0.002% in VU (Vesica Urinaria), 0.06% in stoma, 0.02% in Caput Femur L and 0.7% in Caput Femur R. In the isodose curve for breast case, there is a change in the isodosis line at 5000 cGy and 4500 cGy, while for the DVH curve there is a shift in the line representing the left heart and lung organs. In the isodosis curve for rectrum case, there is a change in the isodosis line at 5000 cGy and 3000 cGy, while for DVH curve there is no line shift after correction at TPS.

Key Note: *CT Number, Relative Electron Density, Dose Distribution.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia dan rahmatNya, karya tulis skripsi ini dapat penulis selesaikan. Skripsi yang berjudul “Pengaruh Koreksi CT *Number* dan *Relative Electron Density* (RED) Terhadap Distribusi Dosis Pada Perencanaan Kasus Klinis Di TPS XIO” ini penulis siapkan untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional. Penulis menyadari bahwa tanpa pengetahuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini sulit terselesaikan dengan baik. Maka pada kesempatan ini izinkan penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua, abang, adik, om, tante dan nenek yang saya cintai yang telah memberi segala kasih sayang dan doa tulusnya untuk penulis, dukung material dan morilnya sehingga penulisan skripsi ini dapat penulis tuntaskan.
2. Ibu Ni Larasati Kartika Sari, S.Pd, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak R Dwi Bondan Panular S.Si., M.Si Kolonel ckm selaku pembimbing II dan pembimbing lapangan di instalasi raditerapi RSPAD Gatot Soebroto Jakarta yang telah memungkinkan penulis mendapatkan data penelitian.
4. Ketua Prodi Fisika Bapak Drs. Ari Mutanto, M.Pd. dan semua staf dosen Program Studi Fisika atas jasa-jasanya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan lancar.
5. Bapak Hadi Lesmana, A.Md.Rad, S.Si, dan Rahmatul Hanifah, S.Si, M.Si selaku fisikawan medik di Instalasi Radiologi dan Radioterapi RSPAD Gatot Soebroto, yang selalu memberi motivasi dan semangat bagi penulis.
6. Radiografer dan staff Instalasi Radiologi dan Radioterapi RSPAD Gatot Soebroto yang sudah membantu dalam pengambilan data.
7. Teman-teman fisika regular 2019, Marini, esthi, arya dan krisna yang telah banyak memberikan dukungan semangat dan motivasi bagi penulis.
8. Asisten Laboratorium komputer FTS, ka gigan, ka resty, ka bella, ka mail, Kartika, thasya, terimakasih atas kebersamaannya
9. Kaka tingkat fisika 2018 ka hulfi dan ka tarfi, yang telah banyak memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Teman terdekat saya A wildan terimakasih atas kebersamaannya baik suka maupun duka dalam pembuatan skripsi.
11. Pihak-pihak yang tidak dituliskan satu per satu yang telah mendoakan, membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat dipahami bagi siapapun yang membacanya. Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan kedepannya.



Jakarta, 01 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME	I
PERNYATAAN PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI SKRIPSI	II
HALAMAN PERSETUJUAN	III
HALAMAN PENGESAHAN	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR LAMPIRAN	XIII
DAFTAR LAMBANG	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PENELITIAN	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Computed Tomography Simulator	5
2.1.2 CT Number	6
2.1.3 Relative Electron Density (RED)	8
2.1.4 Treatment Planning System (TPS) 3DCRT	9
2.1.5 Kurva Isodosis	9
2.1.6 Dose Volume Histogram (DVH).....	10
2.1.7 Phantom Catphan.....	11
2.1.8 IBM SPSS Statistic 25	12
2.2. Tinjauan Penelitian.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Desain Penelitian.....	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan	16

3.3.1 Alat Penelitian	16
3.3.2 Bahan Penelitian	18
3.4 Metode Penelitian.....	18
3.4.1 Variabel Penelitian	18
3.4.2 Metode Pengambilan Data	18
3.4.3 Metode Pengolahan Data.....	18
3.4.4 Analisis Data	20
3.5 Langkah Kerja Penelitian.....	21
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil dan Pembahasan Pengaruh Variasi kV Terhadap Grafik Nilai CT Number dan RED	22
4.2. Hasil Uji Statistik Pengaruh Variasi Tegangan Tabung terhadap nilai CT Number dan RED	26
4.3. Hasil dan Pembahasan Pengaruh Variasi Nilai CT Number dan RED pada Kasus Klinis	29
4.3.1 Kanker Payudara	31
4.3.2 Kanker Rektum.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 CT Scan Canon	5
Gambar 2.2 Posisi Laser	6
Gambar 2.3 Kurva isodose pada pasien kanker rectrum	10
Gambar 2.4 Kurva DVH pada pasien kanker rectrum	11
Gambar 2.5 Ilustrasi CTP 682 dengan lebar irisan, sensitometri, dan ukuran piksel	11
Gambar 2.6. proses pengolahan data	12
Gambar 3.1 Pesawat CT-Simulator	17
Gambar 3.2 Phantom Catphan 604	18
Gambar 3.3 TPS dengan program XIO	18
Gambar 3.4 ROI pada MONACO 1 pada setiap jaringan	20
Gambar 3.5. Input nilai CT number dan RED pada TPS	20
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4.1 Grafik variasi Tegangan Tabung (kV) terhadap nilai CT Number dan RED	24
Gambar 4.2 Hasil kurva DVH kanker payudara 80 kV	29
Gambar 4.3 Hasil kurva Isodosis pada kanker payudara pada variasi tegangan tabung	32
Gambar 4.4 Grafik distribusi dosis yang diterima pada organ	35
Gambar 4.5 Hasil kurva DVH pada kanker payudara pada variasi tegangan tabung	37
Gambar 4.6 Hasil kurva Isodosis pada kanker Rektum pada variasi tegangan tabung	38
Gambar 4.7 Grafik distribusi dosis yang diterima pada organ	38
Gambar 4.8 Hasil kurva DVH pada kanker rektum pada variasi tegangan tabung	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel daftar nilai rentang CT Number phantom catphan	7
Tabel 2.2 Tabel densitas elektron phantom catphan	8
Tabel 4.1 Tabel hasil nilai CT Number pada variasi kV.....	22
Tabel 4.2 Tabel hasil nilai RED pada variasi tegangan tabung	23
Tabel 4.3 Tabel koefisien determinasi (R^2) pada variasi kV.....	25
Tabel 4.4 Hasil uji normalitas CT Number.....	26
Tabel 4.5 Hasil uji normalitas RED	26
Tabel 4.6 Hasil Uji One-Way ANOVA pada CT Number	27
Tabel 4.7 Hasil Uji One-Way ANOVA pada RED.....	27
Tabel 4.8 Hasil nilai Dactual pada kanker payudara.....	32
Tabel 4.9 Hasil Dactual pada kanker Rektum.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji Statistik pada nilai CT Number dan RED

Lampiran 2 Hasil perhitungan persentase Dactual



DAFTAR LAMBANG

Besaran Dasar	Satuan dan Singkatan	Simbol
Koefisien atenuasi material	-	μ
Koefisien atenuasi air	-	μ_w



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan	Kemunculan Awal Dalam Teks
3DCRT	<i>Three Dimensional Conformal Radiation Therapy</i>	2
ANOVA	<i>Analysis Of Variance</i>	5
CTV	<i>Clinical Target Volume</i>	18
Dactual	<i>Dosis aktual</i>	5
DICOM	<i>Digital Imaging and Communication in Medicine</i>	4
Dmean	<i>Dosis Rata – rata</i>	30
DVH	<i>Dose Volume Histogram</i>	1
FOV	<i>Field of View</i>	11
GLOBOCAN	<i>Global Burden Of Cancer</i>	1
HC	<i>Heterogeneity Correction</i>	1
HU	<i>Hounsfield Unit</i>	1
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>	10
ICRU	<i>The International Commission on Radiation Units and Measurements</i>	1
LINAC	<i>Linear Acceleration</i>	1
MU	<i>Monitor Unit</i>	1
OAR	<i>Organ at Risk</i>	8
PTV	<i>Planning Target Volume</i>	9
QA	<i>Quality Assurance</i>	1
RED	<i>Relative Electron Density</i>	1
ROI	<i>Region Of Interest</i>	14
RTOG	<i>Radiation Therapy Oncology Group</i>	30
TPS	<i>Treatment Planning System</i>	1
VU	<i>Vesica Urinaria</i>	33