ANALISIS KUALITAS CITRA PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN VARIASI KETEBALAN SUBJEK DAN PENYESUAIAN SENSITIVITAS *AUTOMATIC EXPOSURE CONTROL*

SKRIPSI

TSANY NAJMAH AZIZ YENUUAR
2010442011

DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG

2025

ANALISIS KUALITAS CITRA PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN VARIASI KETEBALAN SUBJEK DAN PENYESUAIAN SENSITIVITAS *AUTOMATIC EXPOSURE CONTROL*

SKRIPSI

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dari Universitas Andalas

TSANY NAJMAH AZIZ YENUUAR
2010442011

DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITASANDALAS
PADANG

2025

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini :

Nama	: Tsany Najmah Aziz Yenuuar
NIM	: 2010442011
Departemen/Program Studi	: Fisika / Sarjana
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa naskah SKRIPSI yang berjudul Analisis Kualitas Citra pada *Computed Radiography* dengan Variasi Ketebalan Subjek dan Penyesuaian Sensitivitas *Automatic Exposure Control*, merupakan hasil pemikiran dan karya sendiri, bebas dari plagiat terhadap karya orang lain

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dalam naskah ini terkandung palgiat dan bentuk-bentuk peniruan lainnya yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 23 Juli 2025

Tsany Najmah Aziz Yenuuar

SKRIPSI

ANALISIS KUALITAS CITRA PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN VARIASI KETEBALAN SUBJEK DAN PENYESUAIAN SENSITIVITAS *AUTOMATIC EXPOSURE CONTROL*

disusun oleh:

Tsany Najmah Aziz Yenuuar
2010442011

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 23 Juli 2025

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Sri Oktamuliani, Ph.D
NIP. 198910032019032016

Penguji I	Penguji II	Penguji III
Dian Milvita, M.Si	Rico Adrial, M.Si.	Dr. Sri Handani M.Si.
NIP. 197401081999032001	NIP. 198803212019031007	NIP. 196907141995122001

ANALISIS KUALITAS CITRA PADA *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN VARIASI KETEBALAN SUBJEK DAN PENYESUAIAN SENSITIVITAS *AUTOMATIC EXPOSURE CONTROL*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis kualitas citra radiografi dengan variasi ketebalan subjek dan penyesuaian sensitivitas *Automatic Exposure Control* (AEC) dalam sistem *computed radiography* (CR). Tujuan penelitian adalah mengevaluasi dampak variasi ketebalan subjek dan penyesuaian sensitivitas AEC terhadap kualitas citra radiografi. Eksperimen dilakukan menggunakan fantom *Contrast Detail Resulation* (CDR) dan *Polymethyl-methacrylate* (PMMA) dengan variasi ketebalan 10, 15, 20, dan 25 cm. Proses eksposi dilakukan pada tegangan 70 kV dengan nilai mAs yang disesuaikan secara otomatis oleh sistem AEC dan dengan nilai *Focus-to-Film Distance* (FFD) ditetapkan di 100 cm. Analisis kualitas citra dilakukan melalui peningkatan kontras citra *Test Object Radiographic* (TOR) CDR sebesar 5% hingga 30% dengan interval 5%, diikuti dengan analisis profil *gray level*. Setiap ketebalan PMMA, dilakukan tiga kali eksposi guna mengevaluasi nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), kontras, dan *Exposure Index* (EI). Pengolahan dan analisis citra dilakukan menggunakan perangkat lunak *ImageJ*. Uji statistik terhadap parameter SNR, kontras, dan *Exposure Index* dilakukan menggunakan uji *one-way ANOVA* dengan hasil yang didapatkan pada parameter SNR, kontras dan *Exposure Index* yaitu p *value* 0,001, 0,202 dan 0,796. Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra TOR CDR pada ketebalan 10 cm dan citra PMMA pada ketebalan 15 cm menghasilkan kualitas citra yang optimal. Analisis ANOVA mengindikasikan adanya perbedaan signifikan pada parameter SNR, yang menunjukkan penurunan seiring dengan peningkatan ketebalan subjek. Namun, parameter kontras dan EI tidak menunjukkan perbedaan signifikan dan tetap berada dalam rentang diagnostik yang optimal pada semua ketebalan.

Kata kunci: *Automatic Exposure Control* (AEC), *Computed Radiography* (CR), *Exposure Index* (EI), Fantom *Contrast Detail Resulation* (CDR), *Polymethyl-Methacrylate* (PMMA)

IMAGE QUALITY ANALYSIS IN COMPUTED RADIOGRAPHY WITH SUBJECT THICKNESS VARIATIONS AND SENSITIVITY AND ADJUSMENT OF AUTOMATIC EXPOSURE CONTROL

ABSTRACT

A study was conducted to analyze the image quality of radiographic images obtained using a Computed Radiography (CR) system by varying subject thickness and adjusting the sensitivity of the Automatic Exposure Control (AEC). The aim was to evaluate the impact of subject thickness and AEC sensitivity adjustment on radiographic image quality. Experiments were performed using a Contrast Detail Resolution (CDR) phantom and Polymethyl-methacrylate (PMMA) with thicknesses of 10, 15, 20, and 25 cm. Exposures were carried out at 70 kV, with the mAs automatically adjusted by the AEC system, and a fixed Focus-to-Film Distance (FFD) of 100 cm. Image quality analysis was performed by enhancing the contrast of the Test Object Radiographic (TOR) CDR phantom images from 5% to 30% in 5% increments, followed by gray level profile analysis. For each PMMA thickness, three exposures were conducted to evaluate Signal-to-Noise Ratio (SNR), contrast, and Exposure Index (EI). Image processing and analysis were conducted using ImageJ software. Statistical analysis using one-way ANOVA revealed p-values of 0.001, 0.202, and 0.796 for SNR, contrast, and EI, respectively. The results indicated that the TOR CDR image at a thickness of 10 cm and the PMMA image at a thickness of 15 cm provided optimal image quality. ANOVA analysis revealed a significant difference in the SNR parameter, showing a decrease as subject thickness increased. In contrast, the contrast and EI parameters showed no significant differences and remained within the optimal diagnostic range across all thicknesses.

Keywords: *Automatic Exposure Control (AEC), Computed Radiography (CR, Exposure Index (EI), Contrast Detail Resulation* (CDR) *phantom, Polymethyl Methacrylate (PMMA).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "**Analisis Kualitas Citra pada *Computed Radiography* dengan Variasi Ketebalan Subjek dan Penyesuaian Sensitivitas *Automatic Exposure Control***". Shalawat beriringkan salam penulis ucapkan kepada nabi Muhammad SAW yang telah membawa Al-Quran sebagai pedoman hidup manusia.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Selesainya penulisan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasi kepada:

1. Kepada cinta pertama dan kepada pintu syurga ku, bapak Elvi Yendri dan ibu Eli Warni. Beliau sangat berperan penting dalam proses menyelesaikan program studi, beliau tidak pernah henti memberikan dukungan dan semangat, serta doa yang selalu mengiringi langkahku. Aku yakin 100% bahwa doa papa dan mama telah banyak menyelamatkan ku dalam menjalani hidup yang keras, Terima Kasih
2. Ibu Sri Oktamuliani, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kak Amel Oktavia, S.Si., selaku fisikawan medis di RS Universitas Andalas yang telah membimbing dan memberikan saran serta arahan kepada penulis selama pengambilan data.
4. Ibu Dian Milvita, M.Si., Bapak Rico Adrial, M.Si., dan Ibu Dr. Sri Handani, M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritikan dan arahan sehingga karya tulis ini menjadi lebih baik
5. Bapak Mora, M.Si., selaku penasehat akademik yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Ketua Departemen Fisika dan seluruh dosen serta staf pegawai Departemen

Fisika atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan.

7. Kepada saudara Perempuanku terima kasih sudah banyak membantu dan memberi dukungan dalam kesulitan-kesulitan yang dialami penulis selama menyelesaikan skripsi. Dan kepada adik laki-laki semata wayang Thoriq yang sudah memberikan semangat dan hiburan di hidup penulis dan tentunya untuk diri saya sendiri, sang penulis Tsany Najmah terima kasih sudah bertahan sampai sejauh ini.
8. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadiranya, Bripda Ravy Alfian Akbar. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya. Berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, baik tenaga, waktu, maupun materi kepada saya. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung, ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberikan semangat untuk patang menyerah. Semoga Allah selalu memberi keberkahan dalam segala hal yang kita lalui.
9. Rekan-rekan seperjuangan di Departemen Fisika Universitas Andalas khususnya angkatan 20 yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan, masukan, dan saran yang membangun agar skripsi ini bisa menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Padang, 23 Juli 2025

Tsany Najmah Aziz Yenuuar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH..... ii
ABSTRAK……. iv
ABSTRACT……..…… v
KATA PENGANTAR…….……v
DAFTAR ISI…….viii
DAFTAR GAMBAR……..xi
DAFTAR TABEL…… xiii
DAFTAR LAMPIRAN…… xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL…… xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian……..…. 3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian…….. 4
BAB 2 LANDASAN TEORI…….. 5
2.1 *Computed Radiography* (CR)…… 5
2.1.1 Komponen *Computed Radiography*…….. 6
2.1.2 Akuisisi Citra pada *Computed Radiography*…… 8
2.2 Kualitas Citra…… 9
2.2.1 Kontras (*Contrast*)…… 9
2.2.2 Ketajaman (*Sharpness*)…… …….. 11
2.2.3 Kecerahan (*Brightness*)…… ……. 12
2.2.4 *Noise*……..…… 13
2.3 Faktor Eksposi…….…… 13
2.3.1 Tegangan Tabung (kV)…… ……..…… 14
2.3.2 Arus Tabung (mA) dan Waktu Penyinaran (s) …….. 15
2.3.3 Jarak Sumber ke Detektor atau Pasien…… 15
2.3.4 Ketebalan Subjek……...……. 16
2.4 Parameter Paparan dan Sistem Otomatisasi…… 17
2.4.1 *Exposure Index* (EI)……...…. 17

2.4.2 *Automatic Exposure Control* (AEC)..... 20
2.5 Material dan Fantom Uji..... 23
2.5.1 Fantom *Polymethyl Methacrylate* (PMMA)..... 23
2.5.2 Fantom *Contrast Detail Resulation* (CDR)..... 24
2.6 Parameter Kualitas Citra Radiografi..... 26
2.6.1 *Image-J*..... 26
2.6.2 *Signal-to-Noise-Ratio* (SNR)..... 27
2.7 Metode Analisis Statistik..... 28
BAB 3 METODE PENELITIAN..... 29
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian..... 29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian..... 29
3.2.1 Alat..... 29
3.2.2 Bahan..... 31
3.3 Teknik Penelitian..... 32
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan..... 33
3.3.2 Penyinaran Fantom PMMA dan TOR CDR 33
3.3.3 Pengolahan Citra..... 34
3.3.4 Perhitungan Nilai SNR..... 35
3.3.5 Perhitungan *Exposure Index* (EI).....35
3.3.6 Analisis Data..... 36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... 38
4.1 Evaluasi Variasi Ketebalan Subjek Terhadap Kualitas Citra 38
4.1.1 Hubungan mAs dan *Exposure Index* (EI) Terhadap Ketebalan Subjek..... 40
4.1.2 Hasil Citra Variasi Ketebalan Subjek pada TOR CDR..... 41
4.1.3 Variasi Peningkatan Kontras..... 43
4.1.4 Hasil Analisis *Gray Level* Citra Sebelum *Enhancemen*t..... 45
4.1.5 Hasil Analisa *Gray Level* Citra Setelah *Enhancement*..... 47
4.2 Evaluasi Sensitivitas AEC terhadap Kualitas Citra..... 49
4.2.1 Variasi Ketebalan Subjek..... 50
4.2.2 Analisis Ketebalan Subjek Terhadap SNR..... 51
4.2.3 Analisis Ketebalan Subjek Terhadap Kontras..... 52

4.2.4 Analisis Ketebalan Subjek Terhadap *Exposure Index* (EI)…. 54
BAB 5 KESIMPULANDANSARAN…….. 57
5.1 Kesimpulan..... 57
5.2 Saran..... 57
DAFTAR PUSTAKA……... 59
LAMPIRAN-LAMPIRAN…… 63

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Sistem CR.....5

Gambar 2.2 *Imaging Plate* (IP) 6

Gambar 2.3 *Image Reader* ……...……...7

Gambar 2.4 Prinsip kerja pada *Computed Radiography*…… 9

Gambar 2.5 Citra dengan berbagai kontras (a) kontras rendah, (b) kontras normal, (c) kontras tinggi. ……..……..…….....10

Gambar 2.6 Perbedaan Citra pada 75 kVp dan 95 kVp…… 14

Gambar 2.7 Fantom PMMA…… 23

Gambar 2.8 Fantom radiografi TOR CDR…… 24

Gambar 2.9 Tampilan detail fantom TOR CDR……... 25

Gambar 2.10 Tampilan perangkat lunak *Image-J*…… 26

Gambar 3.1 Pesawat sinar-X Konvensional…….. 29

Gambar 3.2 Perangkat *computed radiography*……..…….. 30

Gambar 3.3 Kaset *imaging plate* (IP)……..…… 30

Gambar 3.4 Fantom PMMA…… 31

Gambar 3.5 CDR fantom…….. 31

Gambar 3.6 Tahapan penelitian……..... 32

Gambar 3.7 Pengambilan citra fantom PMMA dan CDR…… 34

Gambar 3.8 *Flowchart* perhitungan nilai SNR ……....35

Gambar 3.9 Detail citra sebelum *enhanced* dengan penandaan *gray level*……... 36

Gambar 3.10 Detail citra setelah *enhanced* dengan penandaan *gray level*……... 37

Gambar 4.1 Citra fantom CDR dengan faktor eksposi 60 kV dan 8 mAs…… 39

Gambar 4.2 Hubungan nilai mAs dan EI terhadap ketebalan subjek……... 40

Gambar 4.3 Citra TOR CDR dengan variasi ketebalan (a) 10 cm, (b) 15 cm, (c) 20 cm dan (d) 25 cm..... 42

Gambar 4.4 Hasil citra ketebalan10 cm yang ditingkatkan kontrasnya sebesar (a) 5%, (b) 10%, (c) 15%, (d) 20%, (e) 25%, (f) 30%..... 43

Gambar 4.5 Hasil citra ketebalan 15 cm yang ditingkatkan kontrasnya sebesar (a) 5%, (b) 10%, (c) 15%, (d) 20%, (e) 25%, (f) 30%..... 44

Gambar 4.6 Hubungan *gray level* sebelum *enhancement* terhadap kontras

pada citra fantom 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm……..... 46

Gambar 4.7 Hubungan *gray level* dengan *enhancement* terhadap kontras pada citra fantom 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm……..... 48

Gambar 4.8 Citra fantom PMMA dengan variasi ketebalan (a) 10 cm, (b) 15 cm, (c) 20 cm dan (d) 25 cm……..... 50

Gambar 4.9 Hubungan ketebalan subjek terhadap SNR (variasi ketebalan 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm)……..... 51

Gambar 4.10 Hubungan ketebalan subjek terhadap kontras (variasi ketebalan 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm)……..... 53

Gambar 4.11 Hubungan ketebalan subjek terhadap *exposure index* (variasi ketebalan 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm)……..... 55

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Nilai *Exposure Index* dan dosis radiasi pada *Image Receptor*…….. 18
Tabel 2.2 Pedoman indikator paparan untuk QC CR dewasa……19
Tabel 2.3 Nilai kontras pada objek CDR dengan diameter = 11 mm.……. 25
Tabel 4.1 Parameter kualitas citra pada variasi ketebalan fantom TOR CDR...…38
Tabel 4.2 Parameter kualitas citra pada variasi ketebalan fantom PMMA…….... 49

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran A. Uji kesesuaian pesawat sinar-X radiografi umum 63
Lampiran B. Surat izin penelitian..... 66
Lampiran C. Citra radiografi setelah penngkatan kontras..... 67
Lampiran D. Data *gray level* sebelum *enhancement*..... 69
Lampiran E. Data *gray level* setelah *enhancement* 70
Lampiran F. Grafik setelah *enhancement*..... 74
Lampiran G. Dokumentasi Penelitian..... 84

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN (akronim)	Keterangan Akronim	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
ADC	*Analog Digital Converter*	8
AEC	*Automatic Exposure Control*	2
ALARA	*As Low As Reasonably Achievable*	2
ANOVA	*Analysis of Variances*	4
BAPETEN	Badan Pengawas Tenaga Nuklir	9
CDR	*Contrast Detail Resulation*	23
CNR	*Contrast-to-Noise Ratio*	2
CR	*Computed Radiography*	1
DDI	*Detector Dose Indicator*	2
DICOM	*Digital Imaging and Communication in Medicine*	5
DR	*Digital Radiography*	1
EI	*Exposure Index*	15
FFD	*Focus Film Distance*	2
eNEQ	*Equivalent Noise Effective Quanta*	2
FFD	*Focus Film Distance*	2
IP	*imaging plate*	5
LUT	*Look-Up Table*	11
PMMA	*Polymethyl Methacrylate*	4
PSP	*Photostimulable Phosphor*	1
PTM	*Photo Multiplier Tube*	7
SNR	*Signal-to-Noise Ratio*	2

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

SIMBOL	Keterangan Simbol	Satuan	Pemakaian Peratama Kali Pada Halaman
kV	Tegangan tabung	kV	16
mAs	Arus waktu	mAs	16
μ	Rata-rata	Tingkat keabuan (0-255)	42
σ	Standar deviasi	Tingkat keabuan (0-255)	42
C	Nilai Kontras	rasio	41
I_{max}	Intensitas Maksimum	Tingkat keabuan (0-255)	41
I_{min}	Intensitas Minimum	Tingkat keabuan (0-255)	41
Pixel	Resulasi Gambar	px	42
Cm	Ketebalan Subjek	cm	16

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA