

UJI *IMAGE UNIFORMITY* PERANGKAT *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU

KARYA TULIS ILMIAH



Oleh :

**HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN
NIM. 202211402041**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2025**

UJI *IMAGE UNIFORMITY* PERANGKAT *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU

KARYA TULIS ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Kesehatan**



Oleh :

**HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN
NIM. 202211402041**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah telah diperiksa, disetujui dan siap untuk dipertahankan dihadapan tim penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Awal Bros

Judul : UJI *IMAGE UNIFORMITY* PERANGKAT *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU

Penulis : HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN

NIM : 202211402041

Pekanbaru, 18 Maret 2025

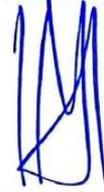
Menyetujui,

Pembimbing I



Aulia Annisa, M.Tr.ID
NIDN. 1014059304

Pembimbing II



Marido Bisra, M.Tr.ID
NIDN. 1019039302

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Awal Bros



Shelly Angella, M.Tr. Kes
NIDN. 1022099201

LEMBAR PENGESAHAN

Karya Tulis Ilmiah :

Telah disidangkan dan disahkan oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi
Diploma III Teknik Radiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Awal Bros

JUDUL : *UJI IMAGE UNIFORMITY PERANGKAT COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU

PENYUSUN : HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN

NIM : 202211402041

Pekanbaru, 23 Juli 2025

1. Penguji I : Danil Hulmansyah, M.Tr.ID ()
NIDN. 1029049102
2. Penguji II : Aulia Annisa, M.Tr.ID ()
NIDN. 1014059304
3. Penguji III : Marido Bisra, M.Tr.ID ()
NIDN. 1019039302

Mengetahui,
Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Awal Bros



Shelly Angella, M.Tr. Kes
NIDN. 1022099201

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
Judul : Uji *Image Uniformity* Perangkat *Computed radiography*
Dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi
RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau
NIM : 202211402041

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam KTI ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Kesehatan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 30 Juni 2025

Yang membuat pernyataan


(Hani Bertuah Oktavia Silaen)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia dan penyertaan-Nya yang tiada henti. Dengan penuh syukur, saya mempersembahkan Karya Tulis Ilmiah ini kepada:

1. Persembahan istimewa kepada Opung saya yaitu Jomini Siahaan, sosok yang paling saya cintai di dunia dan sumber inspirasi dalam hidup saya. Meski beliau tak pernah merasakan bangku kuliah, beliau mampu menghadiahkan saya kesempatan untuk menapaki dunia perkuliahan. Terima kasih telah memberikan saya doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa batas. Kesabaran dan pengorbananmu akan selalu menjadi kekuatan terbesar dalam perjalanan hidup saya.
2. Kepada Bou saya yaitu Teti Berliana S.kep,Ners. Terima kasih telah memberikan saya banyak dukungan dan kasih sayang serta motivasi dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
3. Kepada Ayah saya yaitu Parlindungan Silaen dan Ibu saya Yaitu Risma Sinaga, yang telah banyak membimbing saya serta kasih sayang yang tiada henti. Terima kasih atas dukungannya dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
4. Kepada Ibu Aulia Annisa, M.Tr.ID dan Bapak Marido Bisra, M.Tr.ID selaku dosen pembimbing saya, yang telah memberikan ilmu, arahan, serta dorongan selama proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Kepada Bapak Danil Hulmansyah, M.Tr.ID selaku dosen penguji saya, yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah.

6. Kepada sahabat saya di bangku perkuliahan yang selalu bersama dalam tiga tahun ini, Yuliana, Asshy, Fara dan Ghea yang telah membantu saya dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah dan selalu hadir memberikan semangat, bantuan, beserta doanya . terima kasih telah sabar menghadapi saya selama ini.
7. Untuk teman-teman seperjuangan Radiologi 2022 yang telah berjuang bersama, dan akhirnya bisa menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Terima kasih ditunjukkan kepada semua pihak yang telah memberikan arahan dan bantuan yang berarti dari tahap awal hingga tuntasnya penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Terakhir, terima kasih kepada diriku sendiri yang sudah berusaha sebaik mungkin. Ini bukan akhir, tetapi langkah awal untuk perjalanan yang lebih panjang ke depannya.

Semoga Karya Tulis Ilmiah ini menjadi salah satu bentuk bakti dan langkah awal untuk terus memberikan yang terbaik. Dengan segala kerendahan hati, Penulis mengakui bahwa Karya Tulis Ilmiah ini belum sepenuhnya sempurna dan masih memiliki sejumlah keterbatasan. Untuk itu, penulis membuka diri terhadap segala bentuk kritik dan saran yang bersifat konstruktif guna meningkatkan kualitas Karya Tulis Ilmiah ini kedepannya.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
Tempat/Tanggal Lahir : Bagan Batu/ 19 Oktober 2003
Agama : Kristen Protestan
Jenis Kelamin : Perempuan
Anak Ke : 1 dari 5 Bersaudara
Status : Mahasiswa
Nama Orang Tua
Ayah : Parlindungan Silaen
Ibu : Risma Sinaga
Alamat : Bagan Batu, Kec. Bagan Sinaembah, Kab. Rokan
Hilir

Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2009 s/d 2015 : SD Swata Bakti Bagan Sinembah (Berijazah)
Tahun 2015 s/d 2018 : SMP Negeri 1 Bagan Sinembah (Berijazah)
Tahun 2018 s/d 2021 : SMA Negeri 1 Bagan Sinembah (Berijazah)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat waktu, dengan judul “**UJI *IMAGE UNIFORMITY* PERANGKAT *COMPUTED RADIOGRAPHY* DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU**”

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru. Meskipun penulis telah berusaha sepenuhnya masih terdapat kekurangan dan kesalahan akibat keterbatasan kemampuan, pengetahuan, serta pengalaman. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat yang membangun demi perbaikan karya ini ke depannya.

Dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis menerima banyak sekali bimbingan, bantuan dan saran serta motivasi dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Opung serta Bou saya yang tercinta yang banyak membagikan dorongan dan bantuan berupa moral maupun materil, saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat di selesaikan.
2. Ibu Dr. Yulianri Wulandari, SKM.,MARS selaku Rektor Universitas Awal Bros Pekanbaru

3. Ibu Shelly Angella, M.Tr.Kes sebagai Ketua Prodi Universitas Awal Bros Pekanbaru
4. Ibu Aulia Anissa, M.Tr.ID selaku Pembimbing I, yang sudah dengan penuh kesabaran membagikan bimbingan, arahan serta pendapat dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah
5. Bapak Marido Bisra, M.Tr.ID selaku Pembimbing II, yang juga telah membagikan dukungan, arahan, serta masukan yang membangun selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini berlangsung.
6. Bapak Danil Hulmansyah, M.Tr.ID selaku Penguji yang telah membagikan kritik, saran, serta evaluasi yang membangun dalam proses penyempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini agar lebih berkualitas dan sesuai dengan standar akademik.
7. Seluruh staf dan tenaga kesehatan di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, yang telah memberikan izin serta dukungan selama penelitian.
8. Seluruh Dosen Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan, wawasan, serta bimbingan selama masa perkuliahan.
9. Rekan-rekan senasib, mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru Angkatan 2022, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan sepanjang proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat peneliti sampaikan satu persatu, penulis

mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bentuk bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Akhir kata, penulis menyampaikan rasa terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah banyak berkontribusi dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini. Penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca dan pihak yang berkepentingan.

Pekanbaru, 18 Maret 2025

Hani Bertuah Oktavia Silaen

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|--|--------------|
| JUDUL | |
| LEMBAR PERSETUJUAN | |
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR SINGKATAN..... | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | ix |
| ABSTRAK..... | xviii |
| ABSTRACT..... | xix |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.3 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Tinjauan Teoritis..... | 7 |
| 2.1.1 Pengertian Sinar-X..... | 7 |
| 2.1.2 <i>Computed Radiography (CR)</i> | 9 |
| 2.1.3 <i>Quality Control (QC)</i> | 18 |
| 2.2. Kerangka Teoritis..... | 25 |
| 2.3. Penelitian Terkait..... | 26 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 27 |
| 3.1 Jenis dan desain Penelitian..... | 27 |
| 3.2 Subjek Penelitian..... | 27 |
| 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 27 |
| 3.4 Teknik Pengambilan Data..... | 27 |
| 3.5 Instrumen Penelitian..... | 29 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 3.6 | Prosedur Penelitian..... | 31 |
| 3.7 | Analisis Data | 33 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 34 |
| 4.1 | Hasil Penelitian | 34 |
| 4.1.1 | Karakteristik Sampel..... | 34 |
| 4.1.2 | Hasil Citra <i>Imaging Plate</i> (IP) dengan Variasi KV..... | 35 |
| 4.1.3 | Penempatan Lokasi Titik ROI Pada Setiap Citra..... | 37 |
| 4.1.4 | Pengukuran Nilai Titik ROI Setiap Citra Menggunakan Perangkat Lunak pengolah citra | 38 |
| 4.2 | Pembahasan | 41 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| 5.1 | Kesimpulan | 45 |
| 5.2 | Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Proses Terjadinya Sinar-X (Indrati, 2017) | 8 |
| Gambar 2.2 Prinsip kerja pada <i>Computed Radiography</i> | 10 |
| Gambar 2.3 Kaset CR | 11 |
| Gambar 2.4 <i>Image plate</i> (Utami et al, 2018). | 12 |
| Gambar 2.5 <i>Image Reader</i> (Lampignano et al. 2017)..... | 13 |
| Gambar 2.6 Ilustrasi FFD (Lampignano, 2018)..... | 17 |
| Gambar 2.7 uji <i>image uniformity</i> menggunakan PMMA | 22 |
| Gambar 2.8 Kerangka Teoritis..... | 25 |
| Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X | 29 |
| Gambar 3.2 kaset CR | 30 |
| Gambar 3.3 Image Reader..... | 30 |
| Gambar 3.4 Pembagian ROI (IAEA, 2023) | 32 |
| Gambar 4.1 Variasi 60 KV dan 20 mAs..... | 35 |
| Gambar 4.2 Variasi 70 KV dan 20 mAs..... | 36 |
| Gambar 4.3 Variasi 80 KV dan 20 mAs..... | 37 |
| Gambar 4.4 Letak ROI pada uji <i>Image Uniformity</i> | 38 |
| Gambar 4.5 ROI KV 60 | 39 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Perbedaan AAPM No 93 Tahun 2006 dan IAEA No 47 tahun 2023 .. | 24 |
| Tabel 2.2 Tabel Penelitian Terkait | 26 |
| Tabel 4.1 Karakteristik Sampel | 34 |
| Tabel 4.2 Tabel Nilai Standar Deviasi dan Nilai Rata-Rata | 39 |
| Tabel 4.3 Tabel Nilai <i>Image Uniformity</i> | 40 |

DAFTAR SINGKATAN

| | | |
|----------------|---|---|
| MRI | : | <i>Magnetic Resonance Imaging</i> |
| CT Scan | : | <i>Computed tomografi-Scan</i> |
| DR | : | <i>Digital Radiography</i> |
| CR | : | <i>Computed Radiography</i> |
| IP | : | <i>Imaging Plate</i> |
| QC | : | <i>Quality Control</i> |
| IAEA | : | <i>International Atomic Energy Agency</i> |
| HVL | : | <i>Half Value Layer</i> |
| PV | : | <i>Pixel Value</i> |
| PVSD | : | <i>Pixel Value Standard Deviation</i> |
| MPV | : | <i>Mean Pixel Value</i> |
| SD | : | <i>Standar Deviation</i> |
| SID | : | <i>Source-to-Image Distance</i> |
| FFD | : | <i>Focus Film Distance</i> |
| DICOM | : | <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> |
| ROI | : | <i>Region Of Interest</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Suvery Awal
- Lampiran 2 Surat Izin Survey Awal
- Lampiran 3 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 4 Surat Balasan Izin Penelitian
- Lampiran 5 Surat Persetujuan Etik
- Lampiran 6 Tabel Nilai Standar Deviasi dan Nilai Rata-Rata
- Lampiran 7 Tabel Nilai *Image Uniformity*
- Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 9 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 60
- Lampiran 10 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 70
- Lampiran 11 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 80
- Lampiran 12 Lembar Konsul Pembimbing I
- Lampiran 13 Lembar Konsul Pembimbing II

**UJI IMAGE UNIFORMITY PERANGKAT COMPUTED RADIOGRAPHY
DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI
RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU**

HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN¹⁾
¹⁾Universitas Awal Bros

Email: hanibertuahoktaviasilaen@gmail.com

ABSTRAK

Computed Radiograph (CR) adalah proses digitalisasi citra menggunakan *image plate* (IP). *Imaging Plate* (IP) merupakan komponen utama dalam sistem CR yang berfungsi menangkap bayangan laten, lalu diubah menjadi citra digital. Salah satu QC perangkat CR adalah pengujian *image uniformity*, yaitu kemampuan IP menghasilkan tingkat keabuan yang merata pada seluruh titik paparan. Berdasarkan observasi di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru, IP A52066115C ukuran 35×43 cm menunjukkan artefak pada citra dan belum menjalani QC dalam setahun terakhir. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi *image uniformity* pada IP berdasarkan pedoman AAPM No.93 Tahun 2006

Metode penelitian bersifat kuantitatif dengan desain deskriptif. Prosedur dilakukan dengan 3x *exposure* pada IP menggunakan KV 60, 70 dan 80 dengan mAs 20, setelah itu, ROI ditempatkan di lima titik, dan nilai standar deviasi dari tiap titik dihitung untuk memperoleh nilai rata-rata dan dibandingkan dengan kelima nilai titik ROI kemudian dapat dibandingkan nilai batas toleransi *image uniformity* sesuai dengan standar AAPM No 93 Tahun 2006 yaitu 10% dari nilai rata-rata keseluruhan citra yang diuji.

Hasil uji *image uniformity* menunjukkan nilai *image uniformity* pada semua variasi KV melebihi batas toleransi. Nilai pada KV 60 rata-rata sebesar 8,388 dengan batas toleransi (7,549–9,226), pada KV 70 rata-rata sebesar 8,498 dengan batas toleransi (7,648–9,347) dan KV 80 rata-rata sebesar 8,628 dengan batas toleransi (7,765–9,490). IP dinyatakan tidak seragam dan memerlukan evaluasi lanjutan.

Kata Kunci : *Uniformity, IP, AAPM*
Kepustakaan : 22 (2006-2023)

**IMAGE UNIFORMITY TEST OF COMPUTED RADIOGRAPHY DEVICE
USING DIGITAL IMAGE PROCESSING METHOD AT THE RADIOLOGY
RSUD ARIFIN ACHMAD RIAU PROVINCE**

HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN¹⁾

¹⁾Universitas Awal Bros

Email: hanibertuahoktaviasilaen@gmail.com

ABSTRACT

Computed Radiography (CR) is the process of digitizing images using an Image Plate (IP). The Image Plate (IP) is the main component in the CR system that functions to capture latent images, which are then converted into digital images. One of the QC tests for CR devices is the image uniformity test, which is the ability of the IP to produce uniform gray levels across all exposure points. Based on observations at the Radiology Installation of RSUD Arifin Achmad Pekanbaru, the IP A52066115C measuring 35×43 cm showed artifacts on the image and had not undergone QC in the past year. This study aims to evaluate the image uniformity on the IP based on the AAPM No. 93 Year 2006 guidelines.

The research method is quantitative with a descriptive design. The procedure was carried out with 3× exposures on the IP using 60, 70, and 80 kV with 20 mAs, after which ROIs were placed at five points, and the standard deviation values of each point were calculated to obtain the average value and compared with the five ROI point values, which were then compared to the image uniformity tolerance limits according to the AAPM No. 93 Year 2006 standard, which is 10% of the overall average value of the tested image.

The results of the image uniformity test showed that the image uniformity values for all kV variations exceeded the tolerance limits. The value at 60 kV averaged 8.388 with a tolerance limit of (7.549–9.226), at 70 kV averaged 8.498 with a tolerance limit of (7.648–9.347), and at 80 kV averaged 8.628 with a tolerance limit of (7.765–9.490). The IP was declared non-uniform and requires further evaluation.

Keywords: Uniformity, IP, AAPM

Libraries : 22 (2006-2023)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seperti gelombang radio, inframerah, cahaya tampak, dan sinar UV, sinar X memiliki panjang gelombang yang lebih pendek dan merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik. Sinar X tidak dapat diamati secara langsung karena sangat heterogen dan memiliki spektrum panjang gelombang yang berbeda. Salah satu pemanfaatannya adalah dalam bidang radiodiagnostik, di mana prinsip kerjanya didasarkan pada interaksi sinar X dengan objek tertentu untuk menghasilkan citra radiograf yang membantu dalam menegakkan diagnosis suatu kelainan atau penyakit (Pangestu et al., 2022). Dalam dunia medis, sinar-X menjadi modalitas utama dalam diagnostik kesehatan, yang memungkinkan visualisasi struktur tulang tanpa perlu melakukan pembedahan, terutama untuk keperluan radiologi.

Radiologi adalah salah satu bidang dalam ilmu kedokteran yang menggunakan pancaran radiasi pengion dan non pengion. Secara garis besar, radiologi diklasifikasikan menjadi dua bidang yaitu Radiodiagnostik dan Radioterapi (Yoshandi & Hulmansyah, 2021). Radioterapi merupakan suatu prosedur medis yang memanfaatkan radiasi pengion dalam dosis tinggi untuk menghancurkan atau merusak sel-sel kanker pada tubuh pasien (Winarno, 2021). Radiodiagnostik merupakan cabang dari ilmu kedokteran yang memanfaatkan teknologi pencitraan medis untuk mendeteksi dan mendiagnosis berbagai jenis penyakit, dengan memanfaatkan berbagai

modalitas pencitraan seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Computed tomografi-Scan* (Ct-Scan), *Digital Radiography* (DR) dan *Computed Radiography* (CR). (Rahmayani et al.,2020)

Computed Radiography (CR) merupakan teknologi digitalisasi citra yang memakai lempeng berbahan *photostimulable plate* sebagai pengganti *film-screen* konvensional yang disebut *Imaging plate* (IP). *Imaging plate* (IP) ini berfungsi untuk menangkap bayangan laten hasil paparan sinar-x dan selanjutnya diproses melalui *image plate reader device* untuk diubah menjadi citra digital. (Zelviani, 2017)

Citra digital merupakan gambar yang dibuat melalui proses pengolahan komputer, dengan merepresentasikan data gambar dalam bentuk angka-angka. Citra tersebut disusun dalam format matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Setiap elemen dalam matriks ini disebut sebagai *picture element (pixel)* yang merepresentasikan nilai tingkat keabuan (*grey level*) pada bagian citra tersebut. Pada sistem *Computed Radiography* (CR), citra yang dihasilkan berupa citra *grayscale*, di mana setiap nilai *pixel* merepresentasikan tingkat keabuan atau intensitas cahaya, mulai dari warna gelap (hitam) hingga warna terang (putih). Ukuran intensitas paling rendah menunjukkan warna hitam, sedangkan ukuran intensitas tertinggi menandakan warna putih. Umumnya, citra *grayscale* memiliki kedalaman *pixel* 8 bit, yang berarti mampu merepresentasikan hingga 256 tingkat keabuan. Namun, dalam beberapa penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi, seperti pencitraan medis atau teknik pemrosesan khusus, citra *grayscale* dapat memiliki kedalaman *pixel* lebih besar, misalnya 16 bit (Anita & Tunggadewi, 2020). Dalam konteks pencitraan medis, nilai *pixel* ini

sangat penting karena menjadi dasar dalam interpretasi citra oleh tenaga medis. Akurasi dan konsistensi nilai-nilai *pixel* di seluruh area citra menjadi faktor penentu kualitas citra.

Kualitas citra merupakan tingkat kemampuan sistem pencitraan dalam menyajikan informasi diagnostik secara optimal. Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas citra meliputi densitas, kontras, detail, dan ketajaman gambar. (Carlton et al., 2020). Jika kualitas citra tidak terjaga, dapat muncul ketidakseimbangan dalam pencitraan yang dapat memengaruhi kejelasan dan ketepatan informasi visual. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas citra perlu melakukan *Quality Control* (QC). *Quality Control* (QC) merupakan tahap atau kegiatan untuk mendeteksi dan mengoreksi penyimpangan atau perubahan yang terjadi dalam sistem, guna mempertahankan mutu sesuai standar yang ditetapkan. *Quality Control* (QC) juga mencakup penyesuaian teknik dan prosedur operasional, serta penerapan tindakan korektif secara cepat dan memastikan sistem tetap berjalan dengan optimal. (Arief, T. I & Dewi, L. S, 2017). QC yang tidak dilakukan secara berkala, maka kemungkinan terjadinya penurunan kualitas citra akan meningkat, yang dapat menyebabkan artefak, *noise*, atau *non-uniformity* pada hasil pencitraan.

Salah satu dari beberapa aspek QC yang diterapkan pada perangkat CR adalah melakukan pengujian keseragaman citra atau disebut dengan *image uniformity*. Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan metode pengolahan citra digital pada gambar CR. Berdasarkan AAPM Nomor 93 Tahun 2006, frekuensi uji *image uniformity* bisa dilakukan saat tahap penerimaan awal dan tahunan dengan nilai ROI dari sampel area yang nilainya masih dengan batas

toleransi maksimum sebesar 10% dari nilai rata-rata keseluruhan citra pada area sampel. Berdasarkan *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No 47 tahun 2023 frekuensi uji *image uniformity* dilakukan setiap enam bulan sekali. Citra digital yang dihasilkan oleh sistem CR sangat mendukung proses diagnostik. Tingkat keseragaman citra (*image uniformity*) menjadi indikator penting untuk menilai kualitas pencitraan dalam pemeriksaan radiologi, karena dapat memengaruhi keakuratan informasi yang ditampilkan. Apabila pengujian ini tidak dilakukan sesuai interval yang telah ditetapkan, maka kemungkinan terjadinya gangguan visual pada citra meningkat. Selain itu, kerusakan pada *Imaging Plate* (IP) atau sistem pembaca CR dapat tidak teridentifikasi secara dini, yang pada akhirnya dapat menurunkan mutu pelayanan radiologi secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil pengamatan di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau terdapat tiga kamar pemeriksaan untuk radiologi konvensional. Kamar nomor 1 menggunakan *Computed Radiography* (CR) sebagai modalitas utama, kamar nomor 2 menggunakan *Digital Radiography* (DR), sedangkan kamar nomor 3 juga menggunakan *Computed Radiography* (CR) sebagai modalitas utamanya. Pada kamar nomor 3, penulis menemukan IP ukuran 35x43 cm dengan barcode A52066115C, yang menunjukkan adanya artefak berupa garis dan bintik-bintik putih pada hasil pencitraan yang menunjukkan ketidakseragaman tingkat keabuan pada citra, selain itu perangkat IP tersebut belum dilakukannya *quality control* selama setahun. Berdasarkan standar dari *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) No 93 Tahun 2006 frekuensi uji *image uniformity* dapat dilakukan

pada penerimaan awal dan tahunan dan menurut *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No 47 tahun 2023 frekuensi uji *image uniformity* dilakukan setiap enam bulan sekali. Oleh karena itu, mengingat pentingnya dilakukan *quality control* demi menjaga kualitas citra yang dihasilkan penulis memiliki ketertarikan untuk melakukan penelitian yang berjudul “Uji *Image uniformity* perangkat *Computed Radiography* dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi Arifin Achmad Pekanbaru”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka dibuat rumusan masalah antara lain:

- 1.2.1 Bagaimana hasil uji *image uniformity* pada perangkat *Computed Radiography* dengan metode pengolahan citra digital berdasarkan AAPM Nomor 93 Tahun 2006 ?
- 1.2.2 Apakah hasil uji dari nilai *image uniformity* masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar AAPM Nomor 93 Tahun 2006?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pengujian ini antara lain:

- 1.3.1 Mengevaluasi hasil uji *image uniformity* pada perangkat *Computed Radiography* dengan metode pengolahan citra digital berdasarkan AAPM Nomor 93 Tahun 2006.
- 1.3.2 Mengevaluasi hasil uji dari nilai *image uniformity* masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar AAPM Nomor 93 Tahun 2006

1.4 Manfaat Penelitian

Temuan pengujian ini diharapkan memberikan manfaat, antara lain?

1.4.1 Bagi Peneliti

Pengujian ini diharapkan mampu menambah wawasan sekaligus memperdalam pemahaman peneliti mengenai konsep kendali mutu khususnya melalui pengujian *image uniformity* pada perangkat *Computed Radiography*

1.4.2 Bagi Rumah Sakit

Hasil pengujian ini diharapkan memberikan kontribusi sebagai bahan evaluasi dan masukan dalam pelaksanaan kendali mutu di instalasi radiologi, khususnya pada perangkat IP.

1.4.3 Bagi Institusi Pendidikan

Pengujian ini juga diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan rujukan dalam pembelajaran yang bermanfaat bagi mahasiswa D-III Teknik Radiologi, terutama dalam memahami dan mengaplikasikan konsep kendali mutu menggunakan pengujian metode pengolahan citra digital pada perangkat *Computed Radiography*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritis

2.1.1 Pengertian Sinar-X

Sinar X merupakan gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, inframerah, cahaya tampak, dan sinar ultraviolet, namun dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek. Sinar X bersifat heterogen dengan variasi panjang gelombang yang tidak dapat diamati secara langsung. Salah satu pemanfaatannya adalah dalam bidang radiodiagnostik, di mana prinsip kerjanya didasarkan pada interaksi sinar X dengan objek tertentu untuk menghasilkan citra radiograf yang membantu dalam menegakkan diagnosis suatu kelainan atau penyakit (Pangestu et al., 2022). Proses terbentuknya sinar-X adalah sebagai berikut :

2.1.1.1. Katoda merupakan kutub negatif yang terdiri dari filamen.

Ketika arus listrik dialirkan, filamen akan memanaskan dan menyebabkan terjadinya emisi elektron melalui proses yang disebut emisi termionik. Elektron-elektron ini membentuk awan elektron di sekitar filamen.

2.1.1.2. Kutub positif (anoda) sebagai target, berfungsi sebagai target tumbukan bagi elektron yang berasal dari katoda. Anoda biasanya terbuat dari logam berat seperti tungsten

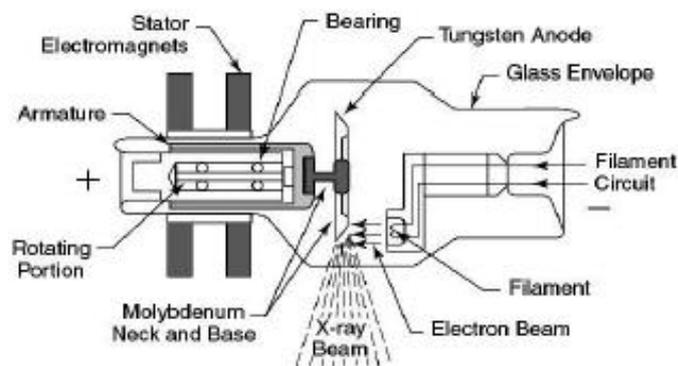
atau molybdenum, tergantung pada karakteristik Sinar-X yang diinginkan.

2.1.1.3. Ketika terjadi beda tegangan tinggi diterapkan di antara katoda dan anoda, elektron yang terlepas dari filamen akan dipercepat mengarah ke anoda secara sangat cepat.

2.1.1.4. Elektron yang dipercepat menumbuk atom-atom logam di permukaan anoda. Tumbukan ini menyebabkan elektron-elektron pada orbit dalam atom target terpental keluar dari tempatnya.

2.1.1.5. Terjadi kekosongan elektron pada orbit dalam akan menyebabkan elektron dari orbit luar berpindah ke posisi kosong tersebut. Perpindahan ini menyebabkan pelepasan energi berupa foton, yang disebut sinar-x karakteristik.

2.1.1.6. Selain itu, jika elektron melambat atau diblokkan ketika mendekati inti atom anoda, energi kinetiknya akan dilepaskan dalam bentuk sinar-X bremsstrahlung (Indrati, 2017).



Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Sinar-X (Indrati, 2017)

2.1.2 *Computed Radiography (CR)*

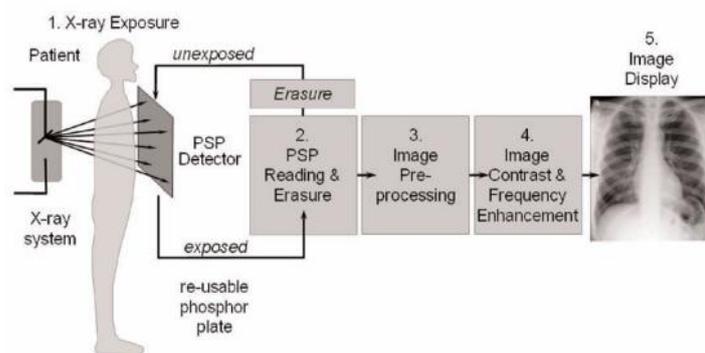
CR merupakan proses digitalisasi gambar yang memanfaatkan *photostimulable plate* yang berfungsi sebagai penangkap data gambar. Secara prinsip, CR serupa dengan radiografi konvensional, namun perbedaan terletak pada media penerima gambarnya. Alih-alih menggunakan kaset berisi *film-screen*, CR menggunakan *imaging plate (IP)* yang terbuat *photostimulable phosphor*. IP ini berfungsi sebagai lembaran yang mampu menangkap dan menyimpan bayangan laten. Ketika IP terkena sinar-X, IP akan menciptakan gambar laten. Selanjutnya, IP yang sudah terekspos diproses menggunakan perangkat *image plate reader device*, lalu mengubah gambar laten menjadi data digital (Zelviani, 2017)

2.1.2.1 Prinsip kerja *Computed Radiography (CR)*

CR adalah sistem radiografi yang berperan dalam mengtransformasikan sinyal analog hasil paparan sinar-x menjadi sinyal digital, sehingga memungkinkan proses pengolahan dan analisis citra secara komputerisasi. Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan kualitas citra serta meminimalkan kesalahan akibat variasi pencahayaan atau paparan yang tidak optimal.

Pada dasarnya, CR adalah proses digitalisasi dengan menggunakan *image plate (IP)* yang terdiri dari

lapisan kristal *photostimulable*. Jika sinar-X dipancarkan dari tabung dan mengenai material atau objek berdensitas tinggi, maka sebagian besar sinar-X akan diserap oleh objek tersebut. Sisa sinar-X akan melewati tubuh kemudian ditangkap oleh *imaging plate* (IP). Proses pencitraan pada *Computed Radiography* (CR) secara umum terdiri dari tiga tahap utama: pemaparan (*exposure*), pembacaan citra (*readout*), dan penghapusan citra laten (*erasure*)



Gambar 2. 2 Prinsip kerja pada *Computed Radiography* (AAPM, 2006)

2.1.2.2 Komponen-komponen *Computed Radiography* (CR)

Komponen-komponen pada sistem *Computed Radiography* (CR) meliputi media kaset, plat citra (*image plate/IP*), dan perangkat pembaca citra digital.

a. Kaset *Computed Radiography* (CR)

Kaset CR secara fisik hanya tertutup dengan plastik di bagian belakang dan berfungsi sebagai pelindung serta wadah bagi *imaging plate* (IP). Selain melindungi *imaging plate* (IP). Dari paparan Cahaya dan kerusakan fisik, kaset juga berperan dalam memfasilitasi proses pemindahan *imaging plate* (IP) ke dalam alat *CR reader*. Ukuran kaset *Computed Radiography* (CR) bervariasi sesuai kebutuhan jenis pemeriksaan, antara lain: 18x24 cm, 24x30 cm, 35x35 cm dan ukuran 35x43 cm. Komponen pada *computed radiography* (CR) terdiri dari kaset, image plate (IP), Alat pembaca CR (*CR reader*). (Utami et al., 2018)



Gambar 2.3 Kaset CR

(Lampignano & Kendrick, 2017)

b. *Image Plate* (IP)

Pada *computed radiography* (CR), bayangan laten tersimpan dalam *image plate* (IP) yang terbuat

dari unsur fosfor tepatnya dalam *barium fluorohide phosphor*. Bagian-bagian dari *image plate* (IP) antara lain lapisan pelindung (*protective layer*), lapisan fosfor (*phosphor layer*), lapisan penguat (*support layer*), lapisan belakang (*backing layer*). *Image plate* (IP) dilengkapi dengan *barcode* yang berfungsi untuk dapat dikenal saat dilakukan pembacaan pada CR reader (Utami et al., 2018)



Gambar 2. 4 *Image plate* (Utami et al., 2018)

c. *CR Reader*

Image Plate (IP) yang sudah terpapar sinar-x selanjutnya akan masuk ke dalam alat pembaca CR. Perangkat ini bertujuan menstimulasi elektron di dalam IP, sehingga memancarkan cahaya biru. Cahaya tersebut kemudian diteruskan ke *Photomultipliertube* (PMT), yang mengubahnya menjadi sinyal analog. Selanjutnya, sinyal analog ini dikonversi menjadi data digital melalui *analog*

digital converter (ADC), lalu diteruskan ke komputer sehingga dapat menampilkan bentuk gambar pada layar monitor (Utami et al., 2018)



Gambar 2. 5 *Image Reader* (Lampignano et al. 2017)

2.1.2.3 Kualitas Pada Citra CR

Kualitas gambar adalah segala sesuatu yang dibutuhkan dari system gambar dalam memberikan informasi dalam diagnosis semaksimal mungkin. Adapun aspek-aspek yang mempengaruhi kualitas pada citra yaitu densitas, kontras, detail, dan ketajaman. (Carlton et al., 2020)

1. Densitas

Densitas radiografi adalah derajat atau tingkat kehitaman oleh perak metal hitam yang tersisa dalam emulasi. Densitas berperan dalam menentukan ketajaman bayangan pada film serta menjadi indikator tingkat intensitas sinar-X yang menembus objek. Semakin tinggi instensitas sinar-X, maka nilai densitas akan meningkat, sehingga menghasilkan area film

tampak lebih gelap. Sebaliknya, jika intensitas sinar-X rendah, maka densitas akan menurun dan bagian film terlihat lebih terang. (Wahdayuni, 2017)

2. Kontras

Kontras adalah perbedaan derajat kehitaman pada sebuah gambaran radiografi. Kontras merupakan selisih tingkat densitas antara area terang dan area gelap. (Sparzinanda et al., 2018)

3. Detail

Detail merujuk pada kemampuan untuk menampilkan struktur yang sangat kecil pada citra radiograf. Dalam pemeriksaan radiografi, terdapat bagian-bagian gambar yang terdiri dari struktur halus namun krusial pada proses diagnostik. Sebagai contoh, perbedaan antara jaringan lunak dan tulang memerlukan tingkat ketajaman detail yang tinggi agar dapat mengidentifikasi dengan jelas. (Sparzinanda et al., 2018)

4. Ketajaman

Ketajaman adalah perbedaan densitas yang memperlihatkan dengan batas yang jelas dan tegas. Batas antara dua area yang muncul sangat tajam, hal ini dikarenakan terdapat perubahan yang drastis terhadap

nilai densitas pada batas tersebut. (Sparzinanda et al., 2018)

2.1.2.4 Faktor eksposi

Faktor eksposi merupakan parameter untuk mengatur karakteristik foton sinar-X, baik dari segi kualitas selama proses pencitraan radiografi. Untuk menentukan besarnya faktor eksposi yang digunakan dalam pemeriksaan radiografi dengan variasi ketebalan objek, perlu dilakukan pengukuran ketebalan objek terlebih dahulu. Pengukuran ini kemudian dikaitkan dengan perubahan nilai kV serta mAs. (Sari & Fransiska, 2018)

a. Tegangan Tabung

Tegangan tabung yang diukur dalam satuan kilovolt (kV) merupakan beda tegangan antara anoda dan katoda dalam tabung sinar-x. Besarnya tegangan ini mempengaruhi kecepatan serta energi kinetik electron saat menumbuk target anoda. Selain itu, nilai *half value layer* (HVL) pada tabung sinar-X berperan dalam menentukan kualitas sinar-X, yang secara langsung berkaitan dengan energi radiasi serta kemampuan daya tembusnya. (Sari & Fransiska, 2018).

b. Arus Tabung

Arus tabung yang dinyatakan dalam satuan milliampere (mA) merepresentasikan besarnya arus listrik yang mengalir dari katoda menuju anoda dalam tabung sinar-x. Besarnya arus ini menentukan jumlah atau kuantitas sinar-X yang dihasilkan selama proses pencitraan. kuantitas radiasi tersebut berkaitan dengan intensitas sinar-x yang dihasilkan, yang biasanya diukur dalam satuan mR per satuan mAsnya. Nilai mA untuk mengatur tingkat kehitaman pada gambar hasil keluaran, agar selalu dalam rentang densitas yang digunakan antara (0,25-2,0). Selain itu, Pemilihan nilai mA juga terkait erat dengan ukuran focal spots, semakin besar nilai mA sehingga semakin besar juga focal spots, begitu juga kebalikannya. (Sari & Fransiska, 2018)

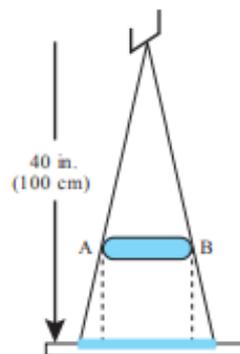
c. Waktu Penyinaran

Dengan satuan sekon (s), waktu penyinaran adalah durasi sinar-X yang dipaparkan pada objek. Durasi penyinaran bervariasi tergantung pada organ-organ yang memiliki kecenderungan untuk bergerak seperti, kolon, jantung, dan lambung, waktu penyinaran biasanya dibuat sesingkat

mungkin. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan ketidaktajaman gambar akibat gerakan organ selama proses pencitraan. yang Menurut hasil penelitian, setiap kali ketebalan objek meningkat, waktu penyinaran akan semakin lama. (Sari & Fransiska, 2018)

d. *Focus Film Distance* (FFD)

FFD merupakan jarak antara fokus sumber sinar-x pada tabung dengan permukaan detector atau *image reseptor*. FFD ini berperan penting dalam menentukan intensitas sinar-x yang mencapai detector, serta mempengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh pasien, khususnya pada permukaan kulit. Semakin besar FFD, maka intensitas radiasi yang diterima akan berkurang sesuai dengan prinsip hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*). (Sari & Fransiska, 2018)



Gambar 2. 6 Ilustrasi FFD (Lampignano, 2018)

2.1.3 *Quality Control (QC)*

Quality Control (QC) atau pengendalian mutu termasuk salah satu elemen utama dalam program QA yang fokus pada penerapan teknik-teknik spesifik untuk memantau, mengevaluasi, dan menjaga kualitas aspek teknis dalam teknis yang berpengaruh terhadap mutu citra radiografi tetap berada dalam standar yang ditetapkan. Dengan demikian, *Quality Control (QC)* fokus pada pengujian dan pemeliharaan aspek teknis seperti peralatan dan instrumentasi yang digunakan dalam sistem radiologi. (Papp, 2019).

Terdapat tiga jenis pengujian dalam pelaksanaan *Quality Control (QC)* berdasarkan tingkatannya yaitu:

- a. Pengujian Penerimaan (*Acceptance Testing*), pemeriksaan ini dilakukan pada peralatan baru dipasang atau setelah menjalani perbaikan besar dengan tujuannya mengidentifikasi kemungkinan adanya cacat pada peralatan serta menetapkan baseline atau acuan kinerja awal yang digunakan untuk evaluasi QC selanjutnya (Papp, 2019).
- b. Evaluasi kinerja rutin (*Routine Performance Evaluation*), merupakan pengujian berkala yang dilakukan setelah peralatan digunakan dalam jangka waktu tertentu. Evaluasi ini membantu memastikan bahwa kinerja alat tetap konsisten dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya dan mendukung akurasi hasil pencitraan (Papp, 2019).

- c. Tes koreksi kesalahan (*Error Correction Test*), dilakukan ketika peralatan menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi penyebab pasti kerusakan sehingga perbaikan dapat dilakukan secara tepat sasaran (Papp, 2019).

2.1.4 Uji *Image Uniformity* perangkat CR

Menurut AAPM No 93 Tahun 2006 *Image uniformity* termasuk dalam kontrol pengujian pada kualitas CR. *Image uniformity* adalah ukuran tingkat homogenitas tampilan citra hasil keluaran sistem CR. *Image uniformity* pada kaset CR menunjukkan kesanggupan *photostimulable plate* yang terletak di *imaging plate* dalam memperoleh nilai tingkat keabuan (*grey level*) di seluruh titik dengan perlakuan eksposi seragam. *Image uniformity* berperan penting dalam mengukur kualitas gambar radiologi, karena keseragaman citra yang baik sangat mendukung diperolehnya informasi diagnostik yang akurat dan dapat diandalkan.

2.1.4.1. Frekuensi Uji

Berdasarkan AAPM No 93 Tahun 2006, frekuensi uji *image uniformity* adalah saat penerimaan awal IP dan tahunan. Berdasarkan *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No 47

tahun 2023 frekuensi uji *image uniformity* dilakukan setiap enam bulan sekali

2.1.4.2. Nilai Standar Toleransi

Menurut AAPM No 93 Tahun 2006, batas toleransi standar untuk pengujian *image uniformity* ditetapkan sebanyak 10% dari nilai rata-rata keseluruhan area pada suatu citra yang diuji. Berdasarkan *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No 47 tahun 2023 nilai standar toleransi uji *image uniformity* yang ditetapkan adalah sebesar $\pm 20\%$ dari nilai rata-rata

2.1.4.3. Prosedur Uji *Image Uniformity* Perangkat CR

Berdasarkan AAPM No 93 Tahun 2006, prosedur pengujian *image uniformity* sebagai berikut :

- a. Eksposi dilakukan dengan tegangan 80 KV dan SID 180 cm
- b. Memastikan bahwa pesawat sinar-x yang digunakan memiliki filter 1 mm AL
- c. Letakkan IP secara rata dan sejajar dengan sinar-x kemudian ekspos tanpa objek
- d. Pastikan tidak terjadi saturasi ADC, yaitu seluruh piksel tidak boleh mencapai nilai maksimum (misalnya 4095)

- e. Menentukan lima ROI pada titik berbeda di citra untuk evaluasi keseragaman
- f. Menghitung nilai rata-rata *Pixel Value* (PV) dan *Pixel Value Standard Deviation* (PVSD) dari kelima ROI
- g. Menentukan keseragaman citra berdasarkan batas toleransi yang ditetapkan adalah sebanyak 10% dari nilai rata-rata keseluruhan area pada suatu citra yang diuji.

Berdasarkan *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No 47 tahun 2023, pengujian *image uniformity* sebagai berikut:

- a. Pusatkan tabung sinar-X pada bucky menggunakan jarak 100 cm dari titik fokus ke citra.

Catatan: Untuk sistem *Computed Radiography* (CR), gunakan SID minimal 150 cm dan lakukan dua eksposur dengan sudut 45° untuk membedakan variasi intensitas akibat *heel effect* dan ketidakseseragaman citra yang sebenarnya.

- b. Kolimasi berkas sinar-X agar mencakup seluruh area detektor, serta pastikan semua sensor AEC tertutup.

- c. Tempatkan lempeng PMMA di depan *bucky* atau masukkan lempeng tembaga ke dalam slot kolimator yang sesuai. Pengaturan ini mirip dengan pengujian konsistensi AEC



Gambar 2. 7 uji *image uniformity* menggunakan PMMA (IAEA, 2023)

- d. Eksposur sebaiknya dilakukan menggunakan AEC. Jika AEC tidak tersedia, atur faktor eksposur secara manual (misalnya: 70 kV dan 3 mAs untuk penggunaan lempeng tembaga)
- e. Lakukan eksposur dan catat faktor yang digunakan
- f. Proses kaset setelah waktu tunda konstan (misalnya, 30 detik) untuk meminimalkan efek fading citra laten, menggunakan menu pemrosesan yang sama untuk setiap kaset.

- g. Catat indeks eksposur dan nilai mAs yang digunakan untuk setiap kaset.

2.1.4.4. Persamaan AAPM No 93 Tahun 2006 dan IAEA No 47 tahun 2023 dalam pengujian *image uniformity* perangkat CR

- a. Sama-sama melakukan *exposure* tanpa objek
- b. Menggunakan *Mean Pixel Value* (MPV) dan *Standar Deviation* (SD)
- c. Keduanya melakukan ROI pada citra untuk mengukur distribusi nilai *pixel* untuk mengaveluasi *uniformity*

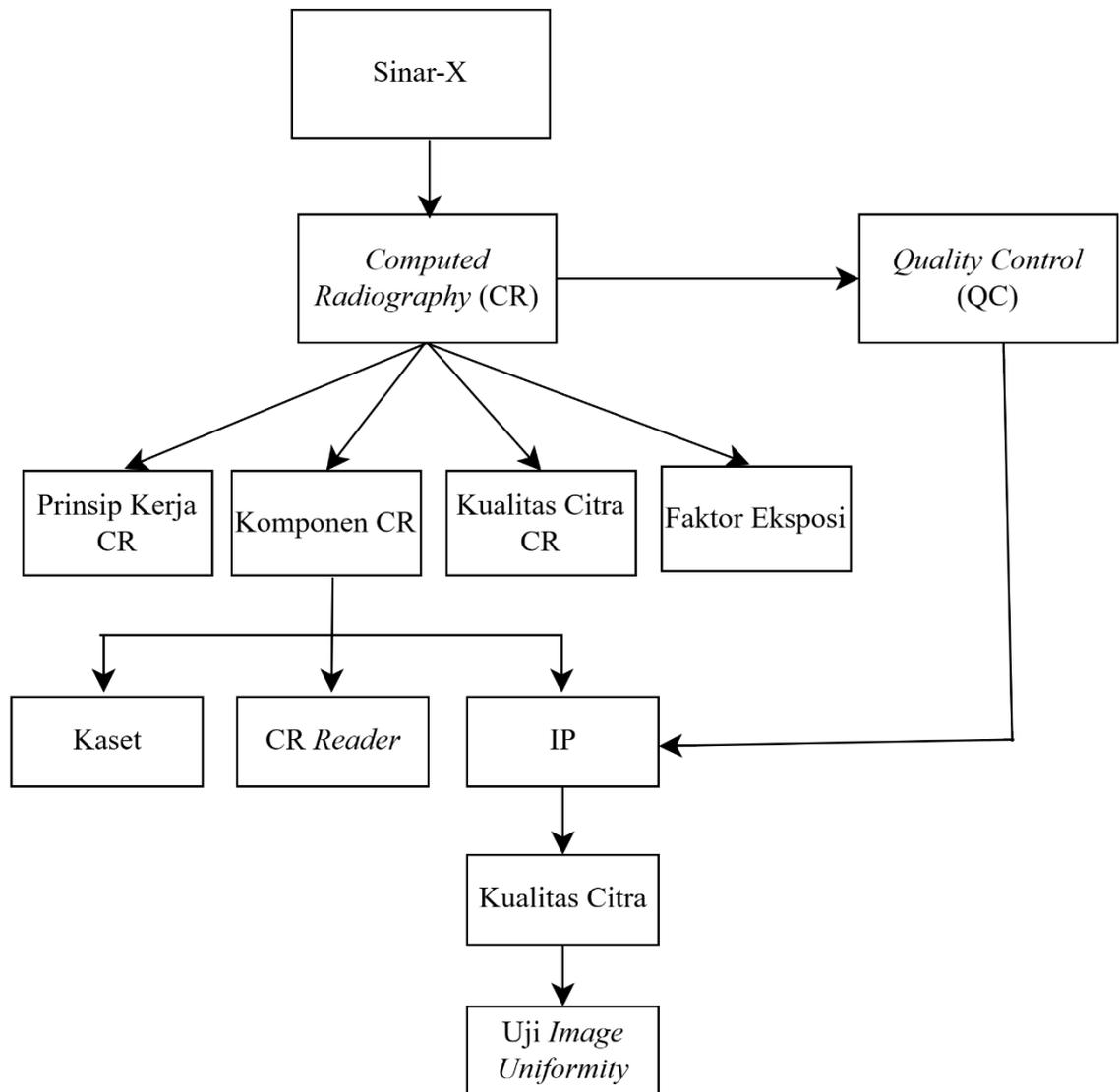
2.1.4.5. Perbedaan AAPM No 93 Tahun 2006 dan IAEA No 47 tahun 2023 dalam pengujian *image uniformity* perangkat CR

Terdapat beberapa aspek perbedaan antara pedoman AAPM No 93 Tahun 2006 dan IAEA No 47 tahun 2023 dalam pengujian *image uniformity* perangkat CR, yaitu :

Tabel 2. 1 Perbedaan AAPM No 93 Tahun 2006 dan IAEA No 47 tahun 2023

| Aspek | AAPM No. 93 (2006) | IAEA No. 47 (2023) |
|---|---|---|
| SID (<i>Source-to-Image Distance</i>) | 180 cm | Minimal 150 cm, dengan tambahan eksposur sudut 45° |
| Tegangan (kVp) | 80 kVp | 70 kVp (jika manual), atau menggunakan AEC |
| Filter yang Digunakan | 1 mm Aluminium | PMMA 45 mm atau tembaga 1 mm |
| Penempatan <i>Image Plate</i> (IP) | Diletakkan secara rata dan sejajar dengan sinar-X | Ditempatkan di bawah lempeng PMMA atau dalam sistem bucky |
| Batas Toleransi Keseragaman | PVSD < 10% dari PV rata-rata | MPV tidak boleh menyimpang lebih dari ±20% dari MPV keseluruhan citra |
| Waktu Tunda Pembacaan | Tidak disebutkan | Kaset diproses setelah waktu tunda 30 detik untuk mencegah fading citra laten |
| Frekuensi Pengujian | Setiap tahun atau saat penerimaan awal perangkat | Setiap enam bulan sekali |

2.2. Kerangka Teoritis



Gambar 2.8 Kerangka Teoritis

2.3. Penelitian Terkait

Tabel 2. 2 Tabel Penelitian Terkait

| PENULIS | JUDUL PENELITIAN | TAHUN | PERSAMAAN | PERBEDAAN |
|-----------------------------------|---|-------|---|---|
| D.R. Ningtias, S. Suryono, Susilo | Pengukuran Kualitas Citra Digital <i>Computed Radiography</i> Menggunakan Program Pengolahan Citra | 2016 | Kesamaan pada penelitian ini yaitu sama-sama menggunakan pengolahan citra digital. | Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada riset terdahulu menggunakan phantom yang terbuat dari tembaga dan variasi pada kV serta mAs, alat pengukurannya menggunakan program MTF. |
| Muhammad Akbar Anugerah | Uji Kelayakan Kaset CR Dengan Pengukuran <i>Pixel</i> Terhadap Kualitas Citra Radiografi di RSUD Mary Cileungsi | 2022 | Persamaan dalam penelitian ini adalah keduanya memakai pelolahan citra digital dan menggunakan tegangan tabung 81 KV. | Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada riset terdahulu menggunakan 40 mAs dan perangkat lunak yang digunakan adalah <i>ImageJ</i> |
| Masnali Derajat | Uji <i>Image Uniformity</i> Perangkat <i>Computed Radiography</i> Dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi RSI Ibnu Sina Pekanbaru | 2022 | Persamaan dalam penelitian ini adalah keduanya memakai pengolahan citra digital dan variasi KV serta mAs yang diuji. | Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada riset terdahulu berbeda tempat dan waktu penelitian. |
| Siti Aulia Hanifah | Analisa Quality Control Pada Sistem <i>Computed Radiography</i> (CR) Merk Fuji Capsula XLII | 2023 | Persamaan dalam penelitian ini adalah keduanya memakai pengolahan citra digital dengan tegangan tabung 81 KV.. | Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada riset terdahulu menggunakan apron di bawah kaset dengan jarak 10 cm dan melaukan <i>exposure</i> sebanyak 5 kali |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan desain Penelitian

Penulisan karya tulis ilmiah ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif menggunakan desain penelitian deskriptif. Desain deskriptif digunakan dengan tujuan untuk menjelaskan secara terperinci mengenai hasil pengujian *image uniformity* pada *Computed Radiography* (CR) secara sistematis dan memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang telah ditetapkan.

3.2 Subjek Penelitian

Fokus penelitian ini adalah subjek berupa *imaging plate* (IP) ukuran 35x43 cm dengan barcode A52066115C di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025 di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru Jl. Diponegoro No.2, Sumahilang, Kec. Pekanbaru Kota, Kota Pekanbaru, Riau.

3.4 Teknik Pengambilan Data

Untuk memperoleh data penelitian, penulis menggunakan teknik mengumpulkan data dengan cara-cara berikut :

a. Studi Lapangan (*Field Reseach*)

Merupakan metode untuk mengumpulkan data dengan cara berpartisipasi langsung ke lapangan melalui pelaksanaan pembuatan kuadran pada ROI, mengukur hasil nilai ROI, dan hasil nilai *image uniformity*.

b. Studi Pustaka (*Library Research*)

Dalam pelaksanaan studi pustaka, penulis mengumpulkan dan menelaah berbagai teori serta konsep fundamental yang memiliki keterkaitan erat dengan fokus penelitian. Beragam informasi tersebut diperoleh melalui analisis mendalam terhadap sumber-sumber referensi yang kredibel, seperti buku akademik, artikel jurnal ilmiah, serta literatur lain yang relevan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

c. Dokumentasi

Salah satu teknik yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode dokumentasi, yaitu dengan memanfaatkan berbagai sumber tertulis seperti buku, arsip, dokumen, laporan, gambar, maupun angka yang relevan dan mendukung pelaksanaan penelitian. Melalui dokumentasi, data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis secara sistematis. Dalam penelitian ini, dokumentasi yang digunakan mencakup hasil citra dari pemeriksaan radiografi yang menjadi objek kajian.

d. Pengujian

Cara Pengujian *image uniformity Quality Control* pada perangkat IP di RSUD Arifin Achmad Pekanbaru dengan langkah-langkah yang sesuai dengan ketentuan AAPM No.93 Tahun 2006.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan sarana yang digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam suatu kegiatan ilmiah. Pada penelitian ini, alat ukur yang dimanfaatkan terdiri dari berbagai perangkat yang mendukung proses pengumpulan dan analisis data. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Pesawat sinar X



Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X
(sumber : RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau)

Merk : Shimadzu RADspeed Pro V4

No seri : CMGD85831074

KV Max : 150 Kv

Mas Max : 600 mA

b. Filter Pesawat sinar X

Model : Collimator Type R-20J

Filter Al. EQ : 1.0mm

Protection : Class 1

c. Perangkat *imaging plate*



Gambar 3.2 kaset CR

(RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau)

Ukuran : 35 x 43

Merk : Fuji film FCR

Tipe : CC

d. Perangkat *computer CR*

e. Perangkat Laptop

f. *Image Reader*



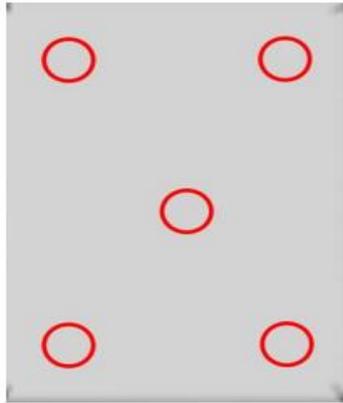
Gambar 3. 3 *Image Reader*

(sumber : RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau)

- g. Perangkat lunak pengolah citra

3.6 Prosedur Penelitian

- a. Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu Pesawat sinar-X yang digunakan memiliki filter 1mm Al dan IP berukuran 35x43 cm dengan *barcode* A52066115C
- b. Atur FFD setinggi 180 cm dengan *central point* berada di pertengahan IP dan *central ray* tegak lurus.
- c. Melakukan eksposi IP tanpa objek.
- d. Melakukan 3x *expose* pada perangkat IP tersebut menggunakan variasi 60, 70, 80 kV masing-masing dengan 20 mAs (Derajat, 2022). Variasi tegangan ini digunakan untuk melihat pengaruh perbedaan energi sinar-X terhadap *image uniformity*. Pada kV rendah, sinar-X lebih banyak diserap sehingga kontras citra lebih tinggi, sedangkan pada kV tinggi, sinar-X lebih mudah menembus IP, menghasilkan kontras yang lebih rendah. Dengan variasi ini, penelitian dapat menilai apakah *image uniformity* tetap stabil dalam berbagai kondisi eksposur.
- e. Mengirimkan hasil *expose* ke perangkat lunak pengolah citra.
- f. Hasil *expose* dari IP tanpa objek ditampilkan nilai *pixel* nya.
- g. Penempatan ROI dilakukan pada lima lokasi, yaitu di sudut kanan atas, kiri atas, kanan bawah, kiri bawah, serta satu titik di bagian tengah area berkas eksposur. Masing-masing ROI memiliki ukuran area 21,44 cm² (Derajat, 2022).



Gambar 3. 4 Pembagian ROI (IAEA, 2023)

- h. Setelah dilakukan ROI, maka didapatkan nilai standar deviasi pada masing-masing titik ROI lalu ditentukan nilai rata-ratanya dengan rumus sebagai berikut

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Ket :

$\sum x$ = Jumlah semua data

n = Banyaknya data

- i. Hasil nilai rata-rata standar deviasi dibandingkan dengan nilai ROI di setiap empat titik dan satu pusat berkas *expose*, kemudian dapat dibandingkan nilai batas toleransi *image uniformity* sesuai dengan standar AAPM No 93 Tahun 2006 yaitu 10% dari nilai rata-rata keseluruhan citra yang diuji.
- j. Hasil nilai standar deviasi yang diperoleh pada tiap titik ROI berada dalam rentang toleransi maka dapat disimpulkan IP dinyatakan seragam *image uniformity*-nya. Namun, jika nilai standar deviasi yang

diperoleh pada tiap titik ROI diluar rentang toleransi maka dapat disimpulkan IP dinyatakan tidak seragam *image uniformity*-nya.

3.7 Analisis Data

Penelitian ini dilakukan terhadap perangkat IP akibat adanya ketidakseragaman berupa artefak pada perangkat IP. Hasil citra pemeriksaan IP tanpa objek diperoleh melalui pengujian *Quality Control* untuk mendapatkan nilai *image uniformity*. Pengujian ini dilakukan dengan variasi tegangan tabung 60, 70, 80 kV dan kuat arus 20 mAs. Analisis data yang digunakan adalah hasil nilai rata-rata dari standar deviasi pada setiap hasil gambaran *imaging plate* dibandingkan dengan nilai ROI di lima titik dengan rincian empat titik dan satu pusat berkas *expose*. Perangkat IP dianggap normal jika hasil perbandingan nilai rata-rata standar deviasi dengan nilai ROI di setiap empat titik dan satu pusat berkas *expose* tidak lebih dari batas toleransi. Namun, jika hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai ROI melebihi 10%, maka perangkat IP yang diuji dapat dikategorikan sebagai tidak normal dan menunjukkan adanya ketidakseragaman

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pengujian *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau berdasarkan pedoman AAPM No.93 Tahun 2006 tentang *Quality Control* peralatan radiodiagnostik. Adapun IP dengan barcode A52066115C sebagai subjek penelitian dan akan dirincikan sebagai berikut

4.1.1 Karakteristik Sampel

Penelitian ini menggunakan satu sampel yaitu sebuah perangkat IP dengan rincian karakteristik sampel disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 4.1 Karakteristik Sampel

| Parameter | Detail Sampel |
|-----------------|--|
| Merek & Tipe | Fuji Film FCR Type CC |
| Ukuran Kaset | 35x43 cm |
| Barcode ID | A52066115C |
| Riwayat Artefak | Garis vertikal dan goresan pada citra |
| Riwayat QC | Tidak dilakukan dalam setahun terakhir |

Merujuk pada tabel tersebut, diketahui bahwa penelitian ini melibatkan satu unit *Image Plate* merek Fuji Film FCR Type CC berukuran 35×43 cm dengan ID barcode A52066115C yang memiliki riwayat artefak dan belum menjalani QC dalam satu tahun terakhir.

4.1.2 Hasil Citra *Imaging Plate* (IP) dengan Variasi KV

Pengambilan citra dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau dengan menggunakan pesawat sinar-X yang memiliki filter 1mm Al pada subjek IP dengan barcode A52066115C dan menggunakan variasi faktor eksposi, yaitu KV sebesar 60, 70, dan 80 dengan mAs 20 dan menggunakan FFD diatur 180 cm (Derajat, 2022). berdasarkan variasi tersebut dihasilkan 3 citra seperti dibawah ini:

4.1.2.1 Hasil Citra *Imaging Plate* (IP) dengan Variasi KV 60

Hasil citra *Imaging Plate* (IP) dengan variasi KV 60 dan mAs 20 menghasilkan 1 citra sebagai berikut.

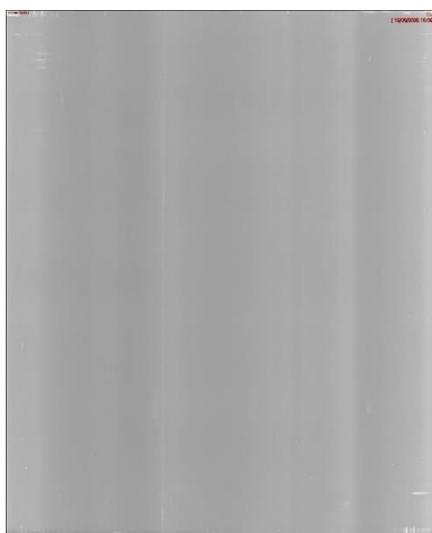


Gambar 4. 1 Variasi 60 KV dan 20 mAs

Pada gambar 4.1 terdapat artefak berupa garis-garis putih pada citra, lebih gelap dibandingkan citra yang lain yang mengindikasikan penyerapan radiasi lebih banyak.

4.1.2.2 Hasil Citra *Imaging Plate* (IP) dengan Variasi KV 70

Hasil citra *Imaging Plate* (IP) dengan variasi KV 70 dan mAs 20 menghasilkan 1 citra sebagai berikut.



Gambar 4. 2 Variasi 70 KV dan 20 mAs

Pada gambar 4.2 terlihat artefak berupa garis-garis yang jelas pada citra, tampak juga artefak berupa goresan pada sudut kanan atas dan sudut kiri bawah citra. Kontras yang dihasilkan tampak sedikit lebih terang daripada citra dengan KV 60.

4.1.2.3 Hasil Citra *Imaging Plate* (IP) dengan Variasi KV 80

Hasil citra *Imaging Plate* (IP) dengan variasi KV 80 dan mAs 20 menghasilkan 1 citra sebagai berikut.

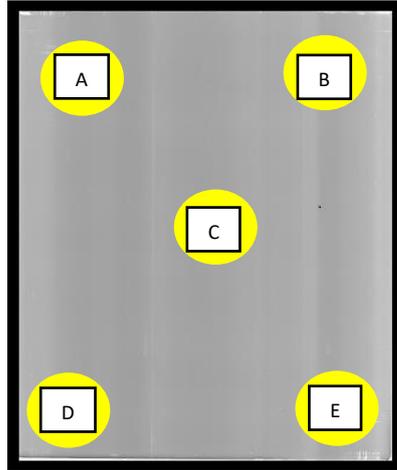


Gambar 4. 3 Variasi 80 KV dan 20 mAs

Pada gambar 4.3 tampak citra paling terang daripada citra dengan KV 60 dan 70 yang menandakan penyerapan radiasi yang lebih rendah dan artefak berupa garis-garis putih terlihat lebih samar dibandingkan citra lainnya.

4.1.3 Penempatan Lokasi Titik ROI Pada Setiap Citra

Setelah citra diperoleh, gambar hasil eksposi dari perangkat IP dikonversi dalam format DICOM, kemudian dikirim dan akan dilakukan penentuan *Region Of Interest* (ROI) pada lima area, yakni empat titik di tiap sudut dan satu titik di pusat berkas eksposi menggunakan perangkat lunak pengolahan citra sebagai berikut.

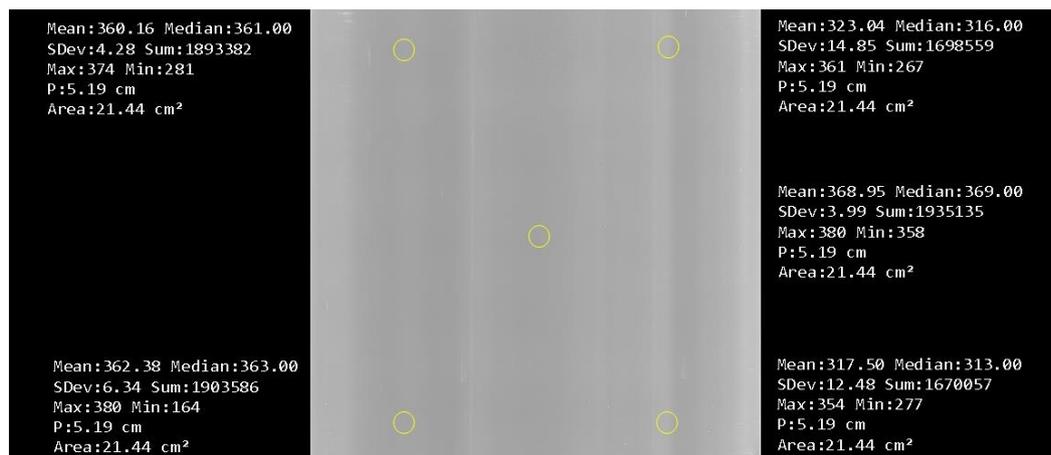


Gambar 4.4 Letak ROI pada uji *Image Uniformity*

Gambar di atas merupakan gambaran penempatan lokasi ROI pada setiap citra yang dituliskan dengan titik ROI A, B, C, D dan E dengan Masing-masing luas ROI memiliki ukuran area 21,44 cm² (Derajat, 2022). Setelah penempatan ROI dilakukan maka akan didapatkan nilai standar deviasi dari masing-masing titik ROI dan akan dihitung nilai rata-ratanya dengan menggunakan rumus yang ada.

4.1.4 Pengukuran Nilai Titik ROI Setiap Citra Menggunakan Perangkat Lunak pengolah citra

Hasil pengukuran nilai titik ROI pada citra IP dengan variasi KV menggunakan perangkat lunak pengolah citra adalah sebagai berikut.



Gambar 4.5 ROI KV 60

Gambar di atas merupakan salah satu gambar hasil perhitungan nilai titik ROI pada citra IP dengan variasi KV 60 dan setiap ROI akan menghasilkan nilai standar deviasi kemudian akan di hitung dan akan di dapatkan nilai rata-ratanya. Nilai standar deviasi titik ROI dari masing-masing citra dan nilai rata-ratanya ditampilkan dalam tabel dibawah

Tabel 4.2 Tabel Nilai Standar Deviasi dan Nilai Rata-Rata

| Tegangan tabung (KV) | ROI | StdDev | \bar{x} |
|----------------------|-----|--------|-----------|
| 60 | A | 4,28 | 8,388 |
| | B | 14,85 | |
| | C | 3,99 | |
| | D | 6,34 | |
| | E | 12,48 | |
| 70 | A | 3,37 | 8,498 |
| | B | 16,21 | |
| | C | 3,10 | |
| | D | 5,97 | |
| | E | 14,55 | |
| 80 | A | 4,73 | 8,628 |
| | B | 15,43 | |
| | C | 3,20 | |
| | D | 6,90 | |
| | E | 12,88 | |

Setelah didapatkan nilai rata-rata standar deviasi dari masing-masing titik ROI, maka akan dilakukan perbandingan antara nilai rata-rata dari standar deviasi dengan nilai lima titik ROI. Nilai dari rentang toleransi dari nilai rata-rata keseluruhan citra yang diuji adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Tabel Nilai *Image Uniformity*

| Tegangan tabung (KV) | ROI | StdDev | Rata-rata (10% Toleransi) | keterangan | Hasil <i>Image Uniformity</i> |
|-----------------------------|------------|---------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 60 KV | A | 4,28 | 8,388 (7,549 – 9,226) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 14,85 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,99 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 6,34 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 12,48 | | Tidak Sesuai | |
| 70 KV | A | 3,37 | 8,498 (7,648 – 9,347) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 16,21 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,10 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 5,97 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 14,55 | | Tidak Sesuai | |
| 80 KV | A | 4,73 | 8,628 (7,765 – 9,490) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 15,43 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,20 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 6,90 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 12,88 | | Tidak Sesuai | |

Dari tabel di atas, di dapatkan data pengujian menggunakan KV 60 diperoleh standar deviasi tertinggi pada ROI B sebesar 14,85 dan standar deviasi terendah pada ROI C sebesar 3,99, pada KV 70 diperoleh standar deviasi tertinggi diperoleh ROI B sebesar 16,21 dan standar deviasi terendah pada ROI C sebesar 3,10, pada KV 80 diperoleh standar deviasi tertinggi pada ROI B sebesar 15,43 dan standar deviasi terendah pada ROI C sebesar 3,20.

Kemudian standar deviasi untuk setiap ROI dibandingkan dengan toleransi 10% sesuai pedoman AAPM No.93 Tahun 2006, untuk mengetahui

tingkat *image uniformity* perangkat CR. Berdasarkan tabel di atas diperlihatkan bahwa setiap nilai standar deviasi pada ROI tidak seragam. Setiap variasi KV yang di uji memperlihatkan nilai yang berada diluar rentang toleransi 10% dari nilai rata-rata.

Sebagai contoh pada ROI dengan KV 60 menunjukkan nilai *image uniformity* sebesar 4,28 yang mana nilai tersebut berada di luar rentang toleransi 7,549 – 9,226. Hal ini sesuai dengan hasil citra pada KV 60 yang menampilkan artefak berupa garis-garis putih dan goresan yang terlihat jelas.

4.2 Pembahasan

Merujuk pada hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan penulis mengenai pengujian *image uniformity* pada perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital menggunakan variasi faktor eksposi 60, 70, dan 80 KV serta 20 mAs dengan FFD 180 cm di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru. Sesudah citra di dapatkan dilanjutkan pembuatan ROI pada empat titik dan satu pusat berkas *expose*. Dari hasil ROI tersebut didapatkanlah nilai standar deviasi yang akan dihitung nilai rata-ratanya untuk melakukan perhitungan terhadap nilai *image uniformity* dapat dijelaskan, yakni :

4.2.1 Hasil uji *image uniformity* pada perangkat *Computed Radiography* dengan metode pengolahan citra digital berdasarkan AAPM Nomor 93 Tahun 2006

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai *image uniformity* di masing-masing ROI, pada gambar 4.1

penggunaan KV 60 didapati gambaran hasil citra berupa garis-garis yang sangat jelas, nilai *image uniformity* di beberapa titik ROI ada yang melebihi nilai rata-rata, seperti nilai *image uniformity* pada KV 60 di ROI B dengan nilai 14,85 melebihi dari rata-rata keseluruhan ROI senilai 8,388 dengan rentang toleransi 7,549–9,226. Dikarenakan nilai *image uniformity* yang diperoleh dari masing-masing data ROI tersebut didapati nilai yang melebihi dari 10% dari nilai toleransi sehingga dapat dikatakan nilai *image uniformity* nya melewati batas toleransi. Oleh karena itu ada beberapa faktor terjadinya artefak pada perangkat *computed radiography* seperti menurut penelitian Sari & Fadly (2018), artefak *imaging plate* muncul akibat penggunaan IP yang terlalu sering dan perawatan yang kurang, sering ditumpuk-tumpuk dan jatuh. sejalan dengan penelitian Nurliscyaningsih et al (2022), artefak *imaging plate* muncul akibat kurangnya perawatan pada peralatan seperti IP kotor dan tidak melakukan *erase* pada IP.

Selain itu, penggunaan variasi KV memiliki pengaruh terhadap *image uniformity*, hal ini terlihat pada nilai *image uniformity* pada tiap variasi KV, seperti nilai *image uniformity* pada KV 60 di ROI A dengan nilai 4,28 dan menurun pada KV 70 di ROI A dengan nilai 3,37, namun meningkat pada KV 80 di ROI A dengan nilai 4,37.

4.2.2 Hasil pengujian dari nilai *image uniformity* masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar AAPM Nomor 93 Tahun 2006

Dalam penelitian ini, didapatkan bahwa nilai *image uniformity* pada KV 60 didapati kelima titik ROI tidak baik, demikian hasil *image uniformity* pada KV 60 dinyatakan tidak seragam. Selanjutnya, pada KV 70 didapati juga seluruh ROI tidak baik maka hasil *image uniformity* pada KV 70 dinyatakan tidak seragam. Demikian pula, pada KV 80 didapati juga seluruh ROI tidak baik, maka hasil *image uniformity* pada KV 80 dinyatakan tidak seragam maka perangkat IP dengan barcode A52066115C dinyatakan tidak seragam, seperti dalam pedoman AAPM N0.93 Tahun 2006 yaitu nilai yang diperoleh dari masing-masing data ROI tersebut tidak melebihi 10% dari rata-rata keseluruhan. Akan tetapi pada penelitian yang telah dilakukan seluruh nilai *image uniformity* nya melewati rentang toleransi di setiap titik ROI seperti pada setiap variasi KV didapatkan nilai ROI tidak baik dan melebihi batas toleransi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Derajat (2022), hasil *image uniformity* pada IP dinyatakan tidak seragam, dikarenakan adanya artefak berupa garis pada hasil citra IP dan didukung oleh hasil perhitungan yang telah dilakukan melebihi batas toleransi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, pada hasil citra IP terdapat artefak berupa garis vertikal dan

goresan pada setiap variasi KV 60,70 dan 80, dan didukung oleh hasil perhitungan yang telah dilakukan hasil *image uniformity* pada IP melewati batas toleransi. Oleh sebab itu artefak menjadi alasan penyebab IP dinyatakan tidak seragam

Menurut penelitian yang dilakukan Sari & Fadly (2018) menyatakan bahwa artefak karena retakan maupun goresan disarankan untuk mengganti IP karena IP tidak dapat diperbaiki, hal ini sesuai dengan aturan kendali mutu menurut pedoman AAPM N0.93 Tahun 2006 juga merekomendasikan agar perangkat IP yang menunjukkan ketidakseragaman *image uniformity* segera dievaluasi lebih lanjut jika perlu segera diganti.

Dari hasil pelaksanaan penelitian ini diperoleh nilai tiap titik ROI pada variasi KV menunjukkan hasil di luar rentang toleransi yang direkomendasikan oleh pedoman AAPM No.93 Tahun 2006., oleh karena itu penulis berpendapat bahwa IP dengan barcode A52066115C disarankan untuk dievaluasi lebih lanjut sebagai bagian dari program kendali mutu guna memastikan *output* citra yang dihasilkan tetap terjaga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

5.1.1 Hasil penelitian uji *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital yang telah dilakukan diperoleh nilai *image uniformity* pada masing-masing ROI melebihi dari batas toleransi yang ditetapkan oleh AAPM No.93 Tahun 2006, sehingga perangkat IP dinyatakan tidak seragam

5.1.2 Berdasarkan hasil uji *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perangkat IP dengan ukuran 35x43 cm yang menghasilkan ukuran *pixel* 1760x2140 dapat dikatakan bahwa nilai *image uniformity* melebihi dari rentang toleransi yang ditetapkan oleh AAPM No.93 Tahun 2006 yaitu 10%, sehingga perangkat IP tersebut dinyatakan tidak seragam dan sebaiknya dilakukan evaluasi lebih lanjut oleh tim *Quality Control* (QC) radiologi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil uji *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

- 5.2.1 Berdasarkan hasil penelitian uji *image uniformity* perangkat *computed radiography* dengan metode pengolahan citra digital di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru, menunjukkan bahwa nilai pengujian *image uniformity* tersebut melewati batas toleransi untuk pengujian image uniformity. Sehingga perangkat IP dengan barcode A52066115C dapat dilakukan evaluasi lebih lanjut oleh tim *Quality Control* (QC) radiologi.
- 5.2.2 Pada perangkat IP yang tidak terdapat artefak sebaiknya selalu dilakukan perawatan rutin seperti membersihkan IP agar tidak berdebu serta melakukan uji image uniformity dilakukan secara berkala yaitu dapat dilakukan saat penerimaan awal dan tahunan sesuai ketentuan pedoman AAPM No.93 Tahun 2006 untuk memastikan kendali mutu tetap dalam keadaan baik.
- 5.2.3 Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian *image uniformity* pada kamar pemeriksaan radiologi yang berbeda dengan menggunakan variasi diatas KV 80

DAFTAR PUSTAKA

- AAPM Nomor 93 Tahun 2006. *Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems. In American Association of Physicists in Medicine (Issue Report No.93).*
- Arief, Tarmansyah Iman and Dewi, L. (2017). Manajemen Mutu Informasi Kesehatan I : *Quality Assurance.*
- Anita, F., & Tunggadewi, D. A. (2020). Uji Banding Citra Film Terhadap Computed Radiography (CR). *Jurnal Ilmiah Giga*, 23(1), 20. <https://doi.org/10.47313/jig.v23i1.866>
- Anugerah, M. A., Teknik, J., Dan, R., Kesehatan, P., Kesehatan, K., & Ii, J. (n.d.). *UJI KESERAGAMAN KASET CR DENGAN PENGUKURAN PIXEL.*
- Carlton, R. R., Adler, A. M., & Balac, V. (2020). *Principles of Radiographic Imaging Art and Science 6th edition. Boston : Cengage., 2020.*
- DERAJAT, M. (2022). *Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi RSI Ibnu Sina Pekanbaru (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AWAL BROS).*
- Hanifah, S., A. (2023). *Analisis Quality Control pada Sistem Computed Radiography (CR) Merk Fuji Capsula XLII (2023).* Jakarta: Jurusan Gizi.
- Indrati, Rini. 2017. *Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Intervensional Volume 1 Pustaka.* Magelang: Inti Medika Pustaka
- IAEA. (2023). *HANDBOOK OF BASIC QUALITY CONTROL TESTS FOR DIAGNOSTIC RADIOLOGY. In Accuracy Requirements and Uncertainties in Radiotherapy.* <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
- Ningtias, D. R., Suryono, S., & Susilo, S. (2016). Pengukuran Kualitas Citra Digital *Computed Radiography* Menggunakan Program Pengolah Citra. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 161–168. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v12i2.5950>
- Nurliscyaningsih, I. A., Alfiah, S. H., Fa'ik, M., & Utami, A. P. (2023). STUDI KASUS FAKTOR PENYEBAB ARTEFAK PADA RADIOGRAF COMPUTED RADIOGRAPHY DI RS PKU MUHAMMADIYAH SRUWENG. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 4(3),

860-865.

- Pangestu, S. C. A., Sugiarti, S., & Samsul, A. (2022). pelaksanaan proteksi radiasi pada pemeriksaan thorax menggunakan pesawat sinar x mobile di ruangan intensive care unit (icu) rumah sakit prima husada sukorejo.
- Papp, Jeffrey. (2019). *Quality Management In The Imaging Science, Sixth Edition. USA: Elsevier*
- Rai Rahmayani, Sahara, dan Sri Z. (2020). pengukuran dan analisis dosis proteksi radiasi sinar-x di unit radiologi rs. ibnu sina yw-umi. *Jurnal Fisika Dan Terapannya* (2020) Vol. 7 (1): 87-96, 7.
- Sari, A. W., & Fransiska, E. (2018). Hubungan Kv Terhadap Ketebalan Objek Ayu Wita Sari. *Journal of Health*, 17–21.
- Sari, A. W. (2018). FAKTOR PENYEBAB ARTEFAK PADA HASIL RADIOGRAF (SOFT COPY) COMPUTED RADIOGRADPHY DI RSUP. DR. SOERADJI TIRTONEGORO KLATEN. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 9(2).
- Sparzinanda, E., Nehru, N., & Nurhidayah, N. (2018). Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi. *Journal Online of Physics*, 3(1), 14–22. <https://doi.org/10.22437/jop.v3i1.4428>
- Utami, A.P, Saputro, S,D & Felayani, F. 2018. Radiologi Dasar I. Magelang: Inti Medika Pustaka
- Yoshandi, T. M., & Hulmansyah, D. (2021). COMPARISON OF ANATOMICAL INFORMATION OF COLUMNA VERTEBRAE CERVICAL IN 15 TO 20-DEGREE RIGHT POSTERIOR OBLIQUE PROJECTION. *Medical Imaging and Radiation Protection Research (MIROR) Journal*, 1(1), 8-12.
- Wahdayuni. (2017). Analisis Kualitas Gambar Radiografi dengan Merek Film yang Berbeda. *Advance Science Letter Journal*, 1–45.
- Winarno, W. (2021). Radioterapi Kanker Cervix Dengan Linear Accelerator (LINAC). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(2), 75-86.
- Zelviani, S. (2017). Kualitas Citra Pada *Direct Digital Radiography* Dan *Computed Radiography*. *Jurnal Teknosains*, 11(1), 59–62.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Suvery Awal



UNIVERSITAS AWAL BROS

A Spirit of Caring

A Vision of Excellence

Pekanbaru, Jl.Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141

Telp. (0761) 8409768/ 082276268786

Batam, Jl.Abulyatama, 29464

Telp. (0778) 4805007/ 085760085061

Website: univawalbros.ac.id | Email : univawalbros@gmail.com

Pekanbaru, 24 April 2025

No : 00012/UAB1.01.3.3/U/KPS/4.25
Lampiran : -
Perihal : Surat Permohonan Izin Survey Awal

Kepada Yth :

RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

di-

Tempat

Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi DIII Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru Tahun Ajaran 2024/2025 Genap, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Proposal Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Survey Awal untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
Nim : 202211402041
Dengan Judul : Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas kesediaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Ka. Prodi DIII Teknik Radiologi
Universitas Awal Bros



Shelly Angella, S.Tr.Rad., M.Tr.Kes

NIDN. 1022099201

Tembusan :

1.Arsip

Lampiran 2 Surat Izin Survey Awal



PEMERINTAH PROVINSI RIAU
RSUD ARIFIN ACHMAD

Jl. Diponegoro No. 2 Telp. (0761) - 23418, 21618, 21657, Fax (0761) - 20253
Pekanbaru



Pekanbaru, 08 Mei 2025

Nomor : 072/Diklit- Litbangpus/95
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Pengambilan Data

Kepada Yth.
Kepala Instalasi Radiologi
Di
Pekanbaru

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat dari Ka. Prodi DIII Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Nomor: 00012/UAB1.01.3.3/U/KPS/4.25 Tanggal 24 April 2025 perihal Izin Pengambilan Data/Pra Riset bersama ini disampaikan bahwa RSUD Arifin Achmad dapat menerima mahasiswa/i:

Nama : HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN
Nim : 202211402041
Program Studi : DIII. Teknik Radiologi

Untuk melakukan kegiatan Pengambilan Data dengan Judul "Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography Dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru" dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tidak diperkenankan mengambil data dengan cara melakukan tindakan teknis/medis secara langsung kepada responden (pasien).
2. Pengambilan data tidak diperkenankan dengan cara memfoto, foto copy maupun menscaner data.
3. Tidak diperkenankan melakukan kegiatan selain pengambilan data
4. Izin pengambilan data berlaku selama 1 (satu) bulan terhitung dari tanggal terbitnya surat ini.
5. Pengambilan data hanya berlaku untuk data sekunder pasien

Untuk itu diminta kepada **Kepala Instalasi Radiologi** RSUD Arifin Achmad untuk dapat memberikan data dan informasi yang diperlukan oleh mahasiswa/i tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian disampaikan untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

**WAKIL DIREKTUR BIDANG UMUM,
SDM PENDIDIKAN**

drg. YUS PRASTININGSIH, MM
Pembina TK I / IV b
NIP. 19720319 200012 2 002

Lampiran 3 Surat Izin Penelitian



UNIVERSITAS AWAL BROS

A Spirit of Caring

A Vision of Excellence

Pekanbaru, Jl.Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141

Telp. (0761) 8409768/ 082276268786

Batam, Jl.Abulyatama, 29464

Telp. (0778) 4805007/ 085760085061

Website: univawalbros.ac.id | Email : univawalbros@gmail.com

No : 00043/UAB1.01.3.3/U/KPS/5.25
Lampiran : -
Perihal : **Surat Izin Penelitian**

Kepada Yth :

Bapak/Ibu Direktur RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

di-

Tempat

Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi DIII Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Tahun Ajaran 2024/2025 Genap, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Penelitian untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
Nim : 202211402041
Dengan Judul : Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Pekanbaru, 22 Mei 2025
Ka. Prodi DIII Teknik Radiologi
Universitas Awal Bros



Shelly Angella,S.Tr.Rad., M.Tr.Kes
NIP. 1022099201

Tembusan :

Lampiran 4 Surat Balasan Izin Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI RIAU
RSUD ARIFIN ACHMAD

Jl. Diponegoro No. 2 Telp. (0761) - 23418, 21618, 21657, Fax (0761) - 20253
Pekanbaru



TERAKREDITASI PANGPURA

Pekanbaru, 11 Juni 2025

Nomor : 071/Diklit-Litbangpus/181

Kepada Yth.
Kepala Instalasi Radiologi

Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Di
Pekanbaru

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat dari Ka. Prodi DIII Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Nomor: 00043/UAB1.01.3.3/U/KPS/5.25 Tanggal 22 Mei 2025 perihal Izin Penelitian / Riset bersama ini disampaikan bahwa RSUD Arifin Achmad dapat menerima mahasiswa/i:

Nama : HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN
Nim : 202211402041
Program Studi : D III Teknik Radiologi

Berdasarkan persetujuan dari Kepala Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad dapat diberikan Izin Penelitian dengan Judul " Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru" dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tidak diperkenankan mengambil data dengan cara melakukan tindakan teknis/medis secara langsung kepada responden (pasien).
2. Pengambilan data tidak diperkenankan dengan cara memfoto, foto copy maupun menscanner data.
3. Tidak diperkenankan melakukan kegiatan selain pengambilan data
4. Izin pengambilan data berlaku selama 3 (tiga) bulan terhitung dari tanggal terbitnya surat ini.
5. Pengambilan data hanya berlaku untuk data sekunder pasien

Untuk itu diminta kepada Kepala Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad untuk dapat memberikan data dan informasi yang diperlukan oleh mahasiswa/i tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian disampaikan untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

WAKIL DIREKTUR BIDANG UMUM,
SDM & PENDIDIKAN



drg. YUSI PRASTININGSIH, MM
Pembina TK I
NIP. 19720319 200012 2 002

Lampiran 5 Surat Persetujuan Etik



UNIVERSITAS AWAL BROS
A Spirit Of Caring
A Vision of Excellence

Pekanbaru, Jl.Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141

Telp. (0761) 8409768/ 082276268786

Batam, Jl.Abulyatama, 29464

Telp. (0778) 4805007/ 085760085061

Website: univawalbros.ac.id | Email : univawalbros@gmail.com

REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK

Nomor : 0054/UAB1.20/SR/KEPK/06.25

Dengan Ini Menyatakan Bahwa Protokol Dan Dokumen Yang Berhubungan Dengan Protokol Berikut Telah Mendapatkan Persetujuan Etik :

| | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
| No Protokol | UAB250010 | | |
| Peneliti Utama | HANI BERTUAH OKTAVIA SILAEN | | |
| Judul Penelitian | UJI IMAGE UNIFORMITY PERANGKAT COMPUTED RADIOGRAPHY DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU | | |
| Tempat Penelitian | RSUD ARIFIN ACHMAD PEKANBARU | | |
| Masa Berlaku | 02 Juni 2025 - 02 Juni 2026 | | |
| Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Awal Bros | Nama : Eka Fitri Amir S.ST.,M.Keb | Tanda Tangan:  | Tanggal: 02 Juni 2025 |

Kewajiban Peneliti Utama :

1. Menyerahkan Laporan Akhir Setelah Penelitian Berakhir
2. Melaporkan Penyimpangan Dari Protokol Yang Disetujui
3. Mematuhi Semua Peraturan Yang Telah Ditetapkan

Lampiran 6 Tabel Nilai Standar Deviasi dan Nilai Rata-Rata

| Tegangan tabung (KV) | ROI | StdDev | \bar{x} |
|-----------------------------|------------|---------------|-----------------------------|
| 60 | A | 4,28 | 8,388 |
| | B | 14,85 | |
| | C | 3,99 | |
| | D | 6,34 | |
| | E | 12,48 | |
| 70 | A | 3,37 | 8,498 |
| | B | 16,21 | |
| | C | 3,10 | |
| | D | 5,97 | |
| | E | 14,55 | |
| 80 | A | 4,73 | 8,628 |
| | B | 15,43 | |
| | C | 3,20 | |
| | D | 6,90 | |
| | E | 12,88 | |

Lampiran 7 Tabel Nilai *Image Uniformity*

| Tegangan tabung (KV) | ROI | StdDev | Rata-rata (10% Toleransi) | keterangan | Hasil <i>Image Uniformity</i> |
|-----------------------------|------------|---------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 60 KV | A | 4,28 | 8,388 (7,549 – 9,226) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 14,85 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,99 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 6,34 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 12,48 | | Tidak Sesuai | |
| 70 KV | A | 3,37 | 8,498 (7,648 – 9,347) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 16,21 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,10 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 5,97 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 14,55 | | Tidak Sesuai | |
| 80 KV | A | 4,73 | 8,628 (7,765 – 9,490) | Tidak Sesuai | Tidak Seragam |
| | B | 15,43 | | Tidak Sesuai | |
| | C | 3,20 | | Tidak Sesuai | |
| | D | 6,90 | | Tidak Sesuai | |
| | E | 12,88 | | Tidak Sesuai | |

Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian



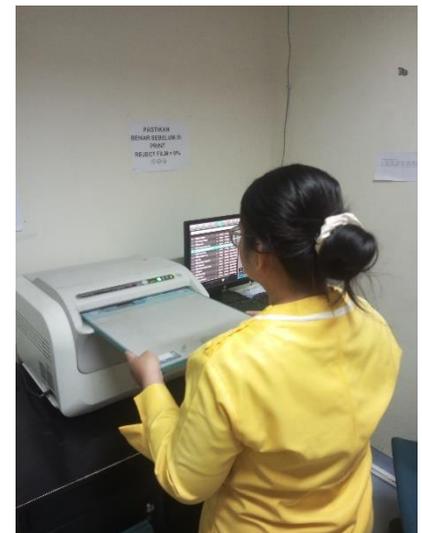
Pengaturan FFD sebesar 180 cm



Pengaturan KV dan mAs

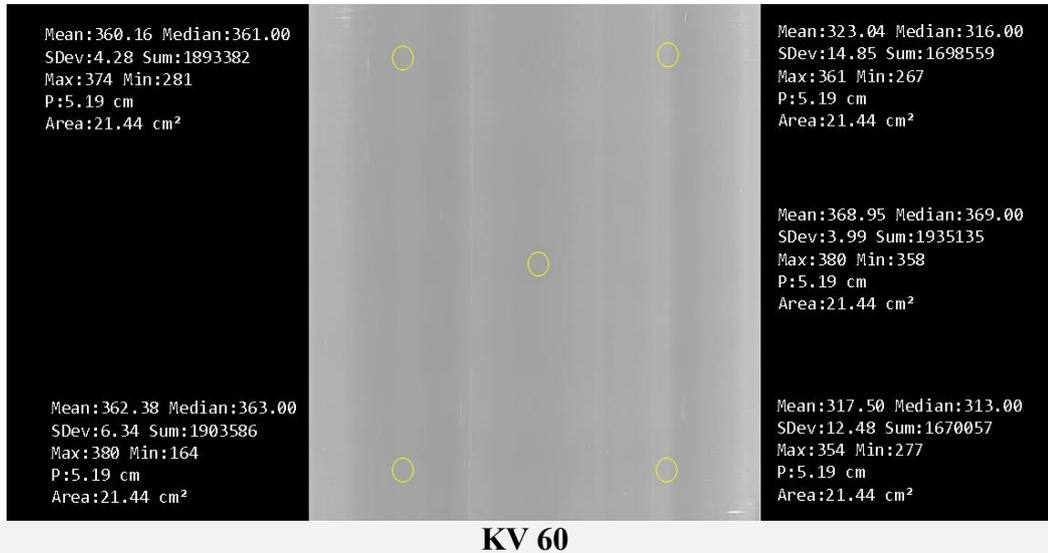


Atur CR tegak lurus kaset

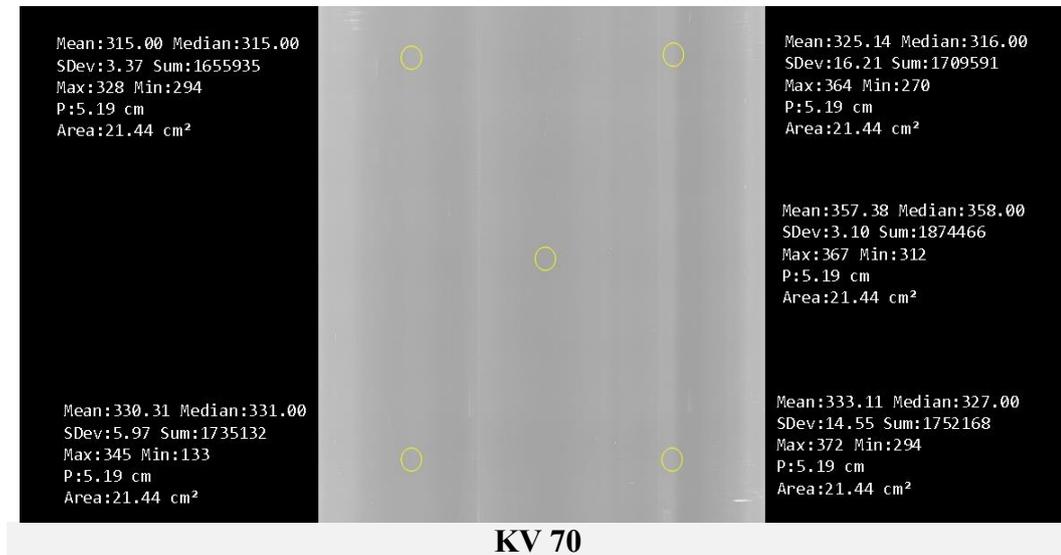


Pemasukan IP kedalam CR Reader

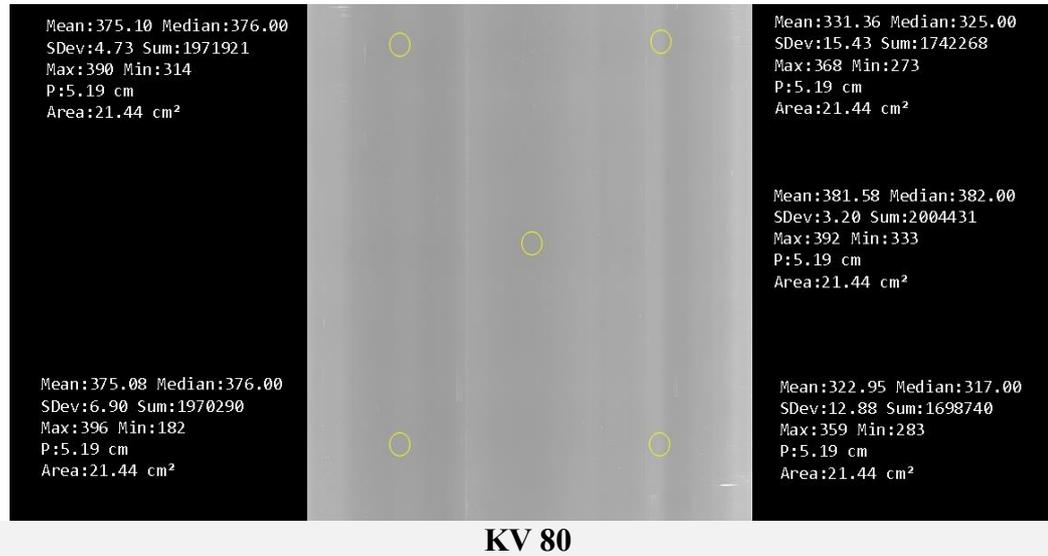
Lampiran 9 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 60



Lampiran 10 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 70



Lampiran 11 Hasil Pengukuran Titik ROI dengan Perangkat Lunak Pengolah Citra Pada Variasi KV 80



Lampiran 12 Lembar Konsul Pembimbing I

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING I

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
NIM : 202211402041
Judul KTI : Uji *Image Uniformity* Perangkat *Computed Radiography*
dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi
Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru
Nama Pembimbing : Aulia Annisa, M.Tr.ID

| NO | Hari/Tanggal | Materi Bimbingan | TTD |
|----|--------------------------|--------------------------|---|
| 1 | Kamis, 20 Februari 2025 | Pengajuan Judul |  |
| 2 | Selasa, 25 Februari 2025 | Pengajuan Bab I |  |
| 3 | Senin, 03 Maret 2025 | Revisi Bab I |  |
| 4 | Rabu, 12 Maret 2025 | Pengajuan Bab I, II, III |  |
| 5 | Kamis, 13 Maret 2025 | Revisi Bab I, II, III |  |
| 6 | Jumat, 21 Maret 2025 | Acc Proposal |  |
| 7 | Senin, 9 Juni 2025 | Revisi Bab IV |  |
| 8 | Senin, 16 Juni 2025 | Revisi Bab IV dan V |  |
| 9 | Rabu, 18 Juni 2025 | Revisi Bab IV dan V |  |
| 10 | Jumat, 20 Juni 2025 | ACC KTI |  |

Pekanbaru, 20 Juni 2025
Pembimbing I



Aulia Annisa, M.Tr.ID
NIDN.1014059304

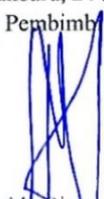
Lampiran 13 Lembar Konsul Pembimbing II

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING II

Nama : Hani Bertuah Oktavia Silaen
NIM : 202211402041
Judul KTI : Uji *Image Uniformity* Perangkat *Computed Radiography*
dengan Metode Pengolahan Citra Digital di Instalasi
Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru
Nama Pembimbing : Marido Bisra, M.Tr.ID

| NO | Hari/Tanggal | Materi Bimbingan | TTD |
|----|----------------------|-----------------------------|---|
| 1 | Kamis, 5 Maret 2025 | Pengajuan Judul |  |
| 2 | Rabu, 12 Maret 2025 | Pengajuan Bab I, II dan III |  |
| 3 | Jumat, 14 Maret 2025 | Revisi Bab I, II, dan III |  |
| 4 | Kamis, 20 Maret 2025 | Revisi Bab III |  |
| 5 | Jumat, 21 Maret 2025 | Acc Proposal |  |
| 6 | Selasa, 3 Juni 2025 | Revisi Bab IV |  |
| 7 | Rabu, 11 Juni 2025 | Revisi Bab IV dan V |  |
| 8 | Kamis, 17 Juni 2025 | Revisi Bab IV dan V |  |
| 9 | Jumat, 18 Juni 2025 | Revisi Bab V |  |
| 10 | Selasa, 24 Juni 2025 | ACC KTI |  |

Pekanbaru, 24 Juni 2025
Pembimbing II


Marido Bisra, M.Tr.ID
NIDN.1019039302