

**EVALUASI KUALITAS CITRA RADIOGRAFI LUMBOSAKRAL
BERDASARKAN NILAI SNR DENGAN VARIASI FAKTOR EKSPOSI
PADA SISTEM CR**

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma III Radiologi
Pada Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto



CLARITA J. VIORELLA BRIA
NIM. 22230057

POLITEKNIK KESEHATAN TNI AU ADISUTJIPTO
PROGRAM STUDI D3 RADIOLOGI
YOGYAKARTA
2025

LEMBAR PERSETUJUAN

EVALUASI KUALITAS CITRA RADIOGRAFI LUMBOSAKRAL BERDASARKAN NILAI SNR DENGAN VARIASI FAKTOR EKSPOSI PADA SISTEM CR

CLARITA J. VIORELLA BRIA

22230057

Yogyakarta, 20 November 2025

Menyetujui:

PEMBIMBING I

Tanggal: 11 September 2025



M. Sofyan., M. Kes., M.Tr.ID

NIDN: 0808048602



Delfi Iskardiyani, S.Pd., M.Si.

NIDN: 011808009

KARYA TULIS ILMIAH

EVALUASI KUALITAS CITRA RADIOGRAFI LUMBOSAKRAL BERDASARKAN NILAI SNR DENGAN VARIASI FAKTOR EKSPOSI PADA SISTEM CR

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**CLARITA J. VIORELLA
BRIA**

Telah dipertahankan di depan Dewan
Penguji Pada tanggal, 20 November 2025
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I



M. Sofyan., M. Kes., M.Tr.ID
NIDN: 0808048602

Ketua Dewan Penguji



Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes
NIDN: 0514109301

Pembimbing II



Delfi Iskardvani, S.Pd., M.Si.
NIDN: 011808009

Karyah Tulis Ilmiah ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III Radiologi

Yogyakarta, 20 November 2025



Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes
NIDN: 0514109301

**SURAT PERNYATAAN
TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Clarita J. Viorella Bria

NIM : 22230057

Saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Evaluasi Kualitas Citra Radiografi Lumbosakral Berdasarkan Nilai SNR Dengan Variasi Faktor Eksposi Pada Sistem CR” ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Semua sumber baik dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar, atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan pelanggaran etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Yogyakarta, 4 November 2025

Yang membuat pernyataan


F27BEANX154845106
Clarita J. Viorella Bria

MOTTO

“Aku dapat melakukan segala sesuatu dalam Dia”

(Filipi 4:13)

BIODATA PENELITIAN

Data Pribadi

Nama : Clarita J. Viorella Bria
Tempat, Tanggal Lahir : Manado, 22 Januari 2003
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Katolik
Nama Ayah : Yanuarius Bria
Nama Ibu : Theresia J. Salmon
Alamat : RT 006, RW 002, Desa Naekasa, Kec. Tasifeto Barat,
Kab. Belu, Nusa Tenggara Timur
Nomor Handphone : 085642082588
Alamat e-mail : Claritajulia542@gmail.com



Riwayat Pendidikan

No.	Nama Sekolah	Kota/Kab	Tahun
1.	SDI Benemeta	Belu	2008 – 2014
2.	SMP Nela	Belu	2014 – 2017
3.	SMA Negeri 2 Tasifeto Barat	Belu	2017 – 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan penyertaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dalam bentuk Karya Tulis Ilmiah ini dengan tepat waktu. Karya Tulis Ilmiah ini berjudul “Evaluasi Kualitas Citra Radiografi Lumbosakral Berdasarkan Nilai SNR Dengan Variasi Faktor Eksposi Pada Sistem CR”. Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan pada Program Studi Diploma Tiga Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis mengalami hambatan dan kesulitan. Namun berkat dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Kolonel (Purn) dr. Minto Sumego, MS yang kami hormati selaku direktur Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
2. Ibu Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes selaku Ketua Program Studi D3 Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
3. Bapak M. Sofyan., M. Kes., M.Tr.ID selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada penulis dengan penuh kesabaran dan perhatian hingga akhir penulisan.
4. Ibu Delfi Iskardyani, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada Penulis dengan penuh kesabaran dan perhatian hingga akhir penulisan.

5. Dosen dan staf Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan bantuan dalam perkuliahan selama ini.
6. Bapak Yanuarius Bria dan Ibu Theresia J. Salmon selaku orang tua penulis yang selalu mendukung, memberi motivasi, nasihat, kasih sayang, semangat serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini, terima kasih banyak.
7. Kakak Christo Bria dan Kakak Jose Bria yang selalu memberikan motivasi, bantuan, serta doa selama proses penyusunan karya tulis ini. Dukungan kakak berdua menjadi kekuatan yang selalu menguatkan langkah saya.
8. Sahabat saya, Dyah Ajeng Larasati. Terima kasih atas kesetiaanmu mendampingi perjalanan ini, atas setiap dorongan, cerita, dan tawa yang membuat langkah saya terasa lebih ringan.
9. Julio Oscar Banusu, sosok spesial yang telah hadir dalam hidup saya dan selalu memberikan dukungan, perhatian, dan semangat yang begitu berarti selama proses penyusunan karya tulis ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam tugas akhir ini sehingga penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari semua pihak. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 4 November 2025

Penulis

Clarita J. Viorella Bria

INTISARI

Latar belakang: Radiografi lumbosakral memerlukan kualitas citra yang optimal, sehingga perlu dilakukan evaluasi nilai SNR pada sistem *Computed Radiography* (CR) dengan variasi faktor eksposi untuk menentukan parameter yang mampu menghasilkan citra diagnostik yang jelas dengan sedikit *noise*. Penelitian yang dilakukan oleh Winarno *et al.* (2021) menunjukkan bahwa metode *Histogram Equalization* (HE) terbukti meningkatkan kualitas citra radiografi lumbosakral, terutama pada proyeksi AP.

Tujuan: Mengetahui nilai SNR pada radiografi lumbosakral menggunakan sistem *Computed Radiography* (CR) dengan variasi faktor eksposi kV 60, 70, 80, dan menentukan nilai SNR yang paling optimal pada pemeriksaan radiografi lumbosakral.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen kuantitatif yang dilakukan di laboratorium menggunakan objek *phantom*. Citra radiografi yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *software ImageJ* untuk mengukur nilai SNRnya.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tegangan 60 kV kontras tinggi dan SNR rendah, tegangan 70 kV nilai SNRnya tinggi dan paling stabil sehingga menjadi tegangan paling optimal, dan pada tegangan 80 kV nilai SNR kembali turun karena penetrasi dan *noise* meningkat.

Simpulan: Nilai SNR pada radiografi lumbosakral meningkat seiring bertambahnya tegangan (kV). Pada tegangan 70 kV, seluruh struktur anatomi (tulang dan jaringan lunak) menunjukkan nilai SNR tertinggi, sehingga memberikan kualitas citra paling optimal dibandingkan 60 kV dan 80 kV.

Kata Kunci: Kualitas citra, *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), Faktor eksposi

ABSTRACT

Background: Lumbosacral radiography requires optimal image quality, therefore, it is necessary to evaluate the SNR value in a Computed Radiography (CR) system with varying exposure factors to determine parameters capable of producing clear diagnostic images with minimal noise. Research conducted by Winarno et al. (2021) demonstrated that the Histogram Equalization (HE) method has been proven to improve the quality of lumbosacral radiographic images, especially in the AP projection.

Objective: To determine the SNR value in lumbosacral radiography using a Computed Radiography (CR) system with varying exposure factors of 60, 70, and 80 kV, and to determine the most optimal SNR value for lumbosacral radiographic examinations.

Methods: This study was a quantitative experimental study conducted in a laboratory using a phantom object. The obtained radiographic images were then analyzed using ImageJ software to measure the SNR value.

Results: The results of the study show that at a voltage of 60 kV high contrast and low SNR, a voltage of 70 kV has a high and most stable SNR value so that it becomes the most optimal voltage, and at a voltage of 80 kV the SNR value decreases again because penetration and noise increase.

Conclusion: The SNR value in lumbosacral radiography increases with increasing voltage (kV). At 70 kV, all anatomical structures (bone and soft tissue) show the highest SNR value, thus providing the most optimal image quality compared to 60 kV and 80 kV.

Key Words: Image quality, *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), Exposure factors

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI	iv
MOTTO.....	v
BIODATA PENELITI	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Keaslian Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Radiografi Lumbosakral.....	8
B. Faktor Eksposi dalam Radiograf	9
C. Sistem <i>Computed Radiography</i> (CR).....	10
D. Kualitas Citra Radiologi.....	12
E. <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR).....	14
F. Kerangka Teori.....	18
G. Kerangka Konsep	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
A. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	20
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
C. Populasi dan Sampel	20
D. Instrumen Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	21
E. Teknik Analisis Data	23
F. Etika Penelitian	23
G. Jalannya Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil	25
B. Pembahasan.....	27
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	30
A. Simpulan.....	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31

LAMPIRAN.....	34
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi lumbosakral.....	8
Gambar 2.2 Kerangka teori.....	18
Gambar 2.3 Kerangka konsep.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian penelitian.....	6
Tabel 3.1 Jalannya penelitian.....	23
Tabel 4.1 Hasil analisis citra pada tegangan 60 kV	25
Tabel 4.2 Hasil analisis citra pada tegangan 70 kV	26
Tabel 4.3 Hasil analisis citra pada tegangan 80 kV	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur penelitian	37
Lampiran 2. Surat izin penelitian.....	38
Lampiran 3. Dokumentasi.....	39
Lampiran 4. Pengukuran nilai rata-rata (<i>mean</i>) dan standar deviasi.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Radiografi lumbosakral merupakan salah satu pemeriksaan penunjang diagnostik yang esensial dalam praktik radiologi, terutama dalam mengevaluasi kelainan muskuloskeletal pada tulang belakang bagian bawah. Pemeriksaan ini banyak digunakan untuk mendeteksi penilaian struktur tulang belakang bagian bawah untuk mendiagnosis berbagai kondisi seperti fraktur, degenerasi diskus, stenosis spinal, spondilolistesis, hingga gangguan saraf akibat kompresi kanal spinal (Giacomini *et al.*, 2020). Oleh karena itu, kualitas citra radiografi harus memenuhi standar visibilitas anatomi dan kontras yang baik agar informasi diagnostik dapat diperoleh secara akurat.

Kualitas citra yang optimal sangat diperlukan agar diagnosis yang dihasilkan akurat dan memadai secara klinis. Teknologi yang umum digunakan dalam pencitraan radiografi adalah *Computed Radiography* (CR). Seiring perkembangan teknologi digital dalam radiologi, sistem CR telah menggantikan peran sistem film konvensional. Sistem CR menggunakan *photostimulable phosphor imaging plate* (IP) yang memungkinkan perekaman dan pembacaan sinyal digital dari radiasi yang diterima (Bushong, 2021). Namun, meskipun memberikan kemudahan dalam manipulasi dan penyimpanan citra, sistem CR masih memiliki tantangan

utama, yaitu kualitas citra yang sering kali terpengaruh oleh *noise digital*, rendahnya kontras, serta ketergantungan pada faktor teknis eksposi.

Penilaian kualitas citra secara objektif dilakukan menggunakan parameter kuantitatif seperti *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). SNR merupakan rasio antara intensitas sinyal (informasi gambar) terhadap tingkat gangguan (*noise*) yang muncul dalam citra (Seeram, 2019). Semakin tinggi nilai SNR, maka semakin baik tingkat kejernihan dan ketajaman citra radiografi, sehingga struktur anatomi dapat divisualisasikan secara lebih jelas, terutama pada area dengan kontras rendah seperti jaringan lunak dan diskus intervertebralis (Huda & Abrahams, 2017). Evaluasi terhadap nilai SNR dalam citra radiografi lumbosakral yang dihasilkan oleh sistem CR digunakan sebagai indikator mutu citra, sekaligus sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan teknik pencitraan dan pengurangan paparan ulang terhadap pasien. Selain itu, pengukuran SNR juga mendukung prinsip justifikasi dan optimalisasi dalam proteksi radiasi, sebagaimana diamanatkan dalam pedoman radiologi diagnostik modern (IAEA, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Winarno *et al.* (2021) dengan judul “Metode *Histogram Equalization* untuk Peningkatan Kualitas Citra dengan Menggunakan Studi *Phantom Lumbosacral*”, menunjukkan bahwa metode *Histogram Equalization* (HE) terbukti meningkatkan kualitas citra radiografi lumbosacral, terutama pada proyeksi AP, dilihat dari peningkatan kecerahan visual, distribusi histogram, dan nilai SNR. Namun, hasil tidak

signifikan pada proyeksi lateral menunjukkan perlunya eksplorasi metode lain atau parameter eksposi tambahan untuk peningkatan yang lebih merata.

Permasalahan yang sering terjadi di lapangan adalah penggunaan faktor eksposi yang belum optimal, sehingga kualitas citra yang dihasilkan rendah, memungkinkan pengulangan foto, serta menambah dosis radiasi yang diterima pasien. Oleh karena itu, evaluasi kualitas citra radiografi lumbosakral berdasarkan nilai SNR dengan variasi faktor eksposi pada sistem CR sangat penting dilakukan. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengevaluasi nilai SNR pada radiografi lumbosakral menggunakan sistem CR dengan variasi tegangan tabung 60, 70, dan 80 kVp. Rentang nilai tersebut dipilih karena masih sesuai dengan praktik klinis umum dan mencerminkan variasi energi sinar-X yang relevan untuk struktur tulang belakang bagian bawah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai hubungan faktor eksposi dengan kualitas citra, sekaligus menjadi acuan bagi radiografer dalam menentukan parameter yang tepat untuk memperoleh citra diagnostik yang optimal dengan dosis radiasi serendah mungkin (prinsip ALARA – *As Low As Reasonably Achievable*).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun masalah yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada radiografi lumbosakral menggunakan sistem *Computed Radiography* (CR) dengan variasi faktor eksposi kV 60, 70, 80?
2. Nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) manakah yang paling optimal pada pemeriksaan radiografi lumbosakral dengan variasi faktor eksposi kV 60, 70, dan 80?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang dapat diambil yaitu:

1. Mengetahui nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada radiografi lumbosakral menggunakan sistem *Computed Radiography* (CR) dengan variasi faktor eksposi kV 60, 70, 80.
2. Mengetahui nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) yang paling optimal pada pemeriksaan radiografi lumbosakral dengan menggunakan variasi faktor eksposi kV 60, 70, dan 80.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Sebagai sumber referensi ilmiah terkait evaluasi kualitas citra berdasarkan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dengan variasi faktor eksposi menggunakan sistem *Computed Radiography* (CR).

2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi bagi tenaga radiografer dalam memilih parameter teknik eksposi (terutama kVp) yang optimal untuk memperoleh kualitas citra terbaik dengan tetap mempertimbangkan proteksi radiasi.

E. Keaslian Penelitian

Tabel 1.1 Keaslian penelitian

No.	Nama Peneliti / Tahun	Judul	Metode	Hasil	Kelebihan dan Kekurangan
1.	Surdiyah Asriningrum, Khaerul Ansory, Putra Tri Hasan (2021)	Faktor Eksposi terhadap Kualitas Citra Radiografi dan Dosis Pasien Menggunakan Parameter Penilaian <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR) pada Pemeriksaan Thorax dengan Posteroanterior Pesawat Menggunakan Computed Radiografi	Kuantitatif eksperimental	Peningkatan faktor eksposi meningkatkan SNR (mengurangi <i>noise</i>) tetapi penggunaan kVp terlalu tinggi (>100 Kv) menurunkan detail dan kontras gambar.	Kelebihan: Menggunakan kombinasi penilaian objektif (SNR) dan subjektif (kuesioner) serta mengkaji hubungan antara kualitas citra, faktor eksposi, dan dosis secara terintegrasi. Kekurangan: Jumlah sampel kecil (hanya 9 pasien) sehingga hasil kurang representatif dan tidak ada pengujian statistik untuk melihat signifikansi hubungan antar variabel. Gap: Belum ada analisis lengkap terkait pengaruh faktor eksposi terhadap kualitas citra dan dosis pada kelompok pasien yang lebih luas atau pada alat digital lainnya.
2.	Dea Ryangga, Ni Putu Rika Widhyasari, Cokorda Istri Ariwidyastuti (2017)	Pengaruh Aturan 15% kVp pada <i>Computed Radiography</i> terhadap <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR)	Kuantitatif dengan pendekatan korelasional	Penurunan 15% kVp meningkatkan SNR, sehingga meningkatkan kualitas citra. Koefisien korelasi sebesar 0,720 (korelasi kuat). $R^2 = 0,518$ artinya 51,8% perubahan SNR dipengaruhi oleh variasi kVp.	Kelebihan: Menggunakan analisis statistik korelasi dan regresi untuk membuktikan hubungan antar variabel, pengukuran SNR pada beberapa titik ROI sehingga lebih representatif serta memberikan rekomendasi praktis bagi radiografer. Kekurangan: Menggunakan objek phantom, bukan pasien nyata dan tidak membahas dampak perubahan faktor eksposi terhadap dosis pasien. Gap: Belum ada validasi langsung pada pasien atau objek anatomi manusia dan perlu kajian lanjut mengenai efek dosis pada pasien saat penerapan aturan 15% kVp.
3.	Lestari (2020)	Evaluasi Kualitas Citra Abdomen pada CR Berdasarkan	Eksperimen laboratorium	SNR meningkat seiring peningkatan kVp.	Kelebihan: Memberikan parameter teknis yang terukur. Kekurangan: Tidak membahas visibilitas anatomi

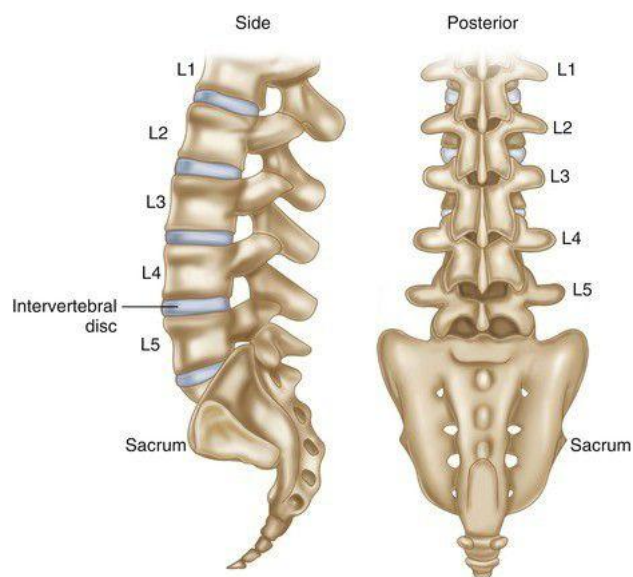
		SNR dan CNR			
4.	Yuliana et al. (2022)	Hubungan antara SNR dan Visibilitas Anatomi pada Radiografi Ekstremitas	Observasional analitik	SNR berbanding lurus dengan ketajaman visualisasi	kompleks. Gap: Belum diterapkan pada wilayah vertebra lumbal. Kelebihan: Menghubungkan aspek teknis dan anatomi. Kekurangan: Wilayah tubuh yang diteliti hanya ekstremitas.
5.	Indrawati (2019)	Pengaruh Teknik Ekspose terhadap SNR pada Radiografi CR	Eksperimen kuantitatif	Teknik ekspose berpengaruh signifikan terhadap SNR	Gap: Tidak relevan langsung dengan spine lumbosakral. Kelebihan: Menyediakan dasar teknik optimal. Kekurangan: Tidak dikaitkan dengan struktur atau diagnosis spesifik. Gap: Tidak memuat korelasi dengan visibilitas struktur lumbal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Radiografi Lumbosakral

Radiografi lumbosakral merupakan prosedur pencitraan medis yang digunakan untuk mengevaluasi struktur tulang belakang bagian bawah, khususnya tulang lumbal dan sakrum. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi kelainan anatomi, patologis, maupun trauma pada tulang belakang bagian bawah yang sering menjadi sumber nyeri punggung, gangguan neurologis, atau keterbatasan mobilitas. Berikut merupakan anatomi dari lumbosakral.



Gambar 2.1 Anatomi lumbosakral

Pemilihan metode radiografi yang tepat akan mempengaruhi kualitas citra diagnostik yang dihasilkan, sehingga berpengaruh langsung terhadap ketepatan diagnosis (Bontrager & Lampignano, 2018). Pemeriksaan

radiografi lumbosakral merupakan salah satu modalitas pencitraan yang sering digunakan dalam praktik klinis untuk mengevaluasi berbagai kondisi patologis di area tulang belakang bagian bawah. Indikasi klinis utama dari pemeriksaan ini meliputi:

1. Nyeri Punggung Bawah (*Low Back Pain*)

Nyeri punggung bawah merupakan keluhan yang paling sering dijumpai di klinik ortopedi dan layanan primer. Pemeriksaan radiografi dilakukan untuk mengevaluasi kemungkinan abnormalitas struktural seperti degenerasi diskus, osteofit, skoliosis, atau instabilitas vertebra.

2. Trauma Tulang Belakang

Trauma pada tulang belakang lumbal, seperti jatuh dari ketinggian atau kecelakaan lalu lintas, dapat menyebabkan fraktur kompresi atau fraktur burst pada korpus vertebra. Radiografi lumbosakral berguna untuk *skrining* awal cedera tulang, dislokasi, atau subluksasi.

3. Spondilolistesis

Spondilolistesis adalah kondisi di mana satu tulang belakang tergelincir ke depan dibandingkan tulang di bawahnya, paling sering terjadi pada vertebra L4–L5 atau L5–S1. Pemeriksaan radiografi lateral lumbosakral sangat berguna untuk menilai derajat pergeseran dan klasifikasinya (*grade I–V*).

4. Herniasi Nukleus Pulposus (HNP)

HNP atau dikenal sebagai *slipped disc* terjadi saat nukleus pulposus menonjol dan menekan akar saraf spinal. Meskipun MRI merupakan

gold standard untuk diagnosis HNP, radiografi tetap berguna dalam tahap awal untuk menyingkirkan kelainan tulang, seperti penurunan tinggi diskus, osteofit, atau *malalignment*.

B. Faktor Eksposi dalam Radiografi

Faktor eksposi dalam radiografi adalah pengaturan teknis yang menentukan jumlah dan energi sinar-X yang digunakan untuk menghasilkan citra. Tiga komponen utama yang mempengaruhi eksposi adalah:

1. Kilovolt Peak (kVp)

Kilovolt Peak (kVp) digunakan mengatur energi atau kekuatan sinar-X. kVp yang tinggi artinya sinar-Xnya lebih kuat sehingga mampu menembus jaringan tubuh yang tebal, kualitas gambar yang dihasilkan menjadi lebih terang, namun kontrasnya menurun. Sedangkan kVp rendah artinya sinar-X lemah sehingga kontrasnya meningkat, tetapi dapat meningkatkan *noise*.

2. Milliampere-seconds (mAs)

Milliampere-seconds (mAs) merupakan kombinasi dari jumlah arus listrik (Ma) dan waktu penyinaran (s). mAs yang tinggi mengakibatkan lebih banyak foton sinar-X sehingga lebih sedikit *noise* dan nilai SNRnya meningkat. Sedangkan mAs rendah mengakibatkan gambar lebih gelap dan berbintik (banyak *noise*).

3. Waktu Eksposi

Waktu eksposi merupakan lama sinar-X dipancarkan ke tubuh pasien. Waktu yang terlalu singkat dapat menyebabkan kualitas

gambar yang dihasilkan menjadi gelap. Sedangkan waktu yang terlalu lama bisa meningkatkan risiko *motion blur* jika pasien bergerak.

C. Sistem *Computed Radiography* (CR)

Computed Radiography (CR) adalah sistem pencitraan digital tidak langsung yang menggunakan *imaging plate* (IP) sebagai media untuk menangkap radiasi sinar-X. Setelah penyinaran, IP dibaca menggunakan *scanner laser* untuk mentransfer data menjadi citra digital. Kelebihan CR antara lain fleksibilitas penggunaan dengan peralatan konvensional dan biaya investasi yang relatif rendah dibandingkan DR. Namun, CR memiliki resolusi spasial dan kontras yang cenderung lebih rendah dibandingkan DR, serta proses yang memerlukan waktu tambahan untuk pembacaan dan transfer data (Seeram, 2019).

Teknik pencitraan radiografi yang dikenal sebagai CR menggunakan *Photo Stimulable Phosphor* (PSP) untuk mengumpulkan data dan memproses gambar dalam format *DICOM* (*digital imaging and communication in medicine*), sehingga resolusi dan ukuran gambar tidak berubah ketika ukurannya diperbesar (Sari *et al.*, 2022). Dalam CR terdapat beberapa komponen, diantaranya: *Image Plate* (IP), *Cassette*, *Image Reader*, *Image Console*, dan *Image Recorder* (Bushong, 2017).

1. *Image Plate* (IP)

Image Plate (IP) terdiri dari lapisan fosfor yang dapat distimulasi. Jika lapisan fosfor pada IP terkena foton sinar-X, maka IP akan menangkap dan menyimpan energi (elektron). Dalam proses pembuatan

gambar di *Internet Protocol*, beberapa proses diperlukan untuk menghasilkan gambar. Salah satunya adalah proses *transport* data, dimana data dipindahkan dari IP ke komputer. Setelah pembacaan atau *scanner* pada gambar, elektron yang ditangkap pada fosfor akan dilepaskan (Jannah *et al.*, 2019).

2. *Cassette*

Cassette pada CR terdiri dari aluminium pada bagian belakangnya dan karbon fiber pada bagian depan. *Cassette* berfungsi sebagai tempat pelindung untuk *image plate* (Jannah *et al.*, 2019).

3. *Image Reader*

Image Reader termasuk bagian dari kontrol akuisisi CR dan merupakan alat pemindai untuk membaca dan memproses gambar dari IP. Laser yang terletak di dalam *Image Reader* membaca gambar laten yang tersimpan dalam IP (Jannah *et al.*, 2019).

4. *Image Console*

Image Console berperan sebagai pusat kontrol untuk seluruh sistem CR. Petugas medis menggunakan konsol ini untuk memilih jenis pemeriksaan, mengatur parameter eksposur, memicu proses pencitraan, melakukan pemrosesan awal gambar (seperti koreksi *noise*, kalibrasi), dan melihat hasil gambar.

5. *Image Recorder*

Image Recorder berfungsi untuk menerima data gambar dari sensor atau detektor CR, kemudian merekamnya dalam format digital. Data

gambar ini kemudian dapat diproses lebih lanjut oleh *Image Console* atau sistem lainnya.

D. Kualitas Citra Radiologi

Kualitas citra radiografi sangat penting dalam praktik radiologi karena citra yang baik dapat memberikan informasi yang maksimal sehingga mudah bagi radiografer dalam mendiagnosis pasien. Kualitas citra radiologi merupakan tingkat akurasi gambar radiografi yang dihasilkan oleh sistem pencitraan medis, yang memungkinkan visualisasi struktur anatomi dan diagnosis klinis yang akurat. Untuk mendapatkan kualitas citra radiografi yang baik (densitas, kontras, ketajaman dan distorsi), diperlukan usaha-usaha untuk menekan faktor-faktor yang dapat menurunkan kualitas radiografi. Kualitas citra yang buruk dapat menyebabkan misdiagnosis sehingga perlu dilakukan pengulangan pemeriksaan yang dapat meningkatkan dosis radiasi pada pasien (Sparzinanda *et al.*, 2017).

Evaluasi kualitas citra sering dilakukan oleh radiolog dengan metode visual atau kuantitatif menggunakan *software*. Beberapa rumah sakit menggunakan sistem skor subjektif, sedangkan lainnya menggunakan nilai objektif seperti SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) dan MTF (*Modulation Transfer Function*). Kualitas citra yang baik harus dicapai dengan dosis radiasi serendah mungkin, sesuai prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Artinya, tujuan bukan hanya mendapatkan gambar terbaik, tetapi gambar cukup baik untuk diagnosis tanpa membahayakan pasien dengan dosis tinggi.

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas citra radiologi, yaitu sebagai berikut:

1. Teknologi sistem (CR vs DR): DR cenderung menghasilkan kualitas citra lebih tinggi daripada CR.
2. Penggunaan *grid*: *grid* dapat meningkatkan kontras dengan mengurangi radiasi hambur, tapi menambah dosis jika tidak digunakan dengan tepat.
3. Teknik eksposur (kVp, mAs): pengaturan paparan mempengaruhi kontras, noise, dan ketajaman.
4. Pemrosesan digital: fitur seperti histogram *equalization* dan *edge enhancement* membantu meningkatkan kualitas visual.
5. Artefak: kesalahan teknis atau kerusakan alat bisa menurunkan kualitas citra secara signifikan (Sari & Fad Ly, 2018).

E. ***Signal-to-Noise Ratio (SNR)***

Signal-to-Noise Ratio (SNR) merupakan salah satu indikator kuantitatif utama dalam evaluasi kualitas citra radiografi digital. Nilai SNR menunjukkan seberapa dominan informasi sinyal (struktur anatomi) terhadap gangguan acak (*noise*) dalam suatu citra medis. Oleh karena itu, SNR berperan langsung dalam menentukan sejauh mana struktur anatomi dapat divisualisasikan dengan jelas dan akurat. Rumus dasar SNR adalah sebagai berikut (Czanner *et al.*, 2015):

1. Dalam bentuk rasio biasa (tanpa desibel):

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}}$$

2. Dalam konteks statistik atau citra digital:

$$\text{SNR} = \frac{\mu}{\sigma}$$

3. Dalam bentuk desibel (Db):

$$\text{SNR}_{\text{Db}} = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}}$$

4. Jika sinyal diukur dalam bentuk amplitudo:

$$\text{SNR}_{\text{Db}} = 20 \cdot \log_{10} \frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}}$$

Dimana P_{signal} dan P_{noise} adalah daya sinyal dan daya derau, μ dan σ adalah *mean* dan standar deviasi, sedangkan A_{signal} dan A_{noise} adalah amplitudo sinyal dan amplitudo derau.

Dalam konteks radiografi medis, nilai SNR sangat penting karena berkaitan langsung dengan kemampuan sistem pencitraan dalam membedakan struktur anatomi dan mendeteksi kelainan. Menurut Seeram (2019), semakin tinggi nilai SNR, maka semakin baik kualitas struktur anatomi dalam citra radiografi. Hal ini disebabkan karena banyaknya sinyal yang diterima (*brightness* dan kontras struktur) dibandingkan *noise* (gangguan) yang dapat merusak kualitas anatomi. Dengan kata lain, nilai SNR yang tinggi menghasilkan citra dengan kontras dan ketajaman lebih baik, sehingga garis batas antar jaringan dan detail morfologi tulang atau jaringan lunak menjadi lebih jelas (Seeram, 2019). Artinya, pada area lumbosakral, nilai $\text{SNR} \geq 20$ umumnya dianggap cukup untuk memastikan visibilitas struktur anatomi yang kompleks dan jaringan lunak yang tebal (Seeram, 2019; IAEA, 2018). Dalam radiografi lumbosakral, interpretasi

nilai SNR sangat penting untuk menilai dengan jelas korpus vertebrae, diskus intervertebralis, dan foramen intervertebralis. Nilai SNR yang rendah dapat menyebabkan kesalahan diagnosis, seperti tidak terdeteksinya fraktur halus atau perubahan degeneratif.

Berikut adalah penjelasan tentang faktor-faktor yang memengaruhi nilai SNR dalam konteks pencitraan medis (terutama radiografi), lengkap dengan referensi ilmiah:

1. Dosis Radiasi (mAs)

Dosis radiasi (mAs) merupakan gabungan dari jumlah arus listrik (Ma) dan waktu penyinaran (s). Semakin besar dosis radiasi (mAs), maka semakin banyak sinar-X yang mengenai detektor. Hal ini menyebabkan lebih banyak sinyal yang diterima dan lebih sedikit *noise*, sehingga gambar yang dihasilkan lebih jelas.

2. Tegangan Tabung Sinar-X (kVp)

Tegangan tabung sinar-X merupakan besarnya energi sinar-X yang dihasilkan. Semakin tinggi kVp, maka semakin kuat sinar-X menembus tubuh. Hal ini membantu menangkap detail di bagian tubuh dalam dan mengurangi *noise*, terutama di bagian tubuh yang tebal, dan bisa meningkatkan nilai SNR.

3. Sensitivitas Detektor

Sensitivitas detektor adalah seberapa baik detektor (dalam sistem CR) menangkap sinar-X dan mengubahnya menjadi gambar digital. Detektor yang lebih sensitif bisa menangkap lebih banyak sinyal

walaupun dosis rendah, sehingga menghasilkan SNR yang lebih baik. Detektor yang bagus bisa menghasilkan gambar yang jelas meskipun sinar-X yang digunakan sedikit.

4. Kondisi Pasien

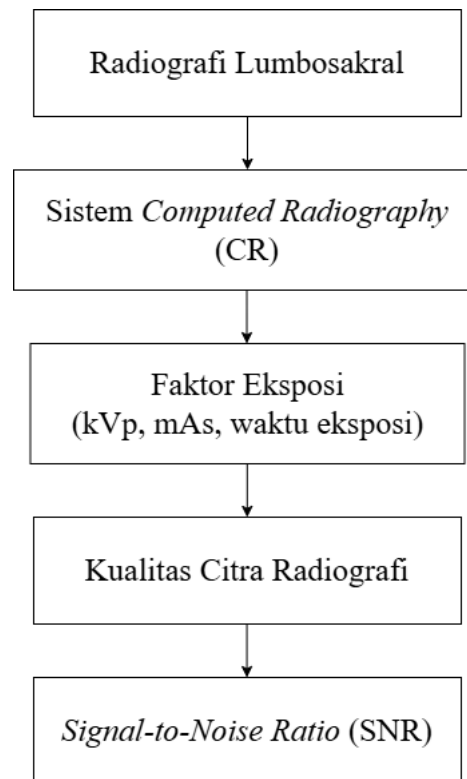
Kondisi pasien meliputi ukuran tubuh, ketebalan jaringan, atau adanya pergerakan saat pemotretan. Tubuh yang lebih tebal atau gerakan saat pemotretan bisa menyebabkan lebih banyak *noise*, sehingga SNR menjadi rendah. Jika pasien bergerak atau punya badan besar, gambar bisa lebih buram dan kualitasnya menurun.

5. Pemrosesan Gambar Digital

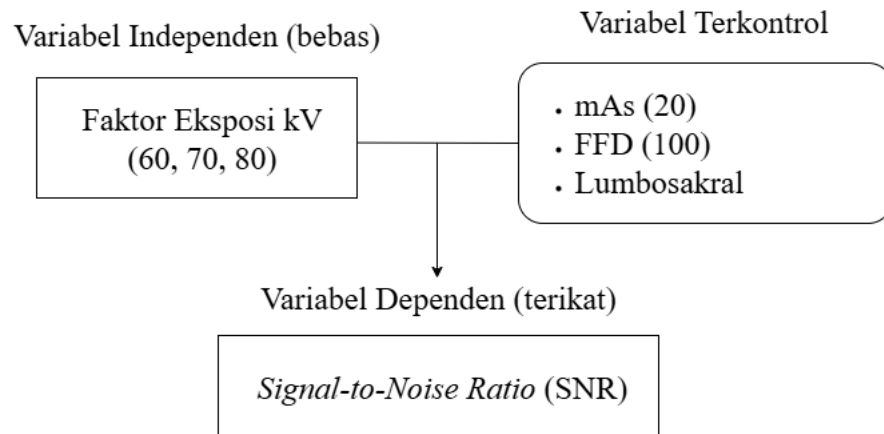
Pemrosesan gambar digital merupakan proses komputer untuk memperbaiki gambar setelah pemotretan. *Software* dapat mengurangi *noise* dan meningkatkan kualitas gambar, sehingga SNR tampak lebih baik.

6. Kondisi Peralatan dan Kalibrasi

Kondisi alat radiografi, dan apakah alat sudah dikalibrasi dengan baik, berpengaruh pada kualitas gambar yang dihasilkan. Peralatan yang kurang terawat bisa menghasilkan *noise* lebih banyak, dan menurunkan SNR. Alat yang bagus dan terawat menghasilkan gambar yang lebih jernih.

F. Kerangka Teori**Gambar 2.2 Kerangka teori**

G. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka konsep

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen kuantitatif yang dilakukan di laboratorium, dan bertujuan untuk mengevaluasi nilai SNR pada citra radiografi lumbosakral menggunakan sistem CR dengan variasi faktor eksposi (kVp: 60, 70, 80). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh data numerik yang dapat dianalisis secara statistik guna mengetahui hubungan antara faktor eksposi dengan nilai SNR dan kualitas citra yang dihasilkan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di laboratorium STIKES Guna Bangsa pada periode Oktober 2025.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah beberapa citra radiografi lumbosakral *phantom* yang diperoleh menggunakan sistem CR di laboratorium.

2. Sampel

Sampel yang digunakan adalah *phantom* lumbosakral proyeksi AP yang memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut:

- a. Menggunakan sistem CR dengan merek/tipe tertentu.

- b. Memiliki parameter teknik eksposi yang bervariasi (Kv, mAs, dan waktu eksposi).
- c. Citra diambil dengan posisi standar AP lumbosakral.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian.

D. Instrumen Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

1. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Software DICOM Viewer* dan *ImageJ*. *DICOM Viewer* digunakan untuk menampilkan, meninjau, dan menganalisis citra radiografi serta pengukuran SNR secara kuantitatif pada sistem CR. *ImageJ* digunakan untuk mengedit dan menganalisis citra radiografi secara lebih detail, seperti menyesuaikan ukuran, mengatur kontras, menandai atau memotong bagian citra (*cropping*), serta menempatkan ROI (*Region of Interest*) secara presisi untuk perhitungan nilai *pixel*, sehingga hasil analisis menjadi lebih akurat dan terstandarisasi.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian yaitu untuk memperoleh data. Teknik pemotretan dilakukan dengan sistem CR dengan variasi tegangan tabung 60, 70, 80 kVp. Pemilihan variasi tegangan tabung ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pada rentang

60-80 kVp merupakan kisaran tegangan yang umum digunakan untuk pemeriksaan lumbosakral. Tegangan 60 kVp mewakili eksposi rendah yang menghasilkan kontras tinggi namun dengan tingkat penetrasi sinar-X yang rendah, sedangkan 80 kVp mewakili eksposi tinggi yang mampu menembus jaringan yang lebih tebal dengan kontras yang lebih rendah. Sedangkan tegangan 70 kVp digunakan sebagai nilai tengah yang mencerminkan kondisi eksposi standar. Dengan menggunakan variasi 60, 70, 80 kVp, peneliti dapat mengevaluasi pengaruh perubahan faktor eksposi terhadap nilai SNR, sehingga diperoleh informasi mengenai kualitas citra optimal yang memberikan keseimbangan antara kontras, detail anatomi, dan tingkat kebisingan pada citra radiografi lumbosakral (Pauwels *et al.*, 2014). Data citra radiograf lumbosakral diperoleh dari perhitungan SNR menggunakan rumus berikut (Czanner *et al.*, 2015):

$$SNR = \frac{\mu}{\sigma}$$

Keterangan:

1. SNR: rasio antara sinyal (informasi anatomis) dengan *noise* (gangguan visual) dalam citra.
2. μ (*Mean*): nilai rata-rata intensitas piksel dalam *Region of Interest* (ROI).
3. σ (*Sigma/Standar Deviasi*): nilai variasi atau penyebaran piksel di area yang sama, menggambarkan jumlah *noise* pada citra.

E. Teknik Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif, dengan langkah-langkah:

1. Menyajikan data parameter teknik eksposi dan nilai SNR dalam bentuk tabel dan grafik.
2. Menganalisis hubungan antara teknik eksposi dan nilai SNR.
3. Menarik kesimpulan tentang kualitas citra berdasarkan nilai SNR.

F. Etika Penelitian

Dalam penelitian di bidang kesehatan, individu sering kali memiliki peran ganda, yaitu sebagai subjek penelitian dan juga sebagai peneliti. Pelaksanaan penelitian semacam ini hanya dapat dilakukan setelah memperoleh persetujuan yang menitikberatkan pada aspek etika. Beberapa prinsip etika yang wajib dipatuhi oleh peneliti mencakup *informed consent* (persetujuan setelah mendapatkan informasi yang memadai), menjaga *anonimitas* (kerahasiaan identitas peserta), serta menjaga *confidentiality* (kerahasiaan) data yang diperoleh.

G. Jalannya Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap pra lapangan, tahap pekerjaan lapangan, dan tahap analisis data yang akan dijelaskan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.1 Jalannya penelitian

No.	Tahapan Penelitian	Rincian Kegiatan
1.	Pra Penelitian	1. Menyusun rancangan penelitian 2. Memilih lokasi penelitian 3. Mengurus perizinan penelitian di Program Studi D3 Radiologi Poltekkes TNI AU

Adisutjipto Yogyakarta

4. Menjajaki dan menilai lokasi penelitian dengan melakukan studi pendahuluan melalui observasi lapangan dengan data sekunder di laboratorium
5. Membuat proposal penelitian dibimbing oleh Dosen Pembimbing

2. Pekerjaan Lapangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami latar belakang penelitian dan persiapan diri 2. Mengumpulkan data melalui observasi 3. Mengumpulkan data melalui studi dokumentasi
3. Analisis Data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan analisis data 2. Interpretasi data 3. Membuat laporan penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas citra radiografi lumbosakral berdasarkan nilai SNR pada variasi tegangan 60 kV, 70 kV, dan 80 kV. Penilaian dilakukan menggunakan delapan titik *Region of Interest* (ROI) pada struktur tulang dan jaringan lunak lumbosakral. Parameter berupa *mean* dan standar deviasi (StdDev) dari tiap ROI diolah untuk menghitung nilai SNR menggunakan rumus, dimana SNR diperoleh dari nilai *mean* dibagi dengan nilai StdDev. Nilai SNR inilah yang kemudian digunakan untuk menentukan kualitas citra, karena semakin tinggi SNR maka kualitas citra semakin baik (*noise* rendah dan detail anatomi lebih tampak).

Hasil analisis citra radiografi yang dilakukan pada variasi tegangan 60, kV, 70 kV, dan 80 kV memperlihatkan perbedaan nilai SNR yang cukup jelas pada setiap parameter yang diuji.

1. Nilai SNR pada Tegangan 60 kV

Tabel 4.1. Hasil analisis citra pada tegangan 60 kV

No.	ROI	Mean (μ)	StdDev (σ)	SNR (μ/σ)
1.	Lumbal 1	176,0	8,5	20,71
2.	Lumbal 2	149,0	8,5	17,53
3.	Lumbal 3	148,8	8,5	17,51
4.	Lumbal 4	143,5	8,5	16,88
5.	Lumbal 5	141,1	8,5	16,60

6.	Sacrum	133,1	8,5	15,66
7.	Pedicle	135,8	8,5	15,98
8.	Discus	112,0	8,5	13,18

Pada tegangan 60 kV, nilai SNR berkisar antara 13,18 – 20,71 dan tergolong rendah karena standar deviasi yang tinggi (8,0). Nilai *mean* yang tinggi (112,0 – 176,0), menunjukkan hasil citra cenderung lebih terang dan memiliki kontras tulang yang kuat, namun tingginya standar deviasi menunjukkan keberadaan *noise* kuantum yang signifikan.

Hal ini sejalan dengan teori bahwa tegangan rendah menghasilkan kontras tinggi, sehingga perbedaan densitas antara tulang dan jaringan lunak lebih jelas.

2. Nilai SNR pada Tegangan 70 kV

Tabel 4.2. Hasil analisis citra pada tegangan 70 kV

No.	ROI	Mean (μ)	StdDev (σ)	SNR (μ/σ)
1.	Lumbal 1	148,0	1,3	113,85
2.	Lumbal 2	113,7	1,3	87,46
3.	Lumbal 3	110,2	1,3	84,77
4.	Lumbal 4	104,9	1,3	80,69
5.	Lumbal 5	104,6	1,3	80,46
6.	Sacrum	99,3	1,3	76,38
7.	Pedicle	111,4	1,3	85,69
8.	Discus	60,2	1,3	46,31

Pada tegangan 70 kV, nilai SNR meningkat drastis akibat penurunan standar deviasi. Nilai SNR tertinggi terdapat pada lumbal 1 (113,85) dan terendah terdapat pada discus (46,31). Hal ini disebabkan karena tulang memiliki densitas lebih tinggi dibanding discus sehingga menghasilkan perbedaan intensitas lebih kuat terhadap *background*.

Secara fisik, tegangan 70 kV menghasilkan keseimbangan antara kontras dan penetrasi sehingga *noise* yang dihasilkan rendah dan menyebabkan nilai SNR meningkat drastis.

3. Nilai SNR pada Tegangan 80 kV

Tabel 4.3. Hasil analisis citra pada tegangan 80 kV

No.	ROI	Mean (μ)	StdDev (σ)	SNR (μ/σ)
1.	Lumbal 1	139,4	2,0	69,70
2.	Lumbal 2	97,1	2,0	48,55
3.	Lumbal 3	91,4	2,0	45,70
4.	Lumbal 4	85,3	2,0	42,65
5.	Lumbal 5	85,2	2,0	42,60
6.	Sacrum	78,1	2,0	39,05
7.	Pedicle	102,6	2,0	50,80
8.	Discus	52,3	2,0	26,15

Pada tegangan 80 kV, nilai SNR mengalami penurunan karena standar deviasi kembali meningkat akibat penetrasi sinar yang lebih tinggi. Hal ini sesuai konsep radiografi bahwa pada tegangan tinggi (80 kV), *scatter* dan *noise* meningkat sehingga menyebabkan nilai SNR menurun.

B. Pembahasan

1. Perbandingan Nilai SNR Berdasarkan Tegangan Tabung

a. Pada tegangan 60 kV

Tegangan 60 kV menghasilkan nilai SNR paling rendah. Hal ini terjadi karena energi sinar lebih rendah, sehingga banyak photon yang terserap sebelum mencapai detektor, *noise* lebih tinggi, dan hasil citra cenderung memiliki kontras tinggi tetapi lebih berisik.

b. Pada tegangan 70 kV

Tegangan 70 kV menghasilkan nilai SNR paling tinggi dan paling stabil. Hal ini disebabkan oleh energi sinar-X yang cukup untuk menembus struktur lumbosakral, jumlah photon yang cukup sehingga *noise* berkurang, dan standar deviasi yang kecil sehingga meningkatkan nilai SNR secara signifikan.

c. Pada tegangan 80 kV

Tegangan 80 kV menghasilkan nilai SNR yang sedang. Pada tegangan 80 kV penetrasi meningkat, tetapi standar deviasi yang lebih besar menyebabkan nilai SNR menurun. *Noise* tetap muncul akibat penyebaran photon yang tidak terarah, serta kontras pada tulang berkurang karena energi yang terlalu tinggi.

2. Tegangan Tabung Optimal untuk Pemeriksaan Lumbosakral

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan 70 kV merupakan tegangan paling optimal karena menghasilkan nilai SNR tertinggi. Kualitas citra paling baik juga terdapat pada tegangan 70 kV karena kombinasi antara penetrasi, kontras, serta *noise* yang rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan literatur radiografi (AAPM & IEC) bahwa kualitas citra optimal sering berada pada rentang kV sedang (70 kV), karena keseimbangan antara kontras citra dan jumlah *noise* yang terbentuk. Literatur AAPM & IEC menyatakan bahwa rentang 65 – 75 kV merupakan rentang yang optimal untuk radiografi lumbosakral.

Dengan demikian, penggunaan 70 kV dapat dijadikan acuan dalam praktik klinis untuk memperoleh citra diagnostik dengan kualitas terbaik dan tetap sesuai prinsip ALARA.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan tiga variasi tegangan tabung sinar-X (60 Kv, 70 Kv, dan 80 Kv) pada pemeriksaan radiografi lumbosakral, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai SNR pada pemeriksaan radiografi lumbosakral pada variasi 60 kV, 70 kV, dan 80 kV menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada tegangan 60 kV, nilai SNR berada pada rentang 13,18 – 20,71 dengan rata-rata 16,51. Pada tegangan 70 kV, nilai SNR berada pada rentang 46,31 – 113,85 dengan rata-rata 81,95. Pada tegangan 80 kV, nilai SNR berada pada rentang 26,15 – 69,70 dengan rata-rata 45,90.
2. Nilai SNR yang paling optimal untuk pemeriksaan radiografi lumbosakral terdapat pada tegangan 70 kV.

B. Saran

1. Penggunaan tegangan 70 kV disarankan sebagai standar eksposi untuk pemeriksaan radiografi lumbosakral.
2. Radiografer perlu memperhatikan pemilihan faktor eksposi agar tidak menghasilkan citra dengan noise tinggi.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter lain seperti CNR, EI, atau pengujian pada berbagai ketebalan objek.

DAFTAR PUSTAKA

- Asriningrum, S., Ansory, K., Hasan, P. T. (2021). *Faktor Eksposi terhadap Kualitas Citra Radiografi dan Dosis Pasien Menggunakan Parameter Penilaian Signal to Noise Ratio (SNR) pada Pemeriksaan Thorax Posteroanterior dengan Menggunakan Pesawat Computed Radiografi. Jurnal Imejng Diagnostik (JimeD)*, 7 (2021), 15-18
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J.P. (2018). *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Elsevier Health Sciences.*
- Bushong, S. C. (2017). *Radiologic science for technologists.*
- Bushong, S. C. (2021). *Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection (12th ed.). Elsevier.*
- Czanner, G., Sarma, S., Ba, D. E., Eden, U., Wu, W., Eskandar, E., Lim, H. H., Temereanca, S., Suzuki, W., & Brown, E. (2015). *Measuring the signal-to-noise ratio of a neuron. PNAS*, 112(23), 7141–7146.
- Giacomini, K. M., Dey, B., & Siddiqui, K. M. (2020). *Imaging of the Lumbosacral Spine: Current Trends and Diagnostic Value. Radiologic Clinics of North America*, 58(5), 911–930.
- Huda, W., & Abrahams, R. B. (2017). *Radiographic Techniques, Contrast, and Noise in Diagnostic Imaging. American Journal of Roentgenology*, 209(4), 841–845.

- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2018). *Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students*. International Atomic Energy Agency.
- Indrawati, E. (2019). *Pengaruh Teknik Eksposi terhadap Nilai SNR pada Radiografi CR*. *Jurnal Teknologi Radiologi*, 3(2), 51–58.
- Jannah, N., Armynah, B., & Abdullah, B. (2019). *Analisis Kurva Karakteristik Image Plate Computed Radiography (CR) Sebagai Indikator Sensitifitas Terhadap Sinar-X*. *Analysis of the Characteristic Curve of the Image Plate Computed Radiography (CR) as an Indicator of X-Ray Sensitivity*. *Physio*, 7(4265–4275), 7–15.
- Lança, L., & Silva, A. (2009). *Digital radiography detectors – a technical overview: Part 1. Radiography*, 15(1), 58–62.
- Lestari, M. (2020). *Evaluasi Kualitas Citra Abdomen pada CR Berdasarkan SNR dan CNR*. *Jurnal ElektroMedika*, 12(2), 45–50.
- Mariastina, M. (2013). *Peningkatan kualitas citra dental panoramic radiograph pada tulang mandibula dengan menggunakan histogram modification framework*.
- Pauwels, R., Silkosessak, O., Jacobs, R., Bogaerts, R., Bosmans, H., & Panmekiate, S. (2014). *A pragmatic approach to determine the optimal kVp in cone beam CT: balancing contrast-to-noise ratio and radiation dose*. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(5).
- Ryangga, D., Widhyasari, N. P. R., Ariwidyastuti, C. I. (2017). *PENGARUH ATURAN 15% KVP PADA COMPUTED RADIOGRAPHY TERHADAP*

SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR). IMEJING: Jurnal Radiografi Indonesia, 1(1).

Sari, A. W., & Fad Ly. (2018). *Faktor Penyebab Artefak pada Hasil Radiograf (Soft Copy) Computed Radiography di RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan.*

Sari, K., & Surahmi, N. (2022). *SISTEM KERJA PENANGKAP SINAR-X PADA PESAWAT COMPUTED RADIOGRAPHY DI RSUD TEUKU UMAR CALANG DAN SISTEM KERJA PENANGKAP SINAR-X PADA PESAWAT DIGITAL RADIOGRAPHY DI RSUD DATU BERU TAKENGON. Journal of Syntax Literate, 7(3).*

Seeram, E. (2019). *Digital Radiography: Physical Principles and Quality Control (2nd ed.). Springer Publishing Company.*

Sparzinanda, E., Nehru, Nurhidayah. (2017). *Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi. Journal online of physics, 3(1), 14-22.*

Yuliana, D. (2022). *Hubungan antara SNR dan Visibilitas Anatomi dalam Radiografi Ekstremitas. Jurnal Diagnostik Medis, 6(1), 66–72*

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur penelitian

No.	Kegiatan penelitian	Bulan				
		Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1.	Pengajuan judul					
2.	Penyusunan proposal					
3.	Ujian proposal					
4.	Observasi lapangan					
5.	Analisis data penelitian					
6.	Penyusunan laporan					

Lampiran 2. Surat ijin penelitian



Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
STIKES GUNA BANGSA
YOGYAKARTA

Nomor : 13 /LPPM-GB/Int/X/2025
Hal : Rekomendasi Izin Penelitian

Kepada Yth.
Ketua Lab Terpadu STIKES Guna Bangsa
STIKES Guna Bangsa Yogyakarta
Di Tempat

Memperhatikan surat:

Dari : Ketua Program Studi D3 Radiologi
Nomor : B/187/VI/2025/RAD
Tanggal : 08 Oktober 2025
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan penelitian kepada:

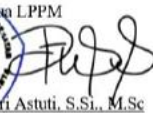
Nama : Clarita J. Viorella Bria
NIM : 22230057
Program Studi : D3 Radiologi
Judul Penelitian : Evaluasi kualitas citra radiografi lumbosacral berdasarkan jilai SNR dengan variasi faktor eksposi pada system CR
No Hp : 085642082588

Dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan yang berlaku.
2. Tidak melakukan penelitian yang tidak sesuai dan tidak ada kaitannya dengan penelitian yang dimaksud.
3. Penelitian dapat dilakukan maksimal 3 bulan dari tanggal penerbitan surat ijin rekomendasi ini, apabila masa berlaku rekomendasi ini sudah berakhir sedangkan pelaksanaan penelitian belum selesai dapat diajukan permohonan perpanjangan dengan membayar administrasi.
4. Melaporkan hasil penelitian ke LPPM STIKes Guna Bangsa Yogyakarta.
5. Surat ijin dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak memenuhi ketentuan tersebut diatas.

Yogyakarta, 20 Oktober 2025

Ketua LPPM


Dr. Trian Wuri Astuti, S.Si., M.Sc
NIK. 42.280485.02

Lampiran 3. Dokumentasi



Lampiran 4. Pengukuran nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi

