

**ANALISIS KUALITAS CITRA RADIOGRAF *THORAX SIGNAL*
NOISE TO RATIO DAN *CONTRAST NOISE TO RATIO*
MENGUNAKAN IMAGE J**

KARYA TULIS ILMIAH

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



MUHAMMAD AMAR WANDA

NIM. 22230045

**POLITEKNIK KESEHATAN TNI AU ADISUTJIPTO
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA RADIOLOGI
YOGYAKARTA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN
KARYA TULIS ILMIAH

**ANALISIS KUALITAS CITRA RADIOGRAF *THORAX* *SIGNAL NOISE TO*
RATIO DAN *CONTRAST NOISE TO RATIO* MENGGUNAKAN IMAGE J**

MUHAMMAD AMAR WANDA

22230045

Yogyakarta, 03 September 2025

Menyetujui :

Pembimbing I Tanggal : 03 September 2025



Delfi Iskardiyani, S.Pd., M.Si

NIDN : 052309910

Pembimbing II Tanggal : 03 September 2025



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

NIDN : 0808048602



**LEMBAR PENGESAHAN
KARYA TULIS ILMIAH**

ANALISIS KUALITAS CITRA RADIOGRAF *THORAX SIGNAL NOISE TO
RATIO* DAN *CONTRAST NOISE TO RATIO* MENGGUNAKAN IMAGE J

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Muhammad Amar Wanda

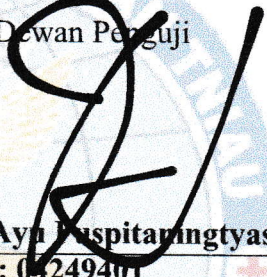
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 19 November 2025

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Ketua Dewan Penguji


Delfi Iskardiyani, S.Pd., M.Si
NIDN : 052309910
Pembimbing II

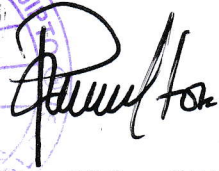

Dyah Aya Puspitaraningtyas, S.Tr.Rad., M.Tr.ID
NIDN : 04249401


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

Proposal Karya Tulis Ilmiah ini telah dipertahankan didepan dewan penguji untuk
Melanjutkan proses penelitian sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Diploma III Radiologi

Yogyakarta, 19 November 2025




Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes

NIDN: 0514109301

**SURAT PERNYATAAN
TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Amar Wanda

NIM : 22230045

Saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Analisis Kualitas Citra Radiograf *Thorax Signal Noise To Ratio* dan *Contrast Noise To Ratio* Menggunakan Image J” 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, 19 November 2025

Yang membuat pernyataan



(Muhammad Amar Wanda)

MOTTO

“Jadilah orang yang benar dan pintar, benar dulu secara hati, kemudian didukung kepintaran secara logika”

(K.H Muhammad Makshum)

“Jadilah orang yang bermanfaat bagi siapapun, tapi bukan dimanfaatkan pihak manapun”

“Esensi dari kehidupan adalah bukan siapa yang memenangkan garis finish duluan, tapi siapa yang menyelesaikannya tanpa penyesalan”

(Awan)

BIODATA PENELITIAN

Data Pribadi

Nama : Muhammad Amar Wanda
 Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 30 Mei 2001
 Jenis Kelamin : laki- laki
 Agama : Islam
 Nama Ayah : Alm. Sahobari
 Nama Ibu : Engkar Karminah
 Alamat : Rt 003, Rw 005, Dsn Entuk, Ds Beusi, Kec Ligung,
 Kab Majalengka, Jawa Barat
 Nomor Handphone : 087726919684
 Alamat e-mail : amarwmuhammad@gmail.com



Riwayat Pendidikan

No.	Nama Sekolah	Kota	Tahun
1.	SDN Jatiasih 1 Bekasi	Bekasi	2008 - 2013
2.	SMP Muhammadiyah 12 Gambiran	Banyuwangi	2013 - 2016
3.	SPM KMI Al-Ishlah Bondowoso	Bondowoso	2016 - 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-nya serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dalam bentuk Karya Tulis Ilmiah ini dengan tepat waktu. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, suri tauladan bagi seluruh umat. Karya Tulis Ilmiah ini berjudul “Analisis Kualitas Citra Radiograf *Thorax Signal Noise to Ratio* dan *Contrast Noise to Ratio* menggunakan Image J”. 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 banyak 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. Mintoro Sumego, MS yang kami hormati direktur Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
2. Ibu Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes Ketua Program Studi D3 Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
3. Ibu Delfi Iskardiyani, S.Pd.,M.Si dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada Penulis dengan penuh kesabaran dan perhatian hingga akhir penulisan
4. Bapak M. Sofyan, M.Kes.,M.Tr.ID 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. Almarhum Bapak Sahobari yang telah mengajarkan bagaimana menjadi seorang pria yang kuat untuk menghadapi dunia dan masa depan kepada penulis.
7. Ibu Tercinta Engkar Karminah yang telah memberikan cinta dan kasih sayang sepenuh hati serta dukungan yang tak terhingga kepada penulis
8. Pak deh Moch Khozin S.A dan Bu deh Sumalik S.A selaku orang tua sambung penulis yang telah berjasa mendanai seluruh pendidikan akademik dan non akademik di kampus Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini
9. Partner jalannya tugas akhir sekaligus sahabat penulis Teguh dan Gloria yang selalu memberikan bantuan dan dukungan selama perkuliahan.

Tugas akhir ini merupakan karya dapat penulis persembahkan dalam penyelesaian program studi Radiologi. 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 dan penelitian.

Yogyakarta, 19 November 2025

Penulis

Muhammad Amar Wanda

INTISARI

Latar Belakang: Kualitas citra radiograf thorax memiliki peranan penting dalam mendukung ketepatan diagnosis, khususnya pada evaluasi struktur paru dan jantung. Adanya noise, kontras yang rendah, dan ketajaman citra yang kurang optimal dapat menurunkan kejelasan informasi anatomi. Oleh sebab itu, diperlukan metode penilaian kualitas citra yang bersifat objektif dan kuantitatif. Perangkat lunak ImageJ dapat digunakan untuk menganalisis kualitas citra melalui parameter Signal to Noise Ratio (SNR) dan Contrast to Noise Ratio (CNR), serta memungkinkan penerapan filter seperti Gaussian Blur untuk mengurangi noise.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran ImageJ dalam penilaian kualitas citra radiograf thorax berdasarkan nilai SNR dan CNR, serta membandingkan perubahan nilai tersebut sebelum dan sesudah penerapan filter Gaussian Blur.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Sampel berupa satu citra radiograf thorax proyeksi posteroanterior (PA) format DICOM yang diperoleh dari Laboratorium Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta. Region of Interest (ROI) ditentukan pada area background, pulmo, cardio, costae, dan sternum. Setiap ROI diukur tiga kali dengan ukuran 20×20 piksel untuk memperoleh nilai mean dan standar deviasi, kemudian digunakan untuk menghitung SNR dan CNR. Selanjutnya citra direkonstruksi menggunakan filter Gaussian Blur, lalu dilakukan pengukuran ulang pada ROI yang sama.

Hasil: Pengukuran menggunakan ImageJ menunjukkan hasil yang konsisten antar pengulangan. Setelah penerapan Gaussian Blur, terjadi perubahan nilai mean dan standar deviasi yang memengaruhi nilai SNR dan CNR di sebagian besar ROI. Filter ini mampu mereduksi noise dan menghasilkan citra yang lebih halus, meskipun perbedaan visual tidak terlalu signifikan. Pada area jantung, perubahan nilai relatif kecil karena karakteristiknya yang lebih homogen.

Kata Kunci: Radiograf thorax, ImageJ, SNR, CNR, ROI, Gaussian Blur

ABSTRACT

Background: The quality of chest radiographic images plays an important role in supporting accurate diagnosis, particularly in the evaluation of lung and cardiac structures. The presence of noise, low contrast, and insufficient image sharpness can reduce the clarity of anatomical information. Therefore, an objective and quantitative method is required to assess image quality. ImageJ software can be utilized to analyze image quality using the Signal-to-Noise Ratio (SNR) and Contrast-to-Noise Ratio (CNR) parameters, and it also allows the application of filters such as Gaussian Blur to reduce image noise.

Objective: This study aimed to determine the role of ImageJ in assessing the quality of chest radiographic images based on SNR and CNR values, and to compare the changes in these values before and after the application of a Gaussian Blur filter.

Method: This study employed a quantitative method with an experimental approach. The sample consisted of a single posteroanterior (PA) chest radiograph in DICOM format obtained from the Radiology Laboratory of the Health Polytechnic of the Indonesian Air Force (TNI AU) Adisutjipto, Yogyakarta. The Region of Interest (ROI) was determined in several anatomical areas, including the background, lung (pulmo), heart (cardio), costae, and sternum. Each ROI was measured three times with a size of 20×20 pixels to obtain the mean and standard deviation values, which were then used to calculate SNR and CNR. Subsequently, the image was reconstructed using a Gaussian Blur filter, and the same ROIs were measured again.

Results: The measurements carried out using ImageJ showed consistent results across repetitions. After the application of the Gaussian Blur filter, changes in the mean and standard deviation values were observed in most ROIs, which affected the SNR and CNR values. This filter was effective in reducing noise and producing a smoother image, although the visual differences were not very significant. In the cardiac area, the changes in SNR and CNR were relatively small due to the more homogeneous characteristics of the region.

Keywords: Chest radiography, ImageJ, SNR, CNR, Region of Interest, Gaussian Blur

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI	iii
MOTTO	iv
BIODATA PENELITI	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Penelitian	6
F. Keaslian Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Landasan Teori	10
B. Kerangka Teori	23
C. Kerangka Konsep	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Jenis dan Rancangan Penelitian	25
B. Tempat dan Waktu Penelitian	25
C. Populasi dan Subjek Penelitian	25
D. Identifikasi Variabel Penelitian	26
E. Definisi Operasional	27

F. Instrumen Operasional dan Cara Pengumpulan Data	28
G. Cara Analisis Data	30
H. Etika Penelitian.....	30
I. Jalannya Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. HASIL	33
B. PEMBAHASAN.....	42
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. KESIMPULAN	46
B. SARAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian	8
Tabel 3. 1 Definisi Operasional	27
Tabel 4. 1 Konsistensi Nilai Roi	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proyeksi <i>Thorax Postero Anterior</i> (PA)	11
Gambar 2. 2 Citra Radiograf <i>Thorax Postero Anterior</i> (PA)	12
Gambar 2. 3 Proyeksi <i>Thorax Antero Posterior</i> (AP)	13
Gambar 2. 4 Citra Radiograf <i>Thorax Antero Posterior</i> (AP)	13
Gambar 2. 5 Mesin <i>Digital Radiography</i> (DR)	15
Gambar 2. 6 Nilai Densitas	15
Gambar 2. 7 Rumus SNR	19
Gambar 2. 8 Rumus CNR	20
Gambar 2. 9 Kerangka Teori	23
Gambar 2. 10 Kerangka Konsep	24
Gambar 4. 1 Penentuan ROI	34
Gambar 4. 2 Rekontruksi Citra dengan Filter <i>Gaussian Blur</i>	35
Gambar 4. 3 Nilai SNR dan CNR sebelum Filter	39
Gambar 4. 4 Nilai SNR dan CNR sesudah Filter.....	39
Gambar 4. 5 Citra sebelum Filter <i>Gaussian Blur</i>	40
Gambar 4. 6 Citra sesudah Filter <i>Gaussian Blur</i>	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Jadwal penelitian</i>	52
Lampiran 2 <i>Surat izin penggunaan Laboratorium</i>	53
Lampiran 3 <i>Citra Konsol Laboratorium</i>	54
Lampiran 4 <i>Citra Thorax Sebelum Filter</i>	55
Lampiran 5 <i>Citra Thorax setelah Filter</i>	56
Lampiran 6 <i>Image J, Roi, Filter Gaussian Blur</i>	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Citra radiografi thorax merupakan salah satu modalitas diagnostik yang paling penting dan krusial untuk evaluasi berbagai kondisi patologis seperti pneumonia, kanker paru, dan infeksi paru. Hasil foto thorax yang tidak optimal atau suboptimal dapat terjadi cukup sering. Berdasarkan penelitian, proporsi citra radiografi thorax yang tidak optimal dapat mencapai sekitar 50% dari total pemeriksaan, tergantung pada populasi dan metode evaluasi yang digunakan. Untuk interpretasi radiologis yang akurat maka diperlukan kualitas citra yang optimal. Kualitas citra yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain posisi pasien yang tidak tepat, pengaturan mesin sinar-X yang kurang optimal, serta munculnya noise pada citra. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan hasil foto thorax menjadi tidak optimal, sehingga mengganggu interpretasi radiologis dan berpotensi menurunkan akurasi diagnosis (Suwal et al, 2022).

Kualitas citra yang tidak optimal dapat menyebabkan perlunya pengulangan pemeriksaan, meningkatkan paparan radiasi, serta menunda diagnosis dan penanganan pasien. Upaya perbaikan kualitas citra, baik melalui pelatihan teknis radiografer maupun pemanfaatan teknologi, dapat meningkatkan

akurasi diagnosis dan efisiensi pelayanan kesehatan (Hadad & Braidot, 2015).

Dalam dunia radiologi, kualitas citra medis sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu ketajaman, resolusi spasial, kontras, dan noise. Ketajaman berkaitan dengan seberapa jelas batas antar objek pada gambar, resolusi spasial menggambarkan kemampuan sistem pencitraan untuk menampilkan detail-detail kecil seperti garis tipis atau retakan halus, kontras resolusi yang menunjukkan kemampuan membedakan jaringan dengan densitas berbeda, serta noise yang merupakan gangguan berupa bintik-bintik acak yang dapat menurunkan kualitas gambar. Keempat faktor ini saling berhubungan dan secara bersama-sama menentukan seberapa baik sistem pencitraan untuk keperluan diagnosis (Zaharcuk et al, 2018).

Pengolahan citra digital bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar mudah diinterpretasikan oleh manusia maupun mesin (Menurut CE Widodo et al, 2020). Kualitas suatu citra radiograf terletak pada nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR), secara umum, nilai Signal Noise to Ratio (SNR) dan Contrast Noise to Ratio (CNR) yang lebih tinggi menunjukkan kualitas citra yang lebih baik, dengan Signal Noise to Ratio (SNR) yang lebih tinggi menunjukkan rasio sinyal terhadap noise yang lebih baik, dan Contrast Noise to Ratio (CNR) yang lebih tinggi menunjukkan kontras yang lebih jelas (Seidenbusch et al, 2019). Rekomendasi hasil/ ukuran SNR dan CNR untuk citra thorax untuk SNR 35-50, dan 4-6 untuk CNR pada foto pria dewasa.(Chukorn et al., 2022), sedangkan pada penelitian lain nilai

rata rata jantung dan area paru nilai SNR 40-60, dan CNR 5-7 (Abdi et al., 2025)

Penggunaan ImageJ sebagai perangkat lunak analisis citra pada radiografi thoraks memiliki peran penting dalam mengevaluasi kualitas pencitraan medis. Melalui software ini, parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) dapat dihitung secara kuantitatif untuk menggambarkan mutu citra. SNR dihitung dari perbandingan antara rata-rata intensitas sinyal pada area organ (misalnya parenkim paru) dengan deviasi baku noise dari area latar belakang, sedangkan CNR digunakan untuk menilai tingkat kontras antara organ dengan background yang kemudian dinormalisasi oleh nilai deviasi baku noise (Schroeder et al., 2021).

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yaitu (Rivi A, 2024) membahas analisis *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR) menggunakan microdicom, kemudian (Mustafa et al., 2025) tentang analisis citra medis abdomen menggunakan ImageJ, dan penelitian (Syukri, 2022) tentang perbandingan kualitas citra thorax dengan variasi Kv tinggi dan standard. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis suatu citra radiograf thorax yang merupakan standar pemeriksaan medis di suatu Instalasi Radiologi menggunakan Image J dan mengangkat karya tulis ilmiah ini dengan judul “Analisis Kualitas Citra Radiograf Thorax pada Signal Noise to Ratio dan Contrast Noise to Ratio dengan Variasi Kv menggunakan Image J”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa indikasi masalah yang dapat diidentifikasi, antara lain:

1. Bagaimana peran perangkat lunak Image J dalam membantu penilaian kualitas citra thorax melalui analisis kuantitatif SNR dan CNR
2. Bagaimana nilai SNR dan CNR dari hasil rekonstruksi citra Thorax menggunakan Image J

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui peran perangkat lunak Image J dalam membantu penilaian kualitas citra thorax melalui analisis kuantitatif SNR dan CNR
2. Untuk mengetahui nilai SNR dan CNR dari hasil rekonstruksi citra thorax menggunakan Image J

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis, hasil penelitian ini dapat membuka wawasan terkait kemajuan teknologi dan radiologi.
2. Bagi pembaca, hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

E. Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini hanya membahas Image J dalam menganalisis kualitas citra radiograf thorax berupa nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR) dan merekonstruksinya sebagai perbandingan.

F. Keaslian Penelitian

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian

No	Nama Peneliti; Tahun; Judul	Metode (Desain, Sampel, Variabel, Instrumen, Analisa)	Hasil Penelitian	Persamaan/ Perbedaan Penelitian
1.	Rivi Astria, Nani Lasiyah, dan Romi Mulyadi (Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, Indonesia), (2024) [Analisis Kualitas Citra Radiografi CR dengan Signal to Noise Ratio (SNR) dan Contrasts to Noise Ratio (CNR) Menggunakan Microdicom]	Desain: Kuantitatif, analisis citra. Sampel: Citra radiografi computed radiography (CR). Variabel: Parameter kualitas citra (SNR dan CNR). Instrumen: Software Microdicom untuk pengolahan citra. Analisa: Perhitungan nilai SNR dan CNR pada ROI tertentu. Instrumen: Observasi, Pengukuran, Dokumentasi Analisa: Deskriptif	Ditemukan bahwa Microdicom dapat menghitung kualitas Nilai SNR dan CNR pada citra radiograf dan menganalisa Noise dengan hasil: Citra Pelvis memiliki nilai SNR tertinggi: 9,25 Citra Molar memiliki nilai CNR tertinggi: -0,71	Persamaan dalam penelitian ini adalah menggunakan Nilai SNR dan CNR sebagai variabel yang diujikan untuk menilai kualitas citra radiograf. Perbedaan dalam penelitian ini terletak pada sarana eksperiment yang digunakan berupa Microdicom

2.	Muh Rifki Mustafa, Ike Ade Nur Liscyaningsih, Dina Widyasari, Universitas Aisyiyah Yogyakarta, (2025), https://journal.universitaspahlawan.ac.id/Series, Vol. 6, No.1, (Analisis Perbandingan Kualitas Citra Radiografi Abdomen dengan Menggunakan Teknologi Virtual Grid dan Physical Grid)	Desain: Kuantitatif, eksperimen. Sampel: Phantom abdomen ukuran dewasa. Variabel: Jenis grid (physical vs virtual) sebagai variabel bebas; kualitas citra (SNR, CNR) sebagai variabel terikat. Instrumen: Radiograf abdomen, software ImageJ, SPSS. Analisa: Uji Paired Sample T-Test.	- Nilai SNR tertinggi pada virtual grid = 149,76; physical grid = 60,26. - Nilai CNR tertinggi pada virtual grid = 56,62; physical grid = 25,35. - Uji statistik: p-value SNR = 0,01; CNR = 0,03 → terdapat perbedaan signifikan kualitas citra antara physical grid dan virtual grid. - Virtual grid lebih praktis, meningkatkan kontras, mengurangi hambur, dan mempermudah alur kerja radiografer.	Persamaan: Sama-sama meneliti kualitas citra radiografi menggunakan parameter SNR dan CNR, serta memakai software analisis citra (ImageJ). Perbedaan: Objek penelitian menggunakan radiografi abdomen (phantom) dengan fokus perbandingan teknologi virtual grid vs physical grid
3.	Syukri Ulya, Universitas Awal Bros (2022), https://repository.univawalbros.ac.id/, (Perbandingan Kualitas Citra Thorax dengan Variasi kV Tinggi dan Standar)	Desain: Kuantitatif, eksperimen. Sampel: Citra radiografi thorax (phantom/pasien sesuai metode penelitian). Variabel: Variasi tegangan tabung (kV) sebagai variabel bebas; kualitas citra (SNR dan CNR) sebagai variabel terikat. Instrumen: Pesawat sinar-X, ImageJ untuk analisis citra, software statistik.	Variasi kV berpengaruh signifikan terhadap nilai SNR dan CNR. - kV yang lebih tinggi meningkatkan penetrasi sinar-X → struktur anatomi lebih jelas tetapi menurunkan kontras. - kV standar memberikan	Persamaan: Sama-sama menggunakan parameter SNR dan CNR untuk menilai kualitas citra radiografi serta menggunakan ImageJ sebagai alat analisis. Perbedaan: Fokus penelitian pada variasi

		Analisa: Perbandingan nilai SNR dan CNR antar variasi kV	keseimbangan kualitas citra dengan nilai SNR dan CNR yang optimal	kV thorax , bukan pada perbandingan teknologi grid seperti pada penelitian Mustafa (2025)
--	--	---	---	--

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Teknik Pemeriksaan Radiograf Thorax

Menurut Lampignano & Kendrick (2018), Teknik pemeriksaan radiografi thorax dilakukan dengan beberapa proyeksi yaitu proyeksi *postero anterior* (PA) atau *antero posterior* (AP)

a. Proyeksi *Postero-Anterior* (PA)

1) Posisi Pasien : Pasien berdiri tegak lurus dan menghadap ke standar kaset.

Dagu diletakkan pada penompang. Dagu diletakkan pada penopang dagu yang terletak di tengah batas atas kaset. Kedua telapak tangan endorotasi maksimum dan diletakkan diatas *crista iliaca*. Siku didorong ke depan hingga menempel kaset. Tujuannya agar gambaran tidak menutupi gambaran lapangan paru. Pundak agak diturunkan agar clavícula terletak di bawah paru.

2) Posisi obyek : *Mid sagital plane* (MSP) ditengah kaset pastikan tidak ada rotasi pada thorax. Batas atas kaset 4-5 cm di atas pundak.

3) Central ray : Tegak lurus terhadap kaset dengan arah Sinar horizontal

4) Centralpoint : Pada *vertebrae thoracal* ke 7 atau diantara kedua *angulus scapula*.

5) SID : 180 cm.

6) Ukuran kaset : 35x43cm

Exspose dilakukan pada saat inspirasi kedua dan tahan nafas dengan tujuan untuk memperluas lapangan paru.



Gambar 2.1 Proyeksi PA thorax
(Sumber : Lampignano & Kendrick,
2018)

7) Kriteria Radiograf : Gambar 2.2 merupakan contoh radiograf hasil proyeksi PA, informasi yang tampak yaitu kedua lapangan paru dari apeks sampai sinus costoprenicus, bayangan udara pada trakea, tampak jantung, tampak *costae*, *clavicula*, *vertebrae thoracalis* 1-12. Pada saat inspirasi penuh tampak gambaran *costae* belakang 9-10



Gambar 2.2 Radiograf Proyeksi PA thorax
(Sumber : Lampignano & Kendrick,2018)

b. Proyeksi *Antero-Posterior* (AP)

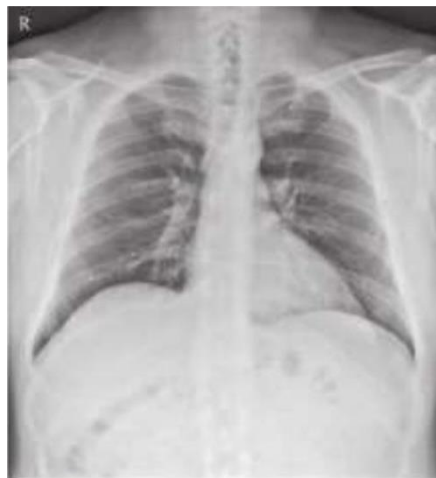
- 1) Posisi pasien : Pasien supine diatas meja pemeriksaan.
- 2) Posisi obyek : *Mid sagital plane* (MSP) tepat ditengah kaset. Pastikan tidak ada rotasi pada *thorax*. Batas atas kaset 4-5 cm diatas pundak.
- 3) Central ray : Tegak lurus terhadap kaset dengan arah vertical.
- 4) Centralpoint : Pada *vertebrae thoracal* ke 7 atau diantara kedua *angulus inferior scapula* atau 8-10 cm dibawah *jugular notch*.
- 5) SID : 183 cm.

Ekspose dilakukan pada saat inspirasi kedua dari tahan nafas. Proyeksi AP Thorax yang ditunjukkan pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.3 Proyeksi AP thorax
(Sumber : Lampignano & Kendrick,2018)

- 6) Kriteria Radiograf : Gambar 2.4 merupakan contoh radiograf hasil proyeksi AP, informasi yang tampak yaitu tampak kedua paru dari apeks sampai *sinus costoprenicus*, tampak bayangan udara pada trakea, tampak hilus jantung, tampak *clavicula*, *vertebrae thoracalis* 1-12. Pada saat inspirasi penuh tampak gambaran *costae* belakang 9-10.



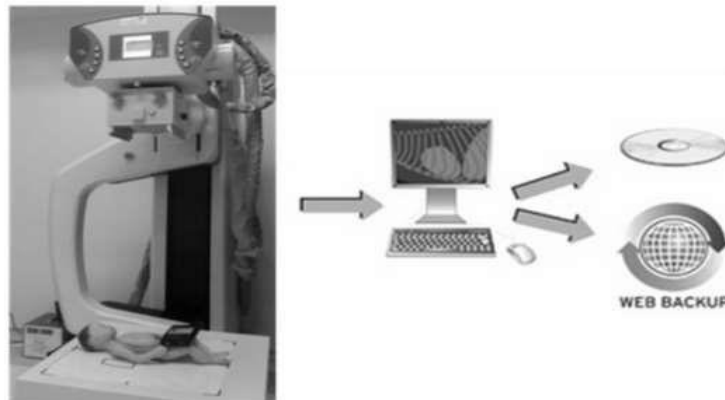
Gambar 2.4 Radiograf Proyeksi AP thorax
(Sumber : Lampignano & Kendrick,2018)

2. Digital Radiography

Digital Radiography (DR) adalah sebuah bentuk pencitraan sinar-X, dimana sensor sensor sinar-X digital digunakan untuk menggantikan film fotografi konvensional dan processing kimiawi digantikan dengan sistem komputer yang terhubung dengan monitor atau laser printer. *Sistem Digital Radiography* (DR) merupakan sistem pencitraan gambar diagnostik secara digital yang tidak lagi menggunakan sistem kaset (*cassetteless*) atau *image receptor* lainnya. Sistem DR terdiri dari peralatan sumber sinar-x dan detektor sinar-X yang keduanya mampu menghasilkan citra digital tanpa adanya image intensifier.

Detektor ini merupakan elemen pengganti *image receptor* yang mampu menangkap transmisi sinar-X yang menembus melalui obyek dari sumber sinar-X. Detektor yang menangkap sinar-X kemudian dapat mengkonversinya menjadi sebuah sinyal listrik. Besar sinyal listrik yang dikonversi sebanding dengan jumlah transmisi sinar-X yang menembus bahan. Dari sinyal-sinyal listrik ini kemudian akan dikirim pada sistem pengolahan gambar yang bersifat *computerized* untuk diolah, kemudian dapat dicetak dan diinterpretasikan menjadi sebuah radiograf guna kebutuhan imejing. Hasil dari gambaran *Digital Radiography* (DR) adalah dua dimensi yang terbentuk oleh matriks elemen yang disebut dengan pixel, dalam pencitraan diagnostic setiap pixel mewakili satuan terkecil dalam gambar, kolom dan baris (Bontrager, 2018).

Keunggulan radiografi digital meliputi efisiensi waktu, kemudahan akses dan penyimpanan gambar, kemampuan manipulasi citra untuk meningkatkan kualitas diagnostik, serta rentang dinamis yang lebih luas sehingga mengurangi kebutuhan pengulangan pemeriksaan akibat kesalahan paparan. Kualitas gambar sangat dipengaruhi oleh performa detektor, resolusi spasial, *dynamic range*, dan *detective quantum efficiency* (DQE). Sistem ini juga mendukung integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan, komputasi awan, dan big data untuk pengelolaan data berskala besar dan analisis lanjutan. Selain itu, radiografi digital dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien karena sensitivitas detektor yang lebih tinggi dibandingkan sistem film. Dengan kemajuan ini, radiografi digital telah menjadi standar baru dalam pencitraan medis modern, meningkatkan efisiensi, keamanan, dan akurasi diagnosis



Gambar 2.5 Mesin Digital Radiography
(Sumber: Zelfani et al 2017)

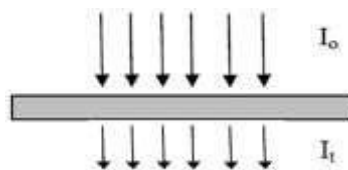
3. Kualitas Citra Radiograf

Kualitas radiograf adalah kemampuan radiograf dalam memberikan informasi yang jelas mengenai objek atau organ yang diperiksa. Kualitas

radiograf ditentukan beberapa faktor yaitu: densitas, kontras, ketajaman, dan detail

a. Densitas Optik

Densitas merupakan derajat kehitaman dari suatu radiograf. Densitas optik adalah logaritma perbandingan dari 10 tingkatan dari nilai penyinaran yang dilewatkan pada film. Densitas tertinggi yang dapat dihasilkan adalah bernilai 4 dan densitas terendah bernilai kurang dari 0,2. Nilai densitas yang dapat dilihat langsung oleh mata manusia berkisar antara 0,25 – 2,5 yang dikenal dengan rentang densitas guna, Gambar berikut merupakan skema pembentukan dari nilai densitas :



Gambar 2.6 Nilai Densitas
(Sumber: Zelfani et al 2017)

$$D = \log \left(\frac{I_0}{I_t} \right)$$

Densitas dapat dituliskan seperti pada persamaan berikut :

Keterangan: D adalah densitas, I_0 adalah intensitas sinar-X sebelum menembus materi, I_t adalah intensitas sinar-X setelah menembus materi.

b. Kontras

Kontras (*contrast*) adalah perbedaan derajat kehitaman antara bagian yang membentuk radiograf. Perbedaan derajat kehitaman dirumuskan dengan :

$$C = D_2 - D_1$$

Keterangan; C menyatakan kontras, D_2 menyatakan densitas pada daerah ke-2, dan D_1 menyatakan densitas pada daerah 1. Kontras dari sebuah citra merupakan perbedaan visual yang membuat suatu representasi obyek dapat dibedakan terhadap obyek lain dan terhadap *background*-nya. Kontras citra dapat diamati secara kuantitatif berdasarkan lebar variasi derajat keabuan (*gray level*) dalam citra yang ditunjukkan melalui histogram derajat keabuannya.

c. Ketajaman

Radiograf dikatakan memiliki ketajaman optimum apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lain dapat terlihat jelas. Ketidaktajaman suatu radiograf dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: faktor geometri, faktor sistem perekaman bayangan, efek paralak, karakteristik film dan faktor pergerakan.

d. Detail

Detail radiograf dapat menggambarkan ketajaman dengan struktur-struktur terkecil dari radiograf. Faktor-faktor yang berpengaruh pada detail adalah faktor geometri antara lain FFD (*Focus Film Distance*), FOD (*film Object Distance*) dan ukuran *focal spot*.

4. Parameter Analisis Kontras Citra Digital

a. Histogram citra

Histogram merupakan grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap nilai gradasi warna. Bila digambarkan pada koordinat kartesian; sumbu-X (absis) menunjukkan tingkat warna dan sumbu-Y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan.

Histogram citra menunjukkan banyak hal tentang kecerahan dan kontras dari sebuah gambar. Puncak histogram menunjukkan intensitas *pixel* yang menonjol. Lebar dari puncak menunjukkan rentang kontras dari gambar. Citra yang mempunyai kontras terlalu terang atau terlalu gelap memiliki histogram yang sempit, histogramnya terlihat hanya menggunakan setengah dari daerah derajat keabuan. Citra yang baik memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap derajat keabuan *pixel*.

b. Signal Noise to Ratio

Signal to Noise Ratio (SNR) didefinisikan sebagai rasio antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya derau (*noise*). definisi dari SNR disebut sebagai kebalikan dari koefisien variasi, yaitu; rasio berarti untuk standar deviasi dari suatu sinyal atau pengukuran pada standar deviasi kebisingan (*noise*). SNR dari suatu gambar biasanya dihitung sebagai rasio dari rata-rata nilai piksel dengan standar deviasi dari nilai piksel yang diberikan disekitarnya.

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

Rumus σ adalah : $\sigma = \sqrt{SD_s^2}$

Gambar 2.7 Rumus SNR
(Sumber: Zelfani et al 2017)

Keterangan:

Is: Nilai rata-rata objek

SD: Standar Deviasi

c. Contrast Noise to Ratio

Contrast-to-Noise Ratio (CNR) merupakan salah satu indikator utama dalam menilai mutu citra radiologi yang berpengaruh untuk menunjukkan sejauh mana suatu objek seperti lesi atau struktur anatomi dapat dibedakan dari latar belakangnya, dengan mempertimbangkan tingkat gangguan (*noise*) dalam citra. Secara umum, nilai CNR diperoleh dengan menghitung

selisih rata-rata intensitas antara objek dan latar belakang, kemudian dibagi dengan simpangan baku noise pada latar belakang tersebut. Semakin tinggi nilai CNR, maka semakin baik kemampuan sistem dalam mendeteksi objek, sehingga CNR sangat krusial untuk menilai kualitas citra, khususnya dalam mengidentifikasi detail dengan kontras rendah seperti lesi kecil atau jaringan lunak.

$$\text{CNR} = \frac{I_s - I_b}{\sigma}$$

Rumus σ adalah : $\sigma = \sqrt{SD_b^2}$

Gambar 2.8 Rumus CNR
(Sumber: Zelfani et al 2017)

Keterangan:

Is: Nilai rata-rata background

SD: Standar Deviasi

5. Image J

Image J adalah sebuah perangkat lunak *open-source* berbasis bahasa pemrograman Java yang dikembangkan pertama kali oleh *National Institutes of Health (NIH)*, Amerika Serikat. ImageJ dirancang khusus untuk melakukan pemrosesan dan analisis citra digital pada berbagai bidang, termasuk biomedis, sains, hingga radiologi. Sejak awal pengembangannya, ImageJ terus berkembang menjadi platform analisis citra yang fleksibel, karena bersifat lintas platform (dapat dijalankan pada Windows, MacOS, maupun Linux) dan

mendukung berbagai format citra seperti *TIFF*, *JPEG*, *BMP*, *GIF*, *PNG*, hingga *DICOM* yang merupakan standar dalam radiologi medis (Schneider et al., 2012)

Sebagai perangkat lunak ilmiah, ImageJ tidak hanya digunakan untuk melihat gambar, tetapi juga untuk melakukan analisis kuantitatif. Misalnya, penghitungan intensitas piksel, luas area, jarak, distribusi warna, hingga analisis statistik pada citra. Hal ini menjadikan ImageJ sebagai salah satu alat paling populer di dunia akademik maupun penelitian medis, karena mampu mengubah evaluasi citra yang sebelumnya bersifat subjektif menjadi terukur dan objektif. Selain itu, komunitas pengguna yang luas juga memungkinkan adanya ribuan *plugin* dan *macro script* yang dapat menambah fungsionalitas sesuai kebutuhan penelitian (Schroeder et al., 2021), ImageJ memiliki beragam fitur yang menjadikannya unggul dalam pemrosesan citra medis maupun penelitian ilmiah:

a. Analisis Kuantitatif ROI (*Region of Interest*)

1. Pengguna dapat menentukan ROI pada area tertentu (misalnya parenkim paru pada citra thorax, atau background udara).
2. Dari ROI tersebut, ImageJ menghitung mean intensity (rata-rata nilai piksel), *standard deviation* (SD), serta parameter statistik lain.
3. Data ROI inilah yang menjadi dasar perhitungan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR).

b. Pemrosesan Citra Digital

1. Mendukung operasi citra dasar seperti zoom, crop, rotasi, *brightness/contrast adjustment*.
2. Fitur pemrosesan lanjutan: *filtering (Gaussian, median, sharpen), thresholding, edge detection*, segmentasi citra, hingga rekonstruksi gambar.
3. Cocok untuk meningkatkan kualitas citra medis yang mengandung noise atau kontras rendah.

c. Dukungan Multi-format & DICOM

1. ImageJ mampu membuka berbagai format gambar standar, termasuk DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) yang menjadi format baku dalam radiografi.
2. Hal ini menjadikan ImageJ sangat relevan dalam penelitian medis karena langsung kompatibel dengan citra hasil pemeriksaan radiologi.

d. Ekstensibilitas Tinggi (Plugin dan Macro)

1. Pengguna dapat menambahkan plugin untuk fungsi khusus, misalnya analisis radiografi, pengolahan 3D, atau perhitungan morfometri.
2. Macro scripting memungkinkan automasi proses analisis, sehingga penelitian bisa dilakukan secara konsisten dan *reproducible*.
3. Versi lanjutannya, Fiji (*Fiji Is Just ImageJ*), sudah dilengkapi dengan plugin bawaan dan sistem update otomatis yang memudahkan pengguna.

e. Analisis Statistik dan Visualisasi

1. Dapat menampilkan histogram intensitas, kurva profil, hingga mengekspor data ke format *CSV/Excel*
2. Hasil penghitungan ditampilkan dalam *Results Table* sehingga mudah dipakai sebagai data kuantitatif penelitian.

d. Filter pada Perangkat Image J

Perangkat lunak ImageJ menyediakan berbagai jenis filter yang digunakan dalam pemrosesan citra digital, khususnya untuk meningkatkan kualitas citra medis. Filter pada dasarnya merupakan suatu teknik pemrosesan yang bertujuan untuk memodifikasi nilai intensitas pixel pada citra guna menekan noise, memperhalus tampilan, atau menonjolkan struktur tertentu sesuai kebutuhan analisis (Gonzalez & Woods, 2018). Berikut filter yang digunakan ;

1. Filter Gaussian Blur

Filter Gaussian Blur merupakan filter berbasis fungsi Gaussian yang bekerja dengan menghitung nilai rata-rata berbobot dari pixel-pixel di sekitar suatu titik. Bobot terbesar diberikan pada pixel yang berada paling dekat dengan titik pusat, sedangkan bobot semakin kecil pada pixel yang lebih jauh. Hal ini menyebabkan citra menjadi lebih halus (*smoothing*) secara alami dan bertahap

2. Mean Filter

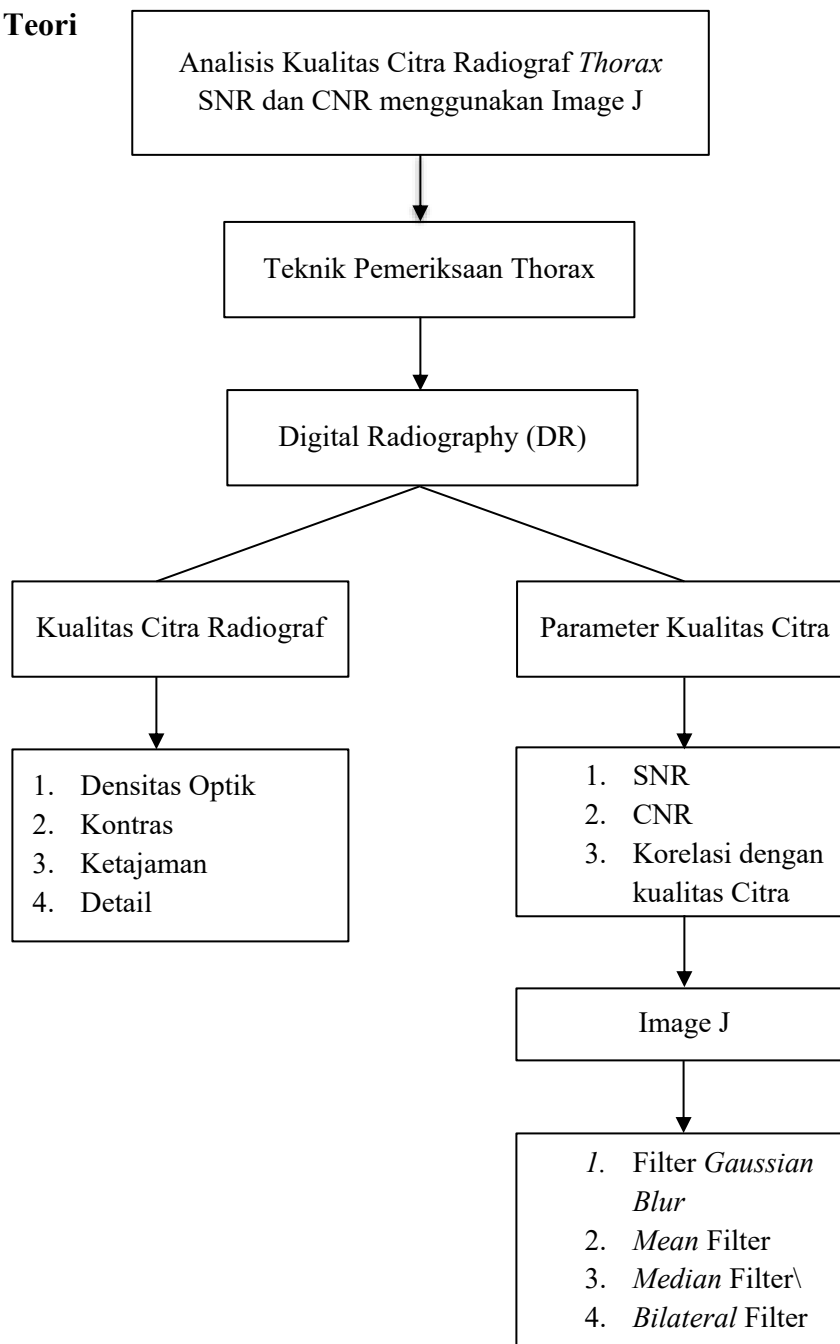
Mean filter atau average filter bekerja dengan mengganti nilai suatu pixel dengan nilai rata-rata dari pixel-pixel di sekitarnya. Tujuan utama dari filter ini adalah untuk mengurangi noise acak (*random noise*) dengan cara menghaluskan intensitas pixel.

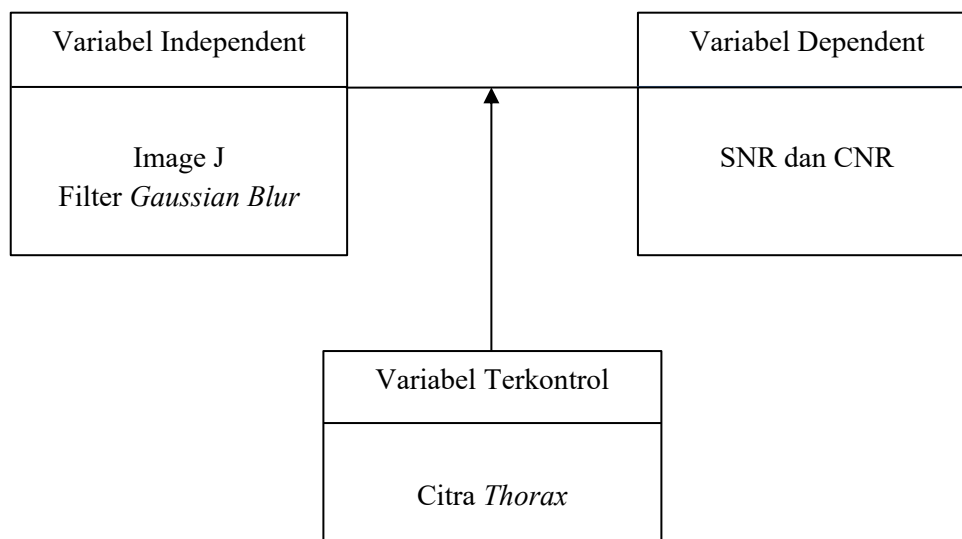
3. Median Filter

Median filter merupakan filter non-linear yang bekerja dengan mengganti nilai pixel pusat dengan nilai median dari pixel-pixel di sekitarnya. Filter ini sangat efektif untuk menghilangkan *noise tipe salt-and-pepper* (bintik hitam dan putih) tanpa terlalu merusak tepi objek

4. Bilateral Filter

Bilateral filter merupakan filter yang mempertimbangkan dua aspek sekaligus, yaitu jarak spasial (ruang) dan perbedaan intensitas (radiometrik). Filter ini mampu menghaluskan citra sambil tetap mempertahankan batas tepi antar objek (*edge-preserving filter*) (Chen et al., 2020).

B. Kerangka Teori**Gambar 2.9 Kerangka Teori**

B. Kerangka Konsep**Gambar 2.10** Kerangka Konsep

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian Karya Tulis Ilmiah ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Rancangan eksperimental dilakukan dengan percobaan menghitung dan merekonstruksi kualitas citra radiograf pada foto thorax untuk mengetahui nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR), dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR) menggunakan software Image J. Kemudian pengolahan data kemudian dianalisis.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang dipilih untuk melakukan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Radiologi Kampus Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta. Kemudian untuk waktu penelitian dari Oktober sampai November Tahun 2025.

C. Populasi dan Subjek Penelitian

1. Populasi

Data file dicom citra radiograf hasil foto thorax

2. Besar sampel

Sampel yang memenuhi sebagai kriteria untuk sampel adalah foto radiograf *thorax*. Dengan spesifik proyeksi *proyeksi anterior* (PA) berupa file dicom.

Pengambilan sampel dilakukan pada Oktober sampai November Tahun 2025 di Lab Radiologi Kampus Politeknik Kesehatan Adisutjipto Yogyakarta.

3. Cara pengambilan sampel

Cara pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil data pemeriksaan foto thorax menggunakan phantom proyeksi *postero anterior* pada komputer konsol berupa file di com , lalu dilakukan analisis dan rekontruksi menggunakan Image J, pencetakan , pencatatan hasil, serta dokumentasi.

D. Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel merupakan objek dari penelitian atau eksperimen yang akan kita laksanakan, yang berperan dalam suatu kegiatan dan dampak yang akan diamati, analisa, dan didokumentasikan. Diantara variabel-variabel tersebut terdapat 3 macam variabel, yang diantaranya sebagai berikut:

1. Variabel Independen

Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi variabel lain yang menjadi topik pembahasan ini adalah citra radiografi thorax.

2. Variabel Dependen

Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) citra radiografi thorax.

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol dalam penilaian ini adalah Software analisis: Image J dan ROI (*Region of Interest*) yang sama untuk setiap citra.

E. Definisi Operasional

Tabel 3.1. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Standar kualitas citra <i>thorax</i>	Nilai konsistensi <i>Region of Interest</i> (ROI) dari setiap organ yang dapat mewakili organ tersebut pada citra <i>thorax</i>	Eksperimen	Software Image J	Nilai Konsistensi Area, Mean, Standar Deviasi yang mempengaruhi nilai SNR dan CNR	Ordinal
Kualitas citra radiograf (Nilai SNR dan CNR)	Nilai informasi citra radiograf berdasarkan nilai SNR dan CNR	Eksperimen	Software Image J	Nilai tetap dari SNR dan CNR	Ordinal

F. Instrumen Operasional dan Cara Pengumpulan Data

1. Instrumen Operasional

Dalam menunjang Tugas Akhir ini, penulis membutuhkan data-data yang dikumpulkan dengan menggunakan berbagai sumber, antara lain:

a. Eksperimen

Eksperimen dalam penelitian bertujuan untuk menguji pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dalam kondisi yang

terkontrol (Sugiyono, 2019:85). Dalam penelitian ini melakukan percobaan ataupun eksperimen dengan analisa citra radiograf thorax menggunakan Image J dalam menghitung nilai SNR dan CNR.

b. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk memperoleh informasi mengenai variabel yang diteliti (Sugiyono, 2019:199). Dalam penelitian ini lembar kuesioner diberikan kepada dokter spesialis radiologi selaku responden dalam menilai standar kualitas citra *thorax*.

c. Dokumentasi

Dokumen dapat diinterpretasikan sebagai catatan tertulis yang berkaitan dengan suatu peristiwa, baik yang disiapkan maupun tidak. Dokumen dapat berupa berbagai jenis materi seperti fotografi, video, film, memo, surat, rekaman kasus klinis, dan lain-lain. Dokumen ini dapat digunakan sebagai bahan informasi penunjang dalam penelitian, serta menjadi bagian integral dari kajian kasus yang menjadi sumber data utama dari hasil observasi partisipan dan wawancara mendalam (Ghony dan Almanshur, 2016:199).

2. Cara Pengumpulan Data

Berikut prosedur pengumpulan data yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Dilakukan dengan pengambilan data 1 file dicom citra thorax PA di Lab Radiologi kampus Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
- b. Dilakukan pengolahan data file dicom pada software Image J
- c. Evaluasi perhitungan nilai SNR dan CNR
- d. Rekonstruksi data file dcom pada software Image J
- e. Mengolah data dan melakukan Uji Beda
- f. Membandingkan data nilai SNR dan CNR sebelum dan sesudah rekonstruksi.
- g. Kamera sebagai alat untuk mendokumentasikan lembar

G. Cara Analisis Data

Analisis dilakukan dari data file dicom yang diperoleh dari Lab Radiologi kampus Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta. Data tersebut kemudian diolah pada software Image J untuk menghasilkan nilai SNR dan CNR sebelum rekonstruksi, kemudian data tersebut direkonstruksi pada software Image J untuk menghasilkan nilai SNR dan CNR setelah rekonstruksi. Setelah mendapat kedua nilai SNR dan CNR tersebut maka data tersebut diolah dan diuji beda menggunakan *microsoft excel*.

H. Etika Penelitian

Peneliti dalam melakukan penelitian tidak akan berhasil tanpa bantuan orang lain. Di perlakukan responden yang akan menyisihkan waktunya yang terlibat dalam penelitian, diperlakukan timbal balik peneliti kepada responden. Respon dari responden yang secara sukarela memberikan informasi penelitian di hargai atas informasi, kesediaan dan kejujurannya dan hal inilah yang di sebut kode etik penelitian (Kemenkes, 2017). Dalam melakukan penelitian ini harus melakukan proses perizinan kepada kepala rumah sakit sebagai tempat yang akan di lakukan penelitian. Etika penelitian meliputi:

1. Kerahasiaan (Confidentiality)

Responden mempunyai hak atas data yang di berikan harus di rahasiakan, semua informasi yang didapatkan dari responden dijamin kerahasiaannya. Peneliti tidak mencantumkan nama responden (*Unonimity*) pada lembar penelitian, tetapi menggunakan kode responden (Nursalam, 2016). Peneliti harus memastikan bahwa informasi pribadi tentang responden dikumpulkan, disimpan, digunakan atau dihancurkan, hal ini di lakukan untuk menghormati privasi atau kerahasiaan responden dan kesepakatan yang dibuat dengan responden. Peneliti memperbolehkan responden pada saat penelitian identitas dengan menggunakan inisial nama responden. Informasi mengenai responden hanya di ketahui oleh pihak yang berkepentingan seperti peneliti, pembimbing

2. Keadilan (Justice)

Keadilan merupakan kewajiban etis untuk memperlakukan setiap orang sesuai dengan apa yang benar dan tidak benar. Dalam penelitian ini harus ada pemerataan pembagian beban dan manfaat dari responden penelitian untuk menjadikan lebih baik atau lebih buruk lagi. Responden harus diperlakukan secara adil selama keikutsertaannya dalam penelitian baik sebelum, selama dan sesudah tanpa adanya diskriminasi apabila ternyata mereka di keluarkan atau tidak bersedia menjadi responden dalam penelitian (Nursalam, 2016).

3. Asas kemanfaatan (Beneficiency)

Penelitian yang dilakukan memperoleh manfaat semaksimal mungkin bagi perkembangan dunia digitalisasi radiologi.

I. Jalannya Penelitian

Penelitian dimulai dari pengajuan surat ijin penelitian yang disetujui oleh dosen pembimbing 1, dosen pembimbing 2, dan oleh penguji kemudian surat tersebut diserahkan ke bagian Laboratorium Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta, lalu bagian Kepala Laboratorium menyampaikan kapan penelitian dapat dilaksanakan. Persiapan yang dilakukan penulis yaitu dengan menyiapkan fotokopi berupa:

1. Surat izin penelitian
2. Proposal penelitian penulis yang berjudul Analisis Kualitas Citra Radiograf *Thorax Signal Noise to Ratio* dan *Contrast Noise to Ratio* dengan menggunakan Image

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

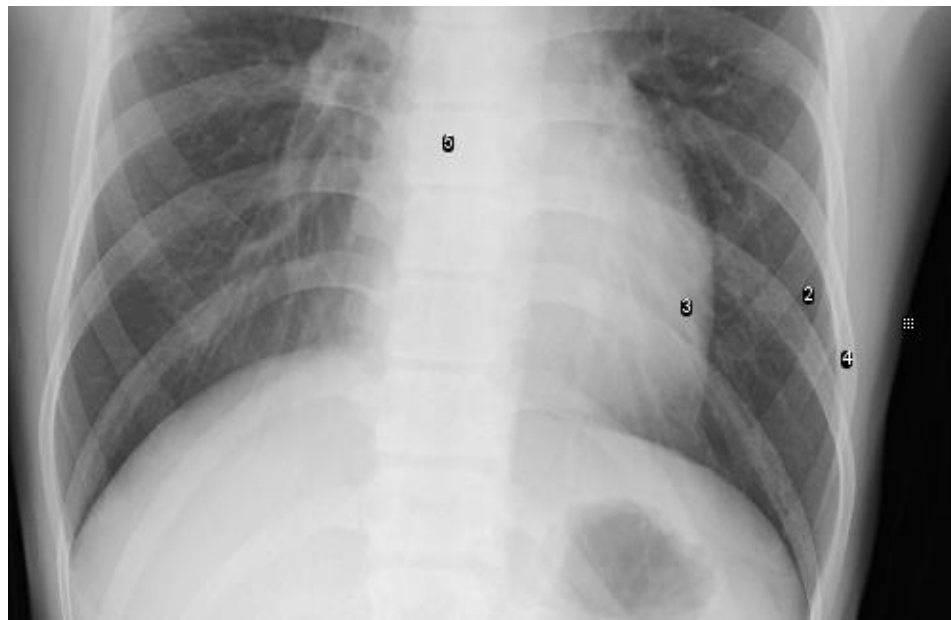
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software Image J yang bertujuan untuk menganalisis nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR) pada citra thorax berupa file dicom. Sampel penelitian menggunakan 1 file dicom yang merupakan citra thorax Postero Anterior (PA). Citra yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data raw .

. Citra dianalisis dengan cara mengukur titik koordinat *Region of Interest* (ROI) yaitu latar background, *pulmo*, *cardio*, *costae* dan *sternum* sebagai roi pembanding yang dihitung sebanyak 3 kali dengan mempresisikan koordinat roi tersebut. Rekonstruksi pada citra dilanjutkan dengan menambahkan filter *Gaussian blur* kemudian dievaluasi kembali pada titik koordinat *Region of Interest* (ROI) yang sama nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan *Contrast Noise to Ratio* (CNR) pada citra *thorax* sebelum dan setelahnya.

1 . Peran ImageJ dalam Penentuan ROI pada Citra Thorax

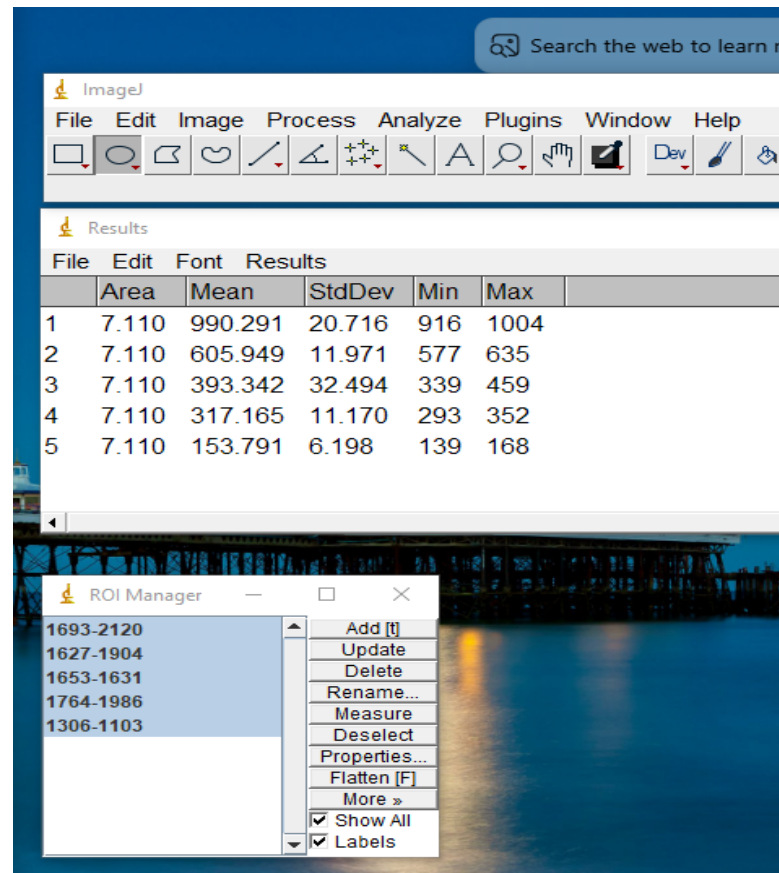
a . Penentuan titik ROI

Penentuan titik ROI pada citra thorax dilakukan pada organ yang mewakili setiap struktur anatomi meliputi latar, *pulmo*, *cardio*, *costae*, dan *sternum*. Dapat dilihat di gambar 4.1



Gambar 4.1Penentuan titik Roi

Pengukuran ROI dilakukan dengan cara setelah menentukan titik kemudian diukur dengan diameter pixel *weidth 20 x height 20* untuk menghindari disposisi dengan organ lain sehingga titik ROI bersifat homogen, setelah itu titik Roi dihitung (*measure*) untuk menghasilkan nilai Area, *Mean*, dan Standar Deviasi. Dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Pengukuran ROI

b . Pengukuran dan konsistensi nilai ROI

Pengukuran titik ROI pada citra *thorax* akan menghasilkan nilai mean ROI, standar deviasi, nilai minimum, dan nilai maksimum yang menjadi faktor penentu nilai SNR (*Signal Noise to Ratio*) dan CNR (*Contrast Noise to Ratio*) setelah nilai SNR dan CNR keluar maka diukur sebanyak 3 kali. Perhitungan SNR dan CNR yang dilakukan sebanyak tiga kali menunjukkan tidak adanya perbedaan antara pengulangan pertama, kedua, dan ketiga. Temuan ini menunjukkan bahwa penentuan ROI memiliki tingkat presisi dan konsistensi

yang baik, sehingga dapat diandalkan sebagai dasar evaluasi nilai SNR dan CNR

Konsistensi ini terlihat pada ROI latar, di mana nilai rata-rata (*mean*) tetap sama pada ketiga kali pengukuran. Pola yang serupa juga ditemukan pada ROI *pulmo*, *cardio*, *costae*, dan *sternum*. Tidak adanya perubahan nilai antara pengukuran menunjukkan bahwa metode penempatan ROI telah dilakukan dengan hati-hati, berikut tabel pengukuran akuisisi nilai ROI pada citra *thorax*.

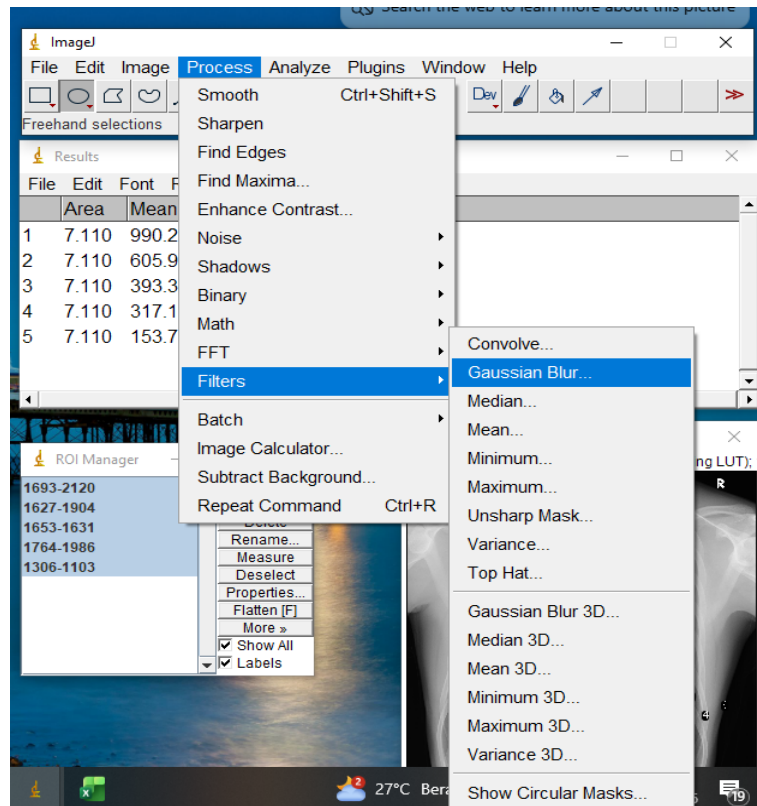
Tabel 4.1 Konsistensi Nilai Roi

NO	Roi Organ	Area	Mean	Std. Dev	SNR	CNR
1.	Latar	7.110	990.291	20.716	–	–
		7.110	990.291	20.716	–	–
		7.110	990.291	20.716	–	–
2.	Pulmo	7.110	605.949	11.971	30	19
		7.110	605.949	11.971	30	19
		7.110	605.949	11.971	30	19
3.	Cardio	7.110	393.342	32.494	19	29
		7.110	393.342	32.494	19	29
		7.110	393.342	32.494	19	29
4.	Costae	7.110	317.165	11.170	16	32

		7.110	317.165	11.170	16	32
		7.110	317.165	11.170	16	32
5.	Sternum	7.110	153.791	6.198	8	40
		7.110	153.791	6.198	8	40
		7.110	153.791	6.198	8	40

2. Nilai SNR dan CNR sebelum dan sesudah rekontruksi Image J

Perhitungan nilai SNR dan CNR dilakukan untuk membandingkan kualitas citra sebelum dan sesudah rekontruksi dengan Image J. Rekontruksi dilakukan dengan menambahkan filter Gaussian Blur pada citra *thorax* untuk menekan frekuensi *noise* dan meningkatkan kontras sehingga citra lebih *enchance*. Penambahan Filter *Gaussian Blur* pada citra *thorax* dilakukan dengan memasukkan file *dicom* kemudian pilih *Process*, pilih *Filter*, pilih *Gaussian Blur*. Dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Rekontruksi citra dengan penambahan Filter *Gaussian Blur*

Setelah Rekontruksi dengan penambahan Filter *Gaussian Blur*, Roi dan nilai SNR menunjukkan bahwa komponen sinyal mengalami perubahan setelah penerapan filter. Hal ini disebabkan oleh karakteristik filter Gaussian blur yang mampu mereduksi noise berfrekuensi tinggi pada citra. Disisi lain, perubahan nilai CNR mengindikasikan perbedaan kontras antara struktur anatomi yang

diukur dengan daerah referensi setelah noise ditekan. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5

Organ	No	Area	Mean	Std. Dev	Min	Max	SNR	CNR
Latar	1.	7.110	990.291	20.716	916	1004		
	2.	7.110	990.291	20.716	916	1004		
	3.	7.110	990.291	20.716	916	1004		
Pulmo	1.	7.110	605.949	11.971	577	635	30	19
	2.	7.110	605.949	11.971	577	635		
	3.	7.110	605.949	11.971	577	635		
Cardio	1.	7.110	393.342	32.494	339	459	19	29
	2.	7.110	393.342	32.494	339	459		
	3.	7.110	393.342	32.494	339	459		
Costae	1.	7.110	317.165	11.170	293	352	16	32
	2.	7.110	317.165	11.170	293	352		
	3.	7.110	317.165	11.170	293	352		
Sternum	1.	7.110	153.791	6.198	139	168	8	40
	2.	7.110	153.791	6.198	139	168		
	3.	7.110	153.791	6.198	139	168		

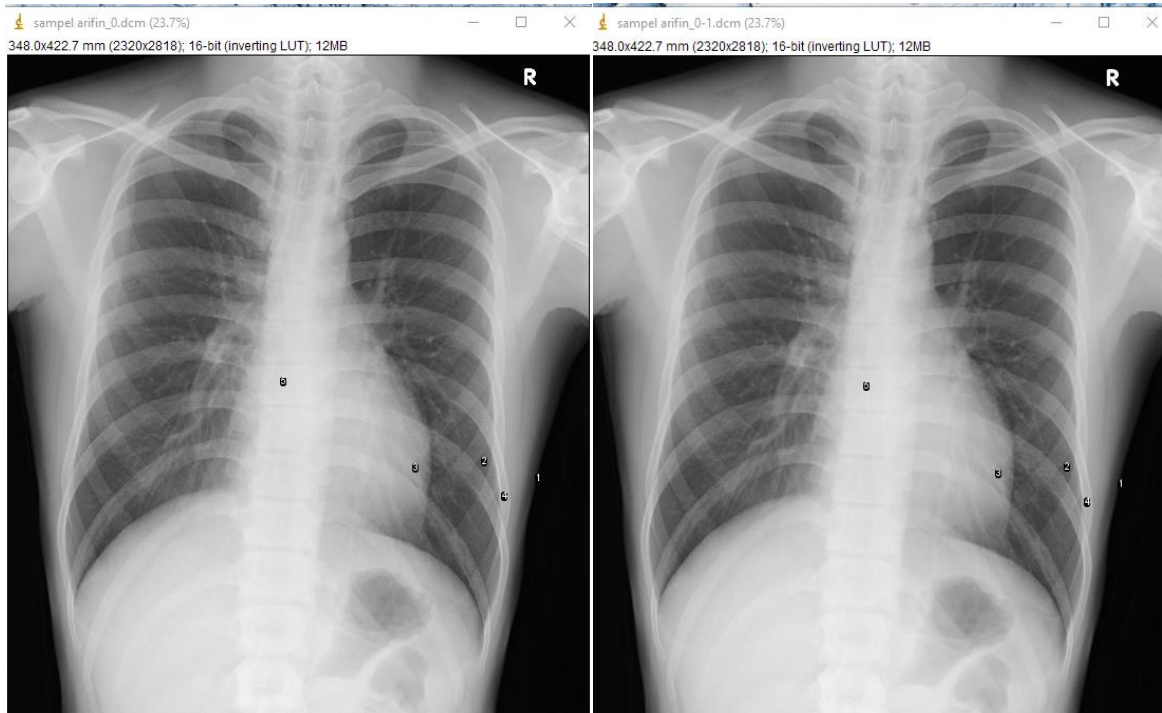
Gambar 4.4 Nilai SNR dan CNR sebelum filter

After Filter Gaussian Blur								
Organ	No	Area	Mean	Std. Dev	Min	Max	SNR	CNR
Latar	1.	7.110	989.864	20.568	918	1004		
	2.	7.110	989.864	20.568	918	1004		
	3.	7.110	989.864	20.568	918	1004		
Pulmo	1.	7.110	605.896	11.160	580	630	29	19
	2.	7.110	605.896	11.160	580	630		
	3.	7.110	605.896	11.160	580	630		
Cardio	1.	7.110	393.411	31.758	342	454	19	29
	2.	7.110	393.411	31.758	342	454		
	3.	7.110	393.411	31.758	342	454		
Costae	1.	7.110	317.139	9.194	303	344	15	32
	2.	7.110	317.139	9.194	303	344		
	3.	7.110	317.139	9.194	303	344		
Sternum	1.	7.110	153.782	4.926	142	162	7	40
	2.	7.110	153.782	4.926	142	162		
	3.	7.110	153.782	4.926	142	162		

Gambar 4.5 Nilai SNR dan CNR setelah filter *Gaussian Blur*

Pengukuran ROI sebelum dan sesudah Rekontruksi dengan filter *Gaussian Blur* menunjukkan perubahan pada *mean* (rata rata), dan standar deviasi yang menjadi faktor nilai SNR dan CNR, namun pada *Cardio* nilai SNR dan CNR tidak ada perubahan seperti pada gambar 4.4, dan gambar 4.5

Filter *Gaussian Blur* pada fungsinya memberikan efek penghalusan (*smoothing*) yang seragam ke segala arah. Hal ini penting pada citra medis, khususnya thoraks, karena struktur anatomi memiliki orientasi yang bervariasi dan penghalusan yang tidak seragam dapat menyebabkan artefak atau distorsi bentuk sehingga memberikan efek visual yang lebih halus. Seperti pada gambar 4.6, dan gambar 4.7



Gambar 4.6 Sebelum Filter *Gaussian Blur*

Gambar 4.7 Sesudah Filter *Gaussian Blur*

Citra yang sudah direkontruksi dengan penambahan filter gaussian Blur tidak nampak adanya perbedaan jika dilihat sekilas, namun jika dilihat dengan seksama citra yang telah difilter dengan filter *Gaussian blur* terlihat lebih halus. Hal ini dibuktikan dengan berubahnya nilai mean, dan standar deviasi yang berubah sebagai faktor nilai SNR dan CNR yang berubah walau tidak signifikan. Sesuai pada gambar 4.5, dan gambar 4.6

B . Pembahasan

1. Peran ImageJ dalam Penilaian Kualitas Citra *Thorax* melalui Analisis SNR dan CNR

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, perangkat lunak ImageJ terbukti berperan signifikan dalam membantu penilaian kualitas citra thorax secara objektif dan kuantitatif. ImageJ mampu menyediakan berbagai fitur analisis citra yang memungkinkan peneliti untuk menentukan *Region of Interest* (ROI) secara presisi serta menghasilkan parameter statistik berupa nilai mean dan standar deviasi yang diperlukan dalam perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR).

Penentuan ROI pada area latar, *pulmo*, *cardio*, *costae*, dan *sternum* dilakukan pada bagian yang homogen dan representatif terhadap masing-masing struktur anatomi. Hal ini sesuai dengan pendapat Abdi et al. (2025) yang menyatakan bahwa pemilihan ROI pada area homogen sangat penting untuk meminimalkan bias pengukuran dan meningkatkan reliabilitas data kuantitatif pada citra radiografi. ROI yang tidak homogen dapat menghasilkan nilai mean dan standar deviasi yang tidak stabil sehingga mempengaruhi keakuratan perhitungan SNR dan CNR. Penggunaan ukuran ROI sebesar 20×20 pixel dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan hasil yang konsisten pada ketiga kali pengulangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tidak terdapat perubahan nilai mean dan standar deviasi antara pengukuran pertama, kedua, dan ketiga pada seluruh ROI yang diukur. Konsistensi ini menandakan

bahwa ImageJ mampu menghasilkan data yang presisi, selama prosedur penempatan ROI dilakukan secara benar dan berulang pada area yang sama. Chukrón et al. (2023),

Menurut peneliti salah satu indikator penting dalam evaluasi kualitas citra medis adalah reliabilitas data pengukuran, yang dapat dilihat dari stabilitas nilai yang dihasilkan dari beberapa kali pengulangan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menguatkan bahwa ImageJ merupakan perangkat lunak yang layak dan andal digunakan dalam analisis kuantitatif kualitas citra *thorax*. Selain itu, kemudahan akses, sifat *open-source*, serta kemampuan analisis statistik bawaan menjadikan ImageJ banyak digunakan dalam penelitian radiologi dan pencitraan medis, baik untuk kepentingan klinis maupun akademik.

2 Interpretasi Nilai SNR dan CNR Sebelum dan Sesudah Rekonstruksi Citra

Rekonstruksi citra menggunakan filter Gaussian Blur memberikan dampak terhadap nilai kuantitatif citra, yang terlihat dari perubahan nilai mean dan standar deviasi pada beberapa ROI. Filter Gaussian Blur dikenal sebagai *low-pass* filter yang bekerja dengan cara mereduksi noise berfrekuensi tinggi sehingga menghasilkan citra yang lebih halus (*smoothing*). Mekanisme ini menyebabkan fluktuasi intensitas yang disebabkan oleh noise menjadi lebih rendah, sehingga meningkatkan homogenitas citra (Gonzalez & Woods, 2018). Dalam konteks penelitian ini, setelah penerapan filter *Gaussian Blur*, nilai standar deviasi pada

beberapa ROI cenderung mengalami penurunan. Penurunan standar deviasi menandakan berkurangnya noise pada citra, yang secara langsung berdampak pada peningkatan nilai SNR. Menurut Bushberg et al. (2012), semakin kecil nilai *noise* (simpangan baku), maka semakin besar nilai SNR yang dihasilkan, yang menunjukkan kualitas citra yang lebih baik. Namun, perubahan nilai CNR yang terjadi tidak selalu sejalan dengan peningkatan SNR. Dalam beberapa ROI, proses smoothing menyebabkan penurunan perbedaan intensitas antar struktur yang berdekatan. Akibatnya, meskipun citra menjadi lebih halus, batas antar jaringan menjadi sedikit kurang tegas sehingga nilai kontras relatif mengalami perubahan. Hal ini sejalan dengan pendapat Gonzalez & Woods (2018), yang menyatakan bahwa salah satu efek samping dari penggunaan filter smoothing adalah penurunan ketajaman tepi (*edge sharpness*), yang secara tidak langsung mempengaruhi nilai kontras.

Pada ROI *cardio*, tidak ditemukan perubahan nilai SNR dan CNR setelah penerapan filter *Gaussian Blur*. Hal ini diduga karena area *cardio* memiliki distribusi intensitas yang relatif seragam sejak awal, sehingga proses smoothing tidak memberikan dampak yang berarti terhadap nilai mean maupun standar deviasi. Chen et al. (2020) menyebutkan bahwa respons suatu area citra terhadap filtering sangat bergantung pada tekstur awal dan keberadaan detail frekuensi tinggi pada area tersebut. Area yang lebih homogen cenderung menunjukkan perubahan minimal setelah proses filtering. Walaupun secara visual citra sebelum

dan sesudah filter *Gaussian Blur* tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok, hasil perhitungan numerik menunjukkan adanya perubahan pada parameter kuantitatif. Hal ini membuktikan bahwa evaluasi kualitas citra tidak dapat hanya bergantung pada penilaian visual, tetapi harus didukung oleh parameter kuantitatif seperti SNR dan CNR agar hasilnya lebih objektif dan ilmiah (Abdi et al., 2025).

Menurut peneliti, penggunaan ImageJ tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai instrumen analisis kuantitatif yang mampu mendeteksi perubahan kualitas citra secara numerik. Temuan ini memperkuat pentingnya penggunaan parameter SNR dan CNR dalam evaluasi kualitas citra *thorax*, baik untuk keperluan klinis maupun penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A . Kesimpulan

1. Perangkat lunak ImageJ berperan efektif dalam membantu penilaian kualitas citra thorax secara kuantitatif. ImageJ mampu menentukan dan mengukur Region of Interest (ROI) secara presisi, menghasilkan nilai mean dan standar deviasi yang konsisten pada pengulangan pengukuran, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan secara andal untuk perhitungan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR).
2. Rekonstruksi citra thorax menggunakan filter *Gaussian Blur* pada ImageJ memengaruhi nilai SNR dan CNR. Setelah penerapan filter, terjadi perubahan pada nilai mean dan standar deviasi yang berdampak pada perubahan nilai SNR dan CNR pada sebagian besar ROI. Hal ini menunjukkan bahwa proses rekonstruksi menggunakan ImageJ mampu memberikan pengaruh terhadap kualitas citra secara kuantitatif, meskipun perubahannya tidak selalu tampak secara visual.

B. Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi ukuran ROI dan jenis filter yang berbeda (misalnya median filter atau bilateral filter) untuk mengetahui perbandingan pengaruhnya terhadap nilai SNR dan CNR pada citra thorax.
2. ☐ Disarankan untuk menambahkan jumlah citra dan variasi kasus klinis agar hasil penelitian lebih representatif dan dapat menggambarkan kondisi klinis yang lebih luas, sehingga validitas dan kekuatan data menjadi lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A. J., Precht, H., Outzen, C. B., & Jensen, J. (2025). Quantitative evaluation of image quality and radiation dose using novel intelligent noise reduction (INR) software in chest radiography: A phantom study. *Diagnostics*, 15(11), 1–16. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15111391>
- Asriningrum, S., Ansory, K., & Hasan, P. T. (2021). *Jurnal Imejing Diagnostik*, 7, 15–18.
- Astria, R. (2024). Analisis kualitas citra radiografi CR dengan signal to noise ratio (SNR) dan contrast to noise ratio (CNR) menggunakan MicroDicom. *Interdisciplinary Journal of MedTech and EcoEngineering (IJME)*, 1(1), 1–9.
- Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2012). *The essential physics of medical imaging* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins
- Chen, Y., Zhang, H., Liu, D., & Wang, J. (2020). Evaluation of filtering techniques on noise reduction and edge preservation in medical images. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 10(4), 912–918.
- Chukorn, N., Inkhoon, M., Sanklaa, K., Suwan-o-pas, S., Nguanbunmak, P., & Maksorn, P. (2022). Dose optimization for digital chest radiography in phantom. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 53(4), S59. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.10.203>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson.
- Grossman, R. B., Noble, L. B., George, C. S., Young, J., & Faguy, K. (2025). *Best practices in digital radiography* (pp. 1–57).
- Hadad, A., & Braidot, A. (2015). *VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2014, Paraná, Argentina, 29–31 October 2014*. IFMBE Proceedings, 49. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13117-7>
- Jeon, P., Jeon, S., Ko, D., An, G., & Shim, H. (2023). Assessment of image quality of coronary CT angiography using deep learning-based CT reconstruction: Phantom and patient studies.

- Liu, X., Shaw, C. C., Liu, X., & Shaw, C. C. (2003). Regional improvement of signal-to-noise and contrast-to-noise ratios in dual-screen CR chest imaging: A phantom study. *Medical Physics*, 1080(2001). <https://doi.org/10.1118/1.1376136>
- Liu, E. (2024). Abstract: Using convolutional neural networks for the classification of suboptimal chest radiographs. <https://doi.org/10.1101/2024.11.10.24317051>
- López, J. A., Garralon, E. H., Peñacoba, S. R., Echegoyen, P., Alonso, S. M., & Castellanos, J. L. (2024). Ps03.24 Statistical estimation of low contrast detectability for different modalities in digital radiology: A Python GUI. *Physica Medica*, 125, 104123. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2024.104123>
- M, G. (2016). Evaluation of ImageJ for relative bone density measurement and clinical application. *Journal of Oral Health and Craniofacial Science*, 1(1), 12–21. <https://doi.org/10.29328/journal.johcs.1001002>
- Mithun, S., Jha, A. K., Sherkhane, U. B., Jaiswar, V., Purandare, N. C., Dekker, A., Puts, S., Bermejo, I., Rangarajan, V., Zegers, C. M. L., & Wee, L. (2023). Clinical concept-based radiology reports classification pipeline for lung carcinoma. *Journal of Digital Imaging*, 36(3), 812–826. <https://doi.org/10.1007/s10278-023-00787-z>
- Mustafa, M. R., Ade, I., Liscyaningsih, N., & Widyasari, D. (2025). *Jurnal Publikasi* (Vol. 6, pp. 267–273).
- Pawar, V. J. (2020). Lung cancer detection system using image processing and machine learning techniques. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 5956–5963. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/260942020>
- Rueden, C. T., Schindelin, J., Hiner, M. C., DeZonia, B. E., Walter, A. E., Arena, E. T., & Eliceiri, K. W. (2017). ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*, 18(1), 1–42. <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1934-z>

- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Seidenbusch, M., Rösenberger, V., & Schneider, K. (2019). *Image quality in paediatric radiography*.
- Subtle. (2018). *Quality of medical images using multi-contrast and deep learning*. <https://patentimages.storage.googleapis.com/ff/49/cc/64f49da24b730c/US10096109.pdf>
<http://arxiv.org/abs/1801.09672>
- Susilo, Sunarmo, Swakarma, I. K., Setiawan, R., & Wibowo, E. (2015). Kajian sistem radiografi digital sebagai pengganti sistem computed radiography yang mahal. *Jurnal Fisika Indonesia*, 17(50), 40–43.
- Suwal, S., Koirala, S., & Chataut, D. (2022). Evaluation of the diagnostic quality of chest radiographs. *Nepalese Journal of Radiology*, 12(1), 13–17. <https://doi.org/10.3126/njr.v12i1.42266>
- Syukri, A. (2022). Perbandingan kualitas citra radiograf SNR dan CNR pada pemeriksaan thorax dengan menggunakan high kV technique dan faktor eksposi standar. *Karya Tulis Ilmiah*, 5, 2003–2005.
- Timischl, F. (2015). The contrast-to-noise ratio for image quality evaluation in scanning electron microscopy. *Scanning*, 37(1), 54–62. <https://doi.org/10.1002/sca.21179>
- Wulandari, P. I., Jeniyanthi, N. P. R., Prasetya, I. M. L., Susanta, I. P. A., Juliantara, I. P. E., & Diartama, A. A. (2023). Evaluasi dosis radiasi pada pemeriksaan radiografi thorax. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 16325–16330. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v7i3.19824>
- Zelviani, S., et al. (2017). *Kualitas citra pada direct digital radiography (DR) dan computed radiography (CR)*. *Jurnal Teknosains*, 11(1), 59–62

Lampiran

Lampiran 1 *Jadwal Penelitian*

No	Kegiatan	Waktu		
		September	Oktober	November
1	a. Pengajuan Judul			
	b. Pengajuan Proposal			
	c. Perijinan Penelitian			
2	a. Pengumpulan data			
	b. Analisis data			
3	Penyusunan Laporan			

Lampiran 2 Surat ijin penggunaan Laboratorium



YAYASAN ADI UPAYA (YASAU)
POLITEKNIK KESEHATAN TNI AU ADISUTJIPTO
YOGYAKARTA
 Jalan Majapahit (Janti) Blok-R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
 Website : poltekkesadisutjipto.ac.id, Email : admin@poltekkesadisutjipto.ac.id
 Tlp/Fax (0274) 4352698



SURAT IJIN PENGGUNAAN LABORATORIUM
 Nomor : SIPL/ 12 / X /2025/LT

1. Yang bertanda tangan di bawah ini:
 - a. Nama : dr. MINTORO SUMEGO, MS
 - b. Jabatan : Direktur Poltekkes TNI AU Adisutjipto
2. Menerangkan bahwa:
 - a. Nama : Muhammad Amar Wanda
 - b. NIM : 22230045
 - b. Prodi : D3 Radiologi
 - c. Perguruan Tinggi : Poltekkes TNI AU Adisutjipto
 - a. Berdasarkan Surat Permohonan Peminjaman Ruangan dan Alat Laboratorium atas nama Muhammad Amar Wanda NIM 22230045, tanggal 27 Oktober 2025, yang bersangkutan diijinkan melakukan penelitian menggunakan Laboratorium Poltekkes TNI AU Adisutjipto mulai tanggal 31 Oktober 2025.
 - b. Biaya penggunaan dan pemeliharaan alat laboratorium sebesar **Rp. 200.000,-** per bulan dibayarkan melalui rekening **Yayasan Adi Upaya BPH Poltekkes Adisutjipto No Rek. BNI 0762408070**, paling lambat tiga hari setelah Surat Ijin ini dikeluarkan. Penggunaan laboratorium lebih dari satu bulan, dikenakan biaya tambahan sebesar **Rp.100.000,-** per bulan
 - c. Apabila ada kerusakan dan kehilangan terhadap alat tersebut diwajibkan untuk memperbaiki atau mengganti.
3. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

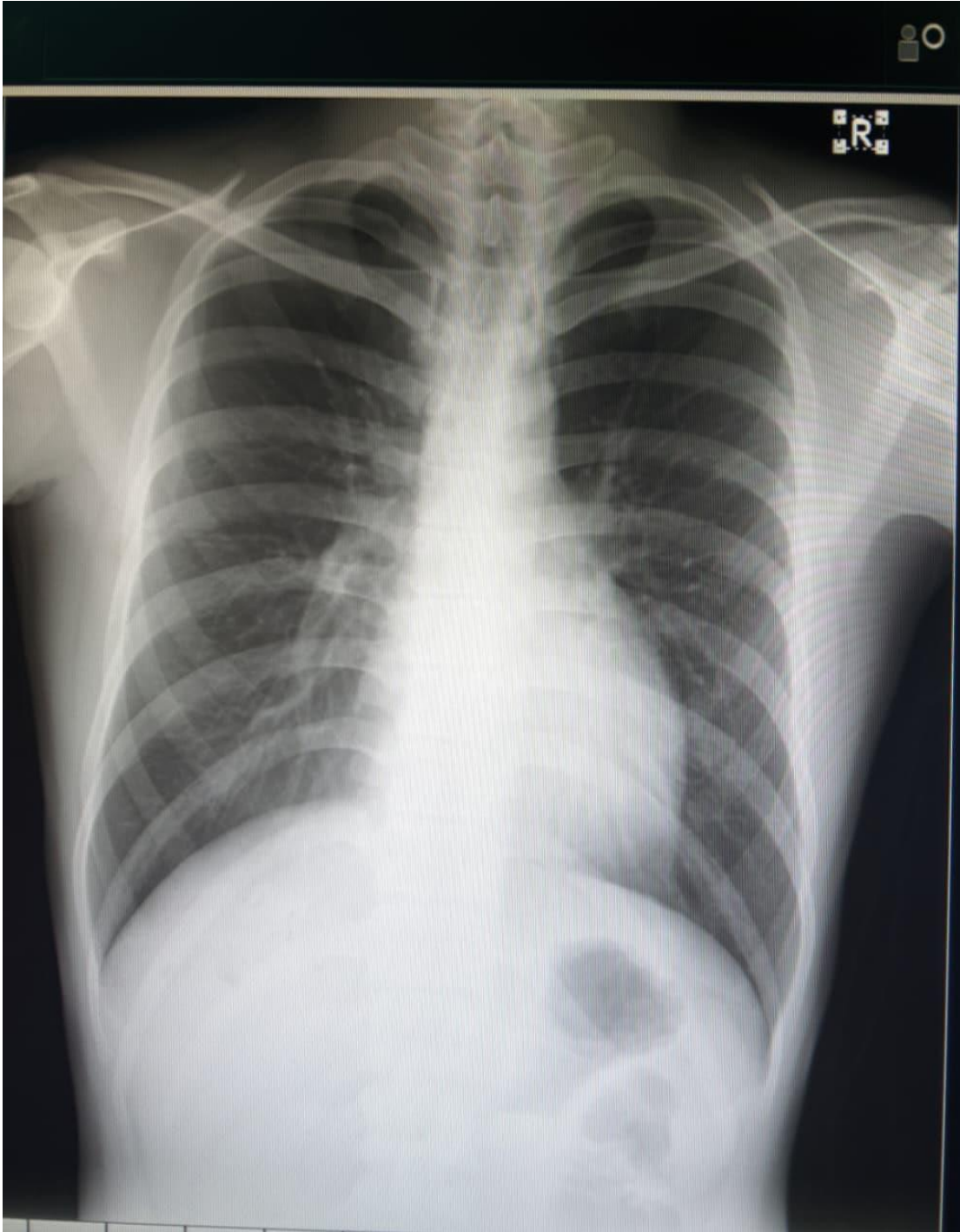
Yogyakarta, Oktober 2025

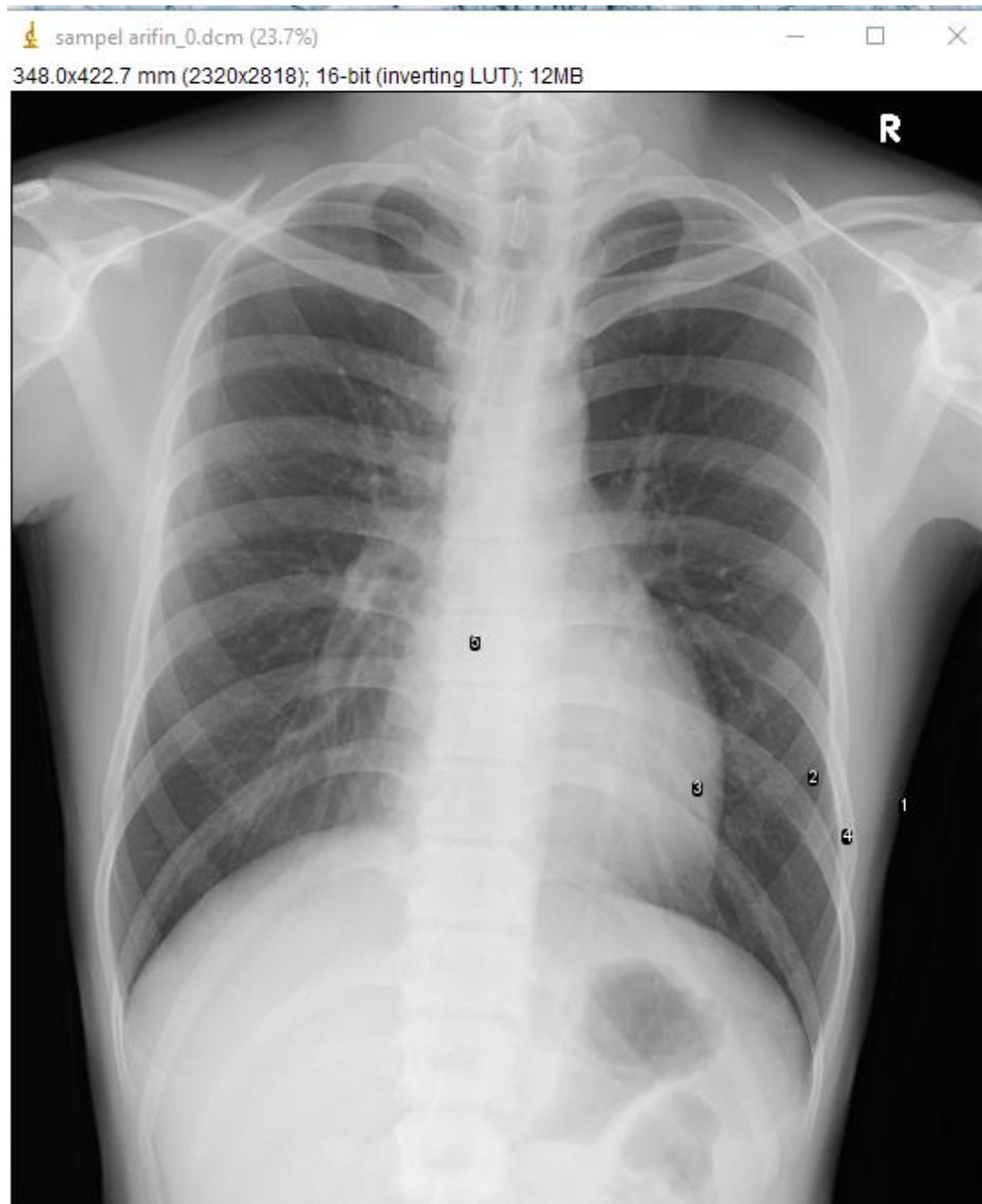
Direktur



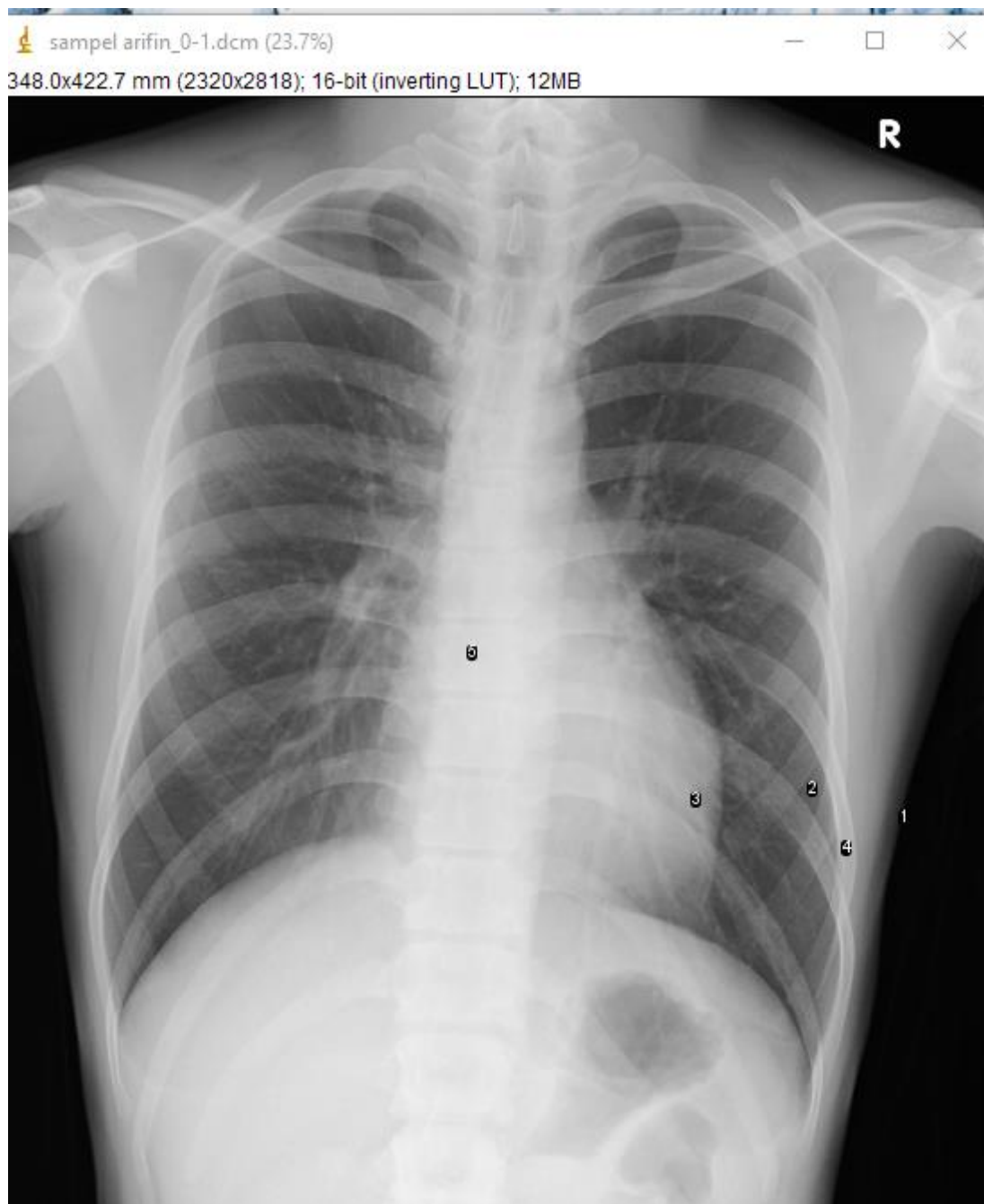
dr. MINTORO SUMEGO, MS
 NIP. 012205001

Lampiran 3 *Citra Konsol Laboratorium*



Lampiran 4 *Citra Thorax sebelum filter*

Lampiran 5 Citra Thorax setelah filter



Lampiran 6 Image J, Roi, dan filter Faussian blur

