



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *INTENSITY FILTERING*
MEAN AND MEDIAN PADA CITRA DIGITAL RADIOGRAPHY (DR)
MENGUNAKAN *SOFTWARE IMAGEJ***

SKRIPSI

NURUL SAVILA

G 101 18 023

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TADULAKO**

OKTOBER, 2025



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *INTENSITY FILTERING*
MEAN AND MEDIAN PADA *CITRA DIGITAL RADIOGRAPHY (DR)*
MENGUNAKAN *SOFTWARE IMAGEJ***

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam
menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu (S1)**

NURUL SAVILA

G10118023

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TADULAKO**

OKTOBER, 2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Perbandingan Metode *Intensity Filtering Mean*
dan *Median* pada Citra *Digital Radiography (DR)*
Menggunakan *Software ImageJ*

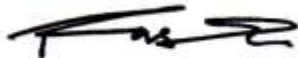
Nama : Nurul Savila

NIM : G10118023

Palu, 7 Oktober 2025

Telah diperiksa dan disetujui

Pembimbing Utama



Kasman, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197205272000031008

Pembimbing Pendamping



Dr. Hosiana MD Labania, S.Si., M.Si.
NIP. 197205261999032001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Fisika
FMIPA Universitas Tadulako



Prof. Elisa Sesa, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197210292000031002

Dekan

Universitas Tadulako

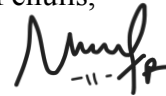


Prof. Dr. Lufsyi Mahmuddin, S.Si., M.Si.
NIP. 197201141998031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palu, 7 Oktober 2025
Penulis,



Nurul Savila
NIM. G10118023

ABSTRAK

Digital Radiography (DR) merupakan teknik pencitraan medis yang menghasilkan citra menggunakan sensor digital. Kualitas citra sangat penting karena berpengaruh terhadap akurasi diagnosis, namun dapat terganggu oleh adanya *noise*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode *intensity filtering*, yaitu *Mean Filter* dan *Median Filter*, dalam mereduksi *noise* pada citra DR menggunakan perangkat lunak ImageJ. Data citra yang digunakan berasal dari hasil penyinaran objek akrilik pada tegangan tetap (50 kV) dengan variasi arus tabung (100 mA, 125 mA, 160 mA, 200 mA). Proses penelitian meliputi *resizing* citra, penambahan *noise*, penerapan *filtering*, serta evaluasi menggunakan parameter *Mean Square Error* (MSE), *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), dan Standar Deviasi. Hasil menunjukkan bahwa *Median Filter* lebih efektif dalam mengurangi *noise* dibandingkan *Mean Filter*. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah (0,970), dan PSNR yang lebih tinggi (48,266) untuk *Median Filter*, sedangkan nilai rata-rata MSE yang lebih tinggi (2,832) dan nilai PSNR yang lebih rendah (43,612) untuk *Mean Filter*. Selain itu, *Median Filter* menghasilkan citra tampak lebih tajam dan menyerupai citra asli, sedangkan *Mean Filter* menghasilkan citra yang lebih buram. Dengan demikian, *Median Filter* direkomendasikan sebagai metode yang lebih optimal untuk peningkatan kualitas citra DR, khususnya dalam aplikasi diagnostik.

Kata Kunci: *Digital Radiography*, ImageJ, *noise*, *filtering*, MSE, PSNR

ABSTRACT

Digital Radiography (DR) is a medical imaging technique that produces images using digital sensors. Image quality is very important because it affects the accuracy of the diagnosis, but can be disturbed by noise. This study aims to compare the effectiveness of intensity filtering methods, namely Mean Filter and Median Filter, in reducing noise in DR images using ImageJ software. The image data used comes from the results of irradiation of acrylic objects at a fixed voltage (50 kV) with variations in tube current (100 mA, 125 mA, 160 mA, 200 mA). The research process includes image resizing, adding noise, applying filtering, and evaluation using the Mean Square Error (MSE), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), and Standard Deviation parameters. The results show that the Median Filter is more effective in reducing noise than the Mean Filter. This is evidenced by the lower average MSE value (0.970), and higher PSNR (48.266) for the Median Filter, while the higher average MSE value (2.832) and lower PSNR value (43.612) for the Mean Filter. In addition, the Median Filter produces sharper images that resemble the original image, while the Mean Filter produces blurrier images. Thus, the Median Filter is recommended as a more optimal method for improving the quality of DR images, especially in diagnostic applications.

Keywords: *Digital Radiography, ImageJ, noise, filtering, MSE, PSNR*

KATA PENGANTAR

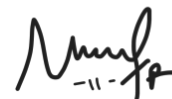
Bismillahirrohmanirrohim Assalamu'alaikum Warahmatullahi
Wabarakatuh Alhamdulillahillobbil'Aalamiin, Puji syukur senantiasa penulis
panjatkan kepada Allah SWT. karena atas segala rahmat serta hidayah-Nya
sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan segala kenikmatan-Nya.
Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian penulis dengan judul "**Analisis
Perbandingan Metode *Intensity Filtering Mean And Median* Pada Citra
Digital Radiography (DR) Menggunakan *Software Image***" sebagai salah satu
syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si.) pada Program Studi Strata
Satu (S1) Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Tadulako.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai
hambatan dan tantangan. Namun, berkat bantuan, dukungan, serta doa dari
berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis
menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang
telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh
karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan
 demi penyempurnaan karya ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca
dan menjadi tambahan pengetahuan bagi pihak-pihak yang membutuhkan,
khususnya dalam bidang Fisika Medik.

Palu, 7 Oktober 2025



Nurul Savila

UCAPAN TERIMA KASIH

Teristimewa dengan rasa haru dan bangga tulisan ini sebagai tanda terima kasih kepada kedua orang tua tercinta yaitu ayahanda **Rafiudin** dan ibunda **Muliyati** atas segala usaha yang dilakukan tanpa mengenal lelah demi keberhasilan penulis mulai dari membesarkan, mendidik dan senantiasa memberikan dukungan moral maupun materi, serta kasih sayang dan doa restu yang selalu mengiringi tiap langkah penulis hingga bisa sampai ke titik ini.

Pada kesempatan ini pula dengan segala kerendahan hati penulis menghaturkan terimah kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Amar, ST., MT selaku Rektor Universitas Tadulako atas kebijakannya.
2. Bapak Prof. Dr. Lufsyi Mahmudin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas MIPA atas kebijakannya.
3. Bapak Prof. Dr. I Wayan Sudarsana, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNTAD dan Bapak Dr. Ir. Sabhan S.Si., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA UNTAD.
4. Bapak Prof. Dr. Elisa Sesa, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNTAD.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika atas ilmu pengetahuan, nasihat, saran, pendapat, kesabaran serta semangat kepada penulis dalam perkuliahan.
6. Bapak Yutdam Mudin, S.Si., M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat dan semangat kepada penulis selama menjadi anak walinya.
7. Bapak Kasman, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran, arahan serta dukungan kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi.
8. Ibu Dr. Hosiana MD Labania, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan serta dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
9. Bapak Maskur, S.Si. M.Sc, Bapak Abd. Rahman, S.Si., M.Si dan Ibu Dr. Anis Nismayanti, ST., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu dalam menyempurnakan tulisan ini.

10. Dosen-dosen dan staf Jurusan Fisika dan Matematika Fmipa UNTAD yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis
11. Teruntuk Sahabat-Sahabatku yang tercinta yang selalu ada di segala kondisi membantu dan memberikan motivasi kepada penulis, Magfirah S.T, Amirah Nurrahadatul Aisy S.T, Nurfatimah S.T, Nur Mileni Fitriani, dan Putri Handayani.
12. Teruntuk Abdi Inzaghi Kurniawan, Nadia Alya Khalila dan Febrianty Putri Tifani terima kasih sudah membantu, memberikan motivasi dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan studi.
13. Terkhususnya Alm Nur Afni yang sudah mendahului, Terima kasih sudah menjadi penyemangat dalam perkuliahan dan sudah menjadi sahabat maupun saudara yang terbaik bagi penulis.
14. Teman-teman KBK Medik 2018 dan Volta18 sebagai saudara(i) Terima kasih atas waktunya serta kebersamaan yang begitu berarti kepada penulis selama masa perkuliahan sampai menyelesaikan tulisan ini.
15. Rekan-rekan kerja Milkspoon dan Seeyoulatte terima kasih sudah membantu dan menyemangati penulis dalam mengerjakan skripsi.
16. Semua pihak yang tidak disebutkan satu per satu yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan motivasi penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak lepas dari kekurangan, baik materi maupun padu padan bahasanya yang masih jauh dari kesempurnaan. Dengan demikian koreksi serta saran yang bersifat membangun sangat dibutuhkan dari semua pihak, agar kedepannya dapat disempurnakan. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada saya mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. dan semoga kita semua selalu dilimpahkan rahmat dan hidayah-Nya.

Palu, 7 Oktober 2025



Nurul Savila

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Produksi Sinar-X	5
2.2 Konsep Dasar <i>Digital Radiography</i> (DR).....	5
2.3 Proses pembentukan Citra DR	5
2.4 Citra Digital.....	6
2.5 <i>Noise</i>	7
2.5.1 MSE (<i>Mean Square Noise</i>)	7
2.5.2 PSNR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>).....	8
2.5.3 Standar Deviasi	9
2.6 Metode <i>Intensity Filtering</i>	9
2.6.1 <i>Mean Filter</i>	9
2.6.2 <i>Median Filter</i>	10
2.7 <i>Software ImageJ</i>	10

BAB III METODOLOGI.....	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.3.1 Studi Literatur	11
3.3.2 Pengumpulan Data.....	11
3.3.3 Pengolahan Data	12
3.4 Bagan Alir Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.2 Pembahasan	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSATAKA	27
LAMPIRAN.....	29
RIWAYAT HIDUP.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan nilai MSE, PSNR, Standar Deviasi <i>Background</i> , dan Standar Deviasi <i>Object</i>	20
Tabel 4. 2 Selisih nilai MSE, PSNR, Standar Deviasi <i>Background</i> , dan <i>Object</i>	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Representasi citra digital (Marleny, 2011).....	7
Gambar 3. 1 Proses <i>resizing</i> pada citra DR menggunakan <i>plugin</i> ImageJ.....	12
Gambar 3. 2 Fitur <i>Add Specified Noise</i> pada ImageJ	13
Gambar 3. 3 Perbandingan citra DR asli dan citra DR yang telah ditambahkan <i>noise</i>	13
Gambar 3. 4 Fitur <i>Filters Mean dan Median</i> pada ImageJ	14
Gambar 3. 5 Proses <i>Filtering Mean dan Median</i> menggunakan fitur <i>Filters</i> pada ImageJ.....	14
Gambar 3. 6 <i>Script</i> dari <i>Plugin</i> MSE.PerGamb.ijm.....	15
Gambar 3. 7 Hasil dari menjalankan <i>Plugin</i> MSE.PerGamb.ijm menampilkan nilai MSE dan PSNR	16
Gambar 3. 8 Bagan Alir Penelitian	17
Gambar 4. 1 Perbandingan citra DR asli, ditambahkan <i>noise</i> , dan sesudah dilakukan <i>filtering Mean</i>	19
Gambar 4. 2 Perbandingan citra DR asli, ditambahkan <i>noise</i> , dan sesudah dilakukan <i>filtering Median</i>	20
Gambar 4. 3 Perbandingan Citra DR <i>Mean Filter</i> dan <i>Median Filter</i>	22
Gambar 4. 4 Perbandingan Hasil <i>Convolve</i> Citra DR <i>Mean</i> dan <i>Median Filter</i> ...	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data sekunder berupa citra DR.....	29
Lampiran 2 Program perhitungan MSE dan PSNR	30

DAFTAR ISTILAH

- M : Ukuran Panjang
N : Ukuran Lebar
 f_a : Intensitas Citra Asli
 f_b : Intensitas Citra Ditingkatkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan radiografi sinar-X telah berkembang ke arah digital atau sering disebut sebagai *Digital Radiography* (DR), dimana memanfaatkan sensor digital untuk menangkap citra (Ko dkk., 2007). *Computed Radiography* (CR) dan *Direct Digital Radiography* (DDR/DR) adalah sistem yang berbeda dari *digital radiography* (DR). CR menggunakan *photostimulable phosphor* (PSP), dan DDR/DR menggunakan *Flat Panel Detector* (FPD) (Seeram, 2019). Sebagai bidang pemeriksaan tambahan dalam dunia medis, pemeriksaan radiografi memainkan peran penting dalam menetapkan diagnosa penyakit (Labania dkk., 2021). Pemeriksaan radiografi sangat mempengaruhi ketepatan diagnosa kelainan dalam tubuh manusia. Oleh karena itu dibutuhkan kualitas citra radiografi yang ideal untuk mendapatkan hasil yang paling akurat tentang struktur tubuh manusia (Afani dan Rupiasih, 2017).

Salah satu komponen utama dari kualitas citra adalah *noise*. Dalam semua prosedur pencitraan yang menggunakan foton sinar-X atau gamma, sebagian besar *noise* citra dihasilkan secara acak dimana foton didistribusikan di dalam citra. Hal ini umumnya disebut sebagai *quantum noise* (Seeram, 2019). Pada citra digital, interferensi gelombang elektromagnetik pada peralatan pencitraan kedokteran, kurangnya pencahayaan saat pengambilan citra, dan sebagainya, dapat membuat citra digital sangat rentan terhadap *noise*. *Noise* mejadi pengganggu dalam pencitraan karena dapat menyulitkan identifikasi penyakit pada citra kedokteran (MRI, CTScan, dan X-Ray) dan mengurangi kualitas citra saat percetakan (Khilmawan dan Riadi, 2018).

Pengurangan *noise* juga dikenal sebagai *denoise*, yaitu salah satu proses peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), yang merupakan langkah awal dalam pengolahan citra. Dalam proses ini, fitur tertentu dalam citra diperjelas kemunculannya. *Intensity filtering* adalah salah satu dari banyaknya cara dan metode dalam mereduksi *noise* dimana *intensity filtering* bekerja

pada tingkat piksel citra. Metode ini akan mereduksi *noise* dengan mendeteksi intensitas dari setiap titik pada citra (Murinto dkk, 2007). *Intensity filtering* dapat dilakukan dengan menggunakan *Mean Filter*, *Median Filter*, dan *Gaussian Filter*. *Mean Filter* merupakan salah satu filter yang bekerja dengan menggantikan intensitas nilai piksel dengan rata-rata (*mean*) dari nilai piksel tersebut dengan nilai piksel-piksel tetangganya. Sedangkan *Median Filter* adalah filter yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel dan digantikan dengan nilai piksel yang diproses dengan nilai *median* (Wedianto dkk., 2016).

Penelitian terkait metode pengurangan *noise* menggunakan *filtering* juga dilakukan oleh Wedianto dkk. (2016) dengan judul Analisis Perbandingan Metode *Gaussian*, *Mean*, dan *Median Filter* terhadap Reduksi *Noise*. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa *Gaussian*, *Mean*, dan *Median Filter* membuat kecerahan dan kualitas citra menjadi lebih baik dari citra aslinya. Selain itu penggunaan *Mean Filter* lebih baik dalam melakukan perbaikan (reduksi *noise*). Penelitian terkait juga dilakukan oleh Khilmawan dan Riadi (2018) dengan judul Implementasi Pengurangan *Noise* pada Citra Tulang Menggunakan Metode *Median Filter* dan *Gaussian Filter*. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa *gaussian* dan *Median Filter* dapat mengurangi *Gaussssian Noise* namun metode *Median Filter* memiliki kinerja yang lebih baik dalam mengurangi *Gaussian Noise*.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini berfokus pada penggunaan metode *intensity filtering* yang terdiri atas *median* dan *Mean Filter* untuk mengurangi *noise* pada citra digital menggunakan *software* ImageJ. Adapun citra digital yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra yang diperoleh dari hasil penyinaran sinar-X DR dengan variasi faktor eksposi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

- 1.2.1 Bagaimana perbandingan efektivitas metode *Intensity Filtering* yaitu *Mean* dan *Median Filter* dalam mengurangi *noise*? (PSNR)

- 1.2.2 Bagaimana perbandingan efektivitas *Mean* dan *Median Filter* dalam mengurangi *noise* tanpa mengurangi datail penting pada citra DR asli? (MSE)

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini bertujuan untuk:

- 1.3.1 Melakukan analisis perbandingan metode *intensity filtering* yaitu *mean* dan *Median Filter* pada citra DR.
- 1.3.2 Mengevaluasi efektivitas *mean* dan *Median Filter* dalam pengurangan *noise* tanpa mengurangi datail penting pada citra DR asli.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yaitu:

- 1.4.1 Memberikan informasi terkait metode *intensity filtering* yang efektif untuk mengurangi *noise* tanpa menurunkan detail pada citra DR asli.
- 1.4.2 Meningkatkan akurasi diagnosis medis dengan menyediakan citra yang lebih jelas dan *noise* yang rendah.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu data sekunder yang digunakan berupa data citra DR dari hasil penyinaran sinar-X terhadap objek akrilik dengan ketebalan 18,3 cm dan memiliki resolusi 223 x 219 piksel. Data sekunder yang digunakan yaitu citra DR dengan objek penyinaran akrilik, menggunakan faktor eksposi (50 kV;100 mA, 125 mA, 160 mA, dan 200 mA).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi Sinar-X

Menurut Bayuadi (2011), radiasi sinar-X telah banyak dimanfaatkan sebagai alat pencitraan radiodiagnostik lebih dari satu abad. Semua parameter pengukuran sinar-X dalam metode pencitraan diatur pada panel kontrol untuk mengontrol paparan sinar-X terhadap pasien. Pesawat sinar X terdiri atas empat bagian utama yaitu:

- 1) Generator, berfungsi menyediakan daya pada tabung sinar-X.
- 2) Tabung sinar-X, berfungsi sebagai tempat proses sinar-X terbentuk.
- 3) Kolimator, berfungsi memfokuskan radiasi terhadap objek yang ingin dipapar.

2.2 Konsep Dasar *Digital Radiography* (DR)

Konsep Dasar Radiografi Digital Radiografi digital (DR) merupakan metode pengambilan citra radiologi yang menggunakan teknologi sensor digital untuk mendapatkan dan menampilkan citra radiografi. Dalam radiografi digital, sinar-X melewati objek yang akan difoto dan kemudian diterima oleh sensor digital yang mengkonversinya menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik tersebut kemudian diolah dan ditampilkan sebagai citra digital yang dapat diperbesar, diperbaiki, dan disimpan secara elektronik. Radiografi digital memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode konvensional film radiografi, seperti kualitas citra yang lebih tinggi, kemampuan untuk melakukan pengolahan dan penyimpanan data secara digital, serta kemudahan dalam proses pengambilan dan distribusi citra (Sitorus, 2016).

2.3 Proses pembentukan Citra DR

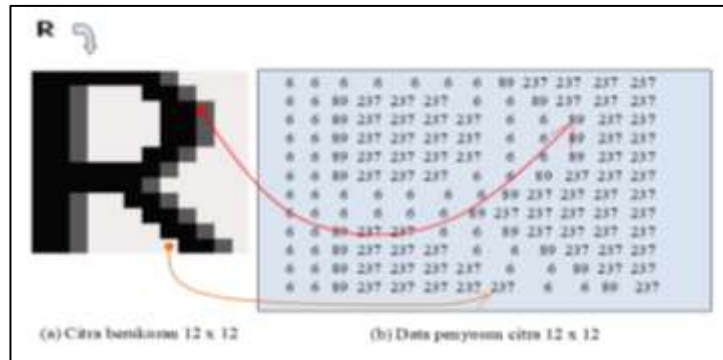
Menurut (Seeram, 2019), Proses pembentukan citra digital dalam radiografi melibatkan serangkaian langkah yang melibatkan konversi sinar-X yang diterima oleh detektor menjadi citra digital yang dapat ditampilkan dan

dianalisis oleh radiologi. Berikut adalah ringkasan dari prose pembentukan citra digital:

- 1) Penciptaan Radiasi: Radiasi sinar-X dipancarkan pada objek dan melewati objek mencapai detektor.
- 2) Interaksi dengan objek: dalam interaksi dengan jaringan dan struktur objek, beberapa sinar-X akan diserap, diteruskan, dan dihamburkan.
- 3) Deteksi Radiasi: Detektor digital yang terpasang di seberang objek menerima sinar-X yang telah melewati objek. Detektor ini dapat berupa sensor CCD (*Charge-Coupled Device*) atau CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) yang sensitif terhadap sinar-X.
- 4) Konversi ke sinyal listrik: Saat sinar-X mencapai detektor, energi sinar-X diterjemahkan menjadi sinyal listrik. Setiap detektor digital memiliki array piksel yang menerima dan mengkonversi energi sinar-X menjadi sinyal listrik.
- 5) Digitalisasi: Sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor dikonversi menjadi citra digital melalui proses digitalisasi. Dalam proses ini, sinyal listrik dikuantisasi menjadi nilai-nilai digital yang merepresentasikan intensitas radiasi yang diterima oleh masing-masing piksel.

2.4 Citra Digital

Seperti yang ditunjukkan dengan jelas pada Gambar 2.1, representasi numerik pasien dalam DR didefinisikan sebagai citra digital. Citra digital terbentuk dari matriks yang merupakan kumpulan angka dua dimensi. Matriks terdiri dari kolom (M) dan baris (N) yang menentukan area persegi kecil yang dikenal sebagai elemen gambar atau piksel. Piksel dalam matriks biasanya berbentuk persegi. Setiap piksel mengandung nilai diskrit, atau angka, yang menunjukkan tingkat kecerahan. Angka-angka tersebut menunjukkan fitur jaringan yang diamati (Seeram, 2019).



Gambar 2.1 Representasi citra digital (Marleny, 2011)

Untuk modalitas pencitraan digital, resolusi spasialnya meningkat seiring dengan ukuran matriks yang semakin besar dan piksel semakin kecil. Ukuran dan jarak piksel, atau pitch atau jarak antar pusat piksel, menentukan resolusi spasial paling tinggi dari citra. Resolusi sistem dipengaruhi oleh ukuran piksel, yang biasanya berkisar antara 127 dan 200 μm pada detektor DR (Lança dan Silva, 2009).

2.5 Noise

Noise merupakan gangguan pada kualitas citra yang disebabkan oleh penyimpanan data digital yang diterima oleh alat penerima data citra. Gangguan tersebut dapat berupa gangguan fisik (optik) pada alat penangkap citra, seperti adanya kotoran debu yang menempel pada lensa foto ataupun akibat proses pengolahan yang tidak sesuai (Wedianto dkk., 2016). Dalam semua prosedur pencitraan yang menggunakan foton sinar-X atau gamma, sebagian besar *noise* citra dihasilkan secara acak dimana foton didistribusikan di dalam citra. Hal ini umumnya disebut sebagai *quantum noise* (Seeram, 2019). *Noise* dapat diukur dengan menggunakan beberapa parameter berikut ini:

2.5.1 Mean Square Noise (MSE)

Noise dapat diukur dengan parameter MSE (*Mean Square Noise*) dimana semakin kecil nilai MSE maka semakin bagus kualitas citra (Ningtias, 2022). MSE didefinisikan sebagai sigma dari jumlah eror antara citra hasil proses dengan citra asli (Kusuma, 2020). Nilai MSE

yang menurun setelah proses filtering menunjukkan bahwa selisih rata-rata kuadrat antara citra asli dan citra hasil filter menjadi lebih kecil, yang mengindikasikan bahwa filter tersebut efektif dalam mengurangi noise dan membuat nilai piksel citra mendekati citra aslinya (Muharram dkk., 2024). MSE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{MSE} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, f) - f_b(i, j))^2 \quad (2.1)$$

dengan M dan N merupakan ukuran panjang dan lebar citra $f_a(i, f)$ adalah intensitas citra asli di titik (i, f) dan $f_b(i, j)$ adalah intensitas citra setelah ditingkatkan di titik (i, j) (Aryani dkk, 2021).

2.5.2 *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*

Menurut Sara dkk. (2019), *Peak Signal to Noise Ratio* merupakan teknik penilaian kualitas yang paling umum digunakan untuk mengukur seberapa baik hasil pemulihan citra setelah mengalami proses pemampatan (pengecilan ukuran file) yang menyebabkan hilangnya sebagian data. Dalam hal ini, sinyal dianggap sebagai data asli, sedangkan *noise* (gangguan) adalah kesalahan atau penyimpangan yang muncul akibat proses pemampatan atau perubahan citra. PSNR ini digunakan sebagai pendekatan untuk menilai seberapa baik hasil pemulihan citra tersebut berdasarkan persepsi penglihatan manusia, terutama dalam membandingkan kualitas hasil pemampatan yang dilakukan dengan metode tertentu.

PSNR dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \frac{(\text{peakval}^2)}{\text{MSE}} \quad (2.2)$$

Peakval (*peak value*) yaitu nilai maksimum dalam citra. Jika data citra merupakan tipe data bilangan bulat tak bertanda 8-bit (*8-bit unsigned integer*) maka nilai *peakval* yaitu 255 (Deshpande dkk., 2018).

2.5.3 Standar Deviasi

Standar deviasi pada umumnya merepresentasikan karakteristik data sampel dan menjelaskan hasil analisis secara statistik. Standar deviasi adalah penyebaran data dalam distribusi normal yang menunjukkan seberapa akurat *mean* mewakili data sampel. Distribusi normal merupakan prasyarat untuk analisis statistik parametrik. Seperti halnya semua data yang terdistribusi normal, karakteristik sampel direpresentasikan oleh *mean*, *variance*, atau standar deviasi. Standar deviasi mencakup perbedaan nilai yang diamati dari *mean*. Dengan demikian, nilai-nilai ini mewakili standar deviasi, dimana jika nilai yang diamati tersebar di sekitar nilai *mean* maka nilai standar deviasi akan berkurang. Berikut persamaan standar deviasi:

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

Dimana \bar{x} adalah nilai *mean*, n adalah ukuran sampel, dan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ adalah sampel (Lee dkk., 2015).

2.6 Metode *Intensity Filtering*

Metode ini mendeteksi intensitas setiap titik pada citra, sehingga mengurangi *noise*. Ini akan efektif apabila banyak titik *noise* memiliki warna yang sama dengan titik-titik pada citra asli (Murinto, 2007). Berikut beberapa metode *intensity filtering* yaitu:

2.6.1 *Mean Filter*

Mean Filter adalah filter rata-rata dari intensitas pada beberapa piksel lokal dimana setiap pikselnya digantikan dengan nilai rata-rata dari piksel-piksel teangganya dan jumlah piksel tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang. Filter ini mengganti nilai pixel pada posisi (x,y) dengan nilai rata-rata pixel yang berada tetangga disekitarnya. Luasan jumlah pixel tetangga ditentukan sebagai masking/kernel/window yang berukuran misalkan 2x2, 3x3, 4x4, dan seterusnya. Kemudian akan dilakukan *Mean Filter* untuk citra M dengan menggunakan matriks kernel (3x3). Pixel $m(2,2) = 3$, akan

diubah menjadi selain *Mean Filter* yang merupakan proses filter linier, terdapat pula pendekatan filter pembobotan (*weighted filter*) (Wedianto dkk, 2016).

2.6.2 Median Filter

Median Filter yaitu sebagai suatu jendela yang berisi sejumlah piksel ganjil. Jendela ini digeser titik demi titik pada seluruh daerah citra, dimana pergeseran ini dibuat jendela baru. *Median Filter* mengganti nilai suatu piksel dengan median nilai tingkat keabuan dari pixel tetangga (nilai asli piksel digunakan juga pada saat perhitungan nilai median tersebut). *Median Filter* ini cukup populer karena beberapa tipe *noise* acak (seperti *salt noise*, *pepper noise*). Teknik ini mampu mengurangi *noise* yang lebih baik dibandingkan dengan model *linear smoothing* dengan ukuran yang sama. *Median Filter* mengubah suatu titik dengan tingkat keabuan yang berbeda menjadi lebih mirip dengan tetanggannya (Wedianto dkk, 2016).

2.7 Software ImageJ

Software ImageJ merupakan domain publik dan program pemrosesan citra berbasis Java yang mudah digunakan. ImageJ dapat menghitung statistik nilai area dan piksel dari wilayah yang ditentukan pengguna (Yoo dkk., 2022). ImageJ adalah software yang digunakan dalam memproses dan melakukan analisis citra. ImageJ digunakan dalam banyak publikasi ilmiah dengan lebih 1000 artikel dalam berbagai bidang seperti biologi, astronomi, dan fisika. ImageJ juga memungkinkan untuk mengubah intensitas piksel yang ditampilkan dengan menyesuaikan kecerahan dan kontras, atau kode warna piksel. ImageJ menggunakan *format Tagged Image File Format* (TIFF) sebagai format bawaan. Format ini mengizinkan untuk penyimpanan data multidimensi dan mendukung banyak bidang metainformasi untuk kalibrasi, informasi akuisisi data, dan deskripsi (Broeke dkk., 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Data sekunder diambil di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Madani Palu, Sulawesi Tengah, pada bulan Juni 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 3.2.1 Laptop dengan aplikasi ImageJ dan Excel, untuk mengolah data penelitian.
- 3.2.2 Data citra *Digital Radiography* (DR) sebagai data sekunder (RSUD Madani, 2024).

3.3 Metode Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini yaitu:

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan untuk mencari materi dari berbagai sumber seperti buku, publikasi jurnal, dan artikel ilmiah terkait topik yang akan diteliti. Menentukan dan mempelajari teori yang akan digunakan untuk mendukung dan memperkuat penelitian ini, serta dilakukan identifikasi masalah untuk masalah apa yang akan diangkat dan dibahas dalam penelitian ini.

3.3.2 Pengumpulan Data

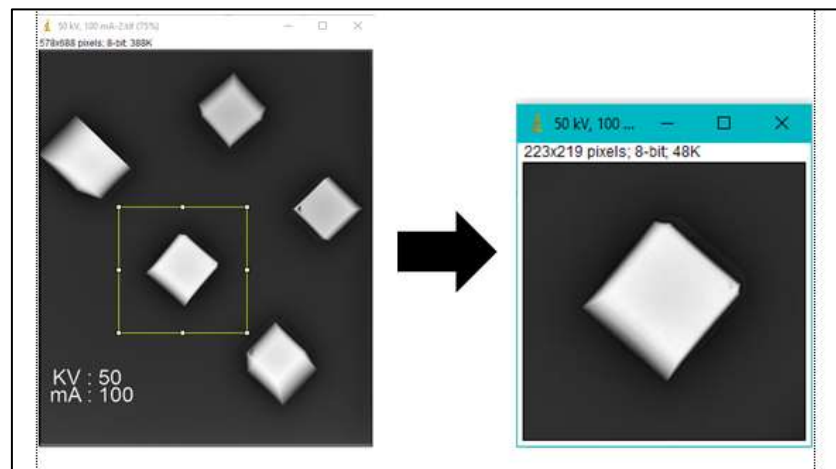
Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data dari penelitian sebelumnya yang dilakukan di RSUD Madani Palu. Data yang dikumpulkan berasal dari data citra DR dari hasil penyinaran sinar-X dengan objek akrilik, menggunakan variasi tegangan tabung sinar-X yaitu 50 kV dengan variasi arus 100 mA, 125 mA, 160 mA, dan 200 mA, serta waktu penyinaran konstan yaitu 12 ms. Data citra DR yang akan digunakan dalam analisis perbandingan yaitu citra DR asli, citra DR ber-*noise*, dan citra DR hasil *filtering*.

3.3.3 Pengolahan Data

Pada penelitian ini, Data citra DR diolah menggunakan *software* ImageJ untuk dilakukan *resizing*, penambahan *noise*, dan *filtering* menggunakan fitur-fitur yang terdapat pada ImageJ. Hasil *filtering* dikomparasi secara visual dan menggunakan parameter MSE dan PSNR, nilainya disimpan dan dianalisis menggunakan MS. Excel. Ini bertujuan untuk mengetahui metode yang lebih efektif dalam mengurangi *noise* dan meningkatkan kualitas citra. Adapun tahapan proses pengolahan data DR sebagai berikut:

1) *Resizing*

Pada tahap *resizing*, dilakukan pemotongan citra DR dengan mengambil satu citra objek akrilik yang terdapat dalam citra DR sebagai data yang akan diolah. Sehingga, terjadi perubahan ukuran piksel dari 578 x 688 piksel menjadi 223 x 219 piksel. Berikut proses *resizing* ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini menggunakan *plugin* ImageJ.

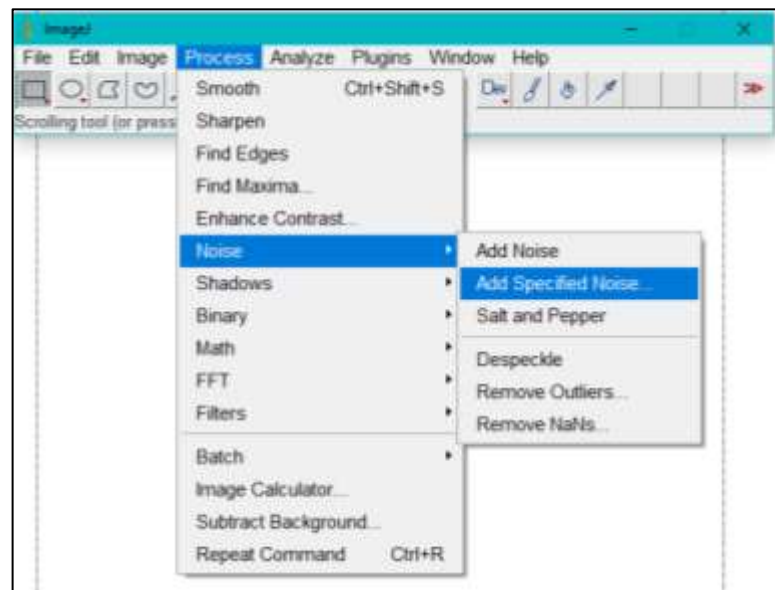


Gambar 3. 1 Proses *resizing* pada citra DR menggunakan *plugin* ImageJ

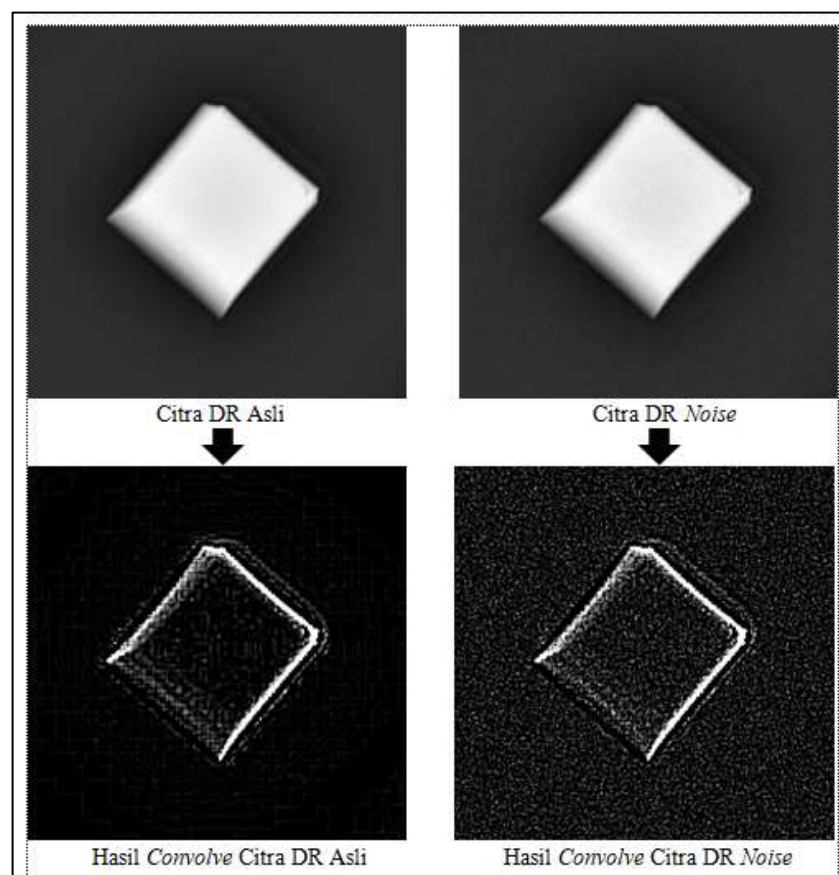
2) *Penambahan Noise*

Penambahan *noise* pada citra DR dilakukan dengan menggunakan fitur yang ada pada ImageJ yaitu *Add Specific Noise* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Hal ini dilakukan untuk melihat seberapa efektif metode *Mean* dan *Median Filter* dalam

mengurangi *noise* pada citra DR. Berikut perbandingan citra DR asli dan citra DR ber-*noise* ditunjukkan pada Gambar 3.3.



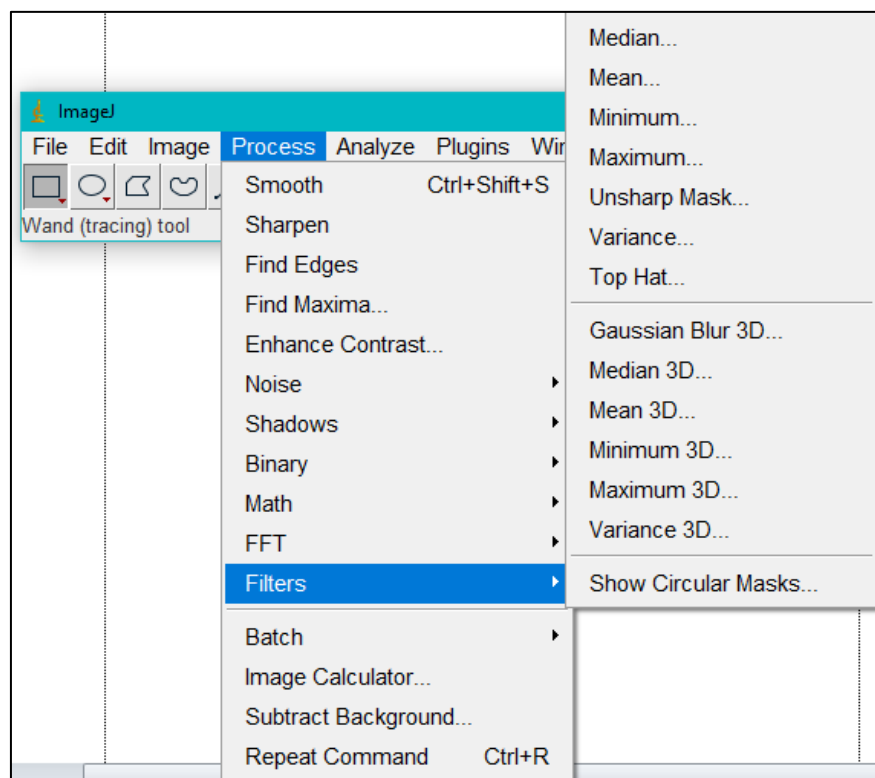
Gambar 3.2 Fitur *Add Specified Noise* pada ImageJ



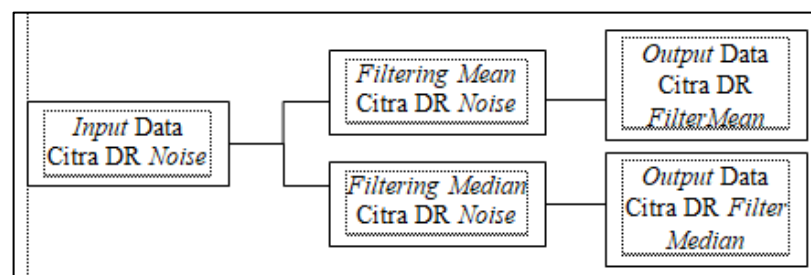
Gambar 3.3 Perbandingan citra DR asli dan citra DR yang telah ditambahkan *noise*

3) Proses *Filtering*

Pada tahap proses *filtering* ini, dilakukan dua metode *filtering* yaitu *mean* dan *median* pada citra DR yang telah ditambahkan *noise*. Proses *filtering* menggunakan fitur *filters* yang tersedia pada ImageJ, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Pada fitur *Filters* terdapat *Mean Filter* dan *Median Filter* yang akan digunakan pada penelitian ini untuk melihat metode *filtering* yang lebih efektif dalam mengurangi *noise* pada citra DR. Adapun proses *filtering* pada citra DR *noise* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



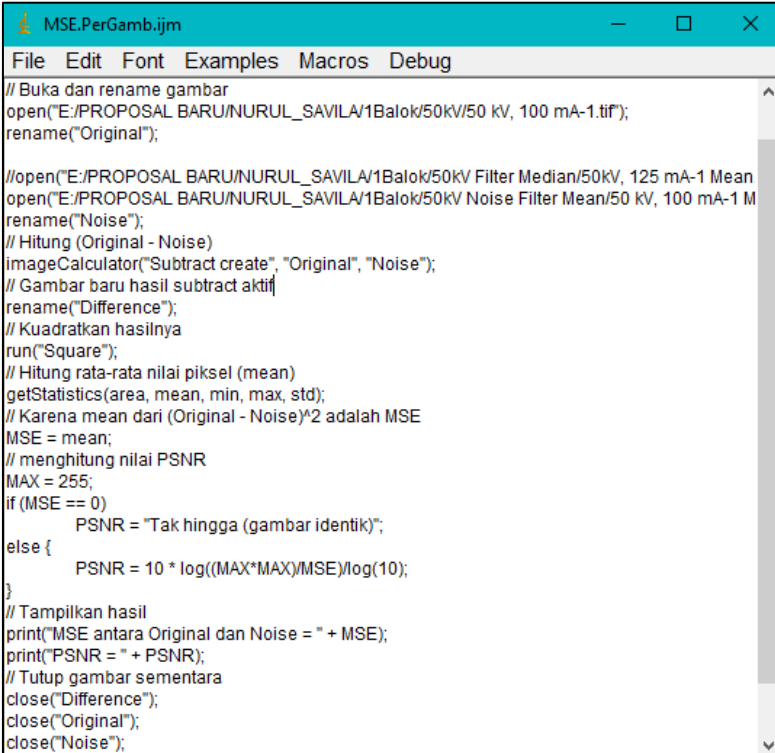
Gambar 3.4 Fitur *Filters Mean* dan *Median* pada ImageJ



Gambar 3.5 Proses *Filtering Mean* dan *Median* menggunakan fitur *Filters* pada ImageJ

4) Pengukuran MSE, PSNR dan Standar Deviasi pada Citra DR

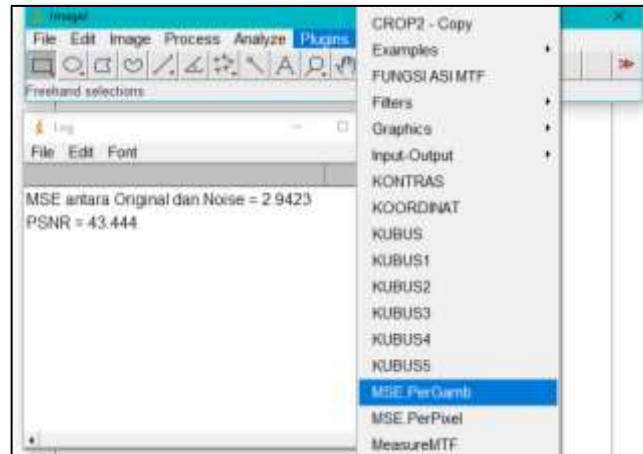
Setelah data citra DR *noise* dilakukan *filtering*, maka data-data tersebut dilakukan pengukuran parameter MSE, PSNR, dan Standar Deviasi untuk melihat seberapa efektif metode *mean* dan *Median Filter* bekerja untuk mengurangi *noise* pada citra DR tanpa merusak detail penting dan menurunkan kualitas citra DR. Proses pengukuran MSE dan PSNR dilakukan bersamaan menggunakan *plugin* MSE.PerGamb.ijm yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman ImageJ Macro dengan menggunakan persamaan MSE dan PSNR yang dapat dilihat pada persamaan 2. dan Persamaan 2. Pengukuran Standar Deviasi dilakukan dengan menggunakan ROI. Adapun proses pengukuran MSE dan PSNR dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7.



```
File Edit Font Examples Macros Debug
// Buka dan rename gambar
open("E:/PROPOSAL BARU/NURUL_SAVILA/1Balok/50kV/50 kV, 100 mA-1.tif");
rename("Original");

//open("E:/PROPOSAL BARU/NURUL_SAVILA/1Balok/50kV Filter Median/50kV, 125 mA-1 Mean
open("E:/PROPOSAL BARU/NURUL_SAVILA/1Balok/50kV Noise Filter Mean/50 kV, 100 mA-1 M
rename("Noise");
// Hitung (Original - Noise)
imageCalculator("Subtract create", "Original", "Noise");
// Gambar baru hasil subtract aktif
rename("Difference");
// Kuadratkan hasilnya
run("Square");
// Hitung rata-rata nilai piksel (mean)
getStatistics(area, mean, min, max, std);
// Karena mean dari (Original - Noise)^2 adalah MSE
MSE = mean;
// menghitung nilai PSNR
MAX = 255;
if (MSE == 0)
    PSNR = "Tak hingga (gambar identik)";
else {
    PSNR = 10 * log((MAX*MAX)/MSE)/log(10);
}
// Tampilkan hasil
print("MSE antara Original dan Noise = " + MSE);
print("PSNR = " + PSNR);
// Tutup gambar sementara
close("Difference");
close("Original");
close("Noise");
```

Gambar 3.6 Script dari *Plugin* MSE.PerGamb.ijm



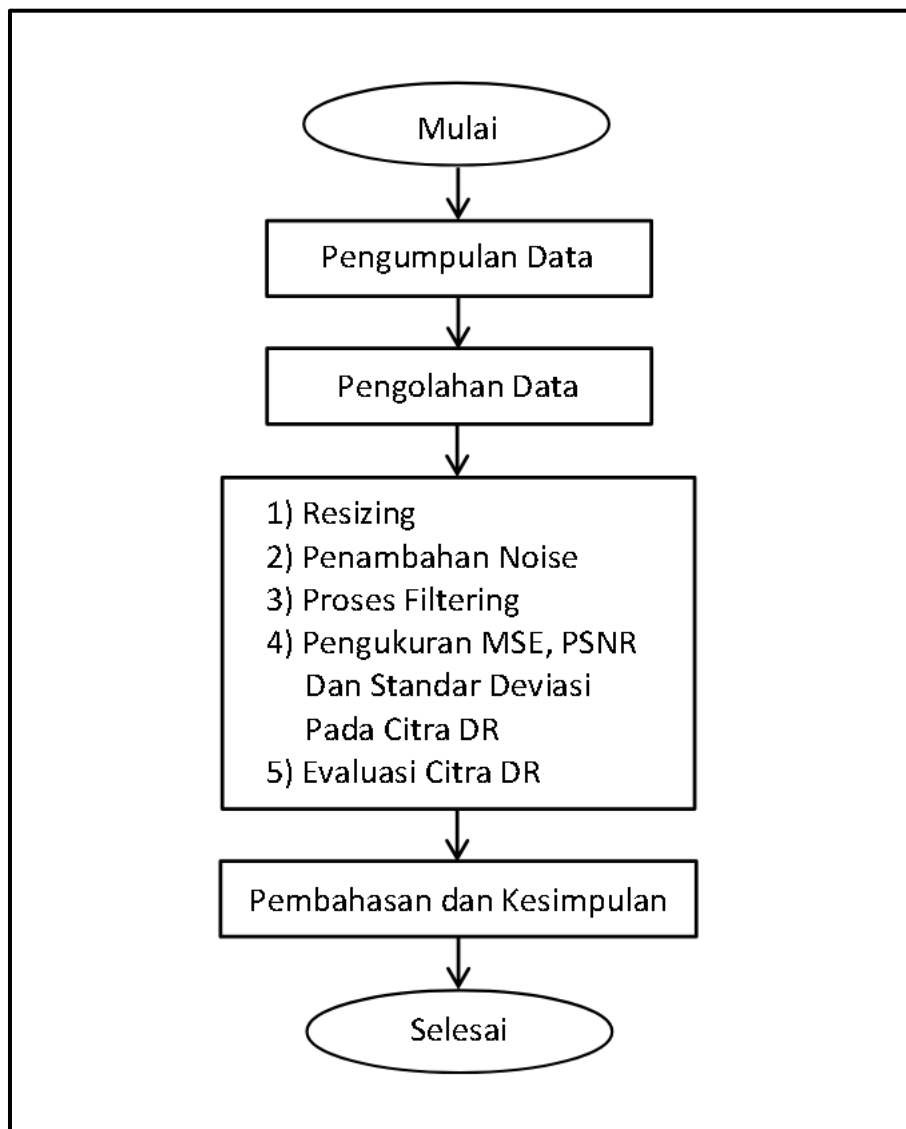
Gambar 3.7 Hasil dari menjalankan *Plugin* MSE.PerGamb.ijm menampilkan nilai MSE dan PSNR

5) Evaluasi Citra DR

Pada tahap ini, citra DR hasil *filtering* akan dibandingkan secara visual dengan citra DR asli dan citra DR *noise* untuk melihat seberapa efektif metode *Filterig Mean* dan *Median* yang bekerja. Selain itu citra DR asli, citra DR *noise*, dan citra DR *filter* akan dilakukan *convolve* untuk melihat secara detail apakah *noise* berkurang dan detail pada citra DR tetap bertahan. Selain itu, parameter MSE dan PSNR juga digunakan untuk melihat apakah filter berhasil mengurangi *noise* dan mendekati nilai piksel aslinya, serta memiliki kualitas visual yang lebih baik dan mirip dengan citra aslinya.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir pada penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.8 berikut ini.



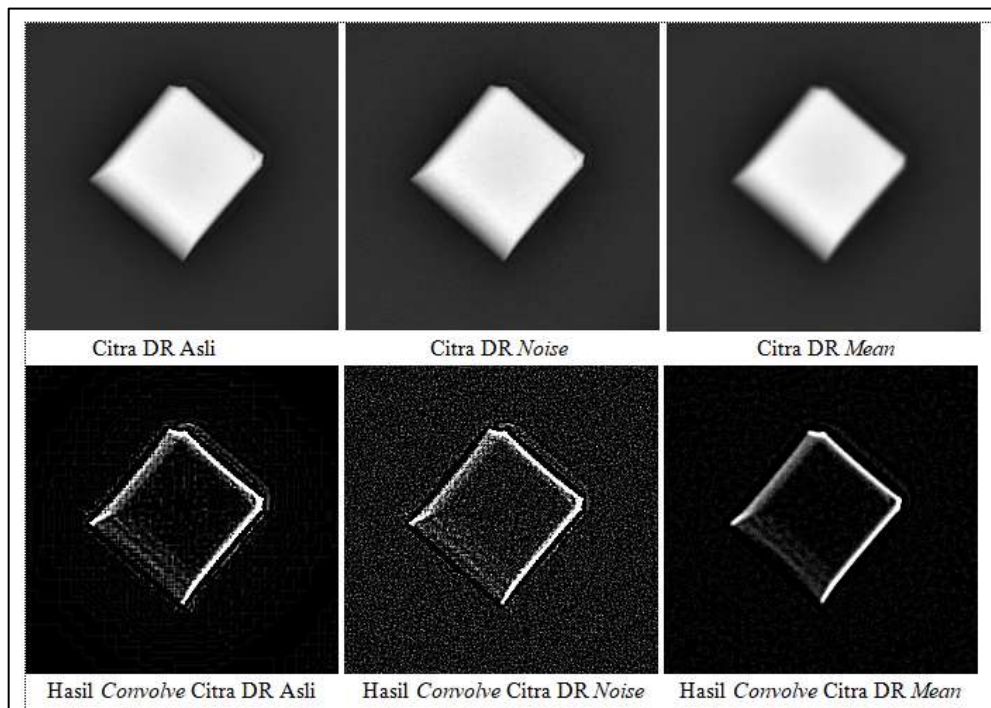
Gambar 3.8 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

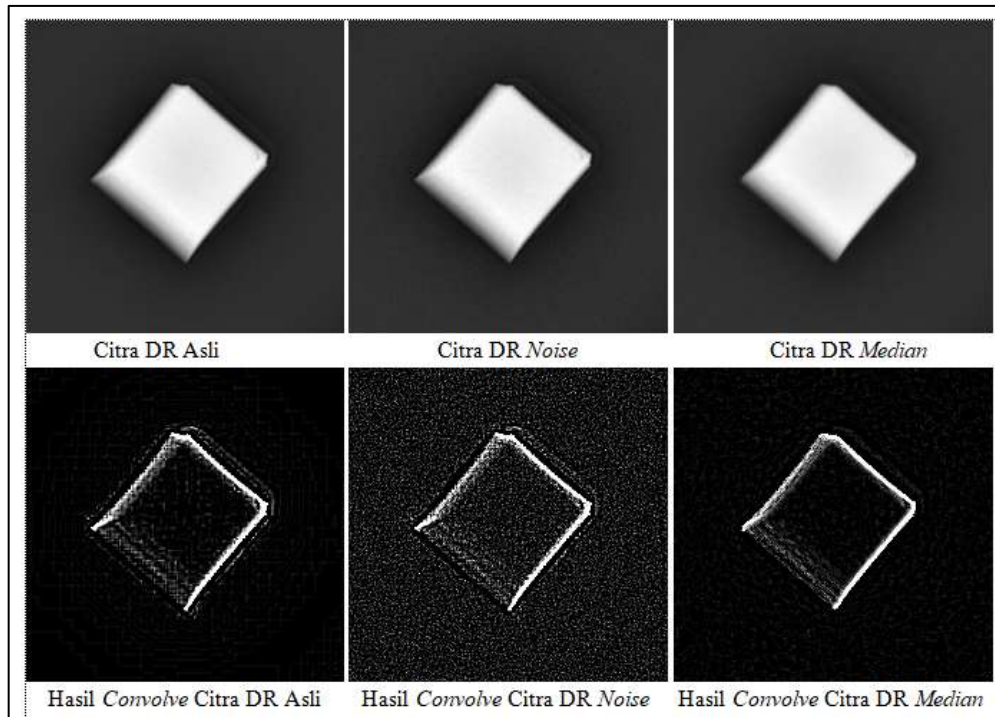
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil data citra DR yang telah diolah, maka diperoleh hasil citra DR *filter* yang telah dilakukan *filtering* menggunakan *Mean* dan *Median Filter* yang terdapat pada *software* ImageJ. Adapun perbandingan citra DR hasil *filtering* terhadap citra DR asli sebelum ditambahkan noise dan citra DR sesudah ditambahkan *noise*, ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Selain itu, diperoleh juga nilai MSE dan PSNR dari citra DR tersebut menggunakan *plugin* MSE.PerGamb.ijm, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4. 1 Perbandingan citra DR asli, ditambahkan *noise*, dan sesudah dilakukan *filtering Mean*



Gambar 4.2 Perbandingan citra DR asli, ditambahkan *noise*, dan sesudah dilakukan *filtering Median*

Tabel 4.1 Perbandingan nilai MSE, PSNR, Standar Deviasi *Background*, dan Standar Deviasi *Object*

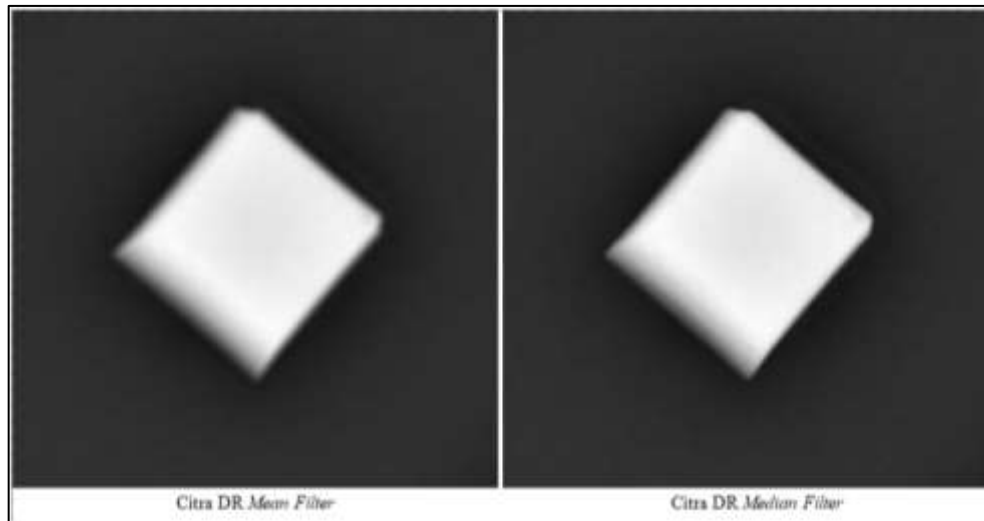
mA		MSE	PSNR	StdDev Bckgrnd	StdDev Object
100	Citra DR Mean Filter	2,942	43,444	2,908	4,087
125		2,871	43,550	3,150	4,218
160		2,806	43,651	3,174	6,553
200		2,709	43,803	2,624	5,401
Nilai Rata-Rata		2,832	43,612	2,960	5,060
100	Citra DR Median Filter	1,003	48,118	2,908	4,118
125		0,982	48,211	3,176	4,242
160		0,965	48,287	3,255	6,552
200		0,929	48,449	2,640	5,442
Nilai Rata-Rata		0,970	48,266	2,990	5,090
100	Citra DR <i>Noise</i>	2,023	45,072	3,542	4,676
125		2,063	44,986	3,700	4,750
160		2,043	45,029	3,779	6,960
200		2,009	45,102	3,312	5,817
Nilai Rata-Rata		2,034	45,047	3,583	5,550

Tabel 4. 2 Selisih nilai MSE, PSNR, Standar Deviasi
Background, dan *Object*

mA	Parameter	Δ MSE	Δ PSNR	Δ StdDev Bckgrnd	Δ StdDev Object
100	Selisih nilai <i>mean</i> dan <i>Median Filter</i>	1,939	4,674	0,000	0,031
125		1,890	4,661	0,026	0,024
160		1,841	4,636	0,081	0,001
200		1,779	4,645	0,016	0,041

4.2 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui metode *intensity filtering* yaitu *Mean* dan *Median Filter* yang lebih efektif untuk mengurangi *noise* pada citra DR. Hasil citra DR yang telah dilakukan *filtering* akan dianalisis dan dievaluasi secara visual dan kuantitatif dengan menggunakan parameter MSE, PSNR, dan Standar Deviasi pada *background* dan *object* citra. Berdasarkan hasil perbandingan citra DR asli, ber-*noise*, dan hasil *filtering* baik sebelum dilakukan *convolving* dan sesudah *convolving* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, secara visual dapat dilihat bahwa citra DR hasil *Mean* dan *Median Filter* dapat mengurangi *noise*, namun citra DR hasil *Median Filter* menampilkan citra yang lebih tajam dibandingkan dengan citra DR hasil *Mean Filter* yang terlihat *blur* atau buram. Ini bisa dilihat lebih jelas pada Gambar 4.3. Citra DR hasil *filtering* yang memiliki kemiripan dengan citra DR aslinya menunjukkan bahwa pengurangan *noise* tidak merusak detail penting yang ada pada citra DR sebelum *filtering*, sehingga kualitas citra tetap terjaga.



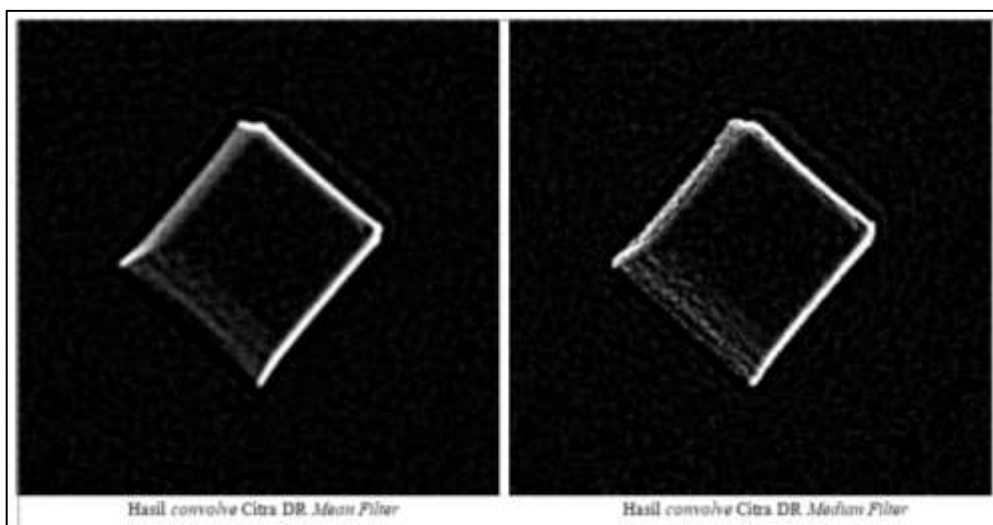
Gambar 4.3 Perbandingan Citra DR *Mean Filter* dan *Median Filter*

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata MSE hasil citra DR *Median Filter* (0,97) lebih rendah dibandingkan dengan *Mean Filter* (2,83). Hal ini menandakan bahwa citra DR hasil *filtering* memiliki kemiripan dengan citra DR asli, sebagaimana menurut Muharram, dkk. (2024) bahwa citra DR hasil *filtering* berhasil mengurangi *noise* dan nilai pikselnya tidak jauh berbeda dengan nilai piksel citra aslinya jika nilai MSE pada citra DR hasil *filtering* rendah. Ningtias (2022) juga mengatakan bahwa semakin kecil nilai MSE maka semakin bagus kualitas citra. Selain itu, nilai rata-rata PSNR dari citra DR hasil *Median Filter* (48,27) menunjukkan nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan *Mean Filter* (43,61). Ini menunjukkan bahwa *Median Filter* menghasilkan kualitas citra DR yang lebih baik dibandingkan dengan *Mean Filter*. Sebagaimana menurut Muharram dkk. (2024), nilai PSNR yang tinggi menandakan kualitas citra hasil *filtering* mempunyai visual yang lebih baik.

Jika dilihat dari nilai rata-rata Standar Deviasi *background* dan *object*, citra DR hasil *Mean Filter* (2,96; 5,06) menunjukkan nilai Standar Deviasi *background* dan *object* yang lebih kecil dibandingkan dengan *Median Filter* (2,99; 5,09). Ini dapat terjadi karena Standar Deviasi sendiri merupakan ukuran penyebaran data dari nilai rata-ratanya atau seberapa jauh data tersebar dari nilai rata-ratanya, dimana dalam konteks ini data adalah nilai piksel pada citra DR. Sehingga Standar Deviasi citra DR hasil *Mean Filter*

akan memiliki nilai yang lebih rendah dari citra DR hasil *Median Filter*, namun perbedaan nilai Standar Deviasi keduanya sangat kecil jika dibandingkan dengan perbedaan nilai MSE dan PSNR antara *Mean Filter* dan *Median Filter*, seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.2.

Hal tersebut dapat disebabkan karena *Mean Filter* akan mengganti nilai piksel yang berbeda jauh dengan piksel disekitarnya menggunakan nilai rata-rata piksel, sebagaimana menurut Wedianto, dkk. (2016) bahwa *Mean Filter* ini mengganti nilai pixel pada posisi (x,y) dengan nilai rata-rata piksel tetangga disekitarnya, sedangkan *Median Filter* mengganti nilai suatu piksel dengan nilai tengah tingkat keabuan dari pixel tetangga (nilai asli piksel digunakan juga pada saat perhitungan nilai median tersebut). Untuk itu jika dilihat dari hasil *convolve* citra DR *Mean* dan *Median Filter* akan tampak jelas bahwa *noise* pada citra DR *Mean Filter* tampak tersamarkan namun menurunkan ketajaman citra, sedangkan pada *Median Filter* terjadi sebaliknya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Perbandingan Hasil *Convolve* Citra DR *Mean* dan *Median Filter*

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Khilmawan dan Riadi (2018) Penelitian tersebut menghasilkan bahwa *Median Filter* dapat mengurangi *Gaussian Noise* namun metode *Median Filter* memiliki kinerja yang lebih baik dalam mengurangi *Gaussian Noise*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- 5.1.1 *Median intensity filtering* yang terdapat pada *software ImageJ* lebih efektif dalam mengurangi noise citra DR dibandingkan dengan mean intensity filtering yang ditunjukkan dengan nilai MSE yang jauh lebih kecil dan nilai PSNR yang jauh lebih besar.
- 5.1.2 Secara visual, efektivitas *Median Filter* dalam mengurangi noise citra DR lebih baik karena tetap mempertahankan ketajaman dan detail citra dibandingkan Mean Filter yang menghasilkan citra menjadi blur atau buram.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian yaitu sebaiknya ada pengembangan berbagai metode *filtering* untuk mengurangi *noise* pada citra DR tanpa menurunkan kualitas citra DR.

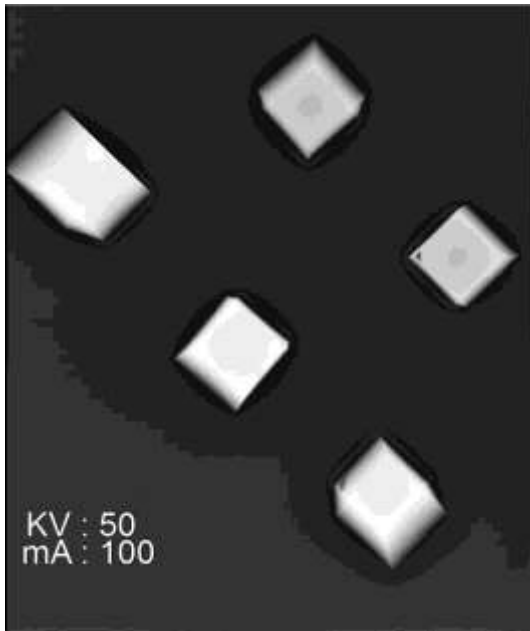
DAFTAR PUSATAKA

- Anderson M, Johnson R, Smith B. (2021). *Optimization of exposure factors in digital radiography: a systematic review. Radiography*, 29(2), 102-110.
- Afani, Z.A. dan Rupiasih, N.N. (2017) “Pengolahan Film Radiografi Secara Otomatis Menggunakan Automatic X-Ray Film Processor Model Jp-33,” *Bulletin Fisika*, 18(2), hal. 53–57.
- Aryani, N. P., Anggara, A. D., Akhlis, I., & Nisa, K. A. (2021). Analisis Pengaruh Penggunaan Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi Phantom Air Berdasarkan Nilai *Mean Square Error* (MSE). *Unnes Physics Education Journal*, 11(1), 115-119.
- Brown A, Jones B, Smith J. (2020). *The impact of exposure parameters on image quality in digital radiography. Journal of Medical Imaging*, 27(4), 210-218.
- Burger, Wilhelm, dan Burge, Mark J. "Digital Image Processing: An Algorithmic Approach with MATLAB." Springer, 2009.
- Burger, Wilhelm, dan Burge, Mark J. "Principles of Digital Image Processing: Core Algorithms." Springer, 2009.
- Broeke, J., Pérez, J. M. M., & Pascau, J. (2015). *Image processing with ImageJ. Packt Publishing Ltd.*
- Desai, N., Singh, A., & Valentino, D. J. (2010). *Practical evaluation of image quality in computed radiographic (CR) imaging systems. Medical Imaging 2010: Physics of Medical Imaging*, 7622, 1498–1507.
- Jones A, Smith B, Brown C. (2018). *The impact of exposure factors on digital radiographic image quality. Radiography*, 24(2), 160-165.
- Khilmawan, M. R., & Riadi, A. A. (2018). Implementasi Pengurangan Noise pada Citra Tulang Menggunakan Metode Median Filter dan Gaussian Filter. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(2), 116-121.
- Kusuma, A. W., & Ellyana, R. L. (2018). Penerapan Citra Terkompresi Pada Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 2(1), 65–74. <https://doi.org/10.21460/jutei.2018.21.65>.
- Lança, L. dan Silva, A. (2009) “Digital radiography detectors - A technical overview: Part 2,” *Radiography*, 15(2), hal. 134–138. doi:10.1016/j.radi.2008.02.005.

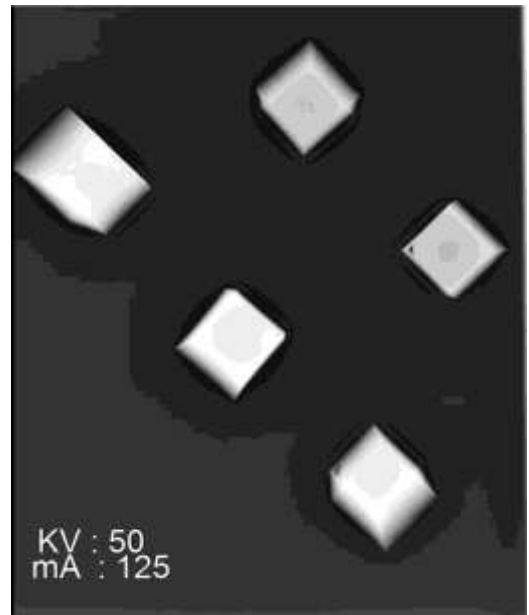
- Labania, H.M.D., Putri. Rindayani, Abd. Rahman, dan Syahrul Ulum. (2021) “Analisis Kontras Digital Radiography Dengan Menggunakan *ImageJ*,” *Gravitasi*, 20(1), hal. 10–18.
- Lee, Dong Kyu, Junyong In, dan Sangseok Lee. 2015. *Standard Deviation and Standard error of The Mean*. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(3), 220–223.
- Muharram, Lintang, Yusuf Sumaryana, dan Rudi Hartono. 2024. Analisis Perbandingan Metode *Arithmetic Mean Filter* Dan *Median Filter* Untuk Reduksi *Noise* pada Citra Digital. *Journal Ilmiah Informatika dan Komputer*. 3(4), hal. 90-100.
- Murinto, Eko Aribowo, E., & Syazali, R. (2007). Analisis perbandingan metode intensity filtering dengan metode *frequency filtering* sebagai reduksi noise pada citra digital. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2007), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ningtias, D. R. (2022). Comparative Test of the Effect of X-Ray Tube Current Analysis and Exposure Time on CR (Computed Radiography) Image Quality. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 6(1), 267–275. <https://doi.org/10.31289/jite.v6i1.7334>.
- Ningtias, D. R., Suryono, S., & Susilo, S. (2016). Pengukuran Kualitas Citra Digital Computed Radiography Menggunakan Program Pengolah Citra. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 161–168.
- Sara, Umme, Morium Akter, dan Mohammad Shorif Uddin. 2019. *Image Quality Assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—A Comparative Study*. Scientific Research Publishing. 7.8-18.
- Seeram, E. (2019) *Digital Radiography: Physical Principles and Quality Control*. Springer.
- Sitorus, E. R. (2016). Analisis faktor paparan terhadap citra digital radiografi (DR) pada thoraks (Skripsi, Program S-1, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan).
- Wedianto Andre, Herlina Latipa Sari, dan Yanolanda Suzanti H. 2016. Analisa perbandingan metode filter Gaussian, Mean dan Median terhadap reduksi noise (Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dehasen Bengkulu, Bengkulu).

LAMPIRAN

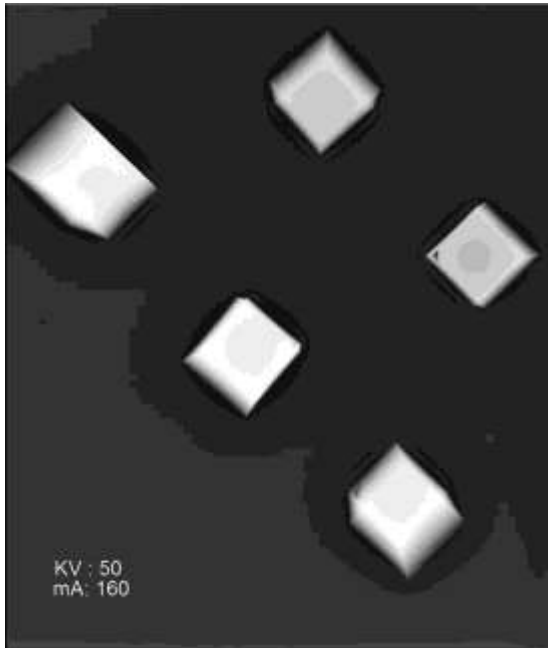
Lampiran 1 Data sekunder berupa citra DR



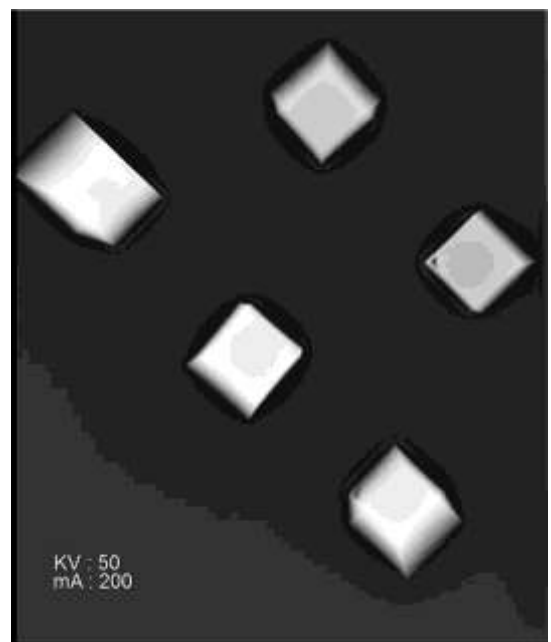
Citra DR 50 kV 100 mA



Citra DR 50 kV 125 mA



Citra DR 50 kV 160 mA



Citra DR 50 kV 200 mA

Lampiran 2 Program perhitungan MSE dan PSNR

```
// Macro cepat untuk menghitung MSE antara dua gambar

// Buka dan rename gambar

open("E:/PROPOSAL BARU/NURUL_SAVILA/1Balok/50kV/50 kV, 200 mA-1.tif");

rename("Original");

open("E:/PROPOSAL BARU/NURUL_SAVILA/1Balok/50kV Noise Filter Median/50 kV, 200
mA-1 Median.tif");

rename("Noise");

// Hitung (Original - Noise)

imageCalculator("Subtract create", "Original", "Noise");

// Gambar baru hasil subtract aktif

rename("Difference");

// Kuadratkan hasilnya

run("Square");

// Hitung rata-rata nilai piksel (mean)

getStatistics(area, mean, min, max, std);

// Karena mean dari (Original - Noise)^2 adalah MSE

MSE = mean;

// menghitung nilai PSNR

MAX = 255;

if (MSE == 0)

    PSNR = "Tak hingga (gambar identik)";

else {

    PSNR = 10 * log((MAX*MAX)/MSE)/log(10);

}

// Tampilkan hasil
```

```
print("MSE antara Original dan Noise = " + MSE);  
print("PSNR = " + PSNR);  
// Tutup gambar sementara  
close("Difference");  
close("Original");  
close("Noise")
```

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Nurul Savila. Lahir pada Tanggal 14 September merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Rafiudin dan Ibu Mulyati. Pendidikan formal penulis dimulai pada tahun 2006 di SDN 3 Sirenja hingga tahun 2012. Kemudian pada tahun 2012 sampai tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama SMP Negeri 2 Sirenja. Setelah lulus dari SMP ditahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Sindue. Setelah lulus SMA ditahun 2018, penulis melanjutkan studi di Universitas Tadulako, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika.