

**PENINGKATAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE *FILTER*
GAUSSIAN, MEAN DAN *MEDIAN* UNTUK REDUKSI
NOISE PADA CITRA *ULTRASONOGRAPHY***

SKRIPSI

**ILHAM FUADI NASUTION
71153006**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENINGKATAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE *FILTER*
GAUSSIAN, MEAN DAN *MEDIAN* UNTUK REDUKSI
NOISE PADA CITRA *ULTRASONOGRAPHY***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

**ILHAM FUADI NASUTION
71153006**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Ilham Fuadi Nasution
Nomor Induk Mahasiswa	: 71153006
Program Studi	: Ilmu Komputer
Judul	: Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode <i>Filter Gaussian, Mean Dan Median</i> Untuk Mereduksi Noise Pada Citra <i>Ultrasonography</i>

Dapat disetujui untuk segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 26 Maret 2021 M
13 Sya'ban 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr.Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.sc
NIP. 198008062006041003

Sriani, S.Kom, M.Kom
NIB. 1100000108

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ilham Fuadi Nasution
Nomor Induk Mahasiswa : 71153006
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode
Filter Gaussian, Mean dan Median Untuk
Reduksi Noise Pada Citra Ultrasonography

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 26 Maret 2021

Materai 6000

Ilham Fuadi Nasution
NIM. 71153006



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No.1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
[url:http://saintek.uinsu.ac.id](http://saintek.uinsu.ac.id), E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.165/ST.V.2/PP.01.1/10/2021

Judul : Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode
Filter Gaussian, Mean dan Median Untuk
Mereduksi Noise Pada Citra *Ultrasonography*
Nama : Ilham Fuadi Nasution
Nomor Induk Mahasiswa : 71153006
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer
Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Jum'at, 26 Maret 2021
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Ilka Zufria, S.Kom., M.Kom
NIP. 198506042015031006

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Penguji III,

Armansyah, M.Kom
NIB. 1100000074

Penguji II,

Sriani, S.Kom, M.Kom
NIB. 1100000108

Penguji IV,

Heri Santoso, M.Kom.
NIB. 1100000114

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan. MA
NIP. 196609051991031002

ABSTRAK

Citra USG diambil dengan menggunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi sehingga menghasilkan citra dengan bintik gelap dan terang yang menyebar pada objek. Dalam hal ini citra yang dihasilkan tampak buram dan adanya bintik-bintik yang akan menyebabkan berkurangnya informasi pada citra tersebut. Sebuah citra yang mengalami penurunan kualitas karena adanya *noise*. *Noise* dapat disebabkan oleh gangguan fisik pada alat akusisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Berdasarkan masalah tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memperbaiki citra USG dengan cara meminimalisir *noise* yang ada. Akan tetapi banyak metode yang telah tercipta untuk melakukan perbaikan citra dengan cara menghilangkan *noise*, sehingga membingungkan seseorang untuk menggunakan metode yang mana. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan perbandingan beberapa metode seperti *Gaussian filter*, *Mean* dan *Median* dalam menghilangkan *noise* pada citra USG agar dapat diketahui metode mana yang lebih baik. Perbandingan tiga metode didasari oleh nilai PSNR dan MSE. Dari hasil penelitian yang telah diterapkan, metode *Median filter* lebih unggul dalam meminimalisir *noise* pada citra USG dengan *noise* hingga 60% daripada metode *Gaussian* dan *Mean*.

Kata Kunci : *Citra, USG, Noise, Gaussian, Mean, Median*

ABSTRACT

The ultrasound image is taken using high frequency sound waves to produce an image with dark and light spots that spread on the object. In this case, the resulting image looks blurry and there are spots that will cause less information on the image. An image that has decreased quality due to noise. Noise can be caused by physical disturbances in the acquisition tool or deliberately due to inappropriate processing. Based on these problems, a system that can improve ultrasound images is needed by minimizing existing noise. However, many methods have been created to perform image enhancement by removing noise, thus confusing someone to use which method. Therefore, in this study, a comparison of several methods such as Gaussian filter, Mean and Median was carried out in removing noise in ultrasound images in order to determine which method is better. The comparison of the three methods is based on the PSNR and MSE values. From the results of the research that has been applied, the Median filter method is superior in minimizing noise in USG images with up to 60% noise than the Gaussian and Mean methods.

Keywords: *Image, USG, Noise, Gaussian, Mean, Median*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian skripsi ini. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, kekasih Allah, Nabi Muhammad SAW, pemberi syafaat di akhirat, beserta seluruh keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Proposal penelitian skripsi yang berjudul “Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode Filter Gaussian, Mean dan Median Untuk Reduksi Noise Pada Citra Ultrasonografi” disusun untuk memenuhi salah satu kebutuhan untuk mendapatkan gelar Sarjana (S1) dari Fakultas Sains dan Teknologi, Islam Negeri. Universitas Sumatera Utara. Skripsi ini tidak akan ada tanpa bantuan moril dan spiritual dari berbagai pihak yang telah terlibat. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Muhammad Syahnun, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Bapak Ilka Zufria, S.Kom,. M.Kom, selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp.Sc. Selaku sebagai Dosen Pembimbing I saya yang telah memberikan waktu, tenaga dan pemikiran untuk memberi bimbingan.
5. Ibu Sriani S.Kom, M.Kom, Selaku Dosen pembimbing II, yang telah memberikan waktu, pemikiran, arahan dan nasihat dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Bapak Rakhmat Kurniawan, M.Kom Selaku Kepala Laboraturium yang telah memberikan masukan dalam mengajukan judul dan dalam melakukan penyusunan Skripsi.

7. Dosen Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Sumatera Utara yang telah memberikan segala ilmu dan bimbingannya.
8. Orang Tua dan Teman-teman angkatan 2015, yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi. Terima kasih atas kenangan indah yang telah dirajut bersama.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan, masukan, dukungan serta motivasi kepada penulis.

Penulis berharap segala amal baik dan jasa semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini dapat diselesaikan, diterima oleh Allah SWT, dan mendapatkan balasan yang lebih baik dan lebih bermanfaat. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan. harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat dan menambah pengetahuan kita, Aamiin.

Medan, 26 Maret 2021
Penulis,

Ilham Fuadi Nasution

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Citra.....	4
2.2 Jenis - Jenis Citra.....	4
2.2.1 Citra Analog.....	4
2.2.2 Citra Digital	5
2.3 Jenis – Jenis Citra Digital	8
2.3.1 Citra Warna.....	8
2.3.2 Citra Grayscale	9
2.3.3 Citra Biner.....	9
2.4 Pengolahan Citra	10
2.5 Noise.....	11
2.5.1 <i>Additive Noise</i>	11
2.5.2 <i>Multiplicative Noise</i>	11
2.5.3 <i>Implus Noise</i>	11
2.5.4 <i>Quantization Noise</i>	12

2.6	Pemrosesan Citra Digital.....	12
2.6.1	Filter.....	12
2.6.2	Konvolusi.....	12
2.6.3	Karnel Filter.....	13
2.6.4	Gaussian Filter.....	13
2.6.5	Mean Filter.....	14
2.6.6	Median Filter.....	14
2.7	<i>Mean Square Error (MSE)</i> dan <i>Peak Signal to Error (PSNR)</i>	15
2.8	<i>Flowchart</i>	16
2.9	MATLAB.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Waktu dan Jadwal Penelitian.....	19
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1	Perangkat Keras.....	19
3.2.2	Perangkat Lunak.....	20
3.3	Cara Kerja.....	20
3.3.1	Perencanaan.....	20
3.3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	21
3.3.3	Analisa Kebutuhan.....	21
3.3.4	Perancangan.....	23
3.3.5	Pengujian.....	23
3.3.6	Penerapan/Penggunaan.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Pembahasan.....	24
4.1.1	Analisis Data.....	24
4.1.2	Penerapan Metode.....	25
4.1.3	Perancangan Sistem.....	43
4.1.4	<i>Flowchart</i> Sistem.....	46
4.2	Implementasi Sistem Aplikasi.....	49
4.2.1	Pengujian Sistem.....	50

4.2.2 Hasil Pengujian Sistem	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN- LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Matriks Citra Digital Berdimensi M x N	5
2.2	Ilustrasi Digitalisasi Citra	6
2.3	Kernel dengan ukuran (a) 3x3,(b) 5x5 dan (c) 7x7.....	13
3.1	Blok Diagram Global.....	20
4.1	Sampel Citra 5 x 5.....	24
4.2	Perbandingan Nilai MSE dan PSNR Citra Hasil Reduksi Noise..	43
4.3	Rancangan Menu Utama.....	44
4.4	Rancangan Reduksi Noise	44
4.5	<i>Flowchart</i> Menu Utama.....	47
4.6	<i>Flowchart</i> Reduksi Noise	48
4.7	Tampilan Menu Utama	49
4.8	Tampilan Menu Reduksi Noise	50
4.9	Proses Pemilihan Citra USG	51
4.10	Memilih Citra USG.....	51
4.11	Informasi Citra USG 10%	52
4.12	Informasi Citra USG 10% Reduksi <i>Noise Gaussian</i>	52
4.13	Informasi Citra USG 10% Reduksi <i>Noise Mean</i>	53
4.14	Informasi Citra USG 10% Reduksi <i>Noise Median</i>	54
4.15	Hasil Perbandingan Reduksi Noise Citra USG 10%	54
4.16	Citra USG 20% Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	55
4.17	Hasil Perbandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 20%	55
4.18	Citra USG 30% Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	56
4.19	Hasil Perbandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 30%	56
4.20	Citra USG 40% Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	57
4.21	Hasil Perbandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 40%	57
4.22	Citra USG 60% Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	58
4.23	Hasil Perbandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60%	58

4.24	Citra USG Sampel 6 Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	59
4.25	Hasil Pebandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60% Sample 6.....	59
4.26	Citra USG sample 7 Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	60
4.27	Hasil Pebandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60% Sample 7.....	60
4.28	Citra USG sample 8 Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	61
4.29	Hasil Pebandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60% Sample 8.....	61
4.30	Citra USG sample 9 Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i>	62
4.31	Hasil Pebandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60% Sample 9.....	62
4.32	Citra USG sample 10 Reduksi <i>Noise Gaussian, Mean, Median</i> ...	63
4.33	Hasil Pebandingan Reduksi <i>Noise</i> Citra USG 60% Sample 10....	63

DAFTAR TABEL

Table	Judul Tabel	Halaman
2.1	Format file citra bitmap	7
2.2	Warna dan nilai penyusunan warna	8
2.3	Simbol – Simbol <i>Flowchart</i>	16
3.1	Waktu Dan Jadwal Penelitian	20
4.1	Nilai Pixel Citra Ultrasonography 5x5	24
4.2	Nilai Pixel Citra Ultrasonography 5x5 Proses Gaussian	25
4.3	Nilai Kernel 3x3 Gaussian	25
4.4	Nilai Pixel Citra Ultrasonography Gaussian 5x5	30
4.5	Nilai Pixel Citra Ultrasonography Mean 5x5	35
4.6	Nilai Pixel Citra Ultrasonography Median 5x5	42
4.7	Citra USG.....	50
4.8	Hasil Pengujian	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Listing Program
2	Cara Kerja Sistem
3	Lampiran Bimbingan Skripsi
4	Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan citra mempunyai peran yang sangat besar di dunia medis, dikarenakan aplikasi pengolahan citra memang makin meluas. *CT scan (computed tomography scan)* dan *USG (ultrasonography)* merupakan alat untuk melihat potongan atau penampang bagian dari badan manusia dan ini salah satu dari contoh aplikasi pengolahan citra. Foto struktur bagian dalam tubuh diambil dengan menggunakan getaran suara dengan frekuensi tinggi diatas 20.000 hertz menggunakan alat dianogtik noninvasive yang disebut dengan *USG (ultrasonography)*. *Transducer* atau *probe* adalah alat yang mengirim gelombang suara untuk melihat organ dalam tubuh. Objek di dalam tubuh akan memantulkan kembali gelombang suara yang kemudian akan ditangkap oleh sensor, gelombang yang dipantulkan akan direkam, dianalisis dan ditampilkan di layar (Andiro dan Ginting 2019).

Citra yang terkena noise akan mengalami penurunan mutu, sehingga sebuah citra yang kaya akan informasi akan berkurang karena noise (Riandari, 2018). Berkurangnya informasi pada citra dikarenakan citra yang dihasilkan tampak kotor, berbintik-bintik disebabkan dengan adanya noise (Widodo, 2015). Pada saat menganalisis citra, informasi yang berharga pada citra dibatasi karena citra tersebut mengandung noise. Untuk itu, menghilangkan noise perlu dilakukan agar memberikan hasil yang akurat (Afiyat, 2017).

Citra *USG* diambil dengan menggunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi sehingga menghasilkan citra dengan bintik gelap dan terang yang menyebar pada objek. Informasi pada citra berkurang karena citra yang dihasilkan buram dan berbintik-bintik. Akibat proses pengolahan citra yang disengaja atau tidak, maupun gangguan fisik pada alat akusisi mengakibatkan terjadinya noise.

Pemfilteran citra dilakukan untuk mengatasi noise pada gambar untuk meningkatkan kualitas citra. Citra dapat dihaluskan dan dikurangi noise pada citra, baik secara non linear dan secara linear dengan menggunakan metode filtering citra. Metode filtering citra pada penelitian menggunakan metode Gaussian filtering, mean filtering dan median filtering.

Gaussian Filter didapat dari operasi konvolusi. Operasi perkalian yang dilakukan antara matriks gambar asli dengan matriks kernel. Matriks *kernel Gauss* didapat dari fungsi komputasi dari distribusi *Gaussian* (Andiro dan Ginting 2019). Pada mean filter nilai intensitas setiap piksel dalam beberapa piksel lokal dimana setiap piksel akan digantikan oleh rata-rata nilai intensitas piksel tersebut dengan piksel tetangganya, dan jumlah piksel tetangga yang terlibat tergantung pada filter yang dirancang (Wedianto dkk, 2016). Median *filtering* berfungsi untuk mengurangi *noise* dan menghaluskan citra. Cara kerja median filtering tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi dan dikatakan sebagai non linear. Operasi nonlinear dihitung dengan cara mengurutkan nilai intensitas sekelompok piksel, kemudian mengganti nilai piksel yang diproses dengan nilai tertentu (Yusro dan Sianturi, 2018).

Parameter *Peak Signal to Error* (PSNR) dan *Mean Square Error* (MSE) digunakan untuk mengukur citra hasil untuk mengetahui citra tersebut mengalami perbaikan. Citra output diketahui kualitasnya dari nilai MSE dan PSNR, kualitas citra keluaran yang diperoleh semakin baik atau noise semakin menurun jika nilai MSE citra keluaran semakin rendah, dan jika nilai PSNR semakin tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas antara lain:

1. Bagaimana menerapkan dan membandingkan metode *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter* mereduksi *noise* dalam citra USG.
2. Bagaimana membuat aplikasi yang menghasilkan perbandingan terhadap algoritma *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Citra yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan citra 8 bit.
2. Format file citra yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan JPG.
3. *Filtering* citra yang digunakan hanya algoritma *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter*.
4. Kernel yang digunakan 3 x 3.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan terhadap algoritma *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter* mereduksi citra USG yang ber-*noise*.
2. Untuk menghasilkan aplikasi yang dapat melakukan perbandingan terhadap algoritma *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar diketahui cara untuk membandingkan metode *Gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter* dalam mereduksi citra USG yang ber-*noise*.
2. Menghasilkan aplikasi perbaikan citra dengan menggunakan metode *gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter*, dan citra yang dihasilkan lebih baik dari citra awal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Citra

Suatu kemiripan, gambar, atau foto suatu objek disebut citra. Foto adalah gambar yang dihasilkan dari suatu sistem perekaman yang bersifat optikal, analog berupa sinyal video seperti gambar pada suatu lapisan, bersifat digital yang dapat disimpan dalam media penyimpanan. gambar memang kaya akan informasi, namun seringkali gambar yang kita miliki mengalami penurunan kualitas gambar yaitu penurunan kualitas gambar, misalnya karena tidak tajam, blur, mengandung cacat atau noise, warnanya terlalu kontras dan lain sebagainya. (sugiarti, 2018).

Kemudian dalam jurnal lain, mengemukakan pendapat bahwa citra adalah fungsi kontinu intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sebuah gambar berisi informasi tentang objek yang diwakilinya. Citra dapat juga diartikan sebagai gambar 2 dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. (sriani, dkk. 2017).

N kolom dan M baris bagian dari citra, dimana setiap pasangan indeks M dan N mewakili posisi pada gambar. Nilai matriks mewakili nilai kecerahan titik. Titik-titik ini disebut elemen gambar, atau piksel. Dalam buku lain, gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$ di mana x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo f pada setiap pasangan koordinat (x,y) disebut intensitas atau tingkat keabuan dari gambar pada saat itu. (Cahyanti, dkk, 2016).

2.2 Jenis-Jenis Citra

Citra digital dan citra analog merupakan jenis dari citra. citra digital merupakan citra yang bisa langsung diolah pada komputer. sedangkan citra analog citra yang tidak diolah langsung dan citra yang bersifat kontinu.

2.2.1 Citra Analog

Citra analog seperti lukisan, pemandangan alam, hasil CT *scan*, gambar pada *monitor*, gambar-gambar yang terekam pada pita kaset, foto sinar X, foto yang tercetak di kertas foto adalah citra yang bersifat kontinu. Gambar analog tidak

dapat direpresentasikan di komputer dan oleh karena itu tidak dapat diproses secara langsung di komputer. Oleh karena itu, untuk memproses gambar ini di komputer, terlebih dahulu harus dilakukan proses konversi analog ke digital. Gambar analog dihasilkan oleh peralatan analog seperti kamera analog, kamera analog, webcam, CT scan, sensor sinar-X untuk foto dada, sensor gelombang pendek dalam sistem radar, sensor ultrasound dalam sistem ultasonography (Saputra, dkk, 2016).

2.2.2 Citra Digital

Citra yang dapat diproses secara langsung di komputer disebut citra digital. Nilai kompleks yang direpresentasikan menggunakan urutan bit tertentu adalah isi dari citra digital (Furqan, dkk, 2020). Sebuah kotak kecil dalam sebuah gambar disebut piksel. Sebuah citra digital terdiri dari sekumpulan piksel. Pikes memiliki koordinat untuk lokasinya masing-masing. Setiap koordinat digunakan untuk merepresentasikan citra digital. Biasanya pemrosesan gambar berfokus pada penggunaan komputer untuk memproses gambar dua dimensi. Dalam konteks yang lebih luas, pemrosesan citra digital mengacu pada pemrosesan data dua dimensi. Citra digital adalah larik nilai nyata atau kompleks yang diwakili oleh urutan bit tertentu.

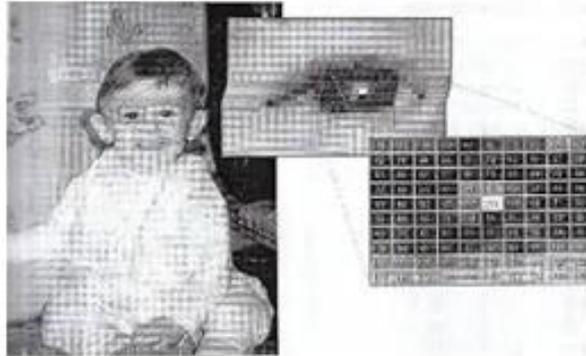
Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran N kolom dan M baris, dimana y dan x adalah koordinat spasial, dan besaran f pada koordinat (x,y) disebut intensitas atau tingkat keabuan dari gambar gambar dari waktu itu. Suatu citra dapat dikatakan sebagai citra digital jika besar keseluruhan dari x , y dan f berhingga dan mempunyai nilai diskrit (Nafi'iyah, 2015). Dimensi $M \times N$ dipresentasikan dalam matriks pada sebuah citra digital sebagai berikut.

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Matriks Citra Digital Berdimensi $M \times N$ (Nafi'iyah, 2015).

Citra membentuk matrik $M \times N$ dari Proses digitalisasi diperoleh besar dari baris M dan N Kolom. Citra digital vektor dan bitmap merupakan dua jenis format citra

digital yang selalu digunakan. Gambar citra digital dibawah ini menampilkan titik koordinat.



Gambar 2.2 Ilustrasi Digitalisasi Citra

Matriks adalah kumpulan bilangan yang tersusun dalam kolom dan baris. Biasanya, matriks diberi notasi huruf besar. Jika suatu matriks A terdiri dari m baris dan n kolom (sering disebut orde $m \times n$), dapat ditulis sebagai $A_{m \times n}$.

2.2.2.1 Format File Citra

Pengolahan citra biasanya menggunakan format file citra yaitu citra vektor dan citra bitmap. Dalam desain grafis istilah ini biasa digunakan.

1. Format file citra Bitmap

Nama lain dari gambar bitmap adalah gambar raster. Gambar bitmap menyimpan data kode gambar secara digital secara keseluruhan (cara penyimpanannya adalah piksel demi piksel). Gambar bitmap disajikan sebagai matriks atau dipetakan menggunakan bilangan biner atau sistem bilangan lainnya. Gambar ini memiliki keuntungan memanipulasi warna, tetapi mengubah objek lebih sulit. Tampilan bitmap mampu menampilkan gradien halus dari bayangan dan warna dalam sebuah gambar. Oleh karena itu, bitmap adalah media elektronik yang paling cocok untuk gambar dengan gradien warna yang sulit, seperti lukisan digital dan foto. Gambar bitmap diperoleh dengan kamera digital, pemindai video capture, dll. Saat memperbesar gambar ini, tampilan ini akan tampak retak di monitor. Beberapa format yang biasa digunakan dalam pemrograman pemrosesan gambar, seperti table 2.1 dibawah ini.

Table 2.1 Format File Citra Bitmap

Nama Format	Ekstensi	Kegunaan
<i>Microsoft Windows Bitmap Format</i>	BMP	Format umum untuk menyimpan citra <i>bitmap</i> yang dikembangkan oleh <i>Microsoft</i>
<i>Compuserve Graphics Interchang Format</i>	GIFF	Format umum citra yang dirancang untuk keperluan transmisi melalui modem
<i>Aldus Tagged Image File Format</i>	TIF	Format kompleks dan multiguna yang dikembangkan oleh Aldus dan <i>Microsoft</i>
<i>Word Perfect Graphics Format</i>	WPG	Format vektor yang juga mendukung citra <i>bitmap</i>
<i>GEM image Format</i>	IMG	Format <i>bitmap</i> yang dikembangkan untuk riset digital dilingkungan GEM
<i>Zsoft Pengolahan Citra Paintbrush Format</i>	PCX	Dirancang untuk menyimpan citra layar dan merupakan format <i>bitmap</i> yang didukung luas
<i>Microsoft Paint Bitmap Format</i>	MSP	Secara fungsional sama dengan IMG dan PCX, tapi kurang populer
<i>AT & A Targa Format</i>	TGA	Formst untuk 16-bit dan 24-bit citra warna penuh diciptakan untuk <i>system truevision</i>

2. Format file citra vector

Gambar vektor dihasilkan dari perkiraan numerik dan tidak dilihat dari piksel, yaitu, informasi disimpan sebagai vektor posisi. Pada citra vektor mengubah warna lebih sulit dilakukan, tetapi membentuk objek dengan cara mengubah nilai lebih mudah. Oleh karena itu, saat gambar diperpanjang atau dikurangi, kualitas gambar bagian yang tersisa cukup bagus dan tidak berubah. Gambar vektor umumnya dibuat dengan memanfaatkan aplikasi gambar vektor seperti CorelDRAW, Adobe Artist, Autocad dan lain-lain.

2.2.2.3 Pixel (Picture Element)

Sebuah gambar terdiri dari piksel. Piksel berbentuk persegi dengan ukuran yang umumnya kecil yang merupakan penyusun gambar. Jumlah piksel per satuan wilayah bergantung pada tujuan yang digunakan. Variasi warna piksel bergantung pada kedalaman bagian yang digunakan. Semakin banyak jumlah piksel per satuan

wilayah, semakin baik sifat gambar berikutnya dan jelas semakin besar ukuran rekaman yang disimpan.

2.2.2.4 Bit Depth

Bit Depth (kedalaman warna) yang sering disebut sebagai kedalaman piksel atau kedalaman warna. Bit depth memutuskan berapa banyak data bayangan yang dapat diakses untuk ditampilkan/dicetak di setiap piksel. Semakin tinggi nilainya, semakin baik sifat gambar berikutnya. Jelas ukurannya juga semakin besar. Asumsikan sebuah gambar memiliki kedalaman warna = 1. Ini berarti bahwa hanya ada 2 warna potensial ($2^1 = 2$) dalam gambar yaitu hitam dan putih. Bit depth = 24 metode ini memiliki potensi naungan $2^{14} = 16$ juta warna.

2.2.2.5 Resolusi

Resolusi adalah piksel per satuan wilayah dalam sebuah gambar. Satuan piksel yang sering digunakan adalah dpi (*dot per inch*) atau ppi (*pixel per inch*). Unit DPI menentukan jumlah piksel yang ada per satuan wilayah. Untuk situasi ini adalah satu inci kuadrat. Tujuannya sangat menarik pada detail dan estimasi gambar.

2.3 Jenis – Jenis Citra Digital

Dalam memproses citra ada tiga jenis citra digital yaitu citra warna, citra *grayscale* (keabuan) dan citra biner.

2.3.1 Citra warna

Nama lain dari Citra berwarna adalah citra RGB. Citra RGB merupakan jenis citra yang terdiri dari tiga warna berupa komponen R (Merah), G (Hijau) dan B (Biru). Setiap komponen warna menggunakan 8 bit (nilai berkisar dari 0 hingga 255). Dengan demikian warna yang dapat dihadirkan mencapai $225 \times 225 \times 225$ atau 16.581.375 warna. Tabel 2.2 menunjukkan contoh warna dan nilai R, G dan B.

Tabel 2.2 Warna dan nilai penyusunan warna

Warna	R	G	B
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255

Table 2.2 warna dan nilai penyusunan warna (Lanjutan)

Warna	R	G	B
Hitam	0	0	0
Putih	255	255	255
Kuning	0	255	255

Format ini dinamakan *true color* karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar sehingga bisa dikatakan hampir mencakup semua warna di alam. 1 piksel citra *true color* diwakili oleh 3 *byte*. Dimana masing-masing *byte* merepresentasikan warna Merah (*Red*), Hijau (*Green*) dan Biru (*Blue*). Penyimpanan gambar memori warna sebenarnya berbeda dari gambar skala abu-abu. Setiap piksel dari gambar skala abu-abu 256 derajat naungan dialamatkan oleh 1 *byte*.

2.3.2 Citra *Grayscale* (Berskala Keabuaan)

Citra jenis ini menangani gradasi warna hitam dan putih, yang tentu saja menghasilkan efek warna abu-abu. Pada jenis gambar ini, warna dinyatakan dengan intensitas. Dalam hal ini, intensitas berkisar antara 0 sampai 255. Nilai 0 menyatakan hitam dan 255 menyatakan putih. Dalam jurnal lain dijelaskan format citra *grayscale* dinamakan dengan skala keabuaan, karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara warna sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya sehingga warna diantara hitam dan putih adalah warna abu-abu (Sriani dan Ikhsan, 2016).

2.3.3 Citra Biner

Citra biner adalah citra dengan setiap piksel hanya dinyatakan dengan angka yaitu angka 0 dan 1. Angka 0 menunjukkan warna hitam dan angka 1 menunjukkan warna putih. Jenis citra ini biasanya dipakai untuk pengolahan citra, seperti untuk memperoleh tepi bentuk suatu objek. Gambar biner sangat ekonomis dalam penyimpanan. Gambar ini ditujukan sebagai gambar yang sesuai untuk menggambarkan teks, sidik jari atau denah bangunan. Dalam jurnal, dijelaskan bahwa gambar biner diperoleh melalui metode yang melibatkan isolasi piksel berdasarkan tingkat keabuan yang dimiliki. Dalam gambar biner, setiap titik

bernilai 0 dan 1. Masing-masing menunjukkan warna tertentu. Nilai 0 diturunkan ke piksel yang memiliki tingkat keabuan yang lebih kecil daripada nilai batas, sedangkan piksel yang memiliki tingkat keabuan lebih menonjol dari nilai batas akan diubah menjadi nilai 1 (Sriani dan ikhsan, 2016).

2.4 Pengolahan Citra

Penanganan gambar tingkat lanjut dapat dikomunikasikan sebagai penanganan gambar dua lapis melalui PC yang terkomputerisasi. Pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Pengolahan citra merupakan bagian yang mendasari berbagai aplikasi nyata, seperti pengenalan pola, penginderaan jarak jauh melalui satelit atau pesawat udara dan *mechine vision*.

Upaya mengubah suatu citra menjadi citra lain yang dihasilkan oleh keinginan atau lebih sempurna disebut manipulasi citra (Sulistiyanti, dkk. 2016). Dalam penelitian lain dijelaskan pula bahwa pengolahan citra adalah pengolahan citra, khususnya penggunaan komputer untuk menghasilkan citra dari pengolahan citra sebelumnya sehingga citra dapat lebih mudah disajikan oleh manusia dan mesin (Sriani et al., 2017). Secara umum, pengolahan citra digital mengacu pada penggunaan komputer untuk memproses gambar dua dimensi.

Pengolahan citra digital adalah disiplin ilmu yang mempelajari masalah-masalah yang berkaitan dengan peningkatan kualitas citra (peningkatan kontras, restorasi citra), transformasi citra (rotasi, translasi dan penskalaan), pemilihan citra fitur terbaik untuk tujuan analisis, rendering informasi atau deskripsi objek atau pengenalan Objek yang terdapat dalam suatu citra, dikenakan kompresi atau reduksi data untuk keperluan penyimpanan data, transfer data, dan waktu pemrosesan data. Input untuk pengolahan citra adalah gambar, dan keluarannya adalah gambar hasil yang diproses.

Sebagian citra yang dihasilkan tidak sesuai dengan keinginan. Ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan, misalnya adanya kabut yang menghalangi objek yang sedang pengambilan gambar, adanya noise, lensa kamera kotor dan

sebagainya. Untuk itu perlulah pengolahan citra dilakukan. Disiplin ilmu yang melahirkan teknik-teknik untuk pengolahan citra dinamakan pengolahan citra digital.

2.5 *Noise* (Derau)

Setiap gangguan pada citra dinamakan *noise*. *Noise* adalah komponen di citra yang tidak dikehendaki. Dalam praktik, kehadiran *noise* tidak dapat dihindari. Sebagai contoh, *noise Gaussian* biasa muncul pada sembarang isyarat. *White noise* (derau putih) biasa menyertai pada siaran televisive yang berasal dari stasiun pemancar yang lemah. *Noise* butiran biasa muncul dalam film-film fotografi. *Noise* yang dinamakan garam dan merica (*salt and pappers*) sering mewarnai citra. *Noise* dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas.

2.5.1 *Additive Noise* (Derau Tambahan)

Noise ini biasanya muncul karena sensor bekerja tidak sempurna dan memberikan sinyal terdistribusi Gaussian tambahan, yang tidak bergantung pada sinyal aslinya. Sinyal yang dihasilkan dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut :

$$g(.) = f(.) + d(.) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam hal ini, $g(.)$ mewakili sinyal yang dipengaruhi oleh *noise*, $f(.)$ mewakili gambar asli dan $d(.)$ mewakili (*Noise*).

2.5.2 *Multiplicative Noise* (Derau Perkalian)

Noise perkalian hal biasa dalam film fotografi. *noise* biasanya disebut sebagai speckle noise. Secara matematis, sinyal yang dipengaruhi oleh *noise* perkalian dapat ditulis sebagai berikut:

$$g(.) = f(.) * d(.) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dalam hal ini, $g(.)$ mewakili sinyal yang dipengaruhi oleh *noise*, $f(.)$ mewakili gambar asli dan $d(.)$ mewakili (*Noise*).

2.5.3 *Impulse Noise* (Derau Implus)

Sensor atau saluran data terkadang memberikan *noise* berbentuk biner (0 atau 1). *Noise* tersebut dimodelkan sebagai berikut :

$$g(.) = (1-p) * f(.) + P * d(.) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dalam hal ini, $g(.)$ mewakili sinyal yang telah terkena noise, $f(.)$ mewakili gambar asli, $d(.)$ mewakili noise, dan p mewakili parameter biner yang nilainya 0 atau 1. Berdasarkan rumus di atas, sinyal asli akan hilang ketika p adalah 1.

2.5.4 Quantization Noise (Derau Kuantitas)

Noise kuantitas termasuk sebagai *noise* yang bergantung pada isyarat. Hal ini terjadi saat kuantitas terhadap isyarat dilakukan sebelum dikonversi menjadi isyarat digital. *Noise* ini dapat mengakibatkan detail citra hilang.

2.6 Pemrosesan Citra Digital

Pengolahan citra digital melibatkan proses yang disebut filter. Gambar asli diperoleh dari konvolusi antara asal dan filter kernel.

2.6.1 Filter

Filter adalah alat untuk memanipulasi data dengan sifat mengambil data mentah untuk menghasilkan hasil yang diinginkan. Dalam pemrosesan gambar, respons propagasi filter memberikan gambaran umum tentang bagaimana piksel dalam gambar diproses. Dalam penelitian lain juga dijelaskan bahwa perbaikan citra merupakan suatu proses yang berusaha untuk merekonstruksi atau merestorasi citra yang terdegradasi. Teknik penyaringan citra merupakan bagian dari pengolahan citra. Teknik penyaringan ini digunakan untuk mengurangi noise dengan tetap menjaga informasi dalam gambar. Pengolahan dalam teknik filtering dilakukan dengan mengambil suatu fungsi citra pada piksel-piksel tertentu dan menggantinya dengan piksel-piksel tertentu (furqan, dkk, 2020).

2.6.2 Konvolusi

Konvolusi adalah suatu proses perkalian dari dua buah fungsi $f(x)$ dan $g(x)$, yang mengalikan sebuah citra dengan sebuah *maks* atau *karnel*. Untuk fungsi diskrit konvolusi diartikan seperti ini:

$$h(x) = f(x) * g(x) = \sum_{x=-n}^n \sum_{y=-N}^N f(u, v)g(x + u, y + u) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dalam hal ini, $h(x)$ mewakili operator invarian posisi Linear. $f(x)$ mewakili gambar asli, $g(x)$ mewakili gambar hasil dan x, y, u dan v mewakili posisi titik pada gambar.

2.6.3 Kernel Filter

Kernel memberikan instruksi tentang bagaimana filter memperlakukan data. Pada umumnya, kernel memiliki panjang dan lebar yang ganjil. Pola bilangan ganjil n bertujuan agar matriks kernel memiliki radius r sehingga $n = 2r - 1$. Contoh kernel filter sebagai berikut.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(a)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

(b)

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

(c)

Gambar 2.3 kernel dengan ukuran (a) 3x3, (b) 5x5 dan (c) 7x7

2.6.4 Gaussian Filter

Gaussian Filter adalah salah satu filter linier dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *Gaussian*. *Gaussian filter* dipilih sebagai *filter* penghalusan berdasarkan pertimbangan bahwa *filter* ini mempunyai pusat kernel.

Menurut Usman Ahmad *Gaussian filter* sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal, yang banyak dijumpai pada sebaran citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri (Wedianto dkk, 2016).

Untuk memastikan atau memutuskan nilai setiap komponen dalam filter Gaussian dikomunikasikan dengan kondisi berikut:

$$\text{Pixel } B(i, j) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{p=0}^{N-1} \left(\sum_{q=0}^{M-1} G(p, q) \cdot \text{Pixel } A \left(i + p - \frac{(N-1)}{2}, j + q - \frac{(M-1)}{2} \right) \right) \dots (2.5)$$

Berdasarkan pada rumus di atas, dapat dijelaskan bahwa:

K = Total jumlah kernel gaussian

p,g = kordinat citra kernel gaussian

i,j = koordinat citra asli

N = Jumlah kolom matrik kernel gaussian

M = Jumlah baris matrik kernel gaussian

2.6.5 Mean Filter

Pada mean filter, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata nilai intensitas piksel tersebut dengan piksel tetangganya. Filter ini biasa disebut sebagai *lowpass filters*. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada *filter* yang dirancang secara matematis *filter* rata-rata berukuran m x n dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$g(x) = \frac{1}{m.n}, 1 \leq x \leq m, 1 \leq y \leq n \dots \dots \dots (2.6)$$

Menurut Usman Ahmad, salah satu filter linier adalah filter rata-rata intensitas pada beberapa piksel lokal dimana setiap piksel akan digantikan oleh rata-rata intensitas piksel tersebut dengan piksel tetangganya, dan jumlah piksel tetangga yang terlibat tergantung pada filter yang dirancang (Wedianto, 2016). Cara kerja filter rata-rata sama dengan konvolusi. Filter ini biasanya digunakan untuk mengaburkan citra dan mereduksi *noise*.

2.6.6 Median Filter

Filter median sangat populer dalam pengolahan citra. Filter ini dapat dipakai untuk menghilangkan noise bintik-bintik. Teknik ini bekerja dengan cara mengisi nilai setiap piksel dengan nilai median tetangganya. Proses pemilihan median diawali dengan terlebih dahulu mengurutkan nilai-nilai piksel tetangga, baru kemudian dipilih nilai tengahnya.

Menurut Rinaldi Munir, median filter adalah kernel yang berisi jumlah piksel ganjil. Kernel digeser titik demi titik di seluruh area gambar. Pada setiap

pergeseran kernel dibuat kernel baru. Titik tengah kernel ini diubah menjadi nilai median dari kernel (Wedianto, 2016).

Median filter merupakan *order-statistics filter* yang paling banyak dikenal cara kerja *filter* ini dirumuskan sebagai berikut :

$$f(x, y) = \text{median}\{g(s, t)\} \dots \dots \dots (2.7)$$

Nilai asli dari piksel diikutkan dalam komputasi *median*. *Median filter* sangat populer karena, untuk tipe-tipe *noise* tertentu, *filter* ini memberikan reduksi *noise* yang sangat baik. *median filter* memberikan hasil yang sangat bagus untuk citra yang terkena *noise impulse bipolar* dan *unipolar*.

2.7 Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Error (PSNR)

Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Error (PSNR) merupakan contoh parameter yang biasa digunakan sebagai indikator untuk mengukur kemiripan dua buah citra. Parameter tersebut sering digunakan untuk membandingkan hasil pengolahan citra dengan citra awal atau citra asli. MSE adalah ukuran yang digunakan untuk menilai seberapa baik sebuah metode dalam melakukan rekontruksi atau restorasi citra relatif terhadap citra aslinya. (Andono, dkk, 2017). Persamaan yang digunakan untuk menghitung parameter tersebut adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j) - f_b(i, j))^2 \dots \dots \dots (2.8)$$

M dan N adalah ukuran panjang dan lebar citra.

$f_a(i, j)$ = intensitas citra dititik (i, j) sebelum terkena *noise* (sebelum citra berubah)

$f_b(i, j)$ = intensitas citra dititik (i, j) setelah *noise* dihilangkan.

Semakin rendah nilai MSE, semakin baik teknik perbaikan gambar yang digunakan. Artinya, kualitas gambar setelah melalui perbaikan gangguan hampir sama dengan kualitas gambar awalnya. PSNR adalah rasio antara kedalaman bit terukur maksimum dari suatu gambar (gambar 8-bit, dengan maksimum 255) dan *noise* yang memengaruhi sinyal. Dalam hal ini, besaran kebisingan direpresentasikan dengan nilai MSE. PSNR biasanya diukur dalam desibel (db). PSNR digunakan untuk membandingkan kualitas citra sebelum dan sesudah diproses (Andono, dkk, 2017).

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dalam hal ini, 255^2 menyatakan Nilai piksel maksimum pada citra asli. Semakin besar nilai PSNR, maka hasil pemrosesan citra semakin bagus atau semakin mendekati citra aslinya.

2.8 Flowchart

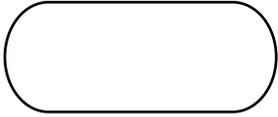
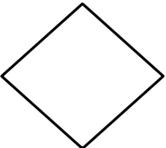
Untuk membantu programmer mengungkapkan ide untuk memecahkan masalah yang disajikan dalam bentuk prosedural, dapat dilakukan dengan bantuan diagram alur. Flowchart adalah diagram umum yang mewakili algoritma atau proses yang menggunakan beberapa bentuk geometris untuk menunjukkan langkah-langkah yang diambil program dalam memecahkan masalah. Seringkali, diagram alur juga digunakan di berbagai bidang untuk menganalisis, merancang, mendokumentasikan atau mengelola proses atau prosedur.

Dengan mengekspresikan masalah komputasi sebagai rangkaian simbol grafis khusus, alat yang dapat menunjukkan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikan masalah komputasi dapat disebut diagram alur. Elemen-elemen yang membentuk flowchart terdiri dari geometri arsitektural berikut.

Table 2.3 Simbol-Simbol *Flowchart*

Simbol	Arti	Kegunaan
	<i>Input/Output</i>	Simbol <i>input/output</i> difungsikan menyatakan informasi <i>input / ooutput</i> .
	Garis Alir	Tanda garis alir difungsikan menunjukkan alur proses.

Table 2.3 Simbol-Simbol *Flowchart* (Lanjutan)

Simbol	Arti	Kegunaan
	Persiapan	Simbol persiapan digunakan untuk memberikan nilai awal suatu besaran.
	Proses Terdefinisi	Simbol proses terdefinisi digunakan untuk menunjukkan rincian dari suatu proses operasi.
	Terminator	Simbol terminator difungsikan untuk menyatakan mulai dan akhir. Tanda ini berisikan kata start dan end.
	Proses	Simbol proses difungsikan untuk menunjukkan langkah pemrosesan seperti perhitungan dan instruksi-instruksi lain.
	Keputusan	Simbol keputusan digunakan untuk menyatakan keputusan,

2.9 MATLAB

MATLAB adalah kependekan dari Matrix Laboratory karena setiap data di MATLAB menggunakan basis matriks. MATLAB adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi, tertutup, peka huruf besar/kecil yang dikembangkan oleh MathWork di lingkungan komputasi numerik. Salah satu keuntungan yang paling populer adalah kemampuan untuk membuat grafik dengan visualisasi terbaik. MATLAB memiliki banyak alat yang mencakup berbagai disiplin ilmu. Selain itu, MATLAB memiliki banyak library yang sangat membantu untuk menyelesaikan masalah matematika, seperti simulasi fungsional, pemodelan, matematika, dan desain GUI.

MATLAB adalah program komputer yang membantu memecahkan berbagai masalah matematika yang sering ditemui di bidang teknis. MATLAB umumnya digunakan untuk penelitian, pengembangan sistem, dan desain sistem. Tidak seperti bahasa pemrograman lainnya, MATLAB merupakan bahasa pemrograman tertutup.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini akan digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang teridentifikasi, kemudian menganalisis masalah tersebut, dan pada akhirnya mencari solusi dari masalah tersebut. Bagian ini membahas tentang rencana penyidikan dan pemeriksaan. Pemeriksaan diakhiri dengan menemukan dan memutuskan beberapa kebutuhan, misalnya input, kapasitas yang dibutuhkan dan hasil dari program yang dirangkai.

3.1 Waktu Dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan November 2019 – maret 2020

Table 3.1 Waktu Dan Jadwal Penelitian

No	Waktu	Jadwal Penelitian				
		November	Desember	Januari	Februari	Maret
1	Perencanaan					
2	Pengumpulan data					
3	Analisis dan perancangan sistem					
4	Pengujian sistem					

3.2 Bahan Dan Alat Penelitian

Bahan yang penulis gunakan adalah gambar dengan kedalaman 8 bit dalam format .jpg dengan ukuran maksimal 800x800 piksel, dan alat yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang telah penulis tentukan.

3.2.1 Perangkat Keras

Adapun yang digunakan instrumen perangkat keras dalam penelitian ini adalah personal komputer dengan spesifikasi berikut :

1. Intel Core i3 7020 2,3 GHz
2. Ram 4 GB
3. HDD 1 TB

3.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk membantu membangun sistem penelitian ini adalah

1. Sistem Operasi Windows 10
2. Matlab 2017

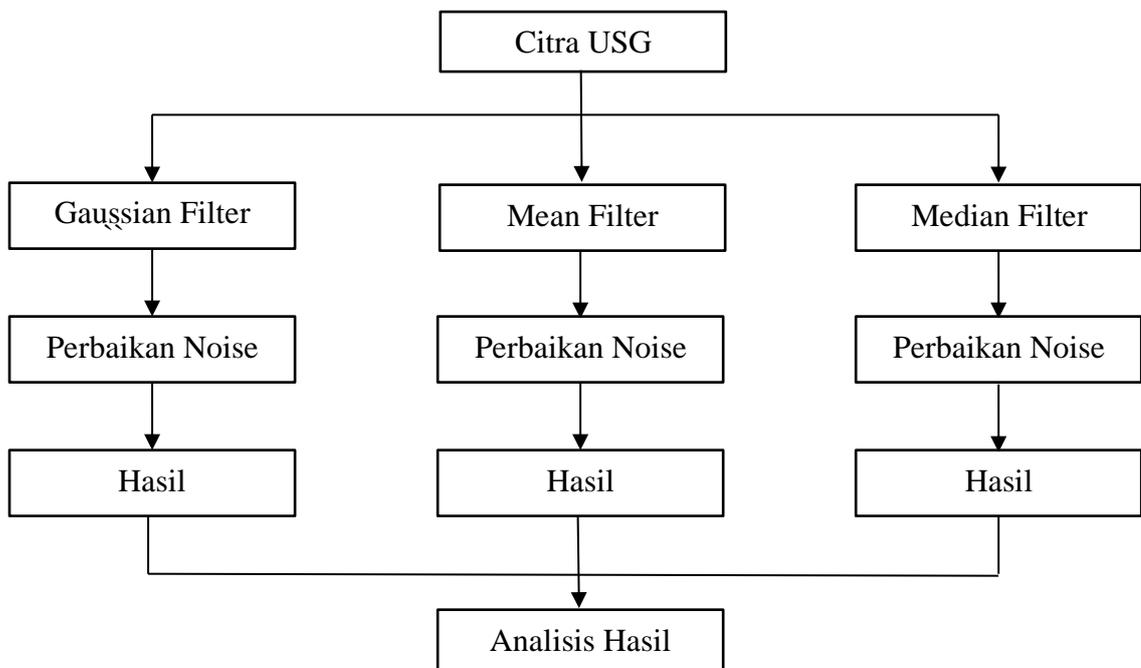
3.3 Cara Kerja

3.3.1 Perencanaan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada metode Gaussian filter, mean filter dan median filter untuk mengurangi noise pada gambar USG, maka rencana yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *flowchart* mengurangi *noise* dengan *Gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter*.
2. Perancangan antarmuka

Untuk mengetahui perbandingan antara metode Gaussian filter, filter mean dan median filter pada pengurangan noise citra USG, bisa dilihat dari global block diagram sistem ini sebagai berikut:



Gambar 3.1 Blok Diagram Global

Citra USG merupakan citra atau objek utama yang akan diperbaiki. Perbaikan yang dimaksud disini adalah perbaikan gangguan noise pada citra USG. Setelah citra ultrasound tersedia dan jika terdapat gangguan reduksi noise maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan. Disini terdapat tiga pilihan metode filter yaitu : Gaussian filter, Mean filter dan Median filter. Setelah dilakukan penyaringan citra USG dengan masing-masing metode yang digunakan yang kemudian dijadikan sebagai data yang akan dibandingkan.

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Prosedur pemilihan informasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mencari informasi dan pengetahuan yang bersumber dari buku-buku kepustakaan, jurnal dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian khususnya pada filter Gaussian, mean dan median.
2. Pengambilan informasi diselesaikan dengan mengambil contoh dari 5 gambar dalam desain .jpg dengan ukuran paling ekstrim 800x800 piksel.

3.3.3 Analisis kebutuhan

Sebelum masuk ke tahap perencanaan, yang dilakukan adalah membedah kebutuhan. Penyelidikan ini diharapkan dapat mengetahui jenis pemrograman apa yang akan dibuat. Pemeriksaan kebutuhan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.3.1 Metode Analisis

Dalam analisa masalah dibutuhkan metode apa yang akan dipakai dalam menganalisis masalah dalam penelitian. berikut teknik yang dipakai dalam penelitian ini :

1. Metode Deskriptif

Pada metode ini penelitian yang digunakan untuk menemukan pengetahuan yang seluas-luasnya terhadap objek penelitian pada suatu permasalahan tertentu. Dalam hal ini data yang dikumpulkan, disusun, dikelompokkan,

dianalisa sehingga diperoleh beberapa gambaran yang jelas pada masalah penelitian tersebut.

2. Metode Komperatif

Pada metode ini menganalisis dengan cara membandingkan persamaan dan perbedaan ketiga metode *filter* tersebut berdasarkan kerangka pemikiran tertentu. Dalam hal ini juga dilakukan analisa perbandingan antara hipotesis dan praktik juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang masuk akal tentang kemiripan dan kontras antara keduanya.

3.3.3.2 Analisis Sistem

Dari informasi yang diperoleh setelah pemeriksaan penelitian, kebutuhan sistem yaitu *input*, proses dan *output*. Kebutuhan sistem dalam penelitian ini adalah

1. Citra

Citra yang digunakan adalah citra USG yang bernoise. Data citra yang diinputkan hanya menggunakan citra 8 bit dengan ukuran citra 800 x800 piksel dan dengan format JPG.

2. Kernel

Sistem menggunakan kernel 3x3 dengan sigma 1 untuk metode Gaussian.

3. Algoritma

Algoritma yang diimplementasikan dalam penelitian ini adalah *Gaussian filter*, *mean filter* dan *median filter* untuk mereduksi citra digital. MSE dan PSNR digunakan untuk parameter pada metode *filter* tersebut.

3.3.3.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak untuk merancang sistem yang akan dibuat, menguji kinerja sistem, dan mengimplementasikan sistem yang akan dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman. Produk yang akan digunakan dalam pengujian ini adalah Working Framework Windows 2010, MATLAB 2017.

3.3.3.4 Kebutuhan Perangkat Keras

Prasyarat peralatan digunakan untuk membantu penyajian framework yang akan dibuat. Perangkat yang digunakan adalah PC dengan prosesor Intel Center i3, Smash 4 GB dan penyimpanan data 1 TB.

3.3.4 Perancangan

Berdasarkan analisis metode Gaussian mean dan median filtering untuk mereduksi noise citra, penulis merancang sebagai berikut.

1. Merancang diagram alir reduksi noise menggunakan metode Gaussian mean dan median filtering.
2. Desain antarmuka

3.3.5 Pengujian

Tahap ini memeriksa peralatan yang dirancang dan dalam hal ini menentukan seberapa baik ketiga metode tersebut mengurangi noise pada gambar USG. Diuji pada gambar skala abu-abu dalam format JPG. Selama penyaringan, satu kernel, 3x3, digunakan. Gambar yang difilter akan disimpan dalam format JPG.

3.3.6 Penerapan / Penggunaan

Penggunaan sistem ini dimulai dengan input citra. Langkah selanjutnya adalah penyaringan untuk menghilangkan noise, yang dapat dilakukan dengan menggunakan tombol "Filter" pada sistem. Selain itu, sistem akan menggunakan Gaussian filtering, mean filtering dan median filtering untuk reduksi noise. Hasil dari filter yang lebih baik yang mengurangi noise pada gambar usg kemudian dapat dilihat. Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah menggunakan Gaussian filtering, mean filtering dan median filtering untuk mereduksi citra usg.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Pada penelitian ini, pembahasan terdiri dari analisis data, representasi data proses penyisipan data citra ronsen yang memiliki noise, kemudian dilakukan perbandingan metode filter *gaussian*, *mean* dan *median*. Perbandingan dilakukan dengan menghitung nilai MSE dan PNSR citra hasil reduksi *noise*.

4.1.1 Analisis Data

Sebelum dilakukanya proses perhitungan manual dalam membandingkan metode filter *gaussian*, *mean* dan *median*, terlebih dahulu menentukan data citra yang akan direduksi noisenya. Adapun citra yang akan direduksi adalah sebuah citra Ultrasonography dengan sampel citra seperti berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Gambar 4.1 Sampel Citra 5 x 5

Berdasarkan pada gambar 4.1, diambil nilai matrik citra ultrasonography sebanyak 5x5 pixel yang digunakan sebagai contoh perhitungan manual metode filtering. Nilai matrik pixel ultrasonography didapatkan dari aplikasi matlab. Adapun nilai pixel sampel ultrasonography 5x5 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Nilai Pixel Citra Ultrasonography 5x5

X,y	0	1	2	3	4
0	3	76	244	215	224
1	3	76	243	213	220
2	3	76	242	212	220
3	2	75	241	211	218
4	2	74	239	209	217

Nilai pada tabel di atas, akan diproses dengan metode filtering *gaussian*, *mean* dan *median* dengan kernel 3x3.

4.1.2 Penerapan Metode

Setelah didapatkan nilai pixel citra sampel 5x5, kemudian dilakukan filtering citra dengan metode *gaussian*, *mean* dan *median*. Tahap pertama adalah melakukan filtering nilai pixel asli dengan metode *gaussian*, kemudian mencari nilai MSE dan PNSR. Tahap kedua adalah melakukan filtering nilai pixel asli dengan metode *mean*, kemudian mencari nilai MSE dan PNSR. Tahap ketiga adalah melakukan filtering nilai pixel asli dengan metode *median*, kemudian mencari nilai MSE dan PNSR. Kemudian membanding hasil MSE dan PNSR setiap citra hasil reduksi noise.

1. Penerapan Metode Filter *Gaussian*

Langkah awal adalah menentukan nilai citra asli noise yang telah didapatkan seperti pada tabel di bawah :

Tabel 4.2 Nilai Pixel Citra Ultrasonography 5x5 Proses Gaussian

X,y	0	1	2	3	4
0	3	76	244	215	224
1	3	76	243	213	220
2	3	76	242	212	220
3	2	75	241	211	218
4	2	74	239	209	217

Langkah selanjutnya adalah menentukan matrik kernel gaussian. Pada analisis ini matrik kernel gaussian yang digunakan adalah matriks kernel 3x3 dengan sigma 1 sehingga matriks kernel gaussian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Nilai Kernel 3x3 Gaussian

1	2	1
2	4	2
1	2	1

Selanjutnya adalah melakukan reduksi noise dengan perkalian matrik citra 5x5 asli dan matriks kernel 3x3 gaussian dengan rumus gaussian sebagai berikut:

$$Pixel B(i, j) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{p=0}^{N-1} \left(\sum_{q=0}^{M-1} G(p, q) \cdot PixelA \left(i + p - \frac{(N-1)}{2}, j + q - \frac{(M-1)}{2} \right) \right)$$

Berdasarkan pada rumus di atas, dapat dijelaskan bahwa:

K = Total jumlah kernel gaussian

p, g = kordinat citra kernel gaussian

i, j = koordinat citra asli

N = Jumlah kolom matrik kernel gaussian

M = Jumlah baris matrik kernel gaussian

Proses gaussian dilakukan pada citra bagian dalam tanpa merubah nilai citra bagian luar. Berikut adalah proses gaussian pertama pada citra 5x5 :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(3 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(244 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(3 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(243 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(3 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 60,8$$

Berdasarkan pada proses pertama, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8			220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai kedua gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(76 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(244 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(215 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(243 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(213 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 100,3$$

Berdasarkan pada proses kedua, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3		220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai ketiga gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(244 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(215 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(224 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(243 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(213 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(220 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(220 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 127,5$$

Berdasarkan pada proses ketiga, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai keempat gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(3 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(243 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(3 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(2 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(75 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 60,5$$

Berdasarkan pada proses keempat, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5			220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai kelima gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(76 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(243 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(213 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(75 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(211 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 99,8$$

Berdasarkan pada proses kelima, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8		220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai keenam gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(243 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(213 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(220 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(220 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(211 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(218 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 126,7$$

Berdasarkan pada proses keenam, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8	126,7	220
2				218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai ketujuh gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(3 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(76 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(2 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(75 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(2 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(74 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(239 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 60,1$$

Berdasarkan pada proses ketujuh, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8	126,7	220
2	60,1			218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai kedelapan gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(76 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(242 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(75 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(211 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(74 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(239 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(209 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 99,1$$

Berdasarkan pada proses kedelapan, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8	126,7	220
2	60,1	99,1		218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah mencari nilai kesembilan gaussian sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\frac{1}{16} \left(\left(242 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(212 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(220 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(241 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(211 + 4 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(218 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(239 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(209 + 2 - \frac{(3-1)}{2} \right) + \left(217 + 1 - \frac{(3-1)}{2} \right) \right) = 126$$

Berdasarkan pada proses kedelapan, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8	126,7	220
2	60,1	99,1	126	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada proses kesembilan, didapatkan nilai pixel citra baru gaussian keseluruhan. Sehingga citra ultrasonography mengalami perubahan nilai pixel dengan reduksi noise yang ada.

Tabel 4.4 Nilai Pixel Citra Ultrasonography Gaussian 5x5

3	76	244	215	224
3	60,8	100,3	127,5	220
3	60,5	99,8	126,7	220
2	60,1	99,1	126	218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE dan PNSR. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{MSE} = & (3 - 3)^2 + (76 - 76)^2 + (244 - 244)^2 + (215 - 215)^2 + (224 - \\ & 224)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 60,8)^2 + (243 - 100,3)^2 + (213 - 127,5)^2 + \\ & (220 - 220)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 60,5)^2 + (242 - 99,6)^2 + (212 - \\ & 126,7)^2 + (220 - 220)^2 + (2 - 2)^2 + (75 - 60,1)^2 + (241 - 99,1)^2 + \\ & (211 - 126)^2 + (218 - 218)^2 + (2 - 2)^2 + (74 - 74)^2 + (239 - 239)^2 + \\ & (209 - 209)^2 + (217 - 217)^2 / 25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} = & (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 231 + 20363,3 + 7310,3 + 0 + 0 + 240,3 + \\ & 20220,8 + 7276,1 + 0 + 0 + 222 + 20135,6 + 7225 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + \\ & 0) / 25 = 3328,975 \end{aligned}$$

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{244}{\sqrt{3328,975}} \right) = 10 \times 4,229 = 42,29$$

Berdasarkan dari proses perhitungan di atas, didapatkan nilai MSE = 3328,975 dan PSNR = 42,29 untuk proses filter gaussian.

2. Penerapan Metode Filter *Mean*

Metode filter mean adalah metode reduksi citra dengan melakukan pencarian nilai rata-rata dari matrik kernel kemudian mendapatkan nilai baru. Adapun citra awal yang digunakan masih sama nilainya seperti pada tabel 4.1 yaitu citra ultrasonography dengan 5x5 pixel. Berikut adalah proses pertama metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$\text{mean} = \frac{3 + 76 + 244 + 3 + 76 + 243 + 3 + 76 + 242}{9} = 107,3$$

Berdasarkan pada proses pertama, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3			220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses kedua metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{76 + 244 + 215 + 76 + 243 + 213 + 76 + 242 + 212}{9} = 177,4$$

Berdasarkan pada proses kedua, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4		220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses ketiga metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{244 + 215 + 224 + 243 + 213 + 220 + 242 + 212 + 220}{9} = 225,9$$

Berdasarkan pada proses ketiga, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses keempat metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{3 + 76 + 243 + 3 + 76 + 242 + 2 + 75 + 241}{9} = 106,8$$

Berdasarkan pada proses keempat, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8			220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses kelima metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{76 + 243 + 213 + 76 + 242 + 212 + 75 + 241 + 211}{9} = 176,6$$

Berdasarkan pada proses kelima, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6		220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses keenam metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{243 + 213 + 220 + 242 + 212 + 220 + 241 + 211 + 218}{9} = 224,4$$

Berdasarkan pada proses keenam, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6	224,4	220
2				218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses ketujuh metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{3 + 76 + 242 + 2 + 75 + 241 + 2 + 74 + 239}{9} = 106$$

Berdasarkan pada proses ketujuh, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6	224,4	220
2	106			218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses kedelapan metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{76 + 242 + 212 + 75 + 241 + 211 + 74 + 239 + 209}{9} = 175,4$$

Berdasarkan pada proses kedelapan, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6	224,4	220
2	106	175,4		218
2	74	239	209	217

Berikut adalah proses kesembilan metode filter *mean* :

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

$$mean = \frac{242 + 212 + 220 + 241 + 211 + 218 + 239 + 209 + 217}{9} = 223,2$$

Berdasarkan pada proses kesembilan, didapatkan nilai pixel citra baru *mean* yang mengisi bagian dalam citra sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6	224,4	220
2	106	175,4	223,2	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada proses kesembilan, didapatkan nilai pixel citra baru filter *mean* keseluruhan. Sehingga citra ultrasonography mengalami perubahan nilai pixel dengan reduksi noise yang ada.

Tabel 4.5 Nilai Pixel Citra Ultrasonography Mean 5x5

3	76	244	215	224
3	107,3	177,4	255,9	220
3	106,8	176,6	224,4	220
2	106	175,4	223,2	218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE dan PNSR. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} MSE = & (3 - 3)^2 + (76 - 76)^2 + (244 - 244)^2 + (215 - 215)^2 + (224 - \\ & 224)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 107,3)^2 + (243 - 177,4)^2 + (213 - 225,9)^2 + \\ & (220 - 220)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 106,8)^2 + (242 - 176,6)^2 + (212 - \\ & 224,4)^2 + (220 - 220)^2 + (2 - 2)^2 + (75 - 106)^2 + (241 - 175,4)^2 + \\ & (211 - 223,2)^2 + (218 - 218)^2 + (2 - 2)^2 + (74 - 74)^2 + (239 - 239)^2 + \\ & (209 - 209)^2 + (217 - 217)^2 / 25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MSE = & (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 979,7 + 4303,4 + 166,4 + 0 + 0 + 948,6 + \\ & 4277,2 + 153,8 + 0 + 0 + 961 + 4303,4 + 148,9 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / \\ & 25 = 649,689 \end{aligned}$$

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{244}{\sqrt{649,689}} \right) = 10 \times 9,573 = 95,73$$

Berdasarkan dari proses perhitungan di atas, didapatkan nilai MSE = 649,689 dan PSNR = 95,73 untuk proses filter *mean*.

3. Penerapan Metode Filter *Median*

Metode filter *median* adalah metode yang menghilangkan noise pada citra dengan cara mengurutkan citra kernel dari paling kecil hingga terbesar, kemudian mengambil nilai tengah citra hasil pengurutan yang kemudian ditukar pada citra kernel. Adapun proses filter *median* dengan citra asli ultrasonography dengan pixel 5x5 berdasarkan nilai tabel 4.1 sebagai berikut:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
3	3	3	76	76	76	242	243	244

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 76. Posisi indek k-4 (76) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76			220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel kedua:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
76	76	76	212	213	215	242	243	244

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 213. Posisi indek k-4 (213) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213		220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel ketiga:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
212	213	215	220	220	224	242	243	244

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 220. Posisi indek k-4 (220) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga

menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3				220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel keempat:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
2	3	3	75	76	76	242	243	244

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 76. Posisi indek k-4 (76) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76			220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel kelima:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
75	76	76	211	212	213	241	242	243

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 212. Posisi indek k-4 (212) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212		220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel keenam:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
211	212	213	218	220	220	241	242	243

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 220. Posisi indek k-4 (220) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212	220	220
2				218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel ketujuh:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
2	2	3	74	75	76	239	241	242

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 75. Posisi indek k-4 (75) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212	220	220
2	75			218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel kedelapan:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
74	75	76	209	211	212	239	241	242

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 211. Posisi indek k-4 (211) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212	220	220
2	75	211		218
2	74	239	209	217

Berikutnya adalah melakukan median pada kernel kesembilan:

3	76	244	215	224
3	76	243	213	220
3	76	242	212	220
2	75	241	211	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada matrik di atas, kemudian nilai matrik kernel 3x3 yang dipilih diurutkan dari terendah hingga tertinggi seperti berikut :

Nilai Citra								
In-0	In-1	In-2	In-3	In-4	In-5	In-6	In-7	In-8
209	211	212	217	217	220	239	241	242

Berdasarkan dari nilai yang telah diurutkan tersebut kemudian ditentukan nilai tengahnya, yaitu indeks ke-4 yang bernilai 217. Posisi indek k-4 (217) tersebut ditukar dengan posisi nilai tengah citra asli berdasarkan seleksi kernel, sehingga menghasilkan nilai citra dengan susunan baru dari hasil proses filter *median* sebagai berikut :

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212	220	220
2	75	211	217	218
2	74	239	209	217

Berdasarkan pada proses kesembilan, didapatkan nilai pixel citra baru filter *median* keseluruhan. Sehingga citra ultrasonography mengalami perubahan nilai pixel dengan reduksi noise yang ada.

Tabel 4.6 Nilai Pixel Citra Ultrasonography Median 5x5

3	76	244	215	224
3	76	213	220	220
3	76	212	220	220
2	75	211	217	218
2	74	239	209	217

Selanjutnya adalah menghitung nilai MSE dan PNSR. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut :

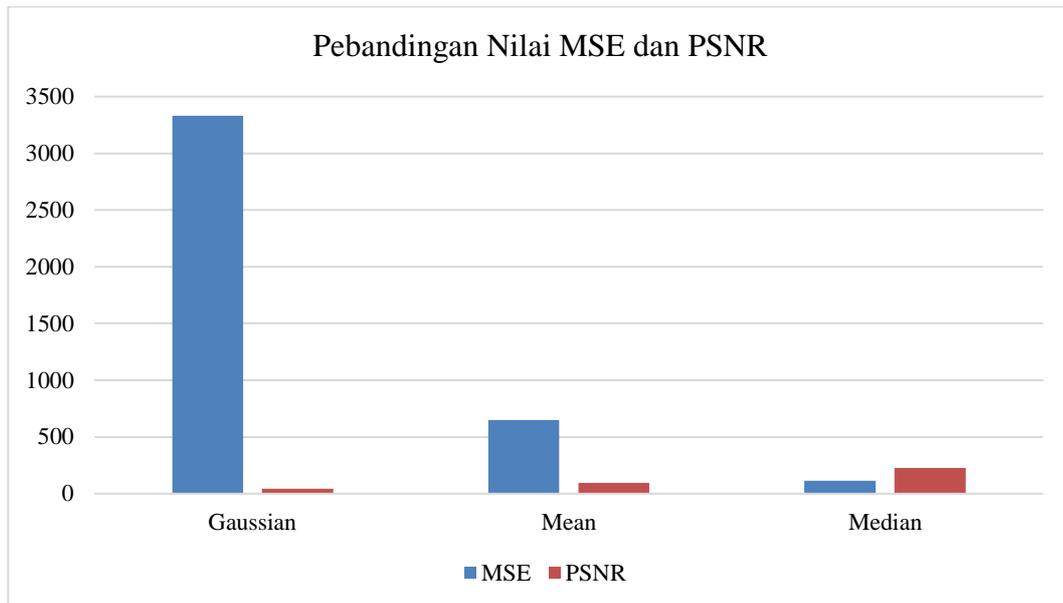
$$\text{MSE} = (3 - 3)^2 + (76 - 76)^2 + (244 - 244)^2 + (215 - 215)^2 + (224 - 224)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 76)^2 + (243 - 213)^2 + (213 - 220)^2 + (220 - 220)^2 + (3 - 3)^2 + (76 - 76)^2 + (242 - 212)^2 + (212 - 220)^2 + (220 - 220)^2 + (2 - 2)^2 + (75 - 75)^2 + (241 - 211)^2 + (211 - 217)^2 + (218 - 218)^2 + (2 - 2)^2 + (74 - 74)^2 + (239 - 239)^2 + (209 - 209)^2 + (217 - 217)^2 / 25$$

$$\text{MSE} = (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 900 + 49 + 0 + 0 + 0 + 900 + 64 + 0 + 0 + 0 + 900 + 36 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 25 = 113,96$$

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{244}{\sqrt{113,96}} \right) = 10 \times 22,857 = 228,57$$

Berdasarkan dari proses perhitungan di atas, didapatkan nilai MSE = 113,96 dan PSNR = 228,57 untuk proses filter *median*.

Berdasarkan dari proses perhitungan manual dalam membandingkan metode filter *gaussian*, *mean* dan *median* untuk reduksi *noise* citra ultrasonography, didapati hasil perbandingan nilai MSE dan PSNR sebagai berikut :



Gambar 4.2 Pebandingan Nilai MSE dan PSNR Citra Hasil Reduksi Noise

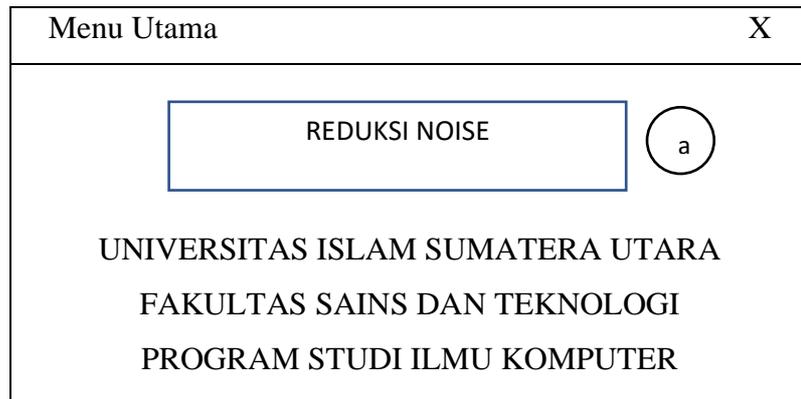
Berdasarkan pada gambar di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa metode *median* memiliki tingkat reduksi *noise* yang lebih baik pada proses reduksi citra ultrasonogprahy 5x5. Hal ini ditandai dengan lebih tingginya nilai PSNR dari citra hasil reduksi noise menggunakan metode *median* filter.

4.1.3 Perancangan Sistem

Sebelum diimplementasi ke dalam sebuah program aplikasi, terlebih dahulu merancang sistem peningkatan kualitas citra ultrasonography bernoise dengan perbandingan metode filter *gaussian*, *mean* dan *median*. Adapun perancangan sistem terdiri dari rancangan menu utama dan rancangan menu reduksi noise. Adapun keseluruhan rancangan *interface* sistem adalah sebagai berikut:

1. Rancangan Menu Utama

Menu utama adalah sebuah menu yang akan tampil ketika pertama kali program dijalankan. Adapun menu utama juga sebagai navigasi untuk kemenu-menu yang lain. Berikut adalah rancangan menu utama dapat dilihat pada gambar di bawah:



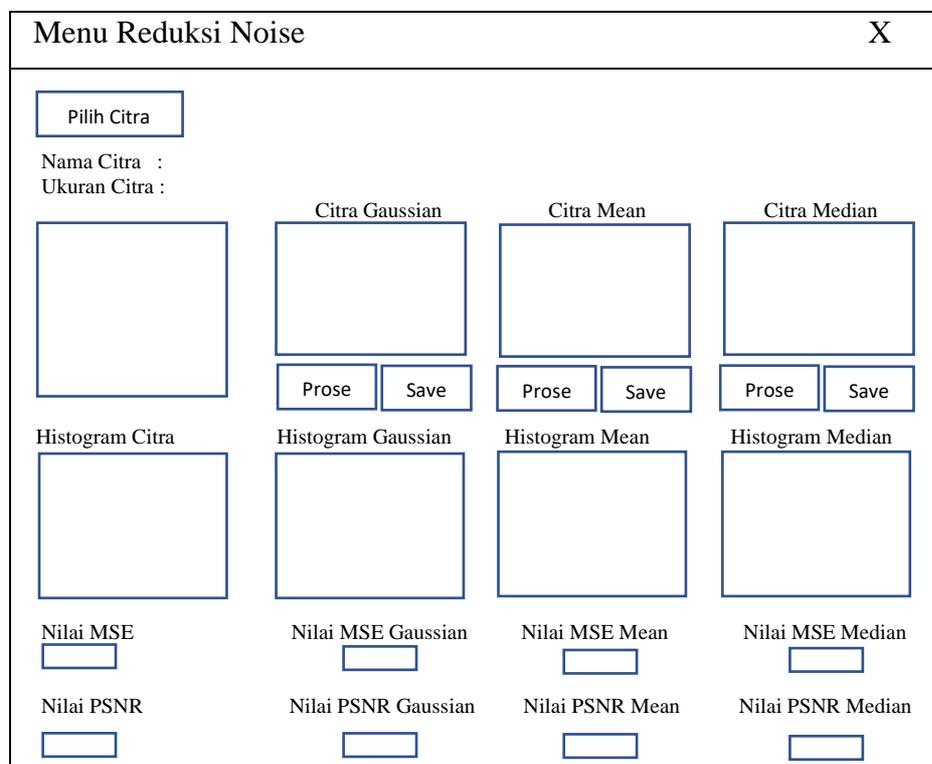
Gambar 4.3 Rancangan Menu Utama

Berdasarkan pada gambar di atas, adapun dapat diberi keterangan sebagai berikut:

- a. *Button* yang berfungsi untuk menampilkan menu reduksi citra ultrasonography dengan metode *gaussian*, *mean* dan *median*.

2. Rancangan Menu Reduksi Noise

Menu reduksi noise adalah sebuah menu yang akan tampil ketika pengguna akan melakukan peningkatan kualitas citra ultrasonography dengan perbandingan metode filter *gaussian*, *mean* dan *median*. Adapun Berikut adalah rancangan reduksi noise dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 4.4 Rancangan Reduksi Noise

Berdasarkan pada gambar di atas, dapat diberi keterangan sebagai berikut:

- a. *Button* yang berfungsi untuk memilih dan mencari citra ultrasonography.
- b. *Statictext* yang berfungsi menampilkan nama citra ultrasonography yang dipilih.
- c. *Statictext* yang berfungsi menampilkan ukuran citra ultrasonography yang dipilih.
- d. *Axes* yang berfungsi menampung data citra ultrasonography yang telah dipilih.
- e. *Axes* yang berfungsi menampung data citra ultrasonography hasil reduksi *noise gaussian*.
- f. *Axes* yang berfungsi menampung data citra ultrasonography hasil reduksi *noise mean*.
- g. *Axes* yang berfungsi menampung data citra ultrasonography hasil reduksi *noise median*.
- h. *Button* yang berfungsi untuk memproses reduksi noise citra ultrasonography menggunakan metode *gaussian*.
- i. *Button* yang berfungsi untuk menyimpan hasil citra reduksi noise metode *gaussian*.
- j. *Button* yang berfungsi untuk memproses reduksi noise citra ultrasonography menggunakan metode *mean*.
- k. *Button* yang berfungsi untuk menyimpan hasil citra reduksi noise metode *mean*.
- l. *Button* yang berfungsi untuk memproses reduksi noise citra ultrasonography menggunakan metode *median*.
- m. *Button* yang berfungsi untuk menyimpan hasil citra reduksi noise metode *median*.
- n. *Axes* yang berfungsi menampung data histogram citra ultrasonography.
- o. *Axes* yang berfungsi menampung data histogram ultrasonography hasil reduksi *noise gaussian*.
- p. *Axes* yang berfungsi menampung data histogram ultrasonography hasil reduksi *noise mean*.

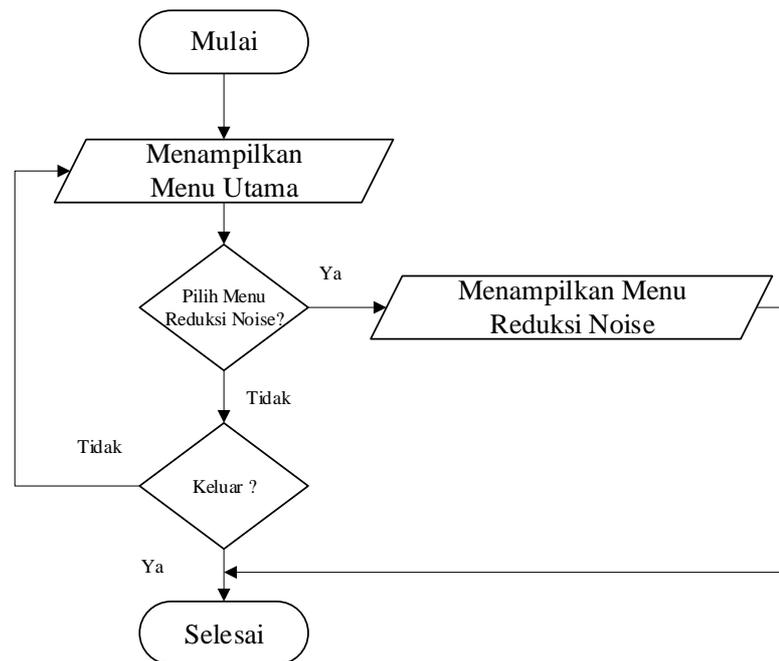
- q. *Axes* yang berfungsi menampung data histogram ultrasonography hasil reduksi *noise median*.
- r. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai MSE citra ultrasonography.
- s. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai PSNR citra ultrasonography.
- t. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai MSE citra ultrasonography hasil reduksi noise *gaussian*.
- u. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai PSNR citra ultrasonography hasil reduksi noise *gaussian*.
- v. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai MSE citra ultrasonography hasil reduksi noise *mean*.
- w. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai PSNR citra ultrasonography hasil reduksi noise *mean*.
- x. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai MSE citra ultrasonography hasil reduksi noise *median*.
- y. *EditText* yang berfungsi menampilkan informasi nilai PSNR citra ultrasonography hasil reduksi noise *median*.

4.1.4 Flowchart Sistem

Flowchart sistem berfungsi untuk menunjukkan alur proses dari sistem yang akan dibangun. Adapun *flowchart* sistem dibagi menjadi empat bagian, yaitu *flowchart* menu utama, *flowchart* reduksi *noise*, *flowchart* tentang aplikasi dan *flowchart* tentang penulis. Berikut adalah keseluruhan dari *flowchart* sistem yang akan dibangun:

1. *Flowchart* Menu Utama

Flowchart menu utama adalah gambar alur proses ketika pengguna berada pada menu utama. Berikut adalah rancangan dari *flowchart* menu utama:

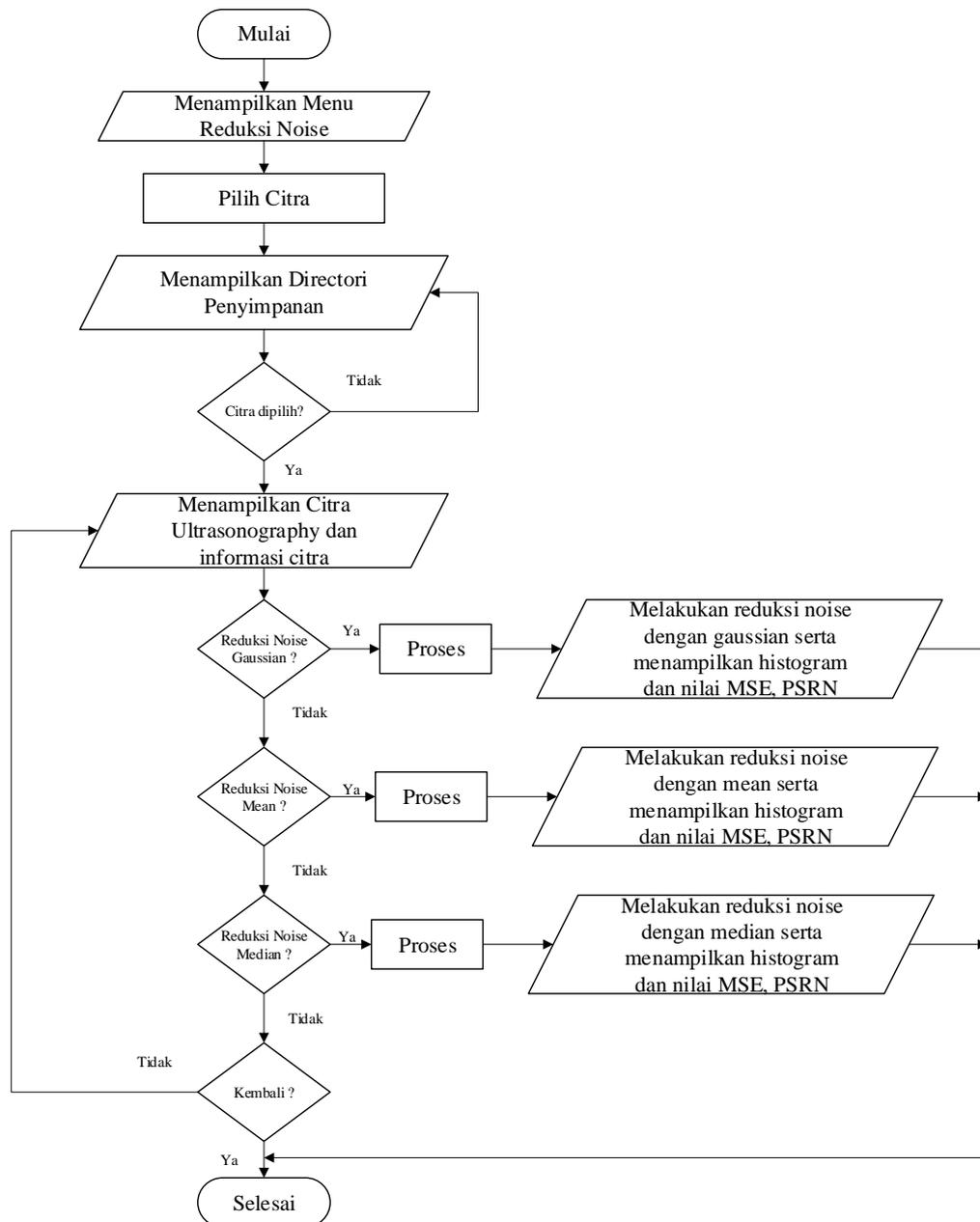


Gambar 4.5 *Flowchart* Menu Utama

Berdasarkan pada gambar *flowchart* menu utama, dapat dijelaskan bahwa langkah awal ketika pengguna yang membuka aplikasi dihadapkan dengan 3 menu yaitu menu reduksi *noise* yang digunakan untuk memproses peningkatan citra dan perbandingan metode gaussian, mean dan median, menu tentang aplikasi yang digunakan untuk melihat informasi aplikasi serta menu tentang penulis yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang penulis skripsi ini.

2. *Flowchart* Reduksi Noise

Flowchart reduksi *noise* adalah gambar alur proses ketika pengguna melakukan peningkatan citra. Berikut adalah rancangan dari *flowchart* reduksi noise:



Gambar 4.6 Flowchart Reduksi Citra

Berdasarkan pada gambar *flowchart* citra reduksi citra, dapat dijelaskan bahwa langkah awal pengguna melakukan pemilihan citra ultrasonography yang memiliki *noise*, kemudian diproses perbandingan reduksi *noise* yang dimulai menggunakan metode *gussian*, kemudian *mean* dan metode *median*, sehingga didapatkan nilai MSE dan PSNR sebagai perbandingan kualitas reduksi *noise* terbaik.

4.2 Implementasi Sistem Aplikasi

Berdasarkan dari proses tahapan hitungan manual dan rancangan program aplikasi, selanjutnya adalah melakukan tahapan pengujian sistem aplikasi yang telah dibangun menggunakan program Matlab. Berikut adalah tampilan program yang telah dibangun :

1. Tampilan Program Menu Utama

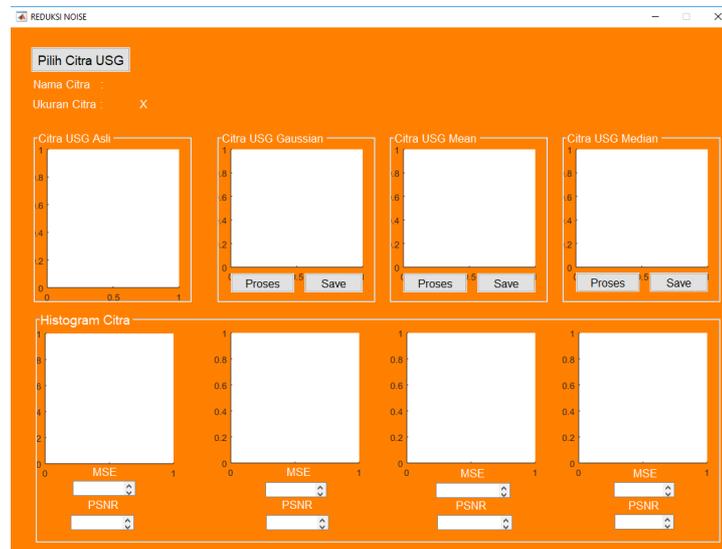
Adapun tampilan program menu utama yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Gambar 4.7 Tampilan Menu Utama

2. Tampilan Program Menu Reduksi Noise

Adapun tampilan program menu reduksi noise yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Gambar 4.8 Tampilan Menu Reduksi Noise

4.2.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan adalah mencoba membanding hasil reduksi noise citra USG berdasarkan metode filter gaussian, mean dan median. Data yang digunakan adalah 10 citra yang memiliki tingkat *noise* berbeda-beda.

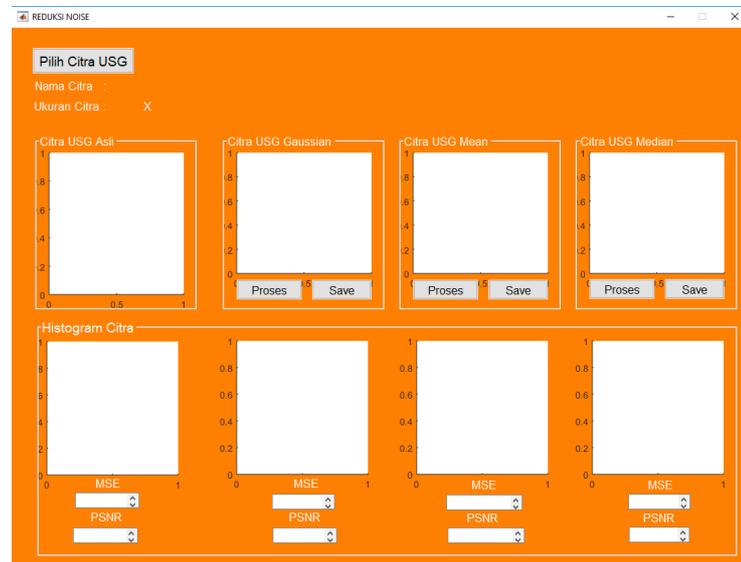
Tabel 4.7 Citra USG

No	Nama Citra	Tingkat Noise	Ukuran
1	USG10%	10%	500x351
2	USG20%	20%	341x301
3	USG30%	30%	400x300
4	USG40%	40%	400x281
5	USG60%	60%	800x602
6	Sampel6	60%	465x702
7	Sampel7	60%	194x280
8	Sampel8	60%	465x700
9	Sampel9	60%	525x750
10	Sampel10	60%	500x750

Berdasarkan pada tabel di atas, berikut adalah proses pengujian metode filter gaussian, mean dan median dalam meningkatkan kualitas citra USG noise pada sistem aplikasi yang telah dibangun :

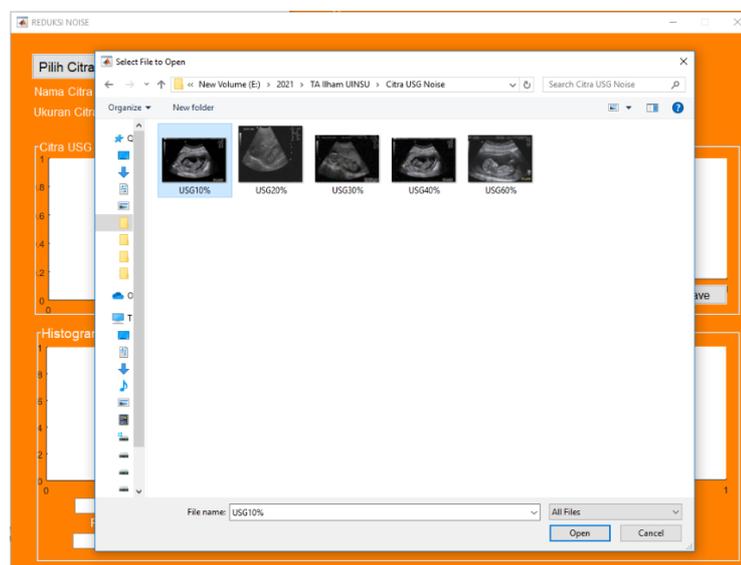
1. Proses Data 1

Adapun tahapannya adalah sebagai berikut :



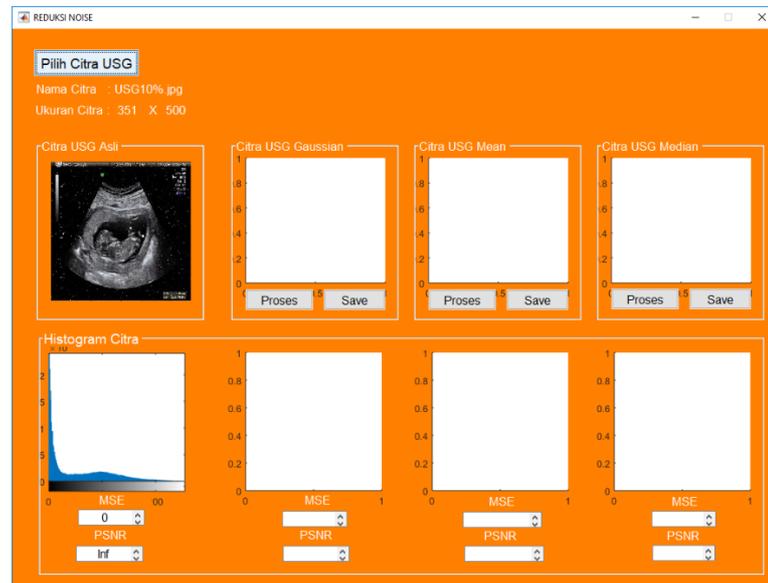
Gambar 4.9 Proses Pemilihan Citra USG

Berdasarkan pada gambar di atas, pemilihan citra USG dapat dilakukan dengan menekan *button* “Pilih Citra USG” sehingga menampilkan menu direktori pencarian citra USG seperti pada gambar di bawah ini:



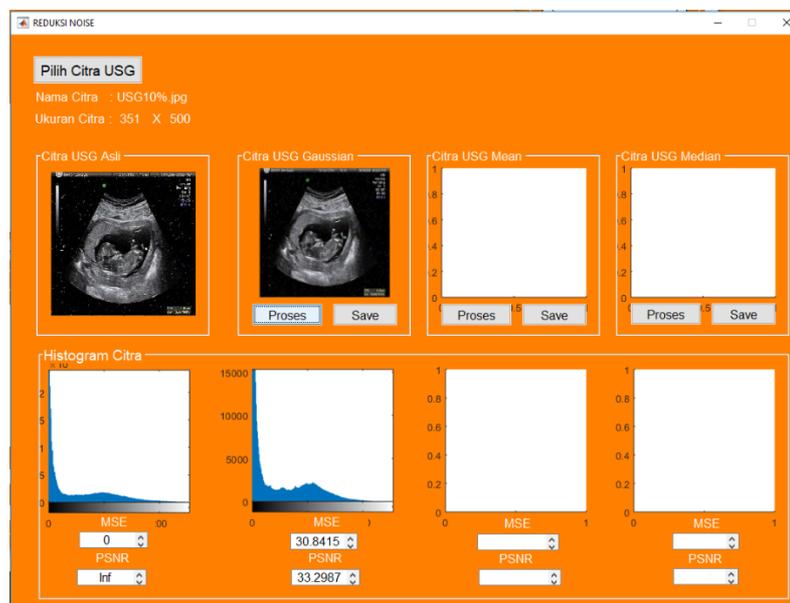
Gambar 4.10 Memilihan Citra USG

Berdasarkan pada gambar di atas, citra yang dipilih adalah USG10% kemudian pilih *button open* untuk menampilkannya kedalam aplikasi, sehingga menghasilkan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.11 Informasi Citra USG10%

Berdasarkan pada gambar di atas, ketika telah dipilih, sistem akan menampilkan informasi citra seperti nama citra, ukuran citra, bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Selanjutnya untuk memulai proses reduksi citra dengan menggunakan metode *gaussian* dengan menekan *button* proses pada panel *gaussian*, sehingga menghasilkan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.12 Informasi Citra USG10% Reduksi *Noise Gaussian*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan

PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah 30.84 sedangkan nilai PSNR adalah 33.29 untuk reduksi citra USG *noise* 10% menggunakan metode *gaussian*. Selanjutnya dilakukan reduksi *noise* dengan metode *mean* menggunakan citra USG *noise* 10% dengan hasil seperti berikut :



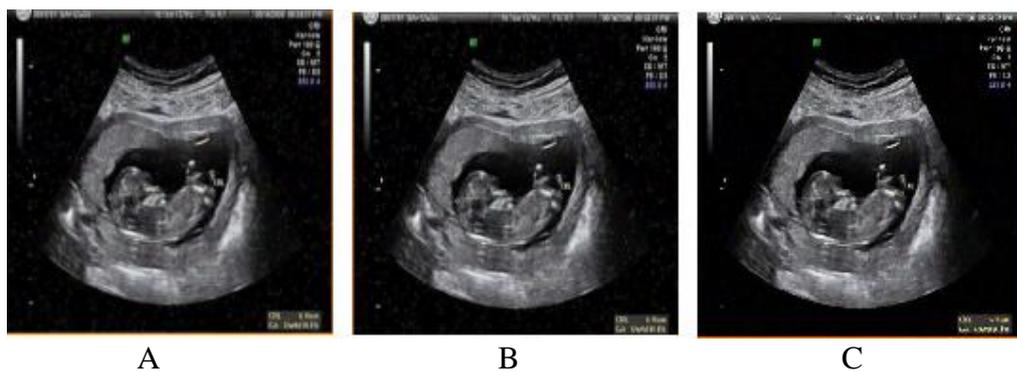
Gambar 4.13 Informasi Citra USG10% Reduksi *Noise Mean*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *mean* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah 32.31 sedangkan nilai PSNR adalah 33.10 untuk reduksi citra USG *noise* 10% menggunakan metode *mean*. Selanjutnya dilakukan reduksi *noise* dengan metode *median* menggunakan citra USG *noise* 10% dengan hasil seperti berikut :



Gambar 4.14 Informasi Citra USG10% Reduksi *Noise Median*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah 28.04 sedangkan nilai PSNR adalah 36.82 untuk reduksi citra USG *noise* 10% menggunakan metode *median*. Sehingga hasil keseluruhan reduksi *noise* citra USG *noise* 10% seperti berikut:



Gambar 4.15 Hasil Pebandingan Reduksi Noise Citra USG 10%

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik. Akan tetapi secara nilai PSNR, citra hasil reduksi *gaussian* lebih baik.

2. Proses Data 2

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 20% sebagai berikut :



Gambar 4.16 Citra USG 20% Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

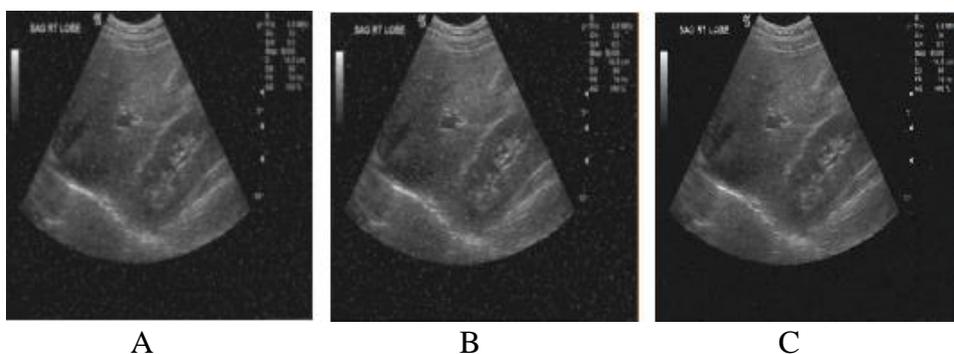
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 25.11, PSNR = 34.16

Mean = MSE = 28.40, PSNR = 33.63

Median = MSE = 24.36, PSNR = 37.30

Sehingga hasil keseluruhan reduksi *noise* citra USG *noise* 20% seperti berikut:



Gambar 4.17 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 20%

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

3. Proses Data 3

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 30% sebagai berikut :



Gambar 4.18 Citra USG 30% Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

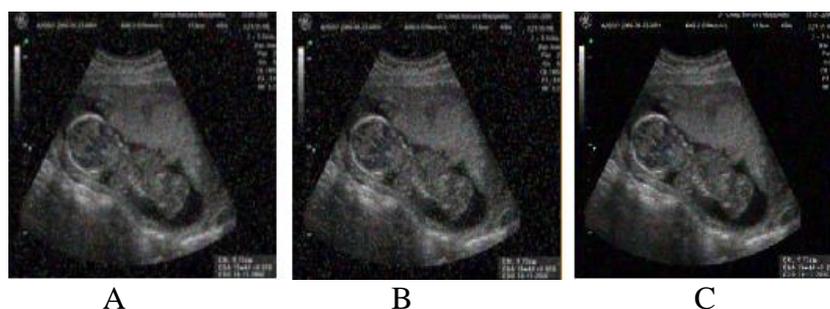
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 41.79, PSNR = 32.30

Mean = MSE = 44.08, PSNR = 33.63

Median = MSE = 45.01, PSNR = 34.69

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 30% seperti berikut:

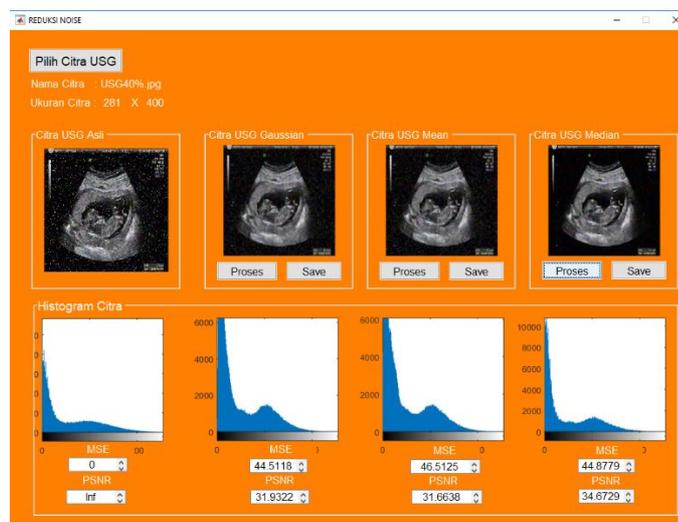


Gambar 4.19 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 30%

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

4. Proses Data 4

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 40% sebagai berikut :



Gambar 4.20 Citra USG 40% Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

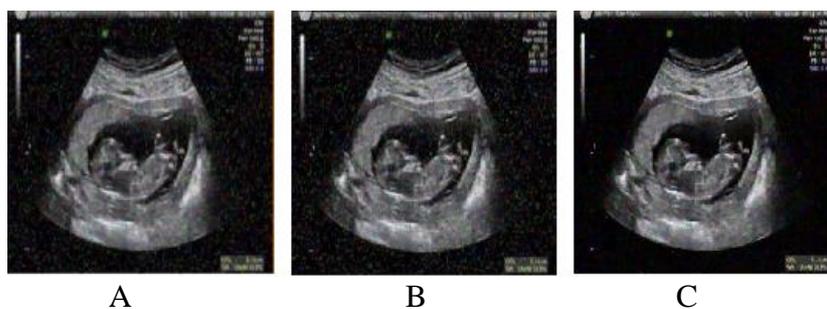
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian*, *mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 44.51, PSNR = 31.93

Mean = MSE = 46.51, PSNR = 31.66

Median = MSE = 44.87, PSNR = 34.67

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 40% seperti berikut:



Gambar 4.21 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 40%

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

5. Proses Data 5

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.22 Citra USG 60% Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian*, *mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 66.02, PSNR = 29.96

Mean = MSE = 69.93, PSNR = 29.72

Median = MSE = 61.21, PSNR = 33.30

Sehingga hasil keseluruhan reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:

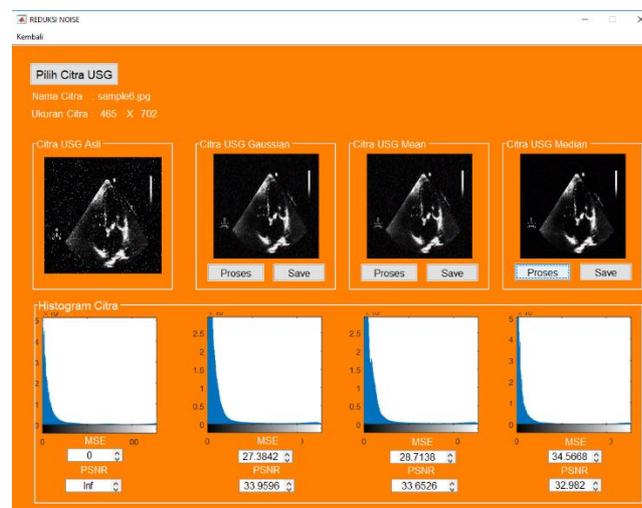


Gambar 4.23 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60%

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

6. Proses Data 6

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.24 Citra USG Sampel 6 Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

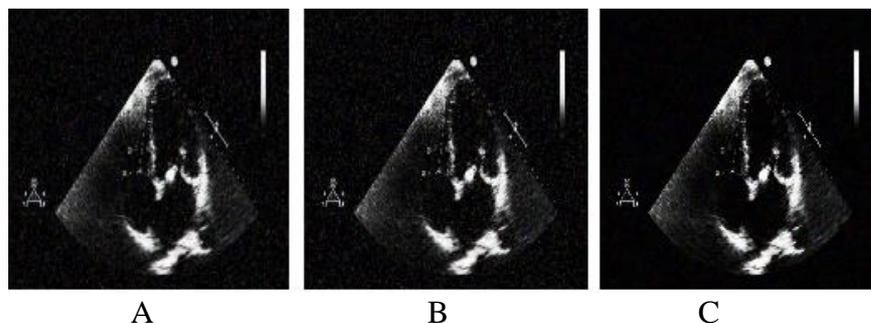
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 27.38, PSNR = 33.95

Mean = MSE = 28.71, PSNR = 33.65

Median = MSE = 34.556, PSNR = 32.98

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:



Gambar 4.25 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60% Sample 6

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

7. Proses Data 7

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.26 Citra USG sample 7 Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

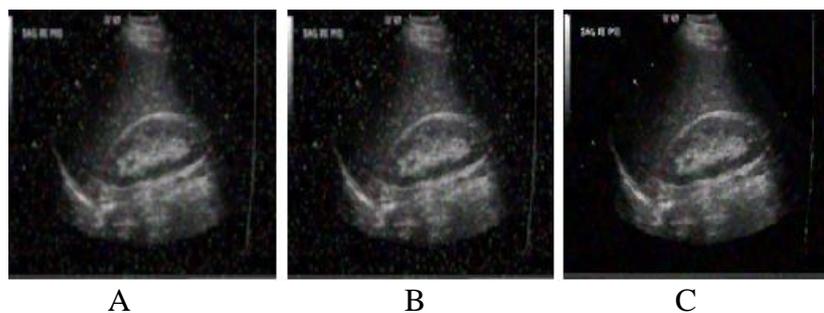
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian*, *mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 34.33, PSNR = 32.92

Mean = MSE = 37.18, PSNR = 32.51

Median = MSE = 41.55, PSNR = 32.08

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:



Gambar 4.27 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60% Sample 7

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

8. Proses Data 8

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.28 Citra USG sample 8 Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 26.18, PSNR = 34.17

Mean = MSE = 28.95, PSNR = 33.69

Median = MSE = 29.00, PSNR = 36.68

Sehingga hasil keseluruhananya reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:



A

B

C

Gambar 4.29 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60% Sample 8

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

9. Proses Data 9

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.30 Citra USG sample 9 Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

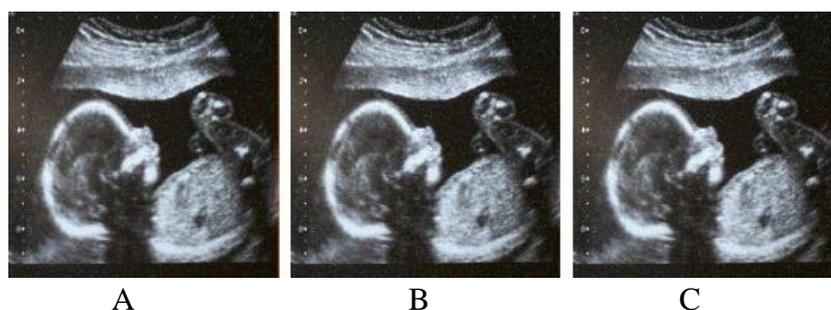
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 35.01, PSNR = 32.79

Mean = MSE = 38.59, PSNR = 32.34

Median = MSE = 33.05, PSNR = 36.08

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:



Gambar 4.31 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60% Sample 9

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

10. Proses Data 10

Adapun tahapanya yang dilakukan sama seperti sebelumnya, sehingga didapati hasil akhir reduksi citra USG dengan *noise* 60% sebagai berikut :



Gambar 4.32 Citra USG sample 10 Reduksi *Noise Gaussian, Mean, Median*

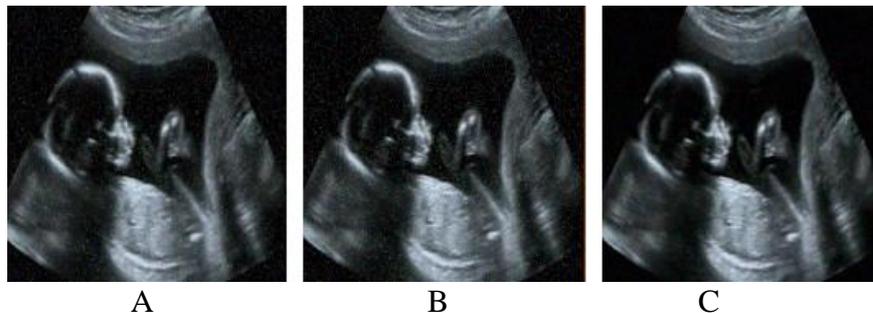
Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian, mean* dan *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Adapun nilai MSE yang didapatkan adalah:

Gaussian = MSE = 27.56, PSNR = 33.92

Mean = MSE = 30.83, PSNR = 33.36

Median = MSE = 30.26, PSNR = 36.43

Sehingga hasil keseluruhanya reduksi *noise* citra USG *noise* 60% seperti berikut:



Gambar 4.33 Hasil Pebandingan Reduksi *Noise* Citra USG 60% Sample 10

Berdasarkan pada gambar di atas, A adalah citra hasil reduksi *gaussian*, B adalah citra hasil reduksi *mean* dan C adalah citra hasil reduksi *median*. Secara penghilatan visual, citra hasil reduksi metode median lebih baik, hal ini ditandai dengan nilai PSNR citra hasil reduksi *median* lebih tinggi.

4.2.2 Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan dari hasil pengujian sistem, didapatkan bahwa metode median lebih baik dalam mereduksi citra USG dengan visual hasil reduksi yang lebih baik ditandai dengan nilai PSNR lebih tinggi. Berikut adalah hasil pengujian sistem yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.8 Hasil Pengujian

No	Nama Data	Hasil Reduksi Nois		
		Gaussian	Mean	Median
1	Data 1	 MSE = 30.84 PSNR = 33.29	 MSE = 32.31 PSNR = 33.10	 MSE = 28.04 PSNR = 36.82
2	Data 2	 MSE = 25.11 PSNR = 34.16	 MSE = 28.40 PSNR = 33.63	 MSE = 24.34 PSNR = 37.30
3	Data 3	 MSE = 41.79 PSNR = 32.30	 MSE = 44.08 PSNR = 31.97	 MSE = 45.01 PSNR = 34.69

Tabel 4.8 Hasil Pengujian (Lanjutan)

No	Nama Data	Hasil Reduksi Nois		
		Gaussian	Mean	Median
4	Data 4	 <p>MSE = 44.51 PSNR = 31.93</p>	 <p>MSE = 46.51 PSNR = 31.66</p>	 <p>MSE = 44.87 PSNR = 34.67</p>
5	Data 5	 <p>MSE = 66.02 PSNR = 29.96</p>	 <p>MSE = 69.93 PSNR = 29.72</p>	 <p>MSE = 61.21 PSNR = 33.30</p>
6	Data 6	 <p>MSE = 27.38 PSNR = 33.95</p>	 <p>MSE = 28.71 PSNR = 33.65</p>	 <p>MSE = 34.56 PSNR = 32.98</p>
7	Data 7	 <p>MSE = 34.33 PSNR = 32.92</p>	 <p>MSE = 37.18 PSNR = 32.51</p>	 <p>MSE = 41.55 PSNR = 32.08</p>
8	Data 8	 <p>MSE = 35.91 PSNR = 32.71</p>	 <p>MSE = 40.15 PSNR = 32.22</p>	 <p>MSE = 33.79 PSNR = 35.97</p>

Tabel 4.8 Hasil Pengujian (Lanjutan)

No	Nama Data	Hasil Reduksi Nois		
		Gaussian	Mean	Median
9	Data 9	 <p>MSE = 35.01 PSNR = 32.79</p>	 <p>MSE = 38.59 PSNR = 32.34</p>	 <p>MSE = 33.05 PSNR = 36.02</p>
10	Data 10	 <p>MSE = 27.56 PSNR = 33.92</p>	 <p>MSE = 30.83 PSNR = 33.36</p>	 <p>MSE = 30.26 PSNR = 36.43</p>

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap peningkatan citra USG dengan membandingkan metode *gaussian*, *mean* dan *median*, maka terdapat beberapa kesimpulan berdasarkan uraian yang telah tercantum pada bab-bab sebelumnya. Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk reduksi *noise* yang ada pada citra USG metode *median* lebih unggul dari metode *gaussian* dan *mean*, dengan nilai MSE citra output *Median* lebih kecil serta nilai PSNR yang lebih besar. Dibuktikan dengan sampel 10 gambar, 5 dari 10 gambar nilai MSE citra *output Median* lebih kecil dan nilai PSNR citra *output median* yang lebih besar.
2. Untuk hasil reduksi noise antara metode *gaussian* dan *mean* dalam mereduksi citra USG, metode *gaussian* lebih baik dari *mean*, dibuktikan dengan sampel 10 gambar, 10 dari 10 gambar nilai MSE citra *output gaussian* lebih kecil dan PSNR citra *output gaussian* yang lebih besar.
3. Urutan yang terbaik pada hasil metode *filtering* untuk reduksi noise pada citra USG yang pertama metode *median*, kedua metode *gaussian* dan ketiga metode *mean*.
4. Pada citra USG yang memiliki tingkat *noise* 10%, 20%, 30% 40% dan 60%. Pada tingkat *noise* 60%, perbandingan visual citra hasil reduksi masih banyak meninggalkan *noise*, baik metode *gaussian*, *mean* dan *median*, hal ini dapat ditandai dengan nilai MSE yang lebih besar.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang usulkan adalah sebagai berikut:

1. Dengan adanya rancangan aplikasi ini, maka diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peneliti lain serta pengembangan aplikasi yang lebih baik.

2. Diharapkan adanya pengembangan lebih lanjut, dapat ditambahkan metode perbandingan yang lain, atau melakukan reduksi citra dengan pengabungan metode untuk hasil citra USG yang lebih baik.
3. Diharapkan aplikasi dapat dikembangkan menjadi aplikasi yang berbasis *web* atau *android* agar penggunaan lebih fleksibel.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menggunakan citra warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, Z. 2016. Implementasi Metode Gaussian Filter untuk Menghapus Noise Pada Citra Menggunakan GPU. *Skripsi*. Malang. Universitas Islam Negeri Malang.
- Afiyat, Nur. 2017. Analisis Restorasi Citra Kabur Algoritma Wiener Menggunakan Indeks Kualitas Citra. *Nusantara Jurnal Of Computers and Its Application*. **Volume 2 Nomor 1**, 24 – 34.
- Andiro, T. & Ginting, G. 2019. Peningkatan Kualitas Citra Ultrasonografi (USG) dengan Menggunakan Metode Gaussian Filter. *Jurnal Pelita Informatika*. **Volume 18 Nomor 1**. 121-126.
- Andono, P.N., Sutojo.T., & Muljono. 2017. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- Cahyanti, M., Salim, R.A., & Wisuda, S.M. 2016. Implementasi Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Citra Bendera Negara Berdasarkan Warna. *Seminar Riset Teknologi Informasi*.
- Furqan, Mhd., Sriani. & Sari, E,Y. 2020. Penerapan Metode Otsu dalam Melakukan Segmentasi Citra pada Citra Naskah Arab. *Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*. **Volume 20 Nomor 1**, 59-72.
- Furqan, Mhd., Sriani. & Siregar Y.K. 2020. Perbandingan Algoritma *Contraharmonic Mean Filter* Dan *Arithmetic Mean Filter* untuk Mereduksi *Exponential Noise*. *Jurnal Informatika Sunan Kalijaga*. **Volume 5 Nomor 2**, 107 - 115.
- Nafi'iyah, N. 2015. Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Grayscale Menjadi Citra Biner. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*. **Volume 9 Nomor 2**.
- Riandari, F. 2018. Implementasi Metode Geometric Mean Filter Untuk Perbaikan Dengan Reduksi Noise Pada Citra Digital. **Volume 2 Nomor 2**, 175-179.
- Saputra, D.I.S., Pranata, T.B., & Handani S.W., 2016. Prototype Aplikasi Pengolahan Citra Invert Sebagai Media Pengolah Klise Foto. *Conference*

On Information Technology, Information System and Electrical Engineering.

- Sriani & Ikhsan, M. 2016. Implementasi Kompresi Citra Digital Menggunakan Algoritma Wavelet. *Konferensi Nasional Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. 258-266.
- Sriani, Ikhwan, A., Yusnidah. 2017. Aplikasi Metode Transformasi Wavalet Diksrit. *Jurnal SAINTIKOM*. **Vol. 16 Nomor 1**. 31-40.
- Sriani, Triase, & khairuna. 2017. Pendekomposisian Citra Digital Dengan Algoritma DWT. *ALGORITMA : Jurnal Ilmu Computer Dan Informatika*. **Volume 01 nomor 01**, 35-39.
- Sugiarti. 2018. Peningkatan Kualitas Citra dengan Metode *Fuzzy Possibility Distribution*. *ILKOM Jurnal Ilmiah*. **Volume 10 Nomor 1**.
- Sulistiyanti, R. S., Setyawan, F. A., & Komarudin, M. 2016. *Pengolahan Citra Dasar dan Contoh Penerapannya*. Yogyakarta: Teknosain.
- Sutanta, E. 2004. *Algoritma Teknik Penyelesaian Permasalahan Untuk Komputasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wedianto, A. Sari, H.L. & Suzantri, H.Y. Februari 2016. Analisa perbandingan metode *filter gaussian, mean* dan *median* terhadap reduksi *noise*. *Jurnal media infotama* **Volume 12 Nomor 1**.
- Yusro, K.A & Sianturi, R.D. 2018. Penerapan Metode Median Filtering Dan Histogram Equalization Untuk Meningkatkan Kualitas Citra Radiografi. *Jurnal Riset Komputer*. **Volume 5 Nomor 3**. Hal 256-260.

LAMPIRAN 1

LISTING PROGRAM

```
function varargout = reduksi_noise_gaussian_mean_median(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
    'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @reduksi_noise_gaussian_mean_median_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn', @reduksi_noise_gaussian_mean_median_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn', [] , ...
    'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function reduksi_noise_gaussian_mean_median_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = reduksi_noise_gaussian_mean_median_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
varargout{1} = handles.output;

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
try
    [nama_file,nama_path] = uigetfile({'*.*'});

    if ~isequal(nama_file,0)
        Img = imread(fullfile(nama_path,nama_file));
        [row,col,~] = size(Img);
        axes(handles.axes1)
        imshow(Img, [], 'XData', [1 300], 'YData', [1 300]);
        axes(handles.axes6)
        imhist (Img);
        MSE = sum(sum((Img-Img).^2))/(row*col);
        PSNR = 10*log10(256*256/MSE);
        set(handles.edit1,'String',max (MSE))
        set(handles.edit2,'String',max (PSNR))
        set(handles.text12,'String',nama_file);
        handles.Img = Img;
        guidata(hObject,handles)
        set(handles.text13,'String',row);
        set(handles.text16,'String',col);
    else
```

```

    return
end
catch
end

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
I = handles.Img; %memanggil citra USG asli
[row,col,~] = size(I); %membaca ukuran baris dan kolom citra USG
gaussian = imgaussfilt(I,1); %melakukan filter gaussian dengan sigma 1
handles.gaussian = gaussian; %membaca citra USG gaussian
guidata(hObject,handles) %menyimpan kedalam guidata
axes(handles.axes3) %menyimpan citra USG gaussian kedalam axes
imshow(gaussian, [], 'XData', [1 300], 'YData', [1 300]) %menampilkan citra USG gaussian
axes(handles.axes7) %menyimpan histogram citra USG gaussian kedalam axes
imhist (gaussian); %mencari nilai histogram citra USG gaussian
MSE = sum(sum((I-gaussian).^2))/(row*col); %mencari nilai MSE citra USG gaussian
PSNR = 10*log10(256*256/MSE); %mencari nilai PSNR citra USG gaussian
set(handles.edit3,'String',max (MSE)) %menampilkan nilai MSE gaussian
set(handles.edit4,'String',max (PSNR))%menampilkan nilai PSNR gaussian

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
save = handles.gaussian; %menyimpan citra USG gaussian
[name_file_save,path_save] = uiputfile( ...
    {'*.jpg','File jpeg (*.jpg)';...
    '*.*','All Files (*.*)'},...
    'Save Image');
if ~isequal(name_file_save,0)
    imwrite(save,fullfile(path_save,name_file_save));
else
    return
end

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
I = handles.Img; %memanggil citra USG asli
[row,col,~] = size(I); %membaca ukuran baris dan kolom citra USG
mean = imfilter(I,ones(3)/9); %melakukan filter mean dengan kernel 3x3
handles.mean = mean; %membaca citra USG mean
guidata(hObject,handles) %menyimpan kedalam guidata
axes(handles.axes4) %menyimpan citra USG mean kedalam axes
imshow(mean, [], 'XData', [1 300], 'YData', [1 300]) %menampilkan citra USG mean
axes(handles.axes8) %menyimpan histogram citra USG mean kedalam axes
imhist (mean); %mencari nilai histogram citra USG mean
MSE = sum(sum((I-mean).^2))/(row*col); %mencari nilai MSE citra USG mean
PSNR = 10*log10(256*256/MSE); %mencari nilai PSNR citra USG mean
set(handles.edit5,'String',max (MSE)) %menampilkan nilai MSE mean
set(handles.edit6,'String',max (PSNR))%menampilkan nilai PSNR mean

% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
save = handles.mean; %menyimpan citra USG mean

```

```

[name_file_save,path_save] = uiputfile( ...
    {'*.jpg','File jpeg (*.jpg)';...
    '*.*','All Files (*.*)'},...
    'Save Image');
if ~isequal(name_file_save,0)
    imwrite(save,fullfile(path_save,name_file_save));
else
    return
end

% --- Executes on button press in pushbutton6.
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
I = handles.I; %memanggil citra USG asli
[row,col,~] = size(I); %membaca ukuran baris dan kolom citra USG
median = I;
for c = 1 : 3
    median(:, :, c) = medfilt2(I(:, :, c), [3, 3]); %melakukan filter median dengan kernel 3x3
end
handles.median = median; %membaca citra USG median
guidata(hObject,handles) %menyimpan kedalam guidata
axes(handles.axes5) %menyimpan citra USG median kedalam axes
imshow(median, [], 'XData', [1 300], 'YData', [1 300]) %menampilkan citra USG median
axes(handles.axes9) %menyimpan histogram citra USG median kedalam axes
imhist (median); %mencari nilai histogram citra USG median
MSE = sum(sum((I-median).^2))/(row*col); %mencari nilai MSE citra USG median
PSNR = 10*log10(256*256/MSE); %mencari nilai PSNR citra USG median
set(handles.edit7,'String',max (MSE)) %menampilkan nilai MSE median
set(handles.edit8,'String',max (PSNR))%menampilkan nilai PSNR median

% --- Executes on button press in pushbutton7.
function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
save = handles.median;
[name_file_save,path_save] = uiputfile( ...
    {'*.jpg','File jpeg (*.jpg)';...
    '*.*','All Files (*.*)'},...
    'Save Image');
if ~isequal(name_file_save,0)
    imwrite(save,fullfile(path_save,name_file_save));
else
    return
end

% -----
function Untitled_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
close;
guidata(menu_utama);

```

LAMPIRAN 2

CARA KERJA SISTEM

Sistem ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Perancangan antarmuka bertujuan untuk memudahkan pengguna (user) dalam menggunakan sistem. Perancangan terdiri dari *form* utama dan *form* menu reduksi noise. Berdasarkan sampel citra yang sudah ada, maka akan dilakukan proses pengujian terhadap objek citra. Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap objek citra digital dengan format file (*.jpg).

1. Tampilan Program Menu Utama

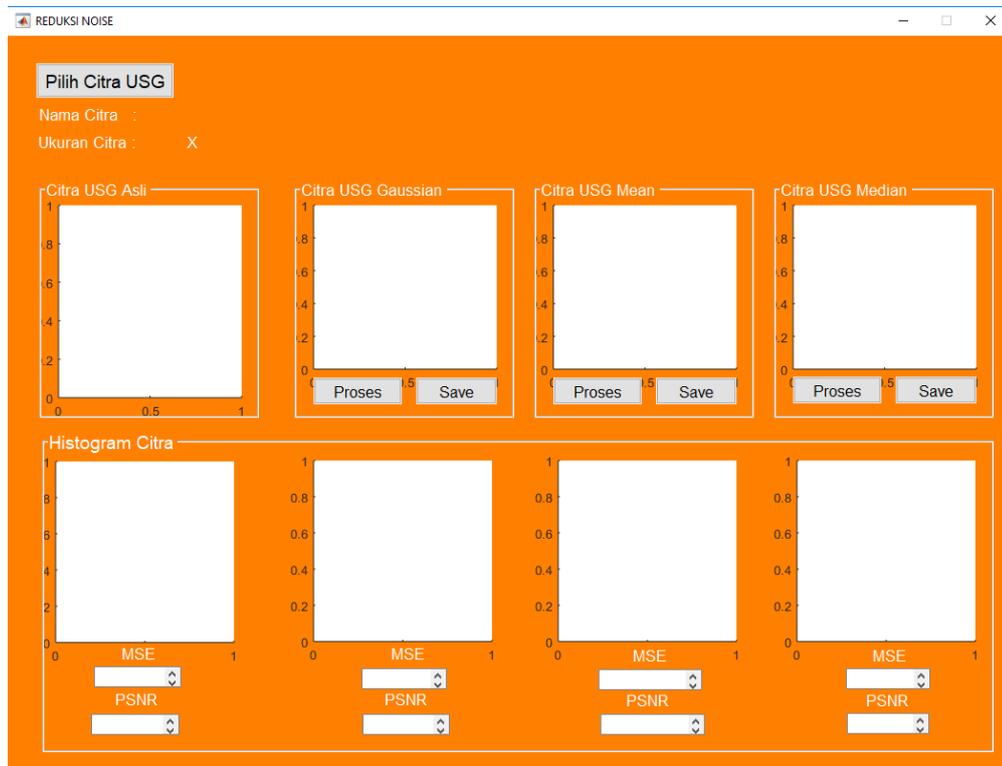
Adapun tampilan program menu utama yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Tampilan Menu Utama

2. Tampilan Program Menu Reduksi Noise

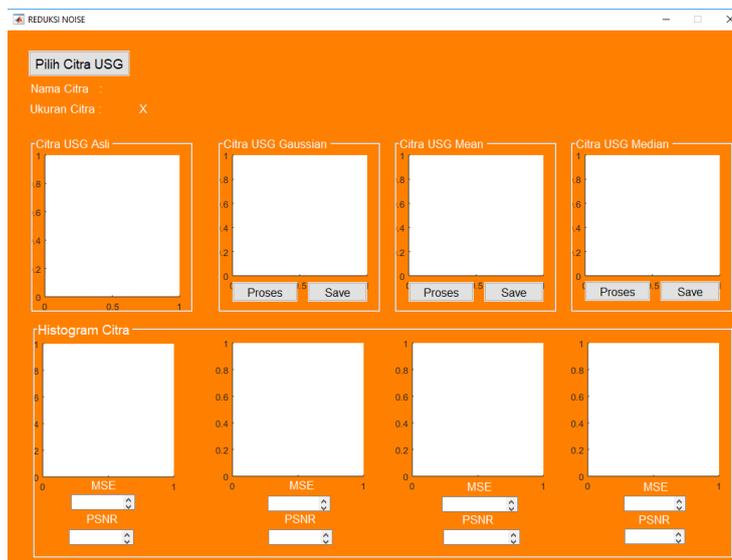
Adapun tampilan program menu reduksi noise yang telah dibangun kedalam aplikasi menggunakan matlab dapat dilihat sebagai berikut ini:



Tampilan Menu Reduksi Noise

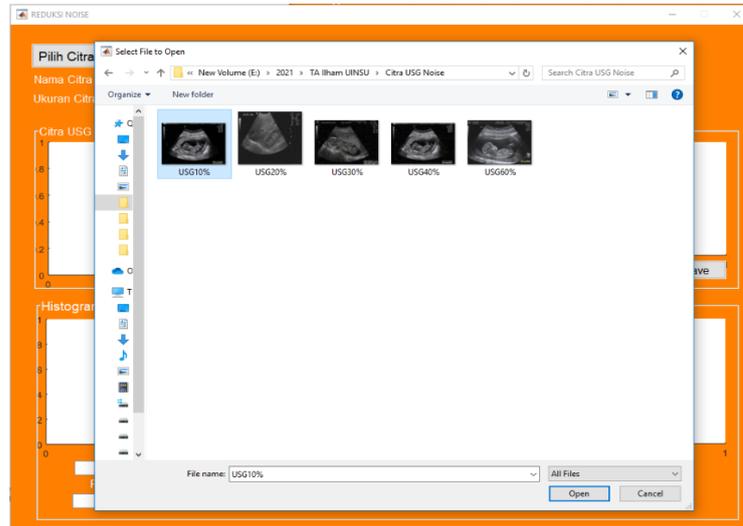
3. Menjalakan Sistem Aplikasi

Adapun tahapannya adalah sebagai berikut :



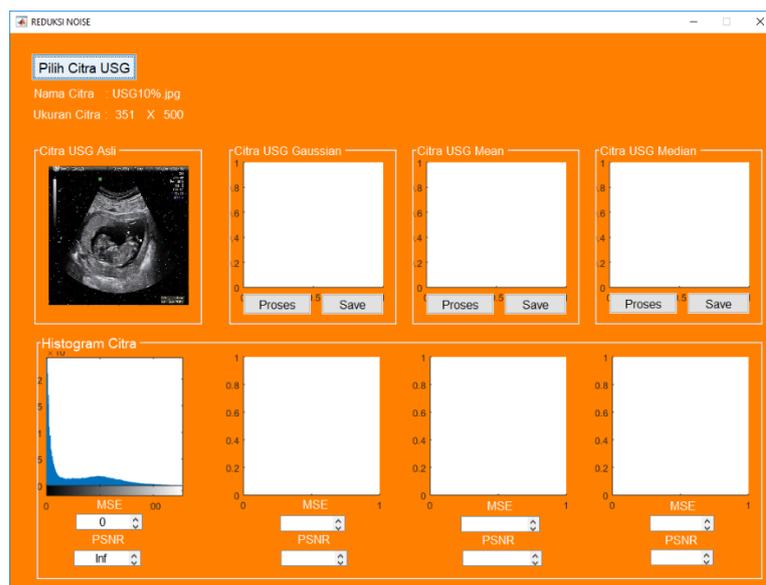
Proses Pemilihan Citra USG

Berdasarkan pada gambar di atas, pemilihan citra USG dapat dilakukan dengan menekan *button* “Pilih Citra USG” sehingga menampilkan menu direktori pencarian citra USG seperti pada gambar di bawah ini:



Memilih Citra USG

Berdasarkan pada gambar di atas, citra yang dipilih adalah USG10% kemudian pilih *button open* untuk menampilkannya kedalam aplikasi, sehingga menghasilkan seperti pada gambar di bawah ini:



Informasi Citra

Berdasarkan pada gambar di atas, ketika telah dipilih, sistem akan menampilkan informasi citra seperti nama citra, ukuran citra, bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Selanjutnya untuk memulai proses reduksi citra dengan menggunakan metode *gaussian* dengan menekan *button* proses pada panel *gaussian*, sehingga menghasilkan seperti pada gambar di bawah ini:



Informasi Citra USG Reduksi *Noise Gaussian*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *gaussian* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Selanjutnya dilakukan reduksi *noise* dengan metode *mean* dengan menekan *button* proses pada panel *mean*, menggunakan citra USG *noise* dengan hasil seperti berikut :



Informasi Citra USG Reduksi *Noise Mean*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *mean* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. Selanjutnya dilakukan reduksi *noise* dengan metode *median* menggunakan citra USG *noise* dengan hasil seperti berikut :



Informasi Citra USG Reduksi *Noise Median*

Berdasarkan pada gambar di atas, sistem menampilkan informasi citra hasil reduksi dengan metode *median* seperti bentuk histogram serta nilai MSE dan PSNR. . Citra yang telah melalui proses reduksi *noise* bisa disimpan melalui *button* 'Save' disetiap panel filter. Saat pengguna ingin memasukkan gambar baru maka mengulangi langkah input citra melalui button 'Pilih Citra USG'.

LAMPIRAN III

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Semester Gasal/Genap Tahun Akademik /

Nama : Ilham Fuadi Nasution	Pembimbing I : Dr. Mhd Furgan, S.Si, M. comp. Sc
NIM : 71153006	Pembimbing II : Sriani, M. Kom
Prog. Studi : Ilmu Komputer	SK Pembimbing :
Judul Skripsi : Peringkatan Kualitas Citra Dengan Metode Filter Emulsion, Mean Dan Median Untuk Reduksi Noise Pada Citra Ultrasonography.....	

P E R T	PEMBIMBING I			PEMBIMBING II		
	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan
I	24 Jan 2020 2019	Revisi Bab 1, 2 dan 3		25 Nov 2019	Bimbingan Bab 1	
II	27 Jan 2020	Revisi Bab 1, 2 dan 3 sistematis dan Penulisan		28 Nov 2019	Perbaikan Bab 1, Lanjut Bab 2	
III	28 Jan 2020	Revisi format dan Wawancara Penelitian		2 Des 2019	Perbaikan Bab 1 dan 2	
IV	29 Jan 2020	Revisi Bab 1		9 Des 2019	Perbaikan Bab 2 Lanjut Bab 3	
V	30 Jan 2020	Revisi Bab 3 Flowchart		17 Des 2019	Perbaikan Bab 2 dan 3	

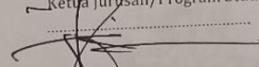
Buku Laporan Kegiatan Akademik Mahasiswa Fakultas SAINTEK UIN-SU Medan | 28

VI	3 Feb 2020	Revisi Bab 1,2 dan 3 sistem tulisannya	✍	9 Jan 2020	Perbaiki Bab 3	87
VII	4 Feb 2020	Revisi Daftar Pustaka	✍	14 Jan 2020	Perbaiki Bab 2 dan 3	87
VIII	4 Feb 2020	Acc Bab 1- Bab 3, lanjut seminar proposal	✍	23 Jan 2020	Acc seminar Proposal	87
IX	18 Mar 2021	Perbaiki Daftar Pustaka	✍	15 Mar 2021	Perbaiki Bab 4	87
X	18 Mar 2021	Acc sidang Munagasyah	✍	16 Mar 2021	Acc sidang Munagasyah	87

Medan,20.....

An. Dektu

Ketua Jurusan/Program Studi



Ilwa Zulfia, s.kom., M.kom

NIP. 198506042015081006

Catatan: Pada saat bimbingan, kartu ini harus diisi dan ditandatangani oleh pembimbing

LAMPIRAN IV
DAFTAR RIWAYAT HIDUP



I. Data Pribadi

Nama : Ilham Fuadi Nasution
Tempat/Tanggal Lahir : Kota Pinang, 20 April 1997
Alamat : Jl. Gurilla No 60a
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Status : Belum Menikah
No. Hp : 082294210907
Email : ilhamfuadinasution4@gmail.com

II. Pendidikan Formal

2003 – 2009 : SDN 100590 AEK-KANAN
2009 – 2012 : MTSN RANTAU PRAPAT
2012 – 2015 : MAN 2 MODEL MEDAN
2015 – 2021 : UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA
UTARA MEDAN