

**PERBAIKAN KUALITAS CITRA MEDIS MENGGUNAKAN METODE  
DIFUSI NONLINEAR ANISOTROPIK**

**TUGAS AKHIR**

**Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata  
satu (S-1) di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas**

Oleh

Lussy Fauziah Maifil  
1310952034



**Program Studi Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
2017**

**Lembar Pengesahan**

**Tugas Akhir**

**Perbaikan Kualitas Citra Medis Menggunakan Metode Difusi Non Linier  
Anisotropik**

Oleh

Lussy Fauziah Maifil

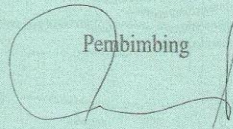
NIM 1310952034

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Andalas

Disetujui pada Tanggal : 20 - 10 - 2017

Pembimbing



Dr. Eng. Rahmadi Kurnia

NIP. 196908201997031002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Eng. Ariadi Hazmi

NIP. 197503141999031003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : Lussy Fauziah Maifil  
No. BP/NIM/NIDN : 1310952034  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi


demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

Perbaikan Kualitas Citra Medis dengan Menggunakan Metode Difusi Nonlinier Anisotropik

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Dibuat di Padang  
Pada tanggal 25 Oktober 2017  
Yang menyatakan,

  
( Lussy Fauziah Maifil)



**Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang.**

### *Alhamdulillahirabbil 'aalamiin*

*Terima kasih Ya Allah atas semua kemudahan dan kekuatan yang Engkau berikan. Terima kasih ya Allah atas semua pertolongan-Mu. Terima kasih ya Allah karena Engkau telah mengajarkan hamba arti kesabaran. Terima kasih ya Allah atas semua nikmat yang telah engkau berikan. Terima kasih ya Allah engkau telah mendekatkan hamba dengan orang-orang yang begitu baik, peduli dan selalu mensupport hamba dalam setiap perjuangan hamba. Terima kasih ya Allah atas semua ilmu yang engkau berikan. Ya Allah Jadikanlah semua ilmu yang telah hamba peroleh ini menjadi manfaat dan berkah bagi hamba dan bagi orang-orang disekeliling hamba ya Allah.*

Terima kasih ku sampaikan untuk:

Keluarga ku tersayang, mama dan ayah terima kasih atas semua perjuangan dan kasih sayangnya untukku anakmu. Terima kasih atas semua doa dan support yang telah diberikan. Berkat doa yang diberikan, semua yang sy lakukan diberikan kemudahan oleh Allah.

Untuk kakak-kakak dan abang-abang ku tersayang terima kasih atas support, kasih sayang dan semangat yang telah diberikan. Semoga kelulusan sy diperkuliahan ini menjadi awal untuk mencapai kesuksesan agar lussy bisa membalas semua yang telah mama, ayah, abang-abang dan kakak-kakak berikan.

Untuk adikku dzikra jangan nakal, rajin belajar kita semua harus sukses.

Bapak Dr.Eng, Rahmadi Kurnia terima kasih telah sabar dalam membimbing lussy. Terimakasih atas bantuan dan motivasi yang telah diberikan.

Rekan KP dan rekan TA, adek dan hilmi...Alhamdulillah ya akhirnya kita bisa wisuda bareng, setelah sekian lama... terimakasih atas semua bantuannya mi, dek.

Teman-teman seperjuangan hilmi, wina, kak lin, meli, utty, tika, nurul terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan dan juga teriman kasih atas pinjaman laptopnya wina.

Kak Ririn dan kak Tika terimakasih atas semua semangat dan motivasi yang diberikan. Juga terimakasih atas semua kebaikannya kepada sy.

Untuk rekan-rekan Thyristor,

Terima kasih atas bantuannya, semoga kita semua menemukan kesuksesan kita masing-masing. Aamiin.

## Riwayat Hidup



Penulis dilahirkan di Kapuh, Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat, pada tanggal 23 Mei 1995 sebagai anak kelima dari enam bersaudara, dari pasangan Bapak Amril dan Ibu Afrita.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Al-fath kapuh pada tahun (2000-2001), dilanjutkan di SD Negeri 02 Gurun Panjang pada tahun (2001-2007), kemudian dilanjutkan di MTsN Tarusan (2007-2010), dan SMA Negeri 2 Painan (2010-2013). Tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi tingkat jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HMTE). Tahun 2016 penulis melaksanakan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa kampung Baru Padusunan, Pariaman Timur dan Kerja Praktek (KP) di PT Telkom, Padang Baru, Sumatera Barat.

Judul	Perbaikan Kualitas Citra Medis Menggunakan Metode Difusi Non Linier Anisotropik	Lussy Fauziah Maifil
Program Studi	Teknik Elektro	1310952034
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstrak		
<p>Tugas akhir ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra medis dengan melakukan pengurangan noise. Citra medis sering dipengaruhi oleh <i>noise</i> yang tidak diinginkan. <i>Noise</i> pada citra medis dapat menyulitkan ahli medis menterjemahkan penyakit. Oleh karena itu, <i>noise</i> perlu dikurangi. Pengurangan <i>noise</i> pada citra biasanya memberikan efek kabur pada seluruh bagian citra termasuk bagian tepinya. Bagian tepi citra merupakan bagian yang sangat penting terutama pada citra medis karena tepi pada citra medis menunjukkan batas-batas pada bagian tubuh. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk mereduksi <i>noise</i> pada citra yang dapat menjaga tepi dari efek pengaburan.</p> <p>Metode untuk mereduksi <i>noise</i> tanpa mengaburkan tepi adalah metode difusi nonlinier anisotropik. Untuk mendapatkan output pengurangan noise terbaik pada penelitian ini dilakukan uji coba beberapa iterasi, variasi nilai standar deviasi dan kecepatan difusi dari metode tersebut. Tahapan pada metode ini dibagi menjadi beberapa tahap : penambahan <i>noise</i> pada citra input, <i>filter gaussian</i>, penghitungan gradien dari hasil pemfilteran <i>gaussian</i>, penghitungan skala difusifitas, diskritisasi persamaan difusi nonlinear anisotropik.</p> <p>Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 5 citra <i>rontgen</i>, 5 citra <i>CT-Scan</i> dan 5 citra <i>MRI</i>. Masing-masing citra output dihitung nilai <i>Mean Square Error</i>(MSE) dan <i>Peak Signal to Noise Ratio</i>(PSNR) Berdasarkan nilai tersebut dapat ditentukan kualitas citra hasil. Hasil pengujian menggunakan metode difusi non linear anisotropik didapatkan pengurangan <i>noise</i> terbaik terjadi pada citra ber-<i>noise speckle</i>. Pada citra ber-<i>noise gaussian</i> pengurangan noise terbaik saat menggunakan standar deviasi bernilai satu. Pengurangan <i>noise gaussian</i> saat standar deviasi bernilai satu didapatkan rata-rata persentase penurunan nilai MSE sebesar 77,26% dan persentase kenaikan PSNR sebesar 30,90. Untuk <i>noise speckle</i> dan <i>poison</i> nilai standar deviasi yang terbaik yang diperoleh bervariasi tergantung dari jenis citra medis yang diinputkan, ukuran dan besar <i>noise</i>-nya.</p> <p>Kata Kunci : difusi nonlinier anisotropik, tepi, <i>noise</i> pada citra</p>		

Title	Medical Image Enhancement using Non Linear Anisotropic Diffusion Method	Lussy Fauziah Maifil
Major	Electrical Engineering	1310952034
Engineering Faculty Andalas University		
<p style="text-align: center;">Abstract</p> <p>This final project is purposed to enhance medical images by denoising. Medical images are often affected by unwanted noise. Noise on medical image can complicate medical expert to disease diagnosis. Therefore, noise need is reduced. Image denoising usually give blurred effect in all part of the image including edges. The edges are very important part especially on medical images because edges of medical images represent the boundary of the body. Therefore is needed a method for denoising image and guarding from blurred effect.</p> <p>A method for denoising without blurring edges is anisotropic nonlinear diffusion. For getting output the best denoising in this research is done tested iterations, variation of standar deviation value and velocity of diffusion from this method. Step in this research divide into: noise adding, gaussian filtering, gaussian filtering, calculate gradien of gaussian filtering results , calculate the scale of diffusivity, discrititation of anisotropic diffusion nonlinear equation.</p> <p>Sample that is used in this research are 5 rontgen images, 5 CT-Scan images and 5 MRI images. Each output image output are calculated Mean Square Error(MSE) value and Peak Signal to Noise Ratio(PSNR) value. Based on that value can determine quality of result image. Result of research using anisotropic diffusion nonlinear method obtained the best denoising occur on image with speckle noise. Image with gaussian noise, the best denoising when using value of standar deviation is one. Denoising gaussian noise when value of standar deviation is one obtained average percentage decrease of MSE value is 77.26 % and percentage increase of PSNR value is 30.90 %. For speckle and poisson noise the best value of standar deviation obtained varies depending on the type of medical image input, size of image and quantity of noise.</p> <p>Keyword : anisotropic nonlinear diffusion, edge, <i>noise</i> on image</p>		

## Daftar Isi

<b>Lembar Pengesahan.....</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas akhir.....</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Penghargaan.....</b>	<b>iii</b>
Riwayat Hidup .....	iv
<b>Abstrak Berbahasa Indonesia.....</b>	<b>v</b>
<b>Abstrak Berbahasa Inggris.....</b>	<b>vi</b>
Daftar Isi.....	vii
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>ix</b>
Kata Pengantar .....	xii
<b>Bab 1 Pendahuluan.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
<b>Bab 2 Tinjauan Pustaka.....</b>	<b>6</b>
2.1 Citra Digital .....	6
2.1.1 Format Citra Digital.....	7
2.2 Citra Medis .....	7
2.2.1 Jenis Citra Medis .....	8
2.3 <i>Noise</i> pada Citra .....	10
2.3.1 <i>Gaussian Noise</i> .....	10
2.3.2 <i>Speckle Noise</i> .....	11
2.3.3 <i>Poisson Noise</i> .....	12
2.4 Pemodelan <i>Noise</i> .....	12
2.5 Difusi .....	13
2.6 Difusi Dalam Pengolahan Citra.....	14



2.6.1 Difusi Linear.....	14
2.6.2Difusi Nonlinear .....	16
2.7 Implementasi Diskritisasi Difusi Nonlinear .....	20
2.8 Pendeteksian Tepi.....	22
2.8.1 Pendeteksian Tepi dengan Operator Gradien Pertama .....	23
2.9 MSE ( <i>Mean Squared Error</i> ).....	25
2.10 PSNR ( <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> ) .....	25
<b>Bab 3 Metode Penelitian .....</b>	<b>26</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	26
3.2 Rancangan Sistem .....	27
3.3 Proses Pembangkitan <i>Noise</i> .....	28
3.4 Algoritma Difusi Anisotropik .....	31
3.5 Perhitungan MSE dan PSNR .....	33
<b>3.6 Analisa .....</b>	<b>33</b>
<b>Bab 4 Hasil dan Analisa.....</b>	<b>34</b>
4.1 Proses Uji Coba Sistem .....	34
4.2 Analisa Kualitas Citra Output .....	36
4.2.1 Secara Kualitatif Berdasarkan Penglihatan.....	36
4.2.2 Secara Kuantitatif .....	37
4.3 Analisa Perbandingan Variasi Nilai Parameter .....	41
4.3.1 Variasi Kecepatan Difusi dan Pengaruhnya .....	41
4.3.2 Variasi Standar Deviasi .....	45
4.4 Analisa Hasil Pengurangan Noise dan Kesalahan.....	58
<b>Bab 5 Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>61</b>
<b>Lampiran A .....</b>	<b>63</b>
<b>Lampiran B Data Citra Input dan Citra Output.....</b>	<b>67</b>
<b>Lampiran C.....</b>	<b>112</b>

## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Contoh citra CT-Scan[1].....	8
Gambar 2.2 Contoh citra MRI [12].....	9
Gambar 2.3 Citra <i>Rontgen</i> [11] .....	9
Gambar 2.4 Contoh grafik fungsi distribusi gauss [7].....	11
Gambar 2.5 Citra ber- <i>noise gaussian</i> .....	11
Gambar 2.7 Citra ber- <i>noise poisson</i> .....	12
Gambar 2.8 Hasil difusi linear citra MRI [12].....	16
Gambar 2.9 Hasil proses difusi nonlinear pada saat t tertentu [12] .....	17
Gambar 2.10 (a) Pengaruh fungsi konduktivitas $c_1$ dan $c_2$ ,.....	18
fungsi $\phi_1$ dan $\phi_2$ dalam nilai dari gradient gambar s [14] .....	18
Gambar 2.11 Difusi non linear (a) citra uji, (b) citra hasil difusi isotropik dan .....	20
(c) citra hasil difusi anisotropik dengan peningkatan tepi [12] .....	20
Gambar 2.12 Diskritisasi daerah perhitungan difusi[10].....	20
Gambar 2.13 Model tepi satu matra[4].....	22
Gambar 2.14 bentuk tepi pada citra MRI[10] .....	22
Gambar 3.1 Blok diagram rancangan sistem.....	27
Gambar 3.2 Blok Diagram proses penambahan <i>noise</i> .....	28
Gambar 3.3 Blok Diagram Algoritma Difusi Anisotropik.....	31
Gambar 4.1 Rincian citra .....	35
Gambar 4.2 (a) Citra awal, (b) citra input ber- <i>noise gaussian</i> .....	37
(c) citra output hasil perbaikan .....	37
Gambar 4.3 Diagram perbandingan MSE citra output dengan citra input..	38
Gambar 4.4 Diagram perbandingan PSNR citra input dengan citra output	39
Gambar 4.5 Diagram rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR seluruh citra pada masing-masing noise .....	40
Gambar 4.6 Pengaruh nilai kecepatan terhadap besarnya noise yang berkurang .....	41

(a) citra input, (b) citra ouput saat kecepatan 0,11 (c) citra output saat kecepatan 0,15 dan (c) citra output saat kecepatan 0,25 .....	41
Gambar 4.7 Diagram pengaruh nilai kecepatan difusi terhadap nilai MSE pada citra rontgen 1 .....	42
Gambar 4.8 Diagram pengaruh nilai kecepatan difusi terhadap nilai PSNR pada citra rontgen bernoise speckle .....	43
Gambar 4.9 Digram perbandingan nilai kecepatan difusi terhadap jumlah iterasi yang dibutuhkan.....	44
Gambar 4.10 Diagram jumlah iterasi masing-masing noise.....	45
Gambar 4.11 Pengaruh standar deviasi terhadap MSE yang dihasilkan setelah difusi, dengan MSE sebelum difusi bernilai 420,6147 .....	46
Gambar 4.12 Pengaruh nilai standar deviasi terhadap PSNR citra hasil difusi .....	47
Gambar 4.13 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pada beberapa iterasi (a)citra awal sebelum bernoise, (b) ci tra input bernoise gaussian, (c) citra output saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 1, (d) citra ouput saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 5,(e) citra ouput saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 7,(f) citra ouput saat standar deviasi 2, iterasi 1, (f) citra ouput saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 5, (f) citra ouput saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 7 ,(f) citra ouput saat standar deviasi bernilai 3, iterasi 1,(f) citra ouput saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 5,(f) citra ouput saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 7 .....	48
Gambar 4.14 Perbandingan MSE citra input dengan citra output masing-masing saat nilai standar deviasi berbeda .....	49
Gambar 4.15 Perbandingan PSNR citra input dengan PSNR citra output masing-masing nilai standar deviasi yang berbeda .....	50
Gambar 4.16 Diagram rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR seluruh citra bernoise gaussian pada masing-masing nilai standar deviasi yang berbeda.....	50
Gambar 4.17 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan noise Gaussian pada citra CT-Scan (a) Citra input bernoise Gaussian, (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua, (d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga.....	51
Gambar 4.18 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan <i>noise speckle</i> pada citra CT-Scan (a) Citra input ber- <i>noise speckle</i> , (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua,.....	51
(d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga. ....	51

<b>Gambar 4.20 Perbandingan nilai PSNR citra input dan citra output saat standar deviasi yang berbeda pada CT-Scan bernoise speckle .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.21 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan noise speckle pada citra rontgen.....</b>	<b>53</b>
<b>Citra Input Bernoise speckle, (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua), (d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.22 Perbandingan nilai MSE citra input dan citra output saat standar deviasi yang digunakan berbeda pada citra rontgen bernoise speckle .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.23 Perbandingan nilai PSNR citra input dan citra output saat standar deviasi yang digunakan berbeda pada citra rontgen bernoise speckle .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 4.24 Pengaruh sigma terhadap kualitas citra pengurangan noise speckle pada citra MRI.....</b>	<b>55</b>
<b>(a) citra input bernoise speckle, (b) citra output saat sigma bernilai satu, (c) citra ouput saat sigma bernilai dua, (d) citra ouput saat sigma bernilai tiga</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 4.25 Perbandingan MSE citra input dan citra output saat nilai standar deviasi yang digunakan berbeda ketika proses pengurangan noise speckle pada citra MRI.....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 4.26 Perbandingan PSNR citra input dan citra output saat nilai standar deviasi yang digunakan berbeda ketika proses pengurangan <i>noise speckle</i> pada citra MRI .....</b>	<b>57</b>



## **Kata Pengantar**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena Rahmat dan KaruniaNya-lah tugas akhir dengan judul “Perbaikan Kualitas Citra Medis Menggunakan Metode Difusi Nonlinear Anisotropik“ dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng Rahmadi Kurnia selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu dan membimbing penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Rekan-rekan satu bimbingan yang telah membantu sebagai rekan diskusi dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Bapak dan ibu dosen di lingkungan Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas.

Tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan, saran, dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta wawasan kita semua. Mudah-mudahan Allah SWT memberkati usaha yang telah kita lakukan, Aamiin.

Padang, 24 Oktober 2017

Penulis



# Bab 1 Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Citra medis merupakan gambaran dari tubuh manusia, bagian dan fungsi tubuh untuk tujuan klinis (mendiagnosa dan memeriksa penyakit) atau ilmu kedokteran. Citra medis sering dipengaruhi oleh *noise* yang tidak diinginkan. Ada beberapa penyebab munculnya *noise* pada citra medis, diantaranya kondisi pencahayaan yang kurang atau tidak merata, posisi pasien yang tidak tepat sehingga detektor tidak bekerja optimal dan pengaruh dari perangkat akuisisi data yang kurang bagus. *Noise* menyebabkan kualitas citra memburuk dan mengganggu bagian penting dari tubuh yang akan diterjemahkan pada citra medis. Hal tersebut mengakibatkan ahli medis kesulitan dalam menterjemahkan penyakit atau kadangkala menghasilkan kesalahan diagnosa [1].

Untuk menghindari permasalahan dari akibat *noise* pada citra medis, maka reduksi *noise* penting dilakukan pada citra medis sebelum citra tersebut direpresentasikan. *Noise* pada citra bisa direduksi dengan melakukan proses filter pada citra tersebut. Akan tetapi, proses filter biasa memberikan efek pengaburan pada semua bagian citra termasuk bagian tepi citra. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka proses filter dapat dilakukan dengan metode difusi nonlinear anisotropik. Metode ini merupakan perpanjangan dari filter Gaussian (difusi linear). Difusi nonlinear anisotropik dapat mereduksi noise tanpa mengaburkan tepi bahkan memperjelas tepi.

Penelitian reduksi *noise* pada citra medis dengan metode difusi nonlinear anisotropik telah banyak dilakukan, diantaranya:

- a. **Shokhan Mahmoud Hama dan Muzhir Shaban Al-Ani [2]** dalam *paper*-nya yang berjudul “ *Medical Image Enhancement based on An Efficient Approach for Adaptive Anisotropic Diffusion* ”, yang membahas tentang proses perbaikan citra medis menggunakan metode proses difusi anisotropik adaptif. Citra medis yang diuji pada penelitian ini adalah citra MRI dan angiography. Pada penelitian ini proses difusi tidak dilakukan pada tepi. Persamaan difusivitas diberi kondisi bernilai nol saat saat daerah citra yang memiliki gradien besar. Daerah yang

memiliki gradien besar mengidentifikasi daerah tepi. Citra yang akan diperbaiki pada penelitian ini adalah citra ber-noise gaussian.

- b. **Sisira K. Weeratunga dan Chandrika Kamath** [3] dalam *paper*-nya yang berjudul “*A Comparison of PDE-based Non-linear Anisotropic Diffusion Techniques for Image Denoising*”, yang membahas tentang perbandingan 3 metode pengurangan noise, yaitu metode filter Chen-Wang, filter Tomasi-Manduchi bilateral, dan filter difusi anisotropik peningkatan tepi. Dari perbandingan ketiga metode yang digunakan, metode difusi anisotropik peningkatan tepi menghasilkan pengurangan noise terbaik. Karena difusi non linear anisotropik menghasilkan citra output yang memiliki MSE (*Mean Signal Error*) terkecil dan tepi citra tidak kabur dibanding metode lainnya. Citra yang dilakukan pengujian dalam paper ini adalah citra paru-paru dan citra galaxy ber-noise gaussian. Nilai parameter standar deviasi yang digunakan dalam paper ini adalah satu.

Kedua penelitian di atas memiliki kekurangan, yaitu;

- a. *Paper* [2] proses difusi tidak dilakukan pada tepi. Sehingga metode ini hanya mempertahankan tepi dari efek pengaburan dan noise pada tepi tidak direduksi. Padahal tepi merupakan bagian yang sangat penting dari citra, terutama citra medis. Tepi pada citra medis menunjukkan batas-batas bagian tubuh manusia. Untuk itu, *noise* pada tepi juga harus direduksi untuk memperoleh peningkatan tepi sehingga tepi lebih jelas.
- b. *Paper* [3] proses difusi anisotropik dilakukan dengan tidak memvariasikan nilai parameter-parameter yang diatur (kecepatan difusi, dan standar deviasi). Padahal nilai parameter tersebut memberikan pengaruh penting terhadap kualitas citra yang dihasilkan dari proses difusi anisotropik.

Selain itu, kedua penelitian di atas hanya dilakukan percobaan pada citra ber-noise gaussian.



Untuk melengkapi kekurangan dari penelitian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan proses difusi anisotropik dengan melibatkan tepi bahkan juga meningkatkan kualitas tepi. Pada penelitian ini proses difusi tidak dihentikan pada tepi, sehingga *noise* pada semua bagian gambar termasuk tepi bisa direduksi. Penelitian ini juga melakukan beberapa kali pengujian terhadap sampel dengan memberikan beberapa variasi nilai parameter difusi anisotropik yang berbeda pada setiap pengujian, sehingga dengan itu dapat dianalisa pengaruh parameter tersebut terhadap hasil citra yang didapatkan. Serta, pada penelitian ini uji coba tidak hanya dilakukan pada citra ber-*noise gaussian*, tetapi juga citra ber-*noise speckle* dan *poisson*, karena selain menghasilkan pengurangan noise yang baik pada jenis *noise gaussian* metode difusi non linear anisotropik juga akan menghasilkan pengurangan *noise* yang baik pada jenis *noise speckle* dan *poisson* [2]. Dengan melakukan uji coba pada citra ber-*noise speckle* dan *poisson* dapat diketahui perbandingan hasil pengurangan *noise* dari ketiga *noise* tersebut, manakah *noise* yang paling banyak berkurang. Selain itu, jenis *noise speckle* sering ditemukan pada citra medis dan *noise poisson* sering ditemukan pada citra radiografi yang mana citra *rontgen* merupakan jenis citra radiografi[4].

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana hasil pengurangan *noise* dari metode yang digunakan saat mengurangi *noise gaussian*, *speckle* dan *poisson* dan jenis *noise* apa yang akan lebih banyak berkurang
2. Bagaimana pengaruh kecepatan difusi dan standar deviasi pada persamaan difusi terhadap hasil pengurangan *noise* yang didapatkan.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu memperbaiki kualitas citra medis dengan mengurangi *noise* yang terdapat pada citra medis menggunakan metode difusi non linear anisotropik.

## 1.4 Manfaat

Diharapkan melalui penelitian ini, *noise* yang dapat mengganggu dan menurunkan kualitas citra medis dapat dihilangkan. Sehingga dengan demikian ahli medis tidak akan kesulitan dalam menterjemahkan penyakit dan kemungkinan salah diagnosa dapat dihindari.

## 1.5 Batasan Masalah

1. Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB R2016a
2. *Noise* yang ditambahkan adalah *Gaussian*, *speckle* dan *poisson*.
3. Performa hasil dievaluasi secara kuantitatif dengan MSE dan PSNR
4. Sampel yang digunakan adalah citra CT-Scan, *rontgen* dan MRI.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur sebagai gambaran awal tentang pemahaman konsep dari masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini.
2. Pembuatan program  
Program ini dirancang untuk dapat mengurangi *noise* pada citra medis, tanpa mengaburkan gambar dan meningkatkan tepi.
3. Pengujian program  
Pengujian program dilakukan dengan memodelkan *noise* pada objek yang akan diuji, lalu melakukan proses pengurangan *noise* difusi nonlinear anisotropik.
4. Penyusunan laporan akhir.

## 1.7 Sistematika Penulisan.

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori yang mendukung penelitian tugas akhir.

3. Bab III Metode Penelitian

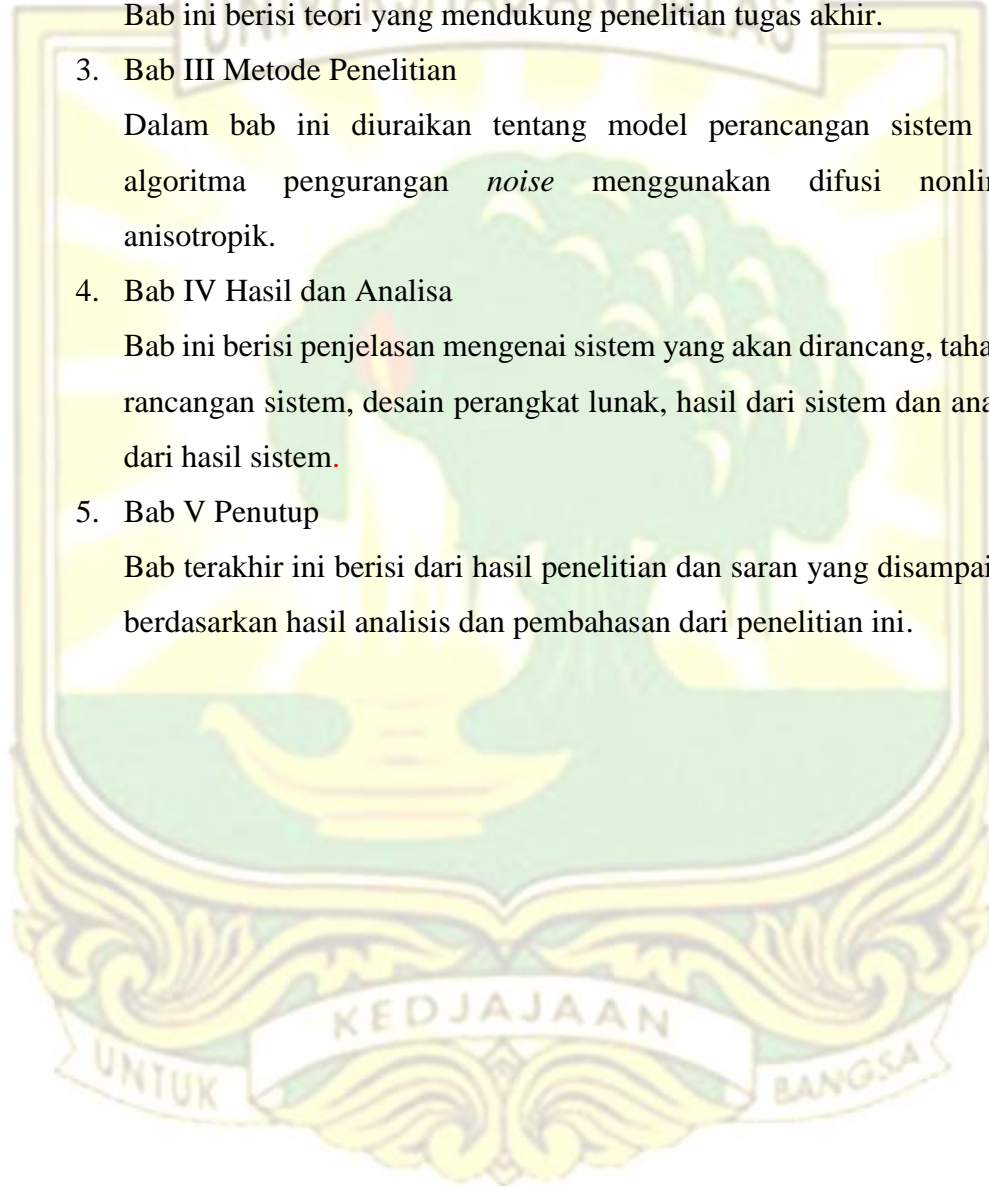
Dalam bab ini diuraikan tentang model perancangan sistem dan algoritma pengurangan *noise* menggunakan difusi nonlinear anisotropik.

4. Bab IV Hasil dan Analisa

Bab ini berisi penjelasan mengenai sistem yang akan dirancang, tahapan rancangan sistem, desain perangkat lunak, hasil dari sistem dan analisa dari hasil sistem.

5. Bab V Penutup

Bab terakhir ini berisi dari hasil penelitian dan saran yang disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini.



## Bab 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Citra Digital

Citra merupakan representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi disimbolkan dengan  $f(x, y)$  [5]. Sedangkan citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit disebut *digitalisasi*. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi  $N$  X lebar  $M$ . Semakin besar nilai  $M$  dan  $N$ , semakin halus citra digital yang dihasilkan dan artinya resolusi citra semakin tinggi [5].

Perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel. Piksel adalah elemen terkecil dari sebuah citra. Setiap piksel pada citra menyimpan dua buah nilai atau data, yaitu data lokasi kordinat piksel (posisi) dan data intensitas (warna). Citra digital yang berukuran  $N \times M$  sering dinyatakan dengan matriks yang berukuran  $N$  baris dan  $M$  kolom sebagai berikut,

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Yangmana:

$(x, y)$  : koordinat pada bidang dua dimensi

$f(x, y)$  : intensitas cahaya (*brightness*) pada titik  $(x, y)$  .

### 2.1.1 Format Citra Digital

Dalam pengaplikasiannya citra digital memiliki format yang bermacam-macam diantaranya *Microsoft Windows Bitmap Format* (BMP), *joint Photographics Experts Group* (JPEG), *Compuserved Graphics Interchange Format* (GIF), *Aldul Tagged Image File Format* (TIF), *WordPerfect Graphics Format* (WPG), *GEM Image Format* (IMG), dan lainnya. Dari sekian banyak format cira digital yang paling sering digunakan adalah citra dengan format BMP dan JPEG karena citra jenis ini lebih sederhana dan pencahayaan citra dengan format ini lebih mendekati objek aslinya[5].

### 2.2 Citra Medis

Citra medis merupakan gambaran dari tubuh manusia, bagian dan fungsi tubuh untuk tujuan klinis (mendiagnosa dan memeriksa penyakit) atau ilmu kedokteran. Pencitraan medis dilakukan diantaranya untuk mengetahui bentuk dan fungsi organ tubuh, sebaran zat tertentu dan perubahan metabolisme di dalam tubuh. Teknik atau proses untuk mendapatkan citra medis dinamakan dengan *medical imaging* [1].

Tujuan *medical imaging* antara lain:

1. Untuk mengembangkan metode komputasi dan Algoritma untuk menganalisis dan menghitung data biomedis.
2. Untuk berkolaborasi dengan peneliti NIH (*National Institutes of Health*) di pusat penelitian lain dalam menerapkan analisis informasi dan visualisasi untuk masalah biomedis.
3. Mengembangkan alat (baik *hardware* ataupun *software*) untuk memberikan kemampuan untuk menganalisa data biomedis dan mendukung penemuan dan kemajuan biomedis.

### 2.2.1 Jenis Citra Medis

Ada banyak jenis citra medis berdasarkan teknik pengambilannya diantaranya,

a. *Computed Tomography Scan ( CT-Scan )*

CT-Scan adalah prosedur pencitraan medis yang menggunakan X-ray untuk melihat gambar penampang tubuh. Sebuah sistem pencitraan CT-Scan menghasilkan gambar penampang atau irisan dari area tubuh. CT-Scan menggunakan beberapa khusus sinar-X untuk melihat area tubuh dari sudut yang berbeda dan kemudian memberikan beberapa gambar penampang dari tubuh. Keuntungan visualisasi yang lebih baik yang ditawarkan oleh CT-Scan dibandingkan X-Ray diimbangi dengan risiko paparan radiasi yang lebih besar, penambahan biaya dan waktu[1]. Gambar berikut merupakan salah satu contoh citra CT-Scan,



Gambar 2.1 Contoh citra CT-Scan[1]

b. *MRI (Magnetic Resonance Imaging)*

*MRI (Magnetic Resonance Imaging)* adalah pencitraan diagnosa penyakit pasien untuk memeriksa dan mendeteksi tubuh anda dengan menggunakan medan magnet yang besar dan gelombang frekuensi radio, tanpa operasi, penggunaan sinar X ataupun bahan radioaktif. Selama pemeriksaan MRI akan memungkinkan molekul-molekul dalam tubuh bergerak dan bergabung untuk membentuk sinyal-sinyal. Sinyal ini akan ditangkap oleh antena dan dikirimkan ke komputer untuk diproses dan ditampilkan di layar monitor menjadi sebuah gambaran yang jelas dari struktur rongga tubuh bagian dalam[1].

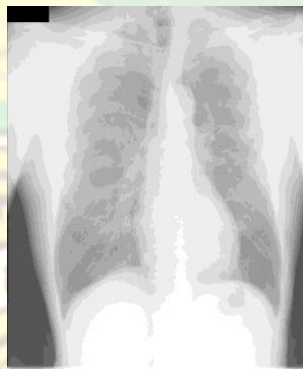
Berikut contoh citra MRI



Gambar 2.2 Contoh citra MRI [12]

c. *Rontgen*

*Rontgen* merupakan suatu metode diagnostik dengan menggunakan gelombang elektromagnetik berupa Sinar-X. Radiasi sinar-X merupakan suatu gelombang elektromagnetik dengan gelombang pendek. Sinar-X mempunyai daya tembus yang cukup tinggi terhadap bahan yang dilaluinya. Dengan demikian sinar-X dapat dimanfaatkan sebagai alat diagnosis dan terap penyakit yang mana pada citra rontgen berfungsi untuk photo thorax, tulang tangan, kaki dan organ tubuh yang lainnya[1]. Berikut salah satu contoh citra *rontgen*,



Gambar 2.3 Citra *Rontgen* [11]

## 2.3 Noise pada Citra

*Noise* (derau) merupakan penyebab utama penurunan kualitas citra (degradasi), *Noise* pada citra digital dapat terjadi karena banyak faktor, seperti kurangnya pencahayaan saat pengambilan gambar, keterbatasan resolusi piksel dari kamera yang digunakan, kamera tidak fokus dan lainnya [6].

Ada 3 tipe *noise* yang umum pada pemrosesan citra digital, yaitu *impulse noise*, *additive noise* dan *multiplicative noise*. Ketiga tipe ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. *Impulse noise*, merupakan *noise* yang berbentuk sinyal impuls acak dan terdistribusi secara acak pula pada suatu citra digital. Adanya sinyal impuls ini menyebabkan diskontinuitas pada suatu segmen citra, atau pada suatu spatial window yang dievaluasi. Contoh *impulse noise* adalah *salt and pepper*.
- b. *Additive noise*, adalah sinyal-sinyal dengan magnitudo acak yang terdistribusi secara Gauss pada suatu citra digital. Contoh *additive noise* adalah derau putih (*white noise*) dan Gaussian Noise.
- c. *Multiplicative noise*, adalah suatu multiplikasi atau konvolusi dari beberapa *noise* dengan magnitudo, distribusi dan intensitas yang berbeda, contoh *speckle noise*.

### 2.3.1 Gaussian Noise

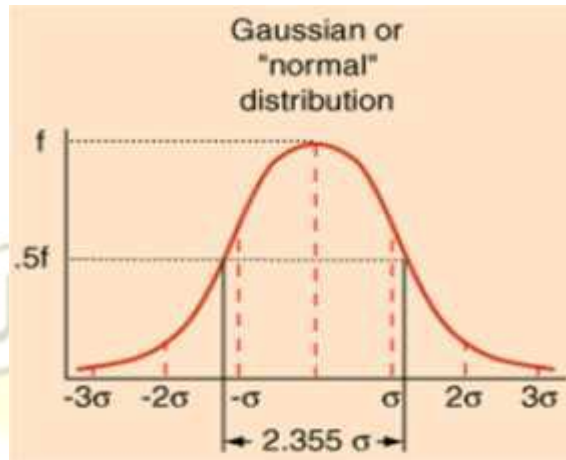
*Noise* dengan distribusi Gauss (atau biasa juga disebut distribusi normal) dimodelkan dengan formula sebagai berikut[6]:

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(z-\bar{z})^2/2\sigma^2} \quad (2.2)$$

Dengan  $z$  adalah intensitas,  $\bar{z}$  adalah rata-ratanya serta  $\sigma$  adalah standar deviasi dari distribusi Gauss. Kuadrat dari standar deviasi ( $\sigma^2$ ) disebut sebagai varian dari  $z$ . Gambar 2.2 berikut ini mendeskripsikan contoh fungsi distribusi Gauss dengan parameter-parameter tersebut, dengan perkiraan bahwa 70% dari nilai pikselnya berada di antara rentang  $[(\bar{z} - \sigma), (\bar{z} + \sigma)]$ . Dan  $f$  adalah puncak grafik distribusi Gauss yang dicapai pada nilai  $\bar{z} = \bar{z}$  (rata-rata)[6].



Berikut bentuk grafik fungsi distribusi gauss



Gambar 2.4 Contoh grafik fungsi distribusi gauss [7].

Untuk menambahkan noise gaussian pada Matlab memerlukan input varian dan rata-rata. Makin besar varian dan rata-rata maka citra akan semakin kabur, sebaliknya semakin kecil varian dan rata-rata efek pada citra semakin tidak terlihat[8]. Gambar 2.5 merupakan contoh citra ber-*noise gaussian*



Gambar 2.5 Citra ber-*noise gaussian*

### 2.3.2 Speckle Noise

*Speckle Noise* adalah jenis *Multiplicative noise* dalam sinyal acak yang tidak diinginkan yang dikalikan dengan sinyal relevan yang berbeda saat menangkap dan transmisi citra. Noise speckle sering ditemui dalam citra radar dan citra medis. Hasil dari nilai rata-rata diambil berdasarkan variabel acak eksponensial [4].

Gambar 2.6 merupakan citra ber-*noise speckle*,



Gambar 2.6 Citra ber-*noise speckle*

### 2.3.3 Poisson Noise

*Poisson noise* juga disebut dengan *shot noise*. *Poisson noise* merupakan salah satu dari *additive noise*, distribusi *noise poisson* umumnya sangat bervariasi dari *noise gaussian*. *Noise* pada piksel yang berbeda bersifat independen satu sama lain. *Poisson noise* biasanya ditemukan dalam citra radiografi[4]. Gambar 2.7 merupakan citra ber-*noise poisson*,



Gambar 2.7 Citra ber-*noise poisson*

### 2.4 Pemodelan Noise

Dalam dunia nyata, citra yang diperoleh dari perangkat pencitraan seperti kamera dan sebagainya sering terkena *noise*, sehingga kualitas citra jadi menurun (terdegradasi). Untuk memodelkan citra yang terdegradasi, citra asli yang bersih (*clean image*)  $A(x,y)$ , diberikan *noise*  $n(x,y)$  menurut jenis *noise* tertentu (*impulse* atau *Gaussian*), dengan fungsi degradasi  $H(s)$  adalah matriks satuan  $H(1)$  dengan ukuran dimensi yang sama dengan ukuran dimensi citra asli, sehingga proses konvolusi antara  $A(x,y)$  dengan  $H(1)$  akan tetap menghasilkan  $A(x,y)$ , atau dengan kata lain, fungsi degradasi  $H(s)$  tidak akan mengubah jumlah piksel dari citra asli [6].

$$A(x,y) * H(1) = A(x,y) \quad (2.3)$$

Selanjutnya, dari model di atas, output dari fungsi degradasi ditambahkan dengan *noise*  $n(x,y)$  sehingga menghasilkan citra yang terkorupsi oleh *noise*  $G(x,y)$  sebagai berikut:

$$G(x,y) = A(x,y) + n(x,y) \quad (2.4)$$

## 2.5 Difusi

Difusi merupakan proses menyeimbangkan konsentrasi tanpa menambah atau mengurangi massanya [7]. Proses penyeimbangan konsentrasi tersebut secara matematis dapat dituliskan dalam hukum Fick's:

### 1. Hukum Fick's pertama

$$j = -D \cdot \frac{dC}{dx} \quad (2.5)$$

Dimana:

$j$  = flux atau jumlah zat yang berdifusi ( $\text{g}/\text{cm}^2 \text{det}$ )

$D$  = koefisien difusi ( $\text{cm}^2/\text{det}$ )

$C$  = konsentrasi ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$x$  = jarak (cm)

Tanda negatif pada persamaan menandakan bahwa difusi terjadi dalam arah yang berlawanan dengan kenaikan konsentrasi (arah  $x$  positif). Proses difusi terjadi dalam arah penurunan konsentrasi, maka flux selalu bernilai positif.

### 2. Hukum Fick's kedua

Suatu persamaan untuk transpor massa yang menekankan perubahan dalam konsentrasi terhadap waktu pada tempat tertentu, bukan pada massa yang berdifusi melalui satu satuan luas barrier dalam satuan waktu dikenal sebagai Hukum Fick Kedua.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = - \frac{\partial J}{\partial x}$$

(2.6)

Dengan menurunkan persamaan hukum pertama terhadap  $x$ , akan diperoleh:

$$- \frac{\partial J}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \Rightarrow \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (2.7)$$

## 2.6 Difusi Dalam Pengolahan Citra

Proses difusi dapat digunakan dalam pengolahan citra untuk mengurangi *noise*. Pada citra *noise* umumnya berupa variasi intensitas suatu *pixel* yang tidak berkorelasi dengan piksel tetangganya dan berdasarkan analisis frekuensi dengan transformasi Fourier, piksel yang mengandung *noise* umumnya memiliki frekuensi tinggi. Untuk dapat mengurangi *noise* proses difusi dilakukan dengan cara menyebarkan intensitas suatu piksel yang memiliki frekuensi tinggi ke *pixel* tetangganya.

Dalam pengolahan citra,  $C$  dapat dianalogikan sebagai derajat keabuan dan  $\frac{dC}{dx}$  sebagai perubahan derajat keabuan ( $\nabla I$ ) pada jarak tertentu. Sedangkan  $D$  adalah tensor difusi yang merupakan matrik simetris positif [6]. Sehingga persamaan difusi untuk pengolahan citra dapat ditulis menjadi:

$$j = -D \cdot \nabla I \quad (2.8)$$

Flux  $j$  pada persamaan di atas, merupakan vektor yang menunjukkan bahwa flux tersebut mempunyai besar dan arah. Tensor difusi dapat diganti sebagai nilai skalar difusivitas ketika  $j$  dan  $\nabla I$  parallel (difusi isotropik) [12].

Difusi dapat dilakukan secara linear atau nonlinear. Difusi linear memproses setiap piksel tanpa mempertimbangkan penting suatu piksel dalam mengandung informasi. Sedangkan pada difusi nonlinear, proses difusi dilakukan dengan menggunakan variabel difusi untuk mengontrol efek filter [9].

### 2.6.1 Difusi Linear

Jika fungsi  $D$  pada persamaan difusi merupakan sebuah skalar konstan, maka persamaan dapat menjadi model linear sederhana, yaitu menjadi persamaan panas [10]. Difusi linear atau persamaan panas ekuivalen dengan proses filter menggunakan kernel Gaussian [9]. Difusi linear mengalirkan difusi secara homogen pada semua daerah yang diproses.

- Filter Gaussian

Filter gaussian merupakan salah satu metode *linear spatial filtering* dan telah banyak digunakan dalam bidang analisis citra untuk proses *smoothing* (penghalusan), *bluring* (pengaburan), menghilangkan detail dan menghilangkan derau pada citra [11]. Linear yang dimaksud adalah mengalikan setiap *piksel* dalam tetangga dengan koefisien yang terhubung kepadanya dan menjumlahkan hasilnya untuk mendapatkan jawaban pada setiap titik (x, y). Jika ukuran tetangga adalah m x n, maka dibutuhkan koefisien mn. Koefisien dibentuk menjadi matriks yang disebut dengan *filter*, *mask*, *filter mask*, *kernel*, *template* atau *window*.

Berikut merupakan bentuk fungsi Gaussian 2-D yang digunakan untuk memperoleh nilai *filter mask*:

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left[-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2.9)$$

$\sigma$  merupakan standar deviasi dari Filter Gaussian yang menunjukkan ketajaman dari fungsi puncak, x dan y adalah koordinat spasial

Setelah diperoleh nilai *filter mask*, proses selanjutnya konvolusi citra input dengan *filter mask* tersebut. Proses konvolusi dilakukan dengan memutar *filter mask* sebesar  $180^\circ$  terlebih dulu kemudian di-*passing* pada citra. Perhitungannya dapat diperoleh menggunakan persamaan (2.10) berikut [6]:

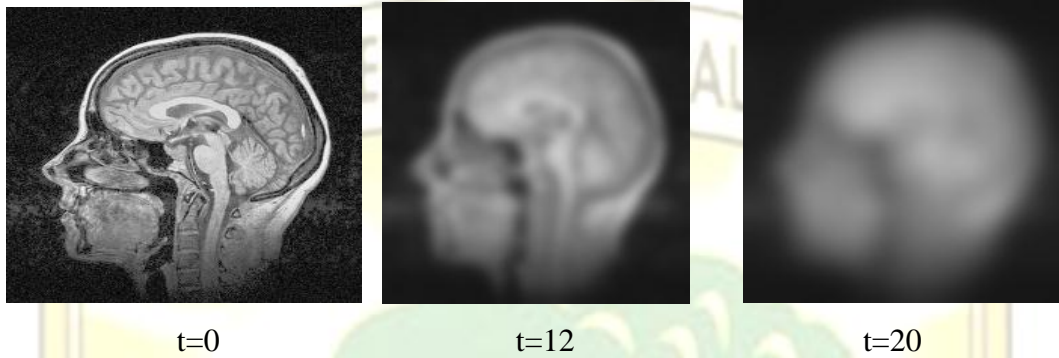
$$\sum_{p=-m/2}^{m/2} \sum_{q=-n/2}^{n/2} h(p + m/2 + 1, q + n/2 + 1) f(y + p, x + q) \quad (2.10)$$

Dimana m/2 adalah separuh dari tinggi kernel, n/2 adalah separuh dari lebar kernel, h menyatakan kernel.

Difusi linear melakukan filter yang sama pada semua daerah gambar termasuk tepi sehingga menyebabkan tepi juga menjadi kabur[9]. Tepi merupakan informasi penting dari citra yang perlu dipertahankan, sehingga metode ini kurang baik digunakan dalam pengolahan citra[10].

Proses difusi baik linear maupun nonlinear menggunakan *scale space* (t) untuk menghasilkan serangkaian citra dengan level resolusi spasial yang berbeda-beda [12]. *Scale space* mengasumsikan t = 0 sebagai gambar awal sebelum dilakukan proses difusi.

Citra akan berubah pada waktu  $t = n \Delta t$  dengan  $n$  (indeks iterasi) = 1, 2, ..... dan  $\Delta t$  merupakan nilai ketetapan waktu untuk mengatur kecepatan difusi. Karena difusi linear setara dengan Filter Gaussian, maka pada difusi linear menunjukkan semakin besar  $t$  proses filter akan berlangsung lebih cepat dan gambar akan semakin kabur. Pengaruh  $t$  terhadap hasil difusi linear ditunjukkan oleh gambar berikut,



Gambar 2.8 Hasil difusi linear citra MRI [12]

Dapat terlihat dari gambar di atas, dengan bertambahnya *scale space*  $t$ , gambar akan semakin kabur dan menurunkan informasi garis tepi pada gambar.

### 2.6.2 Difusi Nonlinear

Metode difusi nonlinear diusulkan oleh Perona dan Malik [11] untuk menghindari masalah pengaburan dan lokalisasi gambar dari difusi linear. Metode ini melakukan filter tergantung dari jarak (*space*) untuk mengurangi difusivitas pada lokasi yang kemungkinan besar adalah tepi. Kemungkinan tepi tersebut diukur dengan  $|\nabla I|^2$  [12].

Metode difusi nonlinear didapatkan oleh Perona Malik [13] dari hukum Fick's kedua:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = D \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} \quad (2.11)$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} = -\text{div } \mathbf{j} \quad (2.12)$$

$$\text{div } \mathbf{j} = \frac{\partial j_x}{\partial x} + \frac{\partial j_y}{\partial y} \quad (2.13)$$

Sehingga persamaan difusi nonlinear yang diusulkan Perona Malik [13], menjadi:

$$\frac{\partial}{\partial t} I(x, y, t) = \text{div}(c(x, y, t)) \nabla I(x, y, t) \quad (2.14)$$

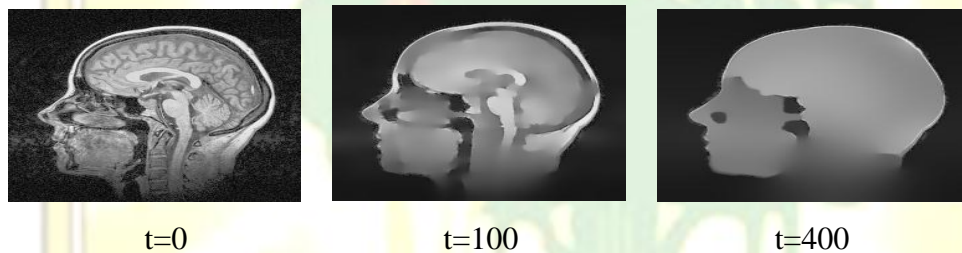
Dimana:  $\partial$  merupakan notasi turunan parsial

$\text{Div} = \partial_x, \partial_y$  merupakan operator divergensi berdimensi 2

$I(x, y, t)$  menunjukkan *pixel* gambar pada posisi (x,y), dan t menunjukkan *scale space* pada difusi anisotropik

$C$  menyatakan fungsi difusivitas

Pada difusi nonlinear, ketika t semakin besar informasi lokal akan semakin berkurang [10]. Gambar berikut memperlihatkan pengaruh t terhadap hasil difusi nonlinear, dengan t=0 merupakan citra asli.



Gambar 2.9 Hasil proses difusi nonlinear pada saat t tertentu [12] Terlihat dari gambar di atas walaupun t semakin besar tetapi tepi gambar tetap dijaga dari efek pengaburan.

(a) Model isotropik

Koefisien difusi dalam proses difusi nonlinear isotropik dipilih untuk menjadi fungsi penurunan gradien sinyal. Proses ini mempertimbangkan *lowpass filter* dengan memilih daerah yang tidak mengandung gradien besar (seperti tepi dan garis tipis dalam gambar). Difusi nonlinear umumnya dimodelkan sebagai fungsi dari diferensial parsial [9].

Proses difusi isotropik dilakukan, jika  $c$  menyatakan nilai skalar difusi. Nilai difusi skalar dihitung menggunakan fungsi konduksi persamaan berikut:

$$c_1 \|\nabla I(x, y, t)\| = \exp\left(-\frac{\|\nabla I(x, y, t)\|^2}{\kappa^2}\right) \quad (2.15)$$

$$c_2 \|\nabla I(x, y, t)\| = \left[ \frac{1}{1 + \frac{\nabla I(x, y, t)}{\kappa}} \right] \quad (2.16)$$

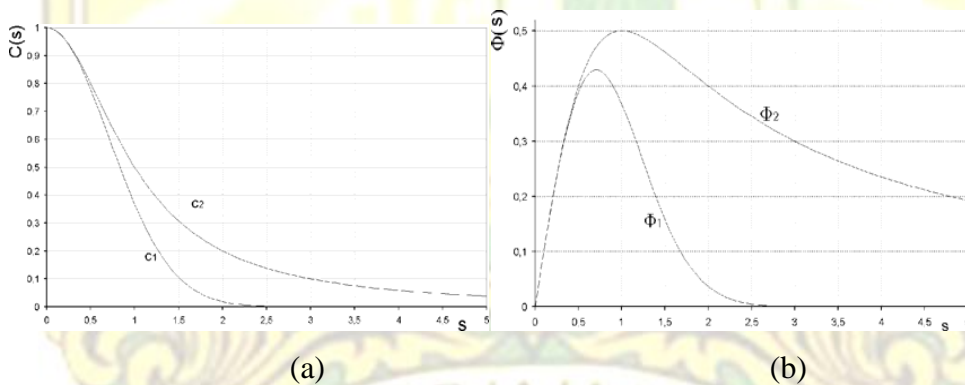
$\nabla I(x, y, t)$  merupakan gradient dari citra input yang telah di *smoothing* dengan Filter Gaussian

$\|\cdot\|$  menunjukkan norma vektor

$\kappa$  merupakan parameter batas gradient yang memengaruhi proses difusi anisotropik dan menentukan kemungkinan tepi. Kemungkinan tepi adalah ketika  $\kappa \geq \nabla I^2$ . Ketika  $\nabla I^2 > \kappa^2$  maka skalar difusivitas akan berkurang seiring dengan kenaikan nilai  $\nabla I^2$ . Dan nilai skalar difusivitas akan membesar ketika  $\nabla I^2 < \kappa^2$ . Untuk melihat pengaruh dari  $\kappa$ , dibantu dengan mendefinisikan fungsi flux :  $\Phi = c \|\nabla I^2\|$ , fungsi flux dapat ditulis ulang sebagai

$\frac{\partial}{\partial t} I(x, y, t) = \nabla \Phi(x, y, t)$ . Fungsi flux  $\Phi_1$  dan  $\Phi_2$  sesuai dengan koefisien

konduksi  $c_1$  dan  $c_2$  ditunjukkan pada gambar 2.10 berikut [14],



Gambar 2.10 (a) Pengaruh fungsi konduktivitas  $c_1$  dan  $c_2$ , fungsi  $\phi_1$  dan  $\phi_2$  dalam nilai dari gradient gambar s [14]

dapat dilihat dari gambar 2.10 (b) aliran meningkat pada gradient kuat untuk mencapai maksimum, lalu menurun secara perlahan menuju nol. Perilaku tersebut menunjukkan bahwa proses difusi mempertahankan wilayah homogen karena aliran difusi kecil dihasilkan untuk gradient rendah. Dengan cara yang sama tepi dipertahankan karena aliran kecil pada bagian dimana gradient gambar tinggi [14].



(b) Model anisotropik

Difusi anisotropik merupakan regularisasi dari proses difusi isotopik. Pada difusi anisotropik, persamaan skalar difusivitas antara bagian tepi dan selain tepi dibedakan sesuai dengan kondisi yang diberikan. Nilai skalar difusivitas antara yang didapatkan dari 2 persamaan yang berbeda tersebut digunakan untuk membangun tensor difusi. Pada difusi anisotropik, fungsi  $c$  dari persamaan difusi nonlinear adalah tensor difusi bukan skalar difusivitas [12].

- Difusi anisotropik dengan peningkatan tepi

Peningkatan tepi dengan difusi anisotropik dibuat untuk mengatasi masalah difusi isotopik yang memperlambat proses difusi pada tepi, sehingga *noise* pada tepi tidak dihilangkan sepenuhnya. Dengan metode ini, tepi citra dapat ditingkatkan dengan cara melebihi difusi sepanjang tepi untuk vektor yang tegak lurus dengan gradien. Difusi anisotropik tidak hanya menghitung modulus dari detektor tepi  $\nabla I$ , tapi juga arah. Karena hal itu  $c$  pada persamaan difusi nonlinear merupakan tensor difusi [15],

$$\begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{12} & d_{22} \end{pmatrix} D = R^T \begin{pmatrix} c_1 & \mathbf{O} \\ \mathbf{O} & c_2 \end{pmatrix} R \quad (2.17)$$

$R$  merupakan matrik rotasi yang mendeskripsikan sistem koordinat lokal yang sesuai dengan vektor gradient ditinjau pada skala  $u$  [1].

$$R = \frac{1}{\sqrt{(L_x^u)^2 + (L_y^u)^2}} \begin{pmatrix} L_x^u & -L_y^u \\ L_y^u & L_x^u \end{pmatrix} \quad (2.18)$$

$L^u$  menyatakan tinjauan gambar pada skala  $u$

Sehingga tensor difusi menjadi:

$$D = \frac{1}{(L_x^u)^2 + (L_y^u)^2} \begin{pmatrix} c_1(L_x^u)^2 & (c_2 - c_1)L_x^u L_y^u \\ (c_2 - c_1)L_x^u L_y^u & c_1(L_y^u)^2 + c_2(L_x^u)^2 \end{pmatrix} \quad (2.19)$$

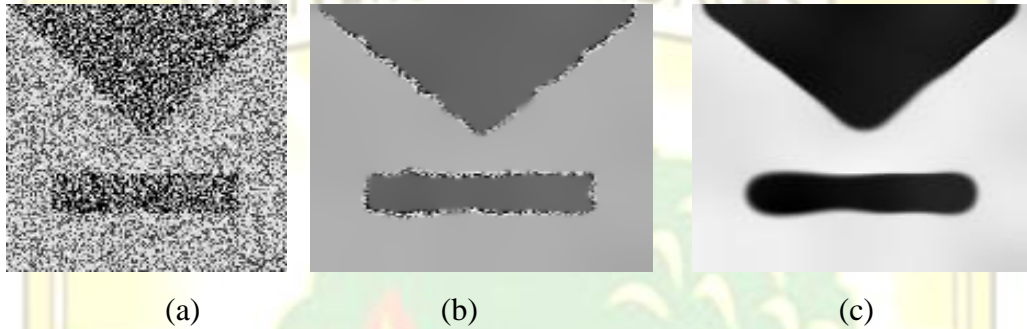
kolom matrik rotasi merupakan vektor eigen sistem ortonormal berikut [15] :

$$v_2 \perp \nabla I \text{ (tepi yang dipilih)} \quad v_1 \parallel \nabla I$$

Dalam rangka meningkatkan tepi, maka diatur proses difusivitas selain tepi  $c_1$  dan difusivitas tepat pada tepi yang dipilih  $c_2$  sebagai berikut[15]:

$$\begin{aligned} c_1 &= c \|\nabla I(x, y, t)\| \\ c_2 &= 1 \end{aligned} \tag{2.20}$$

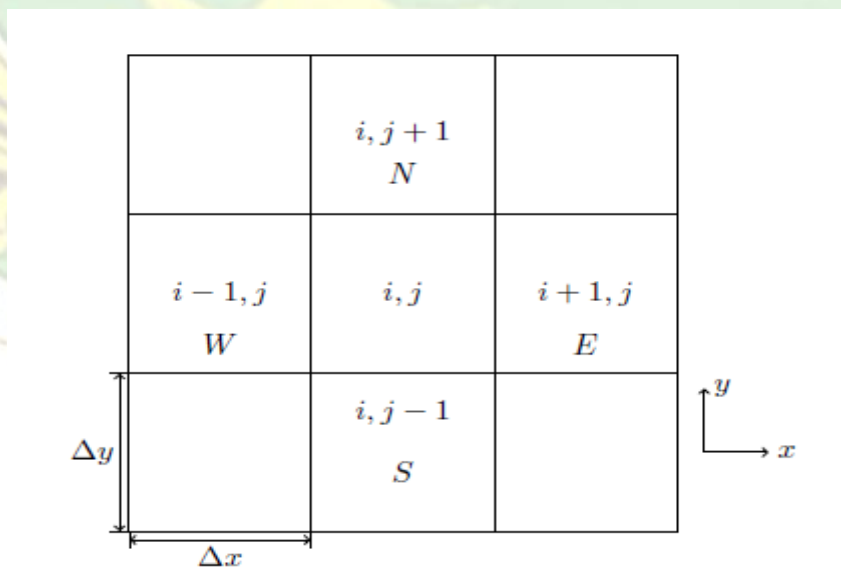
Perbedaan gambar yang dihasilkan dari difusi model isotropik dan anisotropik dapat dilihat dari gambar berikut



Gambar 2.11 Difusi non linear (a) citra uji, (b) citra hasil difusi isotropik dan (c) citra hasil difusi anisotropik dengan peningkatan tepi [12]

## 2.7 Implementasi Diskritisasi Difusi Nonlinear

Persamaan difusi nonlinear dapat didiskritisasi menggunakan operator laplacian dari tetangga daerah perhitungan difusi. Diskritisasi tetangga tersebut diperlihatkan oleh gambar berikut



Gambar 2.12 Diskritisasi daerah perhitungan difusi[10]

Penentuan lokasi tetangga dimana proses filter terjadi ditentukan secara lokal oleh pola kecerahan gambar dan beradaptasi dengan bentuk dan ukuran bagian dimana filter diperlukan [13].

Diskritisasi persamaan difusi nonlinear dari tetangga tersebut dibentuk sebagai berikut:

$$I_{i,j}^{n+1} = I_{i,j}^n + \lambda [D_N \cdot \nabla_N I + D_S \cdot \nabla_S I + D_E \cdot \nabla_E I + D_W \cdot \nabla_W I]_{i,j}^n \quad (2.21)$$

Dengan  $\lambda = \Delta x^2 / \Delta t$  terhadap arah x atau  $\lambda = \Delta y^2 / \Delta t$  terhadap arah y

Untuk mempertahankan nilai  $I_{i,j}^{n+1}$  selalu positif, maka diperlukan syarat kestabilan dengan  $0 \leq \lambda \leq \frac{1}{4}$  [10]. Untuk  $\lambda$  maksimal 0,25 proses difusi akan berlangsung cepat [14].

$\nabla$  merupakan perbedaan tetangga terdekat dari *pixel* yang akan didifusi, yang masing-masingnya adalah:

$$\begin{aligned} \nabla_N I_{i,j} &= I_{i-1,j} - I_{i,j} \\ \nabla_S I_{i,j} &= I_{i+1,j} - I_{i,j} \\ \nabla_E I_{i,j} &= I_{i,j+1} - I_{i,j} \\ \nabla_W I_{i,j} &= I_{i,j-1} - I_{i,j} \end{aligned} \quad (2.22)$$

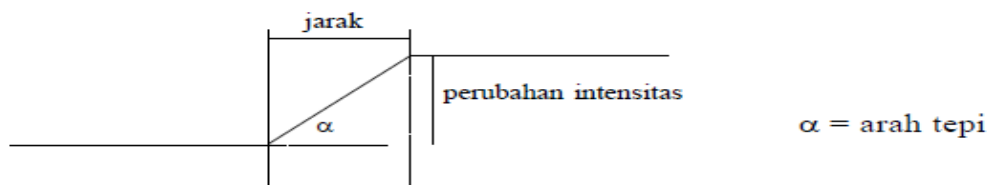
Koefisien konduksi (c) diperpaharui setiap iterasi sebagai sebuah fungsi dari gradient kecerahan,

$$\begin{aligned} c_{N_{i,j}}^n &= c \left\| (\nabla I)_{i+(1/2),j}^n \right\| \\ c_{S_{i,j}}^n &= c \left\| (\nabla I)_{i-(1/2),j}^n \right\| \\ c_{E_{i,j}}^n &= c \left\| (\nabla I)_{i,j+(1/2)}^n \right\| \\ c_{W_{i,j}}^n &= c \left\| (\nabla I)_{i,j-(1/2)}^n \right\| \end{aligned} \quad (2.23)$$

## 2.8 Pendeteksian Tepi

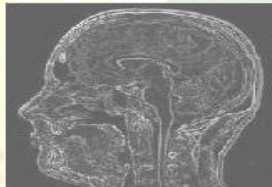
Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Perbedaan intensitas inilah yang menampakkan rincian pada citra. Tepi biasanya terdapat pada batas antara dua daerah berbeda pada suatu citra. Tepi dapat diorientasikan dengan suatu arah, dan arah ini berbeda-beda bergantung pada perubahan intensitas [4].

Berikut gambaran model tepi,



Gambar 2.13 Model tepi satu matra[4]

Gambar 2.14 memperlihatkan bentuk tepi dari citra



Gambar 2.14 bentuk tepi pada citra MRI[10]

Tepi termasuk ke dalam komponen berfrekuensi tinggi, maka pendeteksian tepi dapat dilakukan dengan penapis lolos-tinggi.

Terdapat beberapa teknik yang digunakan untuk mendeteksi tepi, antara lain:

1. Operator gradien pertama (*differential gradient*)
2. Operator turunan kedua (*Laplacian*)
3. Operator kompas (*compass operator*)

### 2.8.1 Pendeteksian Tepi dengan Operator Gradien Pertama

Perubahan intensitas yang besar dalam jarak yang singkat dipandang sebagai fungsi yang memiliki kemiringan yang besar. Kemiringan fungsi biasanya dilakukan dengan menghitung turunan pertama (*gradient*). Karena citra  $f(x,y)$  adalah fungsi dwimatra dalam bentuk diskrit, maka turunan pertamanya adalah secara parsial, masing-masing dalam arah- $x$  dan dalam arah- $y$ , sebagai berikut:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_x \\ L_y \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

Yang dalam hal ini,

$$L_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x + \Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x}$$

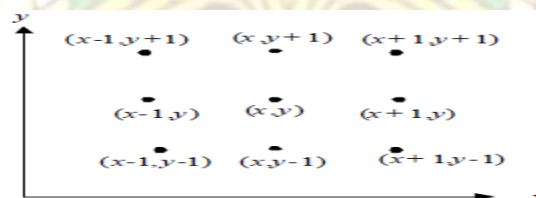
$$L_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \frac{f(x, y + \Delta y) - f(x, y)}{\Delta y} \quad (2.25)$$

Biasanya  $\Delta x = \Delta y = 1$ , sehingga persamaan turunan pertama menjadi:

$$L_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x + 1, y) - f(x, y)$$

$$L_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y + 1) - f(x, y) \quad (2.26)$$

Titik-titik yang terlibat dalam perhitungan turunan pertama diperlihatkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Titik-titik yang dilibatkan dalam perhitungan gradien

Kedua turunan tersebut dapat dipandang sebagai dua buah *mask* konvolusi sebagai berikut:

$$L_1(x) = [-1 \ 1]$$

$$L_1(y) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

Contoh misalkan terdapat sebuah 5 x 5 citra dengan dua derajat keabuan sebagai berikut [12]:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Hasil perhitungan gradien setiap piksel di dalam citra adalah sebagai berikut:

Gradient x					Gradient y					Arah Gradien				
0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*
0	0	0	0	*	0	0	0	1	1	*	*	*	↑	↑
0	0	-1	0	*	0	0	0	0	0	*	*	\	*	*
0	-1	0	0	*	*	*	*	*	*	*	↔	*	*	*
0	-1	0	0	*	0	-1	0	0	*	*	↔	*	*	*

Berdasarkan konvolusi dengan kedua *mask* tersebut, kita menghitung kekuatan tepi,  $\nabla [f(x,y)]$ , yang merupakan magnitudo dari gradien, dan arah tepi,  $\alpha(x,y)$ , untuk setiap *pixel*:

$$\nabla [f(x,y)] = \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

$$\alpha(x,y) = \tan^{-1} \frac{L_x}{L_y} \tag{2.27}$$

## 2.9 MSE (*Mean Squared Error*)

MSE merupakan alat ukur kuantitatif yang digunakan untuk mengukur kinerja prosedur perbaikan citra. MSE dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j) - f_b(i, j))^2 \quad (2.28)$$

M dan N adalah ukuran panjang dan lebar citra

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

$f_b(i, j)$  = intensitas citra di titik (i,j) setelah *noise* dihilangkan

Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Artinya, kualitas citra setelah mengalami perbaikan *noise* hampir sama dengan kualitas citra asalnya [4].

## 2.10 PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR memiliki satuan decibel (dB), diperoleh melalui persamaan berikut:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \quad (2.29)$$

## Bab 3 Metode Penelitian

### 3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan tujuan dari tugas akhir ini maka penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian terapan, hasil akhir dari penelitian dapat diaplikasikan dan diterapkan secara langsung. Sedangkan bila ditinjau dari sifat-sifat masalahnya maka penelitian ini bersifat eksperimen.

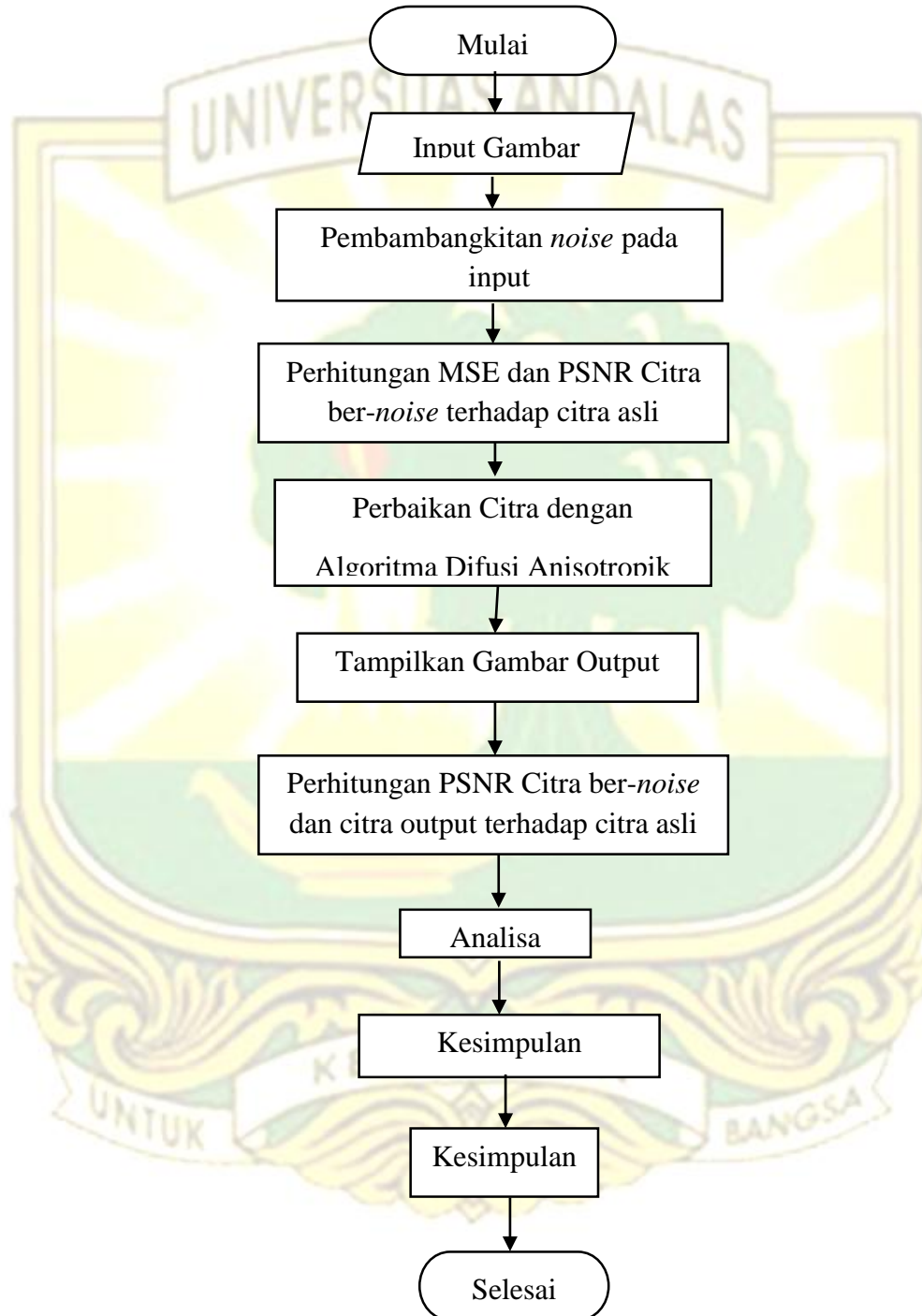




### 3.2 Rancangan Sistem

Sistem yang dirancang pada penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki citra bernoise dengan menerapkan metode difusi non-linear anisotropik.

Implementasi dari rancangan sistem dapat dilihat dari blok diagram berikut,



Gambar 3.1 Blok diagram rancangan sistem

Untuk melakukan proses perbaikan citra, maka pertama kali dilakukan proses menginputkan citra yang akan diuji. Untuk melihat pengaruh proses pereduksian *noise* terhadap citra yang akan diuji, maka citra yang diinputkan adalah citra yang telah diberi *noise*.

### 3.3 Proses Pembangkitan *Noise*



Gambar 3.2 Blok Diagram proses penambahan *noise*

Citra yang diinputkan pada penelitian ini adalah citra medis, yaitu 5 citra CT-Scan, 5 citra rontgen dan 5 citra MRI. Masing-masing citra memiliki format dan ukuran yang berbeda dengan rincian berikut,

Citra	Format	Ukuran
CT-Scan 1	Bitmap	512x512
CT-Scan 2	JPEG	630x630
CT-Scan 3	JPEG	630x630
CT-Scan 4	Bitmap	512x512
CT-Scan 5	JPEG	512x512
Rontgen 1	JPEG	1024x1024
Rontgen 2	JPEG	1024x1024
Rontgen 3	JPEG	874x874
Rontgen 4	JPEG	800x800
Rontgen 5	JPEG	1000x1000
MRI 1	Bitmap	1024x1024
MRI 2	JPEG	630x630
MRI 3	Bitmap	630x630
MRI 4	JPEG	640x640
MRI 5	JPEG	720x720

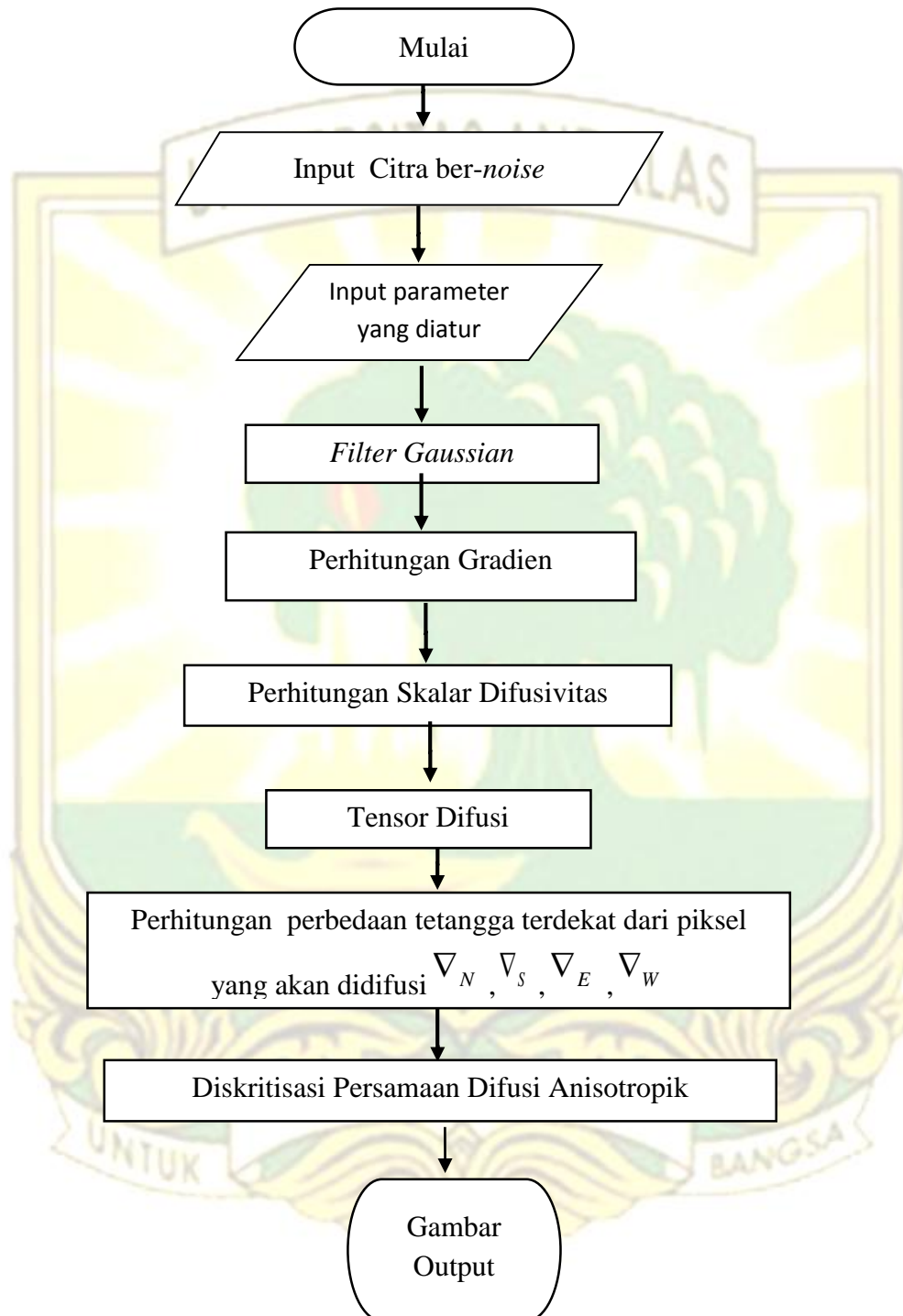
Proses pembangkitan noise pada citra yang akan diuji dapat dilakukan dengan toolbox *imnoise* pada MATLAB dan memasukkan jenis *noise* yang akan diberi pada citra input yang akan diuji. Pada penelitian ini noise yang diberikan adalah noise *Gaussian*, *Speckle* dan *Poisson*. Selain memasukkan jenis noise, pada noise gaussian dan speckle dimasukkan tingkat intensitas *noise* (*variance*) yang mana pada sistem ini *variance noise gaussian* yang diberikan adalah 0,01 dan pada noise *speckle* 0,04. Listing program penambahan noise pada Matlab dapat dilihat pada lampiran A.1.1

Setelah dihasilkan output citra ber-*noise* dari proses penambahan *noise*, selanjutnya dilakukan proses perbaikan citra tersebut dengan menerapkan algoritma metode difusi nonlinear anisotropik pada sistem.



### 3.4 Algoritma Difusi Anisotropik

Algoritma dari difusi anisotropik dapat digambarkan melalui diagram alir berikut



Gambar 3.3 Blok Diagram Algoritma Difusi Anisotropik

Parameter yang diatur pada algoritma difusi anisotropik dari sistem penelitian ini adalah standar deviasi filter gaussian, batas gradien difusi, dan kecepatan difusi. Yangmana pada penelitian ini, nilai parameter standar deviasi filter gaussian divariasikan dalam proses pengujiannya yaitu bernilai 1, 2 dan 3. Untuk nilai kecepatan difusi juga divarisikan yaitu 0,25; 0,15 dan 0,11. Sedangkan batas gradien yang diberikan bernilai 100. listing program algoritma difusi nonlinear anisotropik dapat dilihat pada lampiran A.1.2

Difusi anisotropik menggunakan tensor difusi dalam pengoperasiannya. Yang mana elemen tensor difusi dibangun dari nilai eigen, salah satu nilai eigen tersebut merupakan nilai skalar difusivitas. Untuk medapatkan nilai skalar difusivitas dilakuan langkah-langkah berikut:

#### 1. Filter Gaussian

Nilai skalar difusivitas akan mengecil pada daerah yang merupakan tepi. untuk mengetahui daerah yang merupakan tepi, maka perlu dilakukan pendeteksian tepi. Kadangkala pendeteksian tepi menghasilkan tepi-tepi palsu yang disebabkan oleh gangguan pada gambar. Untuk mengurangi kemunculan tepi palsu, maka sebelum dilakukan pendeteksian tepi citra disaring terlebih dahulu dengan fungsi Gaussian. Penyaringan Gaussian dapat dilakukan dengan mengkonvolusi citra dengan kernel Gaussian.

#### 2. Hitung gradien dari gambar yang telah dilakukan filter dengan Gaussian

Perhitungan gradient diperlukan dalam menentukan daerah yang kemungkinan tepi. Besarnya gradient dapat dilakukan dengan mengkonvolusi citra yang akan dihitung gradiennya dengan kernel operator yang digunakan, operator yang digunakan dalam penelitian ini adalah operator gradient pertama.

#### 3. Skalar difusivitas

Perhitungan skalar difusivitas yang pada penelitian ini menggunakan persamaan 2.16 .

#### 4.Pembentukan Tensor Difusi

Elemen tensor difusi dibentuk dari matrik rotasi dan skalar difusivitas  $c_1$  dan  $c_2$  .

4. Perhitungan tetangga dari pixel yang akan dilakukan difusi
5. Keluaran pembaruan gambar pada setiap iterasi

Untuk membuat gambar yang akan ditampilkan sebagai hasil dari pembaruan setiap iterasi, maka dimasukkan fungsi diskritisasi persamaan difusi anisotropik dari persamaan (2.18).

6. Menampilkan gambar output  
Gambar keluaran setelah dilakukan proses difusi anisotropik dapat ditampilkan dengan memasukkan fungsi *imshow* .

### **3.5 Perhitungan MSE dan PSNR**

Untuk meilai hasil metode yang digunakan pada tugas akhir ini, secara kuantitatif dapat menggunakan perhitungan PSNR dan MSE. Nilai MSE dan PSNR yang dihitung adalah MSE dan PSNR sebelum dan sesudah dilakukan proses difusi anisotropik. Kemudian dilakukan perbandingan terhadap hasil dari kedua nilai MSE dan PSNR yang didapatkan. Perhitungan MSE dan PSNR pada Matlab dapat dilakukan dengan menggunakan listing program pada lampiran A.1.3

### **3.6 Analisa**

Hal yang akan dianalisa pada tugas akhir ini adalah bagaimana hasil dari pengurangan noise dengan difusi anisotropik secara kualitatif dan kuantitatif serta bagaimana pengaruh kecepatan difusi dan standar deviasi terhadap hasil dari proses difusi nonlinear anisotropik.

## Bab 4 Hasil dan Analisa

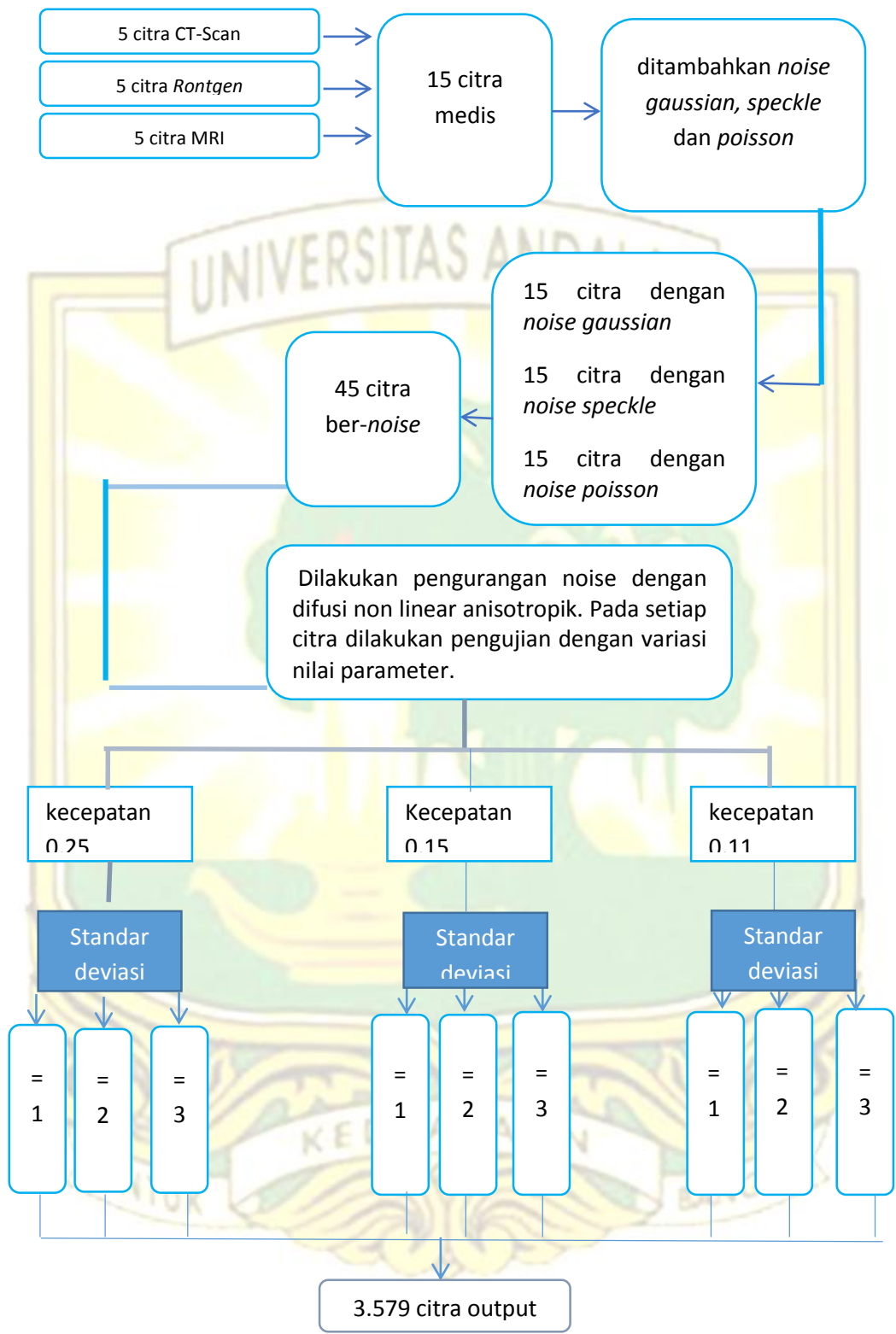
Pada bab ini dibahas tentang hasil uji coba sistem, uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah algoritma dari sistem yang dirancang dapat bekerja pada data yang diinputkan dan apakah hasil dari output yang didapatkan sesuai dengan teori yang mendasari algoritma dari sistem tersebut.

### 4.1. Proses Uji Coba Sistem

Pada tugas akhir ini, sistem perbaikan citra bernoise diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk membantu proses simulasi dan analisis sistem. Pada tugas akhir ini diujikan citra medis dengan rincian sebagai berikut :







Gambar 4.1 Rincian citra

Sistem yang dibangun pada penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki citra yang mengalami gangguan atau noise. Untuk dapat mengetahui apakah sistem ini mampu mengurangi *noise*, maka citra yang diuji terlebih dahulu ditambah *noise* kemudian dilakukan pengurangan *noise* dan citra output dari proses pengurangan *noise* dibandingkan dengan citra awal yang belum ditambah *noise*. Perbandingan citra output dengan citra awal dapat dilihat secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif sistem bisa dikatakan mampu mengurangi *noise* apabila citra output tampak lebih jelas dan *noise* berkurang dibanding citra input serta citra output terlihat mendekati citra awal yang belum ber-*noise*. Secara kuantitatif penilaian pengurangan *noise* dihitung dengan MSE (*Mean Signal Error*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). *Noise* berkurang apabila nilai MSE antara citra output dengan citra awal lebih kecil dibandingkan nilai MSE antara citra input ber-*noise* dengan citra awal serta nilai PSNR antara citra output dengan citra awal lebih besar dibandingkan nilai PSNR antara citra ber-*noise* dengan citra awal. Kualitas citra output semakin bagus saat nilai MSE semakin kecil, PSNR semakin besar dan citra output terlihat lebih mendekati citra asli. Sistem pengurangan noise yang pada penelitian ini dibangun berdasarkan algoritma metode difusi nonlinear anisotropik. Untuk mendapatkan kualitas citra keluaran terbaik dari proses pengurangan noise, maka pada penelitian ini setiap citra ber-*noise* dilakukan beberapa kali pengujian terhadap sistem dengan memvariasikan nilai parameter algoritma sistem dari masing-masing pengujian dan setiap pengujian dilakukan beberapa kali iterasi.

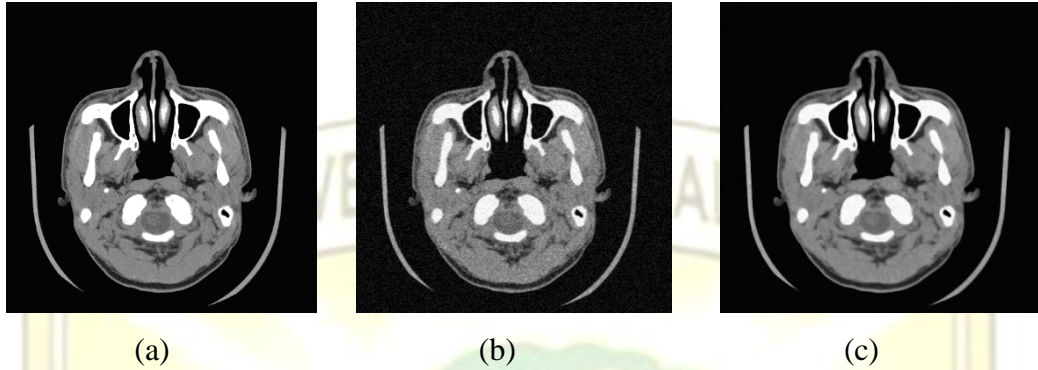
## **4.2 Analisa Kualitas Citra Output**

Analisa kualitas citra input dilihat secara kualitatif yaitu berdasarkan penglihatan dan secara kuantitatif berdasarkan perhitungan MSE dan PSNR.

### **4.2.1 Secara Kualitatif Berdasarkan Penglihatan**

Dari semua percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil pengurangan *noise* pada semua citra output. Secara kualitatif citra output yang berkurang *noise* tampak lebih jelas dibanding citra input dan noise yang mengganggu terlihat berkurang dan *noise* pada bagian tepi citra berkurang tanpa ada efek pengaburan.

Gambar 4.2 merupakan salah satu sampel yang memperlihatkan perbandingan kualitas citra input dengan citra output, untuk data yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran B.1.1.1



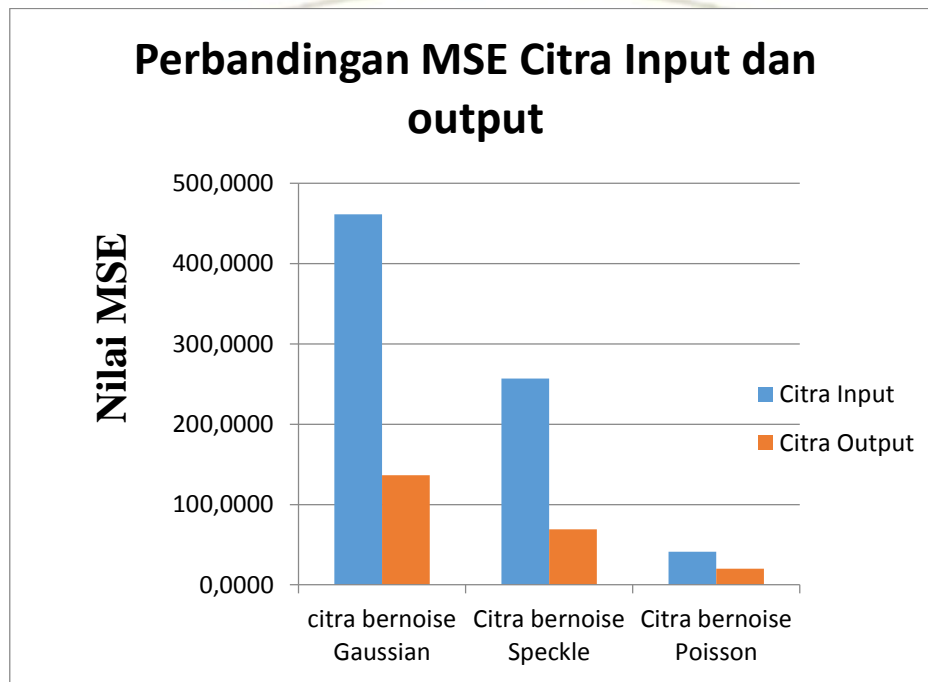
Gambar 4.2 (a) Citra awal, (b) citra input ber-*noise gaussian* (c) citra output hasil perbaikan

#### 4.2.2 Secara Kuantitatif

Penilaian kuantitatif dilakukan dengan membandingkan nilai MSE dan PSNR citra output dengan MSE dan PSNR citra input. *Noise* yang berkurang ditandai dengan nilai MSE output yang lebih kecil dibandingkan nilai MSE input dan kualitas citra mengalami peningkatan disaat nilai PSNR output lebih besar dibanding PSNR input.

a. Nilai MSE

Secara kuantitatif didapatkan hasil nilai MSE citra output lebih kecil dibanding citra input dan PSNR citra output lebih besar dibandingkan citra input. Gambar 4.3 memperlihatkan perbandingan MSE antara citra input dengan citra output pada citra CT-Scan 2 yang dapat dilihat pada lampiran C.1.2.

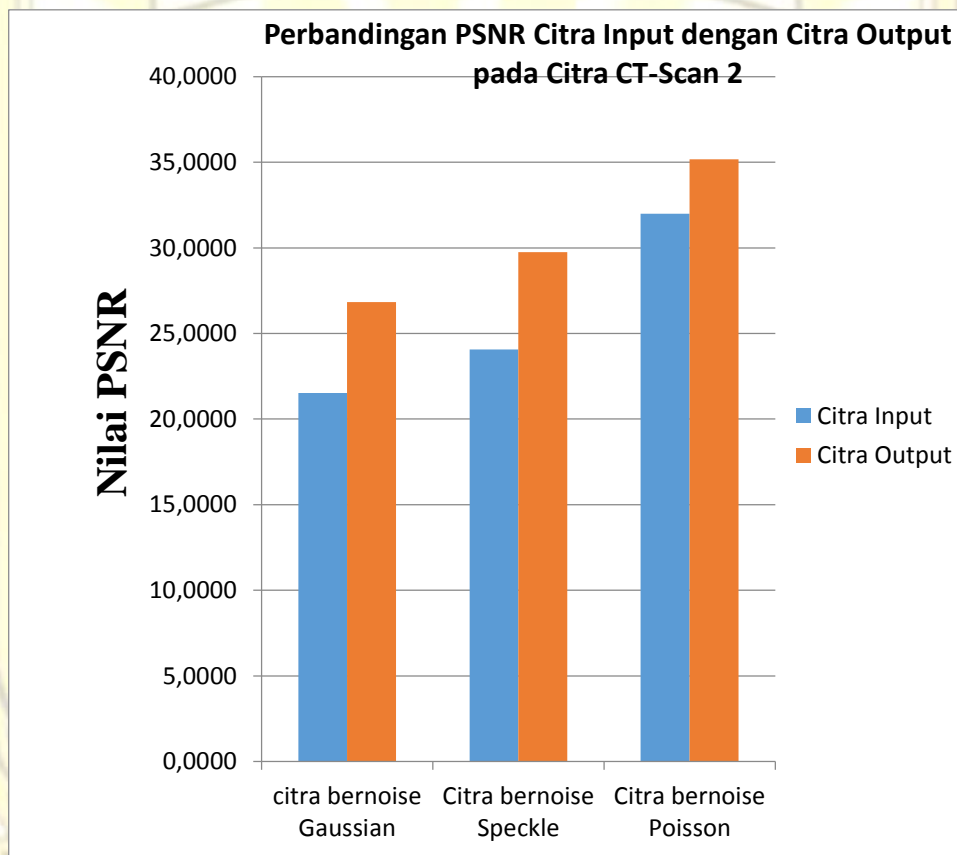


Gambar 4.3 Diagram perbandingan MSE citra output dengan citra input

Dari gambar terlihat Nilai MSE citra output berkurang dibandingkan nilai MSE citra input pada semua jenis *noise* yang diberikan pada citra input. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem yang digunakan pada penelitian ini tidak hanya bisa mengurangi *noise gaussian* tetapi juga bisa mengurangi *noise speckle* dan *poisson*.

b. Nilai PSNR

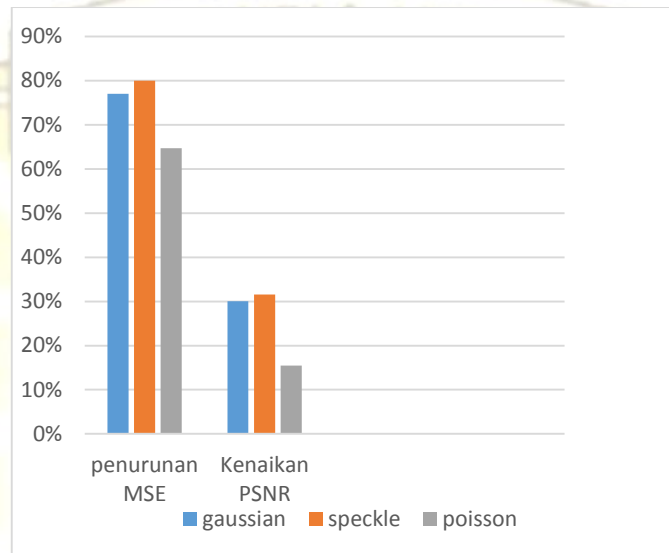
Dari semua percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil nilai PSNR citra output lebih besar dibanding citra input. Hal ini menunjukkan citra output mengalami peningkatan kualitas dibanding citra input. Perbandingan MSE citra output dengan PSNR citra input dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah, data lengkap dari perbandingan PSNR citra input dengan citra output pada citra CT-Scan 2 dapat dilihat pada lampiran C.1.2



Gambar 4.4 Diagram perbandingan PSNR citra input dengan citra output

- Perbandingan Penurunan nilai MSE dan kenaikan PSNR pada Masing-Masing Jenis *Noise*

Gambar 4.5 memperlihatkan rata-rata persentase penurunan nilai MSE dan kenaikan PSNR masing-masing jenis *noise*, data lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran C2.2.2



Gambar 4.5 Diagram rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR seluruh citra pada masing-masing noise

Dari gambar di atas terlihat persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR terbesar dihasilkan pada *noise speckle*, hal itu menunjukkan pengurangan noise terbanyak terjadi pada *noise speckle*. *Noise speckle* lebih banyak berkurang dibanding *noise gaussian* dikarenakan *noise speckle* pada citra medis terdapat pada bagian citra saja sehingga lebih mudah dalam mengurangi *noise*. Sedangkan *noise gaussian* terdistribusi pada seluruh bagian citra termasuk *background* citra sehingga *noise* yang berkurang lebih sedikit dibanding *noise speckle*. *Noise poisson* memiliki persentase pengurangan *noise* yang paling sedikit dibanding *noise gaussian* dan *speckle*, karena *noise poisson* memiliki intensitas *noise* yang sangat kecil sehingga pengurangan *noise*-nya juga kecil. Pengurangan *noise* yang banyak tidak mungkin terjadi pada noise dengan intensitas kecil, karena jika *noise* banyak berkurang pada *noise* dengan intensitas kecil menyebabkan *noise* akan hilang dan hal itu tidak mungkin terjadi karena sifat noise tidak bisa dihilangkan.

### 4.3 Analisa Perbandingan Variasi Nilai Parameter

Untuk menghasilkan pengurangan noise yang terbaik, maka dilakukan beberapa variasi nilai parameter terhadap pengujian. Masing-masing percobaan dengan nilai parameter yang berbeda dibandingkan nilai MSE dan PSNR output yang dihasilkan. Dengan membandingkan nilai MSE dapat diketahui saat nilai parameter berapa yang memberikan hasil pengurangan *noise* terbaik. Pengujian beberapa variasi nilai parameter juga bisa mengidentifikasi apa pengaruh dari parameter tersebut terhadap hasil uji coba sistem.

#### 4.3.1 Variasi Kecepatan Difusi dan Pengaruhnya

Kecepatan difusi mempengaruhi besar noise yang berkurang dan berapa waktu yang diperlukan dalam proses pengurangan *noise* atau proses pendistribusian nilai piksel tinggi (piksel ber-*noise*). Semakin besar kecepatan semakin besar *noise* berkurang dan semakin sedikit waktu yang diperlukan dalam pengurangan *noise*.

##### 4.3.1.1 Pengaruh Kecepatan Difusi Terhadap Kualitas Citra

###### a. Secara Kualitatif Berdasarkan Penglihatan

Kualitas citra output yang dihasilkan dengan nilai kecepatan yang berbeda dapat dilihat pada gambar di bawah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran B.2.1

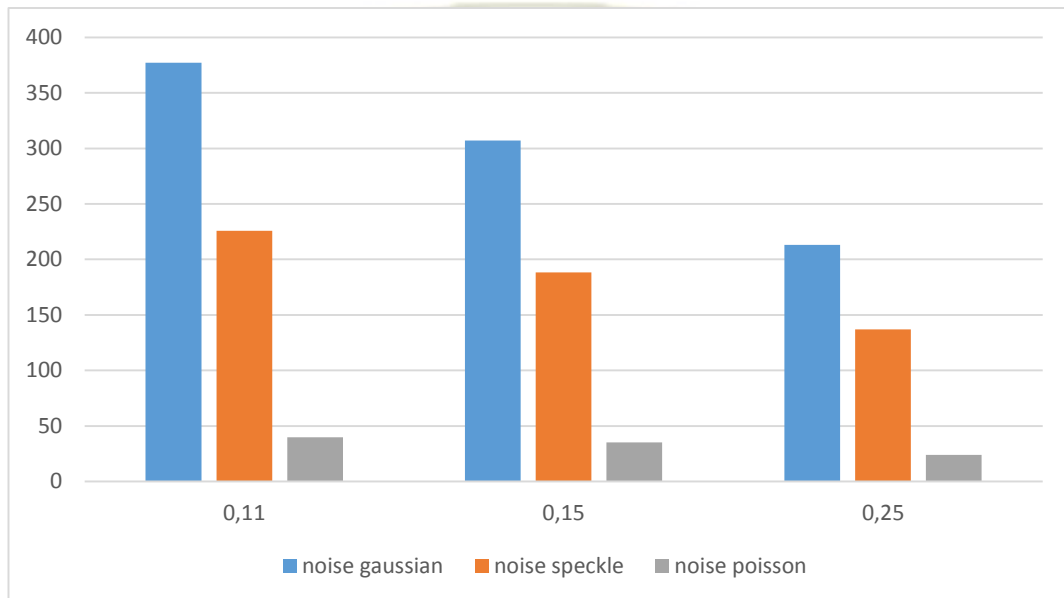


Gambar 4.6 Pengaruh nilai kecepatan terhadap besarnya noise yang berkurang (a) citra input, (b) citra output saat kecepatan 0,11 (c) citra output saat kecepatan 0,15 dan (d) citra output saat kecepatan 0,25

Berdasarkan gambar di atas, noise tampak semakin berkurang saat nilai kecepatan semakin besar. Namun perbedaan pengurangan noise pada masing-masing kecepatan difusi tidak begitu signifikan terlihat.

## b. Berdasarkan Nilai MSE

Gambar berikut memperlihatkan pengaruh nilai kecepatan terhadap besarnya *noise* yang berkurang berdasarkan nilai MSE (*Mean Signal Error*), data lengkapnya dapat dilihat pada lampiran C1.2.1



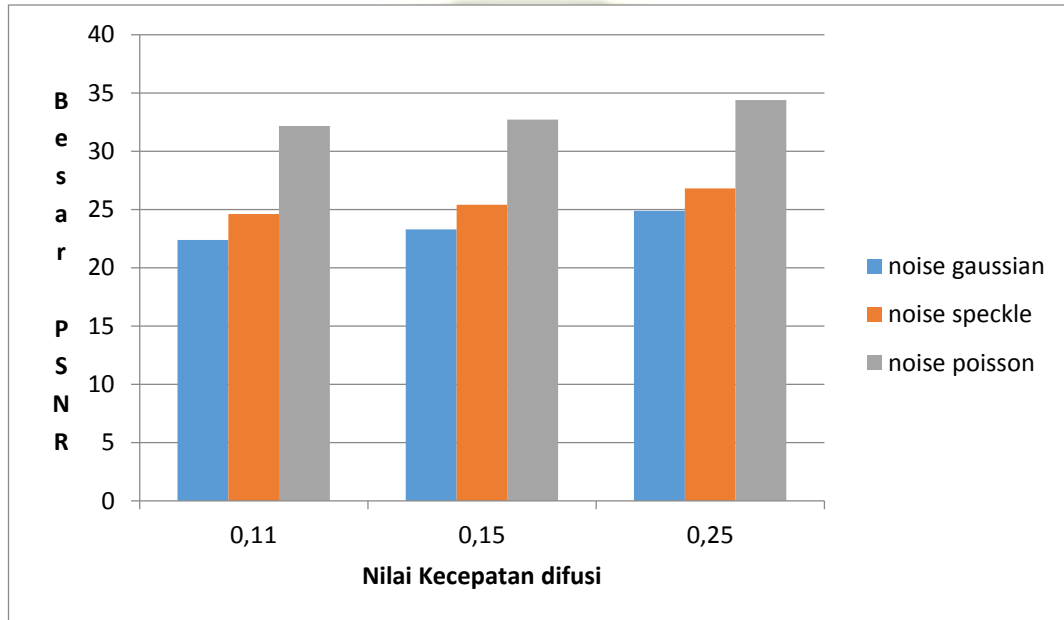
Gambar 4.7 Diagram pengaruh nilai kecepatan difusi terhadap nilai MSE pada citra rontgen 1

Terlihat dari gambar di atas semakin besar nilai kecepatan semakin kecil nilai MSE. Nilai MSE yang semakin mengecil menunjukkan *noise* citra semakin berkurang. Proses difusi memiliki sifat yaitu kecepatan akan semakin besar saat gradien semakin besar. Oleh karena itu, ketika kecepatan difusi diatur dengan nilai yang besar maka proses difusi banyak terjadi pada gradien yang besar. Apabila gradien besar maka difusivitas akan semakin besar, sehingga besar intensitas piksel yang akan dilakukan difusi untuk masing-masing piksel akan semakin besar dan menyebabkan intensitas piksel yang besar pada piksel ber-*noise* semakin berkurang yang artinya *noise* semakin berkurang.



c. Berdasarkan PSNR

Gambar 4.8 memperlihatkan pengaruh nilai kecepatan difusi terhadap PSNR yang dihasilkan pada citra *rontgen* 1, data yang lengkap dapat dilihat pada lampiran C1.2.1

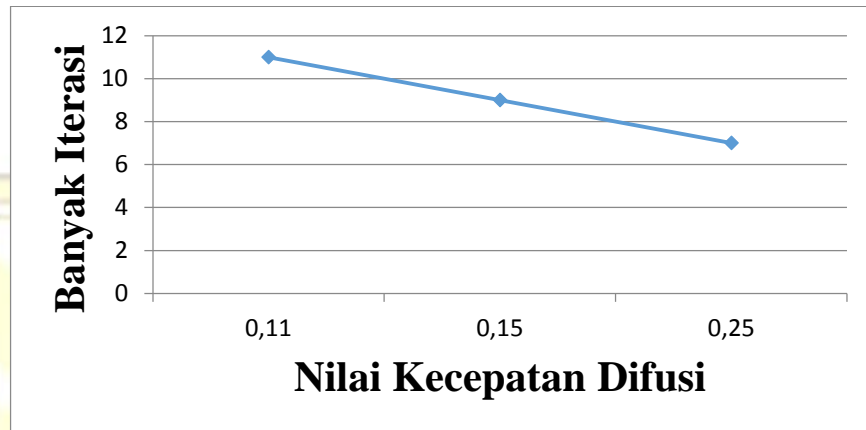


Gambar 4.8 Diagram pengaruh nilai kecepatan difusi terhadap nilai PSNR pada citra *rontgen* bernoise speckle

Dari gambar di atas semakin besar kecepatan semakin meningkat kualitas citra terlihat dari PSNR yang membesar.

Pada percobaan ini dilakukan beberapa kali iterasi untuk setiap pengujian, iterasi diperlukan untuk mendapatkan hasil pengurangan noise yang terbaik. Hasil pengurangan *noise* terbaik yaitu saat menghasilkan nilai MSE terkecil. Nilai MSE terkecil menunjukkan *noise* yang berkurang lebih banyak. Jumlah iterasi mengidentifikasi waktu, semakin banyak jumlah iterasi berarti waktunya semakin lama.

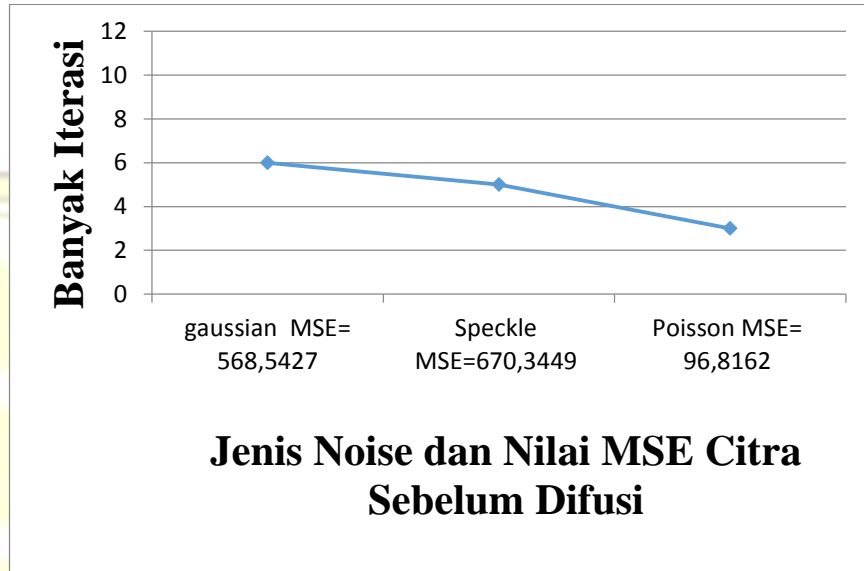
Gambar 4.9 memperlihatkan jumlah iterasi yang dibutuhkan pada masing-masing kecepatan difusi untuk menghasilkan MSE terkecil pada citra CT-Scan 1 ber-*noise gaussian*, data yang lengkap dapat dilihat pada lampiran C1.1.1.1



Gambar 4.9 Digram perbandingan nilai kecepatan difusi terhadap jumlah iterasi yang dibutuhkan

Dari grafik terlihat semakin besar kecepatan, maka semakin sedikit jumlah iterasi untuk menghasilkan MSE terkecil, hal ini menunjukkan waktu yang diperlukan untuk mendistribusikan piksel ber-*noise* semakin sedikit saat kecepatan difusi semakin besar. Pemilihan kecepatan difusi yang digunakan tergantung dari lama waktu yang diperlukan dalam proses difusi. Lama waktu yang diperlukan tergantung dari jenis noise yang dikurangi. Proses difusi yang memerlukan waktu lama biasanya pada citra ber-*noise gaussian*. Dapat dilihat dari grafik di bawah, untuk menghasilkan MSE terkecil hasil difusi iterasi yang diperlukan pada citra ber-*noise gaussian* lebih banyak dibanding citra ber-*noise speckle* dan *poisson* meskipun MSE citra ber-*noise speckle* sebelum difusi lebih besar dibanding MSE *gaussian*. Hal ini dikarenakan, citra ber-*noise gaussian* memiliki noise yang tersebar keseluruhan gambar termasuk background gambar. Jadi dibutuhkan waktu yang lama untuk mengurangi noisenya.

Gambar 4.10 memperlihatkan perbedaan jumlah iterasi berdasarkan jenis noisenya pada citra CT-Scan 3, untuk data yang lengkap dapat dilihat pada lampiran C1.1.3.



Gambar 4.10 Diagram jumlah iterasi masing-masing noise

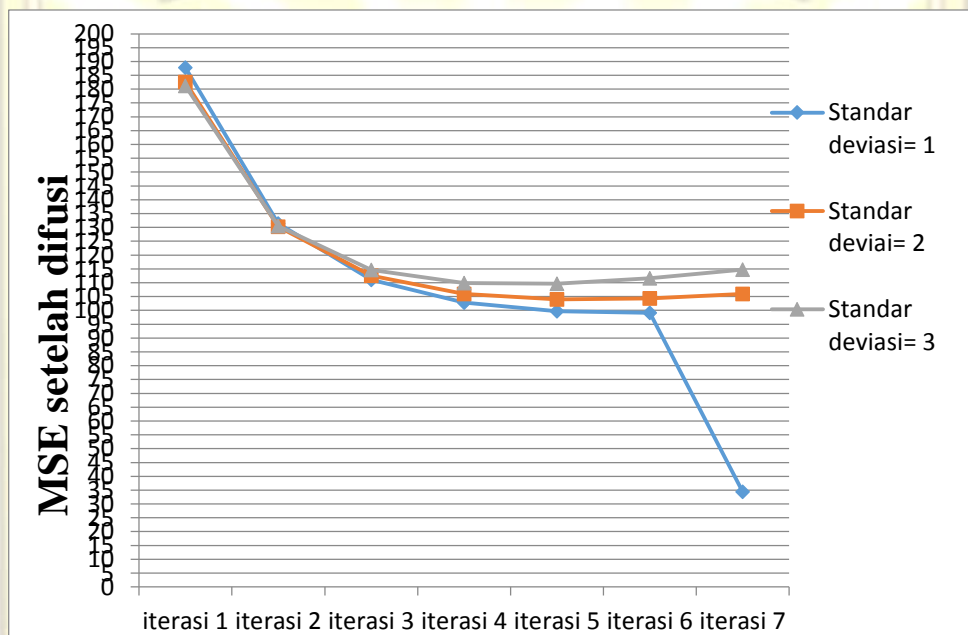
#### 4.3.2 Variasi Standar Deviasi

Nilai standar deviasi mempengaruhi besar intensitas penyeimbangan nilai piksel untuk masing-masing piksel, semakin besar standar deviasi maka semakin besar intensitas piksel yang diseimbangkan. Jika intensitas masing-masing piksel yang diseimbangkan semakin besar intensitas piksel yang besar (piksel ber-noise) yang disebarkan ke masing-masing piksel akan lebih banyak berkurang sehingga noise-pun lebih banyak berkurang. Akibat dari pengurangan noise yang lebih besar saat standar deviasi yang digunakan bernilai besar ketika dilakukan beberapa kali iterasi, standar deviasi terbesar lebih cepat mengurangi noise.

### 4.3.2.1 Perbandingan kualitas

#### a. Berdasarkan nilai MSE

Terlihat dari gambar 4.11, saat iterasi pertama ketika standar deviasi yang digunakan semakin besar nilai MSE semakin kecil. Namun untuk beberapa kali iterasi lebih cepat menghasilkan MSE terkecil. Gambar 4.11 merupakan hasil percobaan pada citra CT-Scan 1 ber-*noise gaussian*, data yang lengkap dari diagram pada gambar 4.11 dapat dilihat pada lampiran C1.1.1.

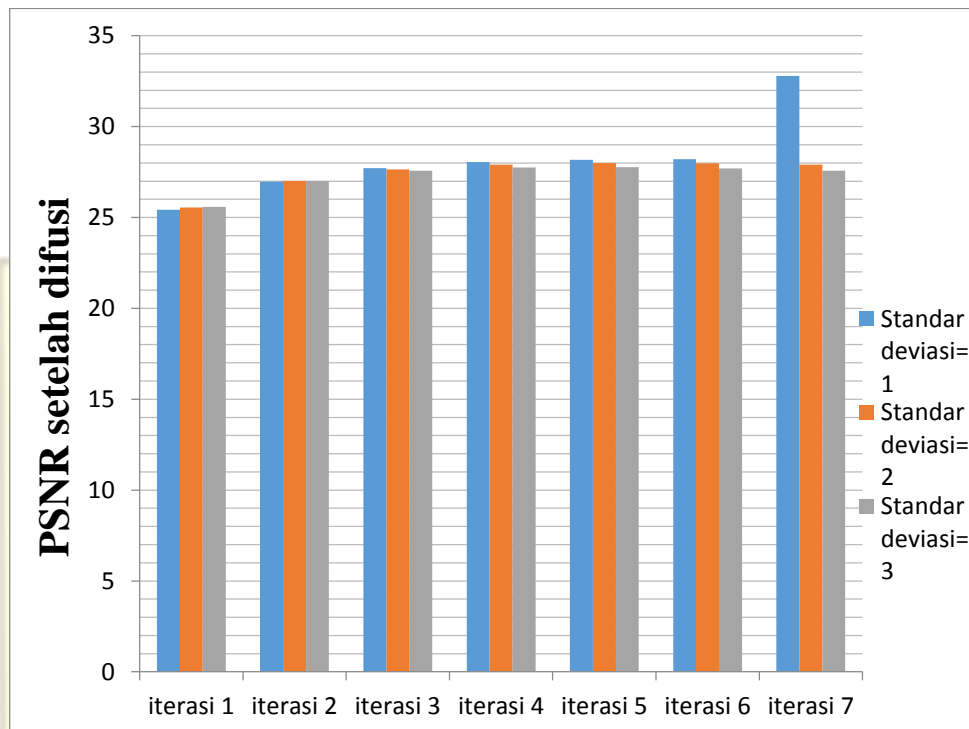


Gambar 4.11 Pengaruh standar deviasi terhadap MSE yang dihasilkan setelah difusi, dengan MSE sebelum difusi bernilai 420,6147

#### b. Berdasarkan PSNR

Berdasarkan gambar di bawah ketika iterasi pertama semakin besar standar deviasi maka PSNR semakin besar, namun setelah beberapa iterasi nilai PSNR akan mengalami penurunan. Dari gambar 4.12 terlihat semakin besar standar deviasi semakin cepat penurunan nilai PSNR. Penurunan nilai PSNR terjadi karena hal itu merupakan kondisi saat dilakukan difusi ketika intensitas piksel telah seimbang. Efek dari dilakukan difusi pada intensitas piksel yang telah seimbang adalah menyebabkan intensitas piksel kembali menjadi tidak seimbang dan menyebabkan penambahan *noise* kembali sehingga kualitas citra kembali menurun yang ditandai dengan PSNR mengalami penurunan dibanding PSNR pada iterasi sebelumnya.

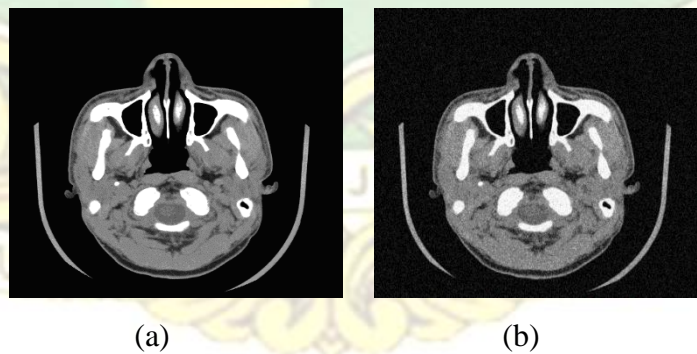
Gambar 4.12 merupakan PSNR yang didapatkan pada citra CT-Scan bernoise gaussian, data yang lengkap dapat dilihat pada lampiran C1.1.1.

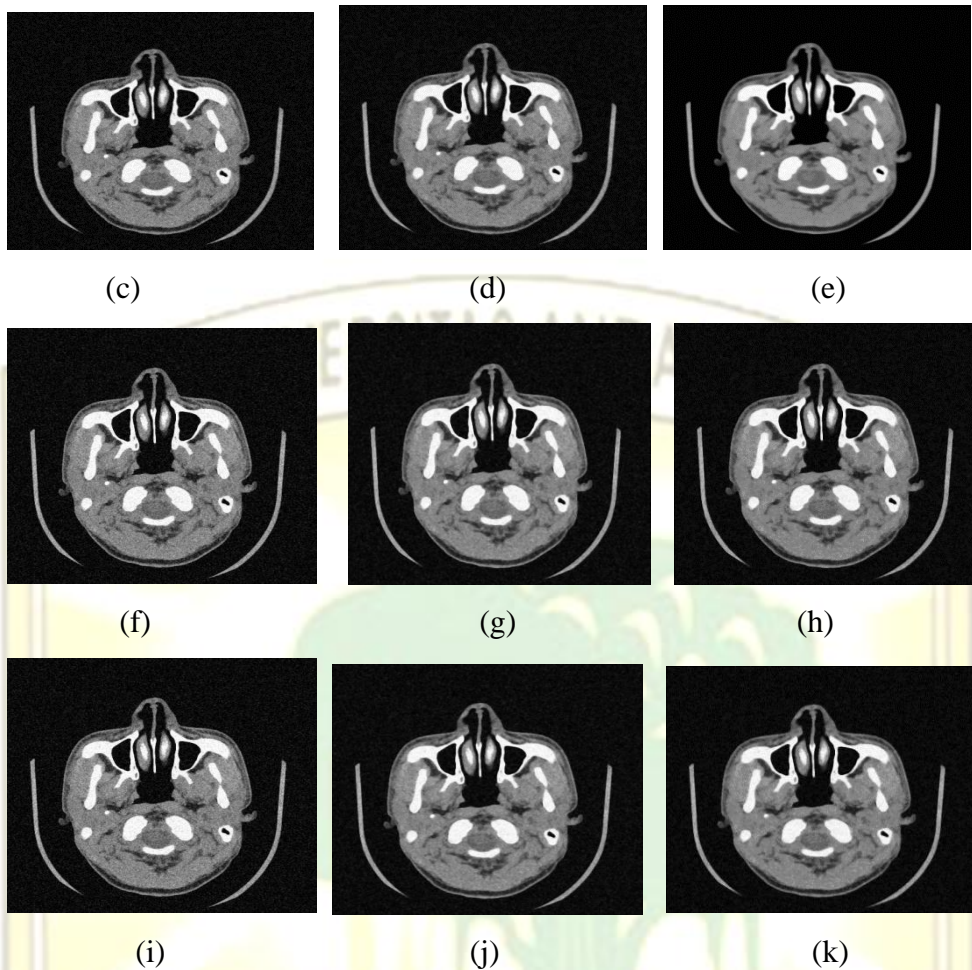


Gambar 4.12 Pengaruh nilai standar deviasi terhadap PSNR citra hasil difusi

c. Berdasarkan penglihatan

Gambar 4.13 memperlihatkan pengaruh kualitas output yang dihasilkan saat standar deviasi yang berbeda pada citra CT-Scan 1 ber-noise gaussian, data yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran B.1.1.





Gambar 4.13 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pada beberapa iterasi (a) citra awal sebelum bernoise, (b) citra input bernoise gaussian, (c) citra output saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 1, (d) citra output saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 5, (e) citra output saat standar deviasi bernilai 1, iterasi 7, (f) citra output saat standar deviasi 2, iterasi 1, (g) citra output saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 5, (h) citra output saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 7, (i) citra output saat standar deviasi bernilai 3, iterasi 1, (j) citra output saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 5, (k) citra output saat standar deviasi bernilai 2, iterasi 7

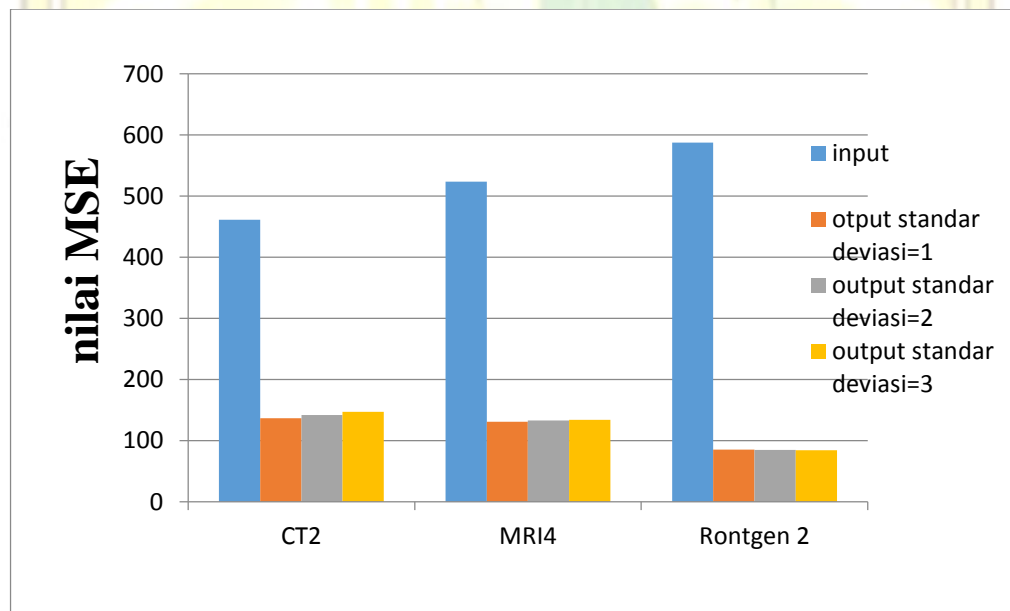
Terlihat dari gambar di atas saat iterasi 1, semakin besar standar deviasi *noise*-nya akan semakin berkurang. Untuk beberapa kali iterasi *noise* yang lebih banyak berkurang pada standar deviasi bernilai satu yaitu ketika iterasi 7, pada standar deviasi bernilai dua dan tiga yaitu saat iterasi 5. Jumlah iterasi yang lebih banyak pada saat standar deviasi bernilai satu menunjukkan pengurangan *noise* sedikit setiap iterasi sehingga dibutuhkan iterasi yang banyak untuk menghasilkan pengurangan *noise* yang lebih banyak. Untuk proses difusi yang dilakukan beberapa kali iterasi penggunaan nilai standar deviasi yang menghasilkan pengurangan *noise* terbanyak disesuaikan dengan citra yang diuji.

#### 4.3.2.2 Standar Deviasi yang Sesuai untuk Citra Ber-noise Gaussian

Seperti yang dibahas sebelumnya, citra ber-noise gaussian menggunakan waktu yang lama dalam proses difusi, sehingga banyak iterasi yang diperlukan. Oleh karena itu, untuk memperoleh kestabilan dalam pengurangan noise maka standar deviasi yang digunakan sebaiknya standar deviasi yang kecil.

##### a. Berdasarkan MSE

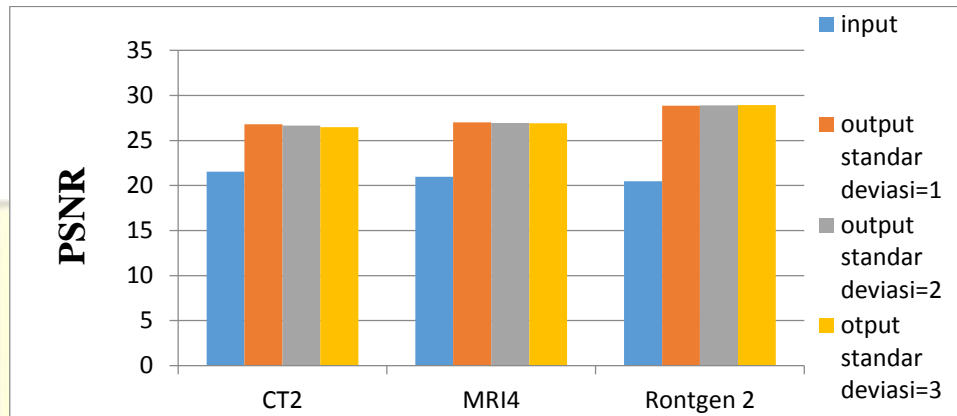
Dari hasil pengujian pada 15 citra ber-noise gaussian, 14 citra menghasilkan MSE terkecil (pengurangan noise terbanyak) ketika standar deviasi yang digunakan bernilai satu. Citra yang menghasilkan MSE terkecil saat standar deviasi yang digunakan bukan bernilai satu adalah citra Rontgen 2. Pada Rontgen 2 MSE terkecil didapatkan ketika standar deviasi yang digunakan bernilai tiga, selain daripada Rontgen 2 yang menghasilkan MSE terkecil adalah saat standar deviasi bernilai satu. Hal tersebut karena citra Rontgen 2 memiliki noise yang sangat besar dibanding yang lain, sehingga dibutuhkan jumlah difusi yang lebih banyak. Penggunaan standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil dari citra bernoise gaussian dapat dilihat pada gambar 4.14 yang terlampir pada lampiran C1.



Gambar 4.14 Perbandingan MSE citra input dengan citra output masing-masing saat nilai standar deviasi berbeda

b. Berdasarkan PSNR

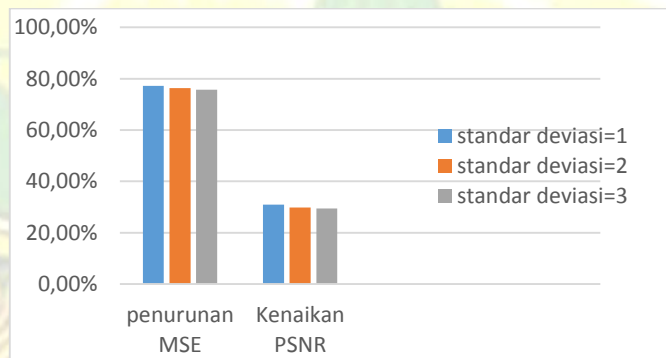
Pada Gambar 4.15 perbedaan peningkatan PSNR output saat nilai standar deviasi berbeda terlihat tidak begitu signifikan.



Gambar 4.15 Perbandingan PSNR citra input dengan PSNR citra output masing-masing nilai standar deviasi yang berbeda

- Perbandingan Penurunan Nilai MSE dan Kenaikan PSNR Hasil Pengurangan *Noise Gaussian* pada Masing-Masing Nilai Standar Deviasi yang Berbeda

Gambar 4.16 memperlihatkan rata-rata persentase penurunan nilai MSE dan kenaikan PSNR masing-masing standar deviasi yang berbeda pada keseluruhan citra, data lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.2.1



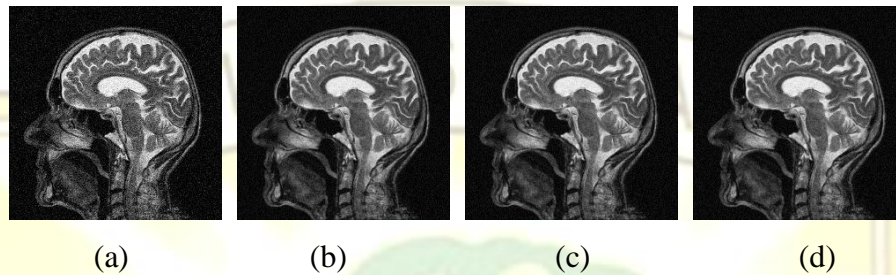
Gambar 4.16 Diagram rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR seluruh citra bernoise gaussian pada masing-masing nilai standar deviasi yang berbeda

Terlihat dari gambar di atas penurunan MSE dan kenaikan PSNR terbesar pada citra bernoise gaussian didapatkan ketika standar deviasi bernilai satu. Besar persentase penurunan MSE saat standar deviasi=1 yaitu 77,26% dan persentase kenaikan PSNR yaitu 30 %,90.



c. Berdasarkan penglihatan

Berdasarkan penglihatan perbedaan pengurangan noise tidak terlihat begitu signifikan seperti yang terlihat pada gambar 4.17 yang terlampir pada lampiran B.3.3.3



Gambar 4.17 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan noise Gaussian pada citra CT-Scan (a) Citra input bernoise Gaussian, (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua, (d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga.

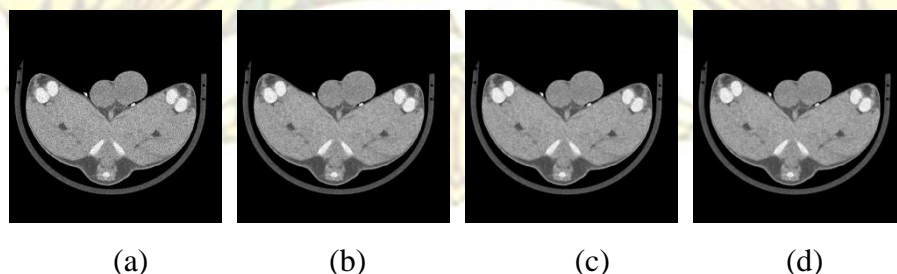
#### 4.3.2.3 Standar deviasi yang Sesuai untuk Citra Bernoise Speckle

Nilai standar deviasi yang menghasilkan pengurangan noise terbaik pada citra ber-*noise speckle* tergantung pada citra yang digunakan,

A. Pada Citra CT-Scan

- Berdasarkan Penglihatan

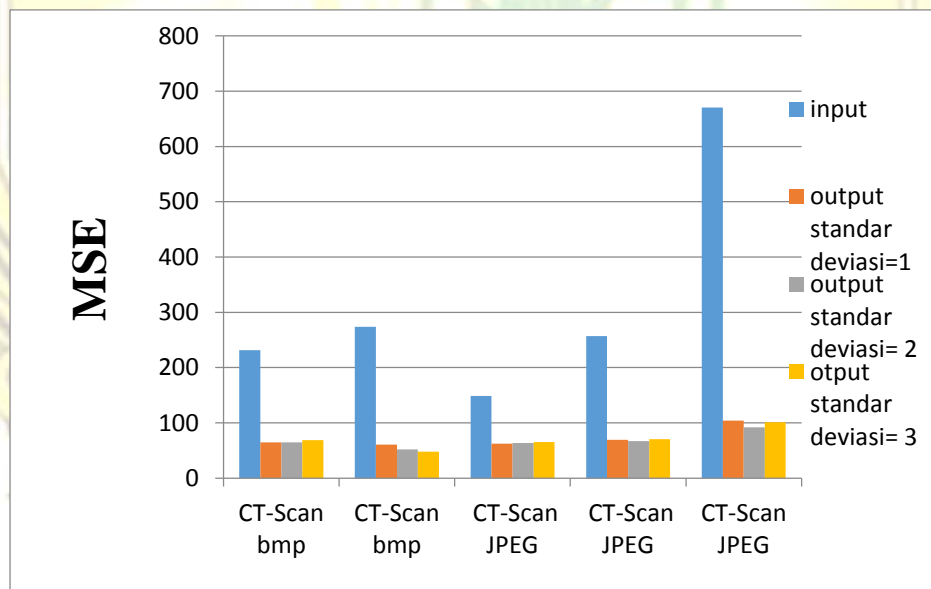
Berikut salah satu contoh perbandingan citra hasil difusi pada Ct-Scan ketika nilai standar deviasi yang berbeda-beda, data yang lengkap terlampir pada lampiran B.1.4.2



Gambar 4.18 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan *noise speckle* pada citra CT-Scan (a) Citra input ber-*noise speckle*, (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua, (d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga.

- Berdasarkan Nilai MSE

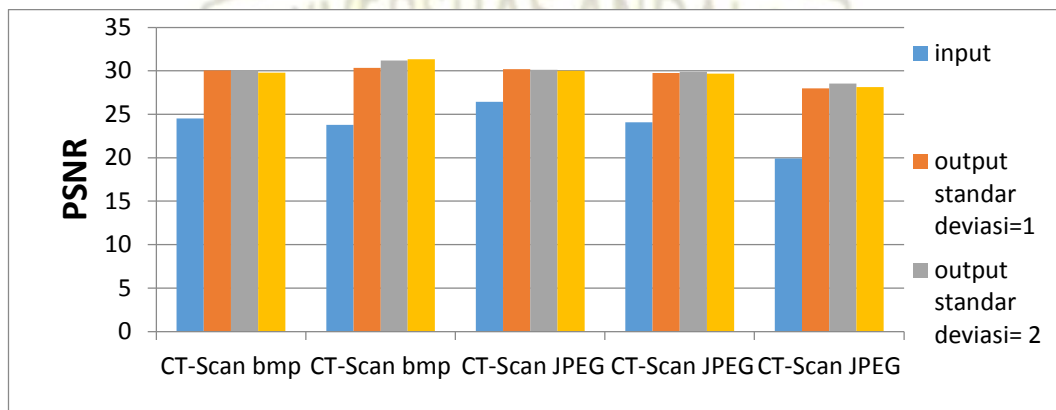
Standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil dari hasil difusi pada citra CT-Scan ber-*noise speckle* tergantung dari besar *noise* dan format citra inputnya. Pada format citra bmp citra input yang memiliki *noise* yang lebih kecil (MSE kecil) adalah saat menggunakan standar deviasi bernilai dua. Sedangkan citra input yang ber-*noise* lebih besar yang menghasilkan MSE terkecil adalah saat standar deviasi yang digunakan bernilai tiga. Untuk format JPEG saat standar deviasi bernilai satu menghasilkan pengurangan *noise* yang lebih baik pada saat citra input memiliki *noise* yang lebih kecil. Untuk yang ber-*noise* lebih besar pengurangan *noise* yang lebih baik dihasilkan oleh standar deviasi bernilai dua. Dapat disimpulkan pada citra Ct-Scan ber-*noise speckle* semakin besar *noise* citra, maka semakin besar pula standar deviasi yang dibutuhkan untuk proses difusi atau pengurangan *noise* yang lebih baik. Namun penilian besar kecilnya *noise* tergantung dari format citra. Gambar 4.19 memperlihatkan standar deviasi terbaik dalam mengurangi *noise* pada citra CT-Scan, data terlampir pada lampiran C1.1.1.2.



Gambar 4.19 Perbandingan nilai MSE citra input dan citra output saat standar deviasi yang berbeda pada CT-Scan bernoise speckle

- Berdasarkan PSNR

Berdasarkan data yang didapatkan PSNR output bernilai lebih besar dibanding PSNR input. PSNR output masing-masing standar deviasi perbedaannya tidak begitu signifikan seperti yang terlihat pada gambar 4.20, data terlampir pada lampiran C1.1.1.2



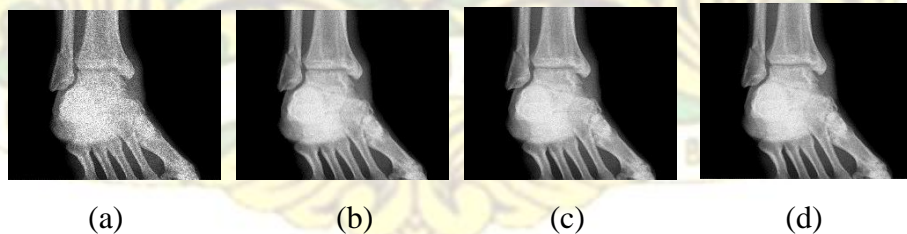
Gambar 4.20 Perbandingan nilai PSNR citra input dan citra output saat standar deviasi yang berbeda pada CT-Scan bernoise speckle

## B. Pada Citra Rontgen

Pada citra Rontgen yang menghasilkan pengurangan noise lebih baik yaitu saat standar deviasi yang digunakan bernilai tiga.

- Berdasarkan Penglihatan

Berikut salah satu sampel yang memperlihatkan pengurangan noise terbaik saat sigma bernilai tiga pada citra rontgen 2, terlampir pada lampiran B.2.3.2

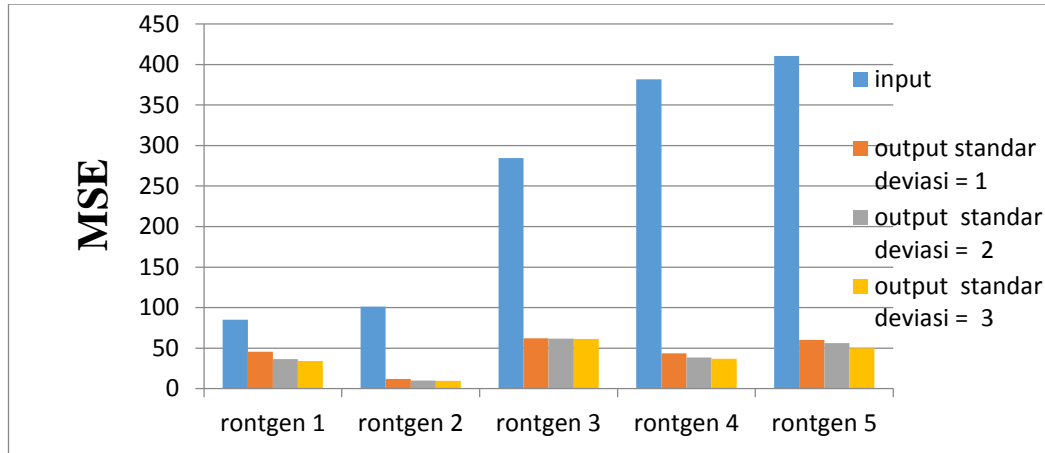


Gambar 4.21 Pengaruh standar deviasi terhadap kualitas citra pengurangan noise speckle pada citra rontgen

Citra Input Bernoise speckle, (b) Citra output saat standar deviasi bernilai satu, (c) Citra ouput saat standar deviasi bernilai dua), (d) Citra ouput saat standar deviasi bernilai tiga

- Berdasarkan MSE

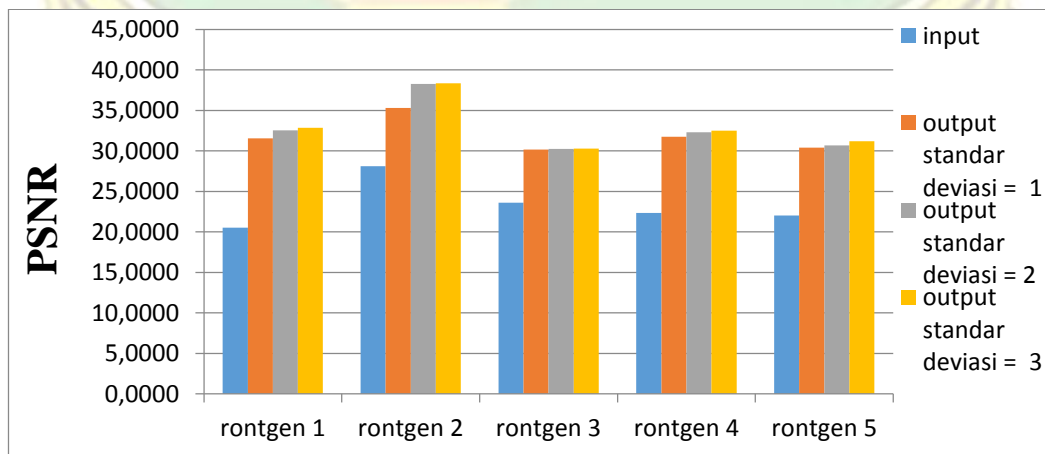
Pada gambar 4.22 terlihat semua citra rontgen bernoise speckle nilai MSE terkecil dihasilkan ketika standar deviasi bernilai tiga. Data pada gambar 4.22 terlampir pada lampiran C1.2.3.2



Gambar 4.22 Perbandingan nilai MSE citra input dan citra output saat standar deviasi yang digunakan berbeda pada citra rontgen bernoise speckle

- Berdasarkan PSNR

Berdasarkan gambar di 4.23 pada semua citra rontgen Nilai PSNR paling besar yaitu pada citra output hasil difusi menggunakan standar deviasi bernilai tiga, hal ini menunjukkan citra output hasil difusi menggunakan standar deviasi tiga memiliki kualitas yang bagus di banding yang lain. Data pada gambar 4.23 terlampir pada lampiran C1.2.3.2



Gambar 4.23 Perbandingan nilai PSNR citra input dan citra output saat standar deviasi yang digunakan berbeda pada citra rontgen bernoise speckle

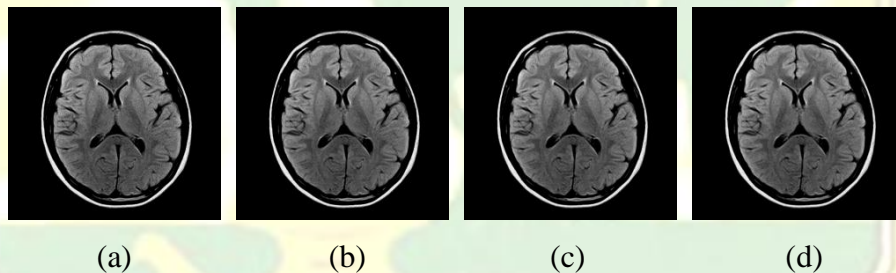
Hasil pengurangan noise terbaik saat standar deviasi bernilai tiga pada citra rontgen dikarenakan citra rontgen memiliki ukuran citra yang besar dibanding citra CT-Scan, sehingga untuk mengurangi noise yang tersebar pada citra yang berukuran besar lebih baik menggunakan standar deviasi yang besar agar noise lebih cepat berkurang.

### C. Pada citra MRI

- Berdasarkan Penglihatan

Pada citra MRI hasil standar deviasi yang memberikan pengurangan noise terbaik tergantung dari format, ukuran dan besarnya noise citra.

Gambar 4.24 merupakan contoh hasil difusi masing-masing standar deviasi yang berbeda pada citra MRI 1 yang terlampir pada lampiran B.3.1.2. Pada gambar terlihat saat menggunakan bernilai standar deviasi bernilai tiga menghasilkan pengurangan noise terbanyak,



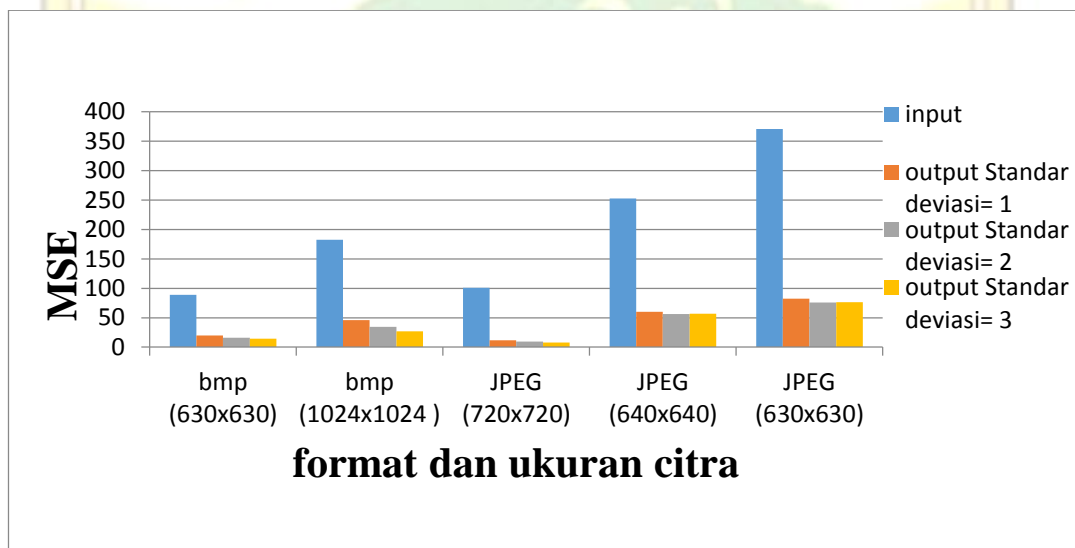
Gambar 4.24 Pengaruh sigma terhadap kualitas citra pengurangan noise speckle pada citra MRI

(a) citra input bernoise speckle, (b) citra output saat sigma bernilai satu, (c) citra output saat sigma bernilai dua, (d) citra output saat sigma bernilai tiga

- Berdasarkan MSE

Pada citra MRI berformat bmp, hasil difusi yang menghasilkan MSE terkecil saat standar deviasi yang digunakan bernilai tiga. Pada format JPEG nilai standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil tergantung dari ukuran citra dan besarnya noise. Pada citra JPEG yang berukuran 720x720, meskipun jumlah noisenya lebih kecil dibanding citra JPEG lainnya, hasil difusi yang menghasilkan MSE terkecil saat standar deviasi bernilai tiga. Hal ini karena pengaruh ukurannya yang lebih besar dibanding citra MRI JPEG lainnya. Untuk citra MRI JPEG

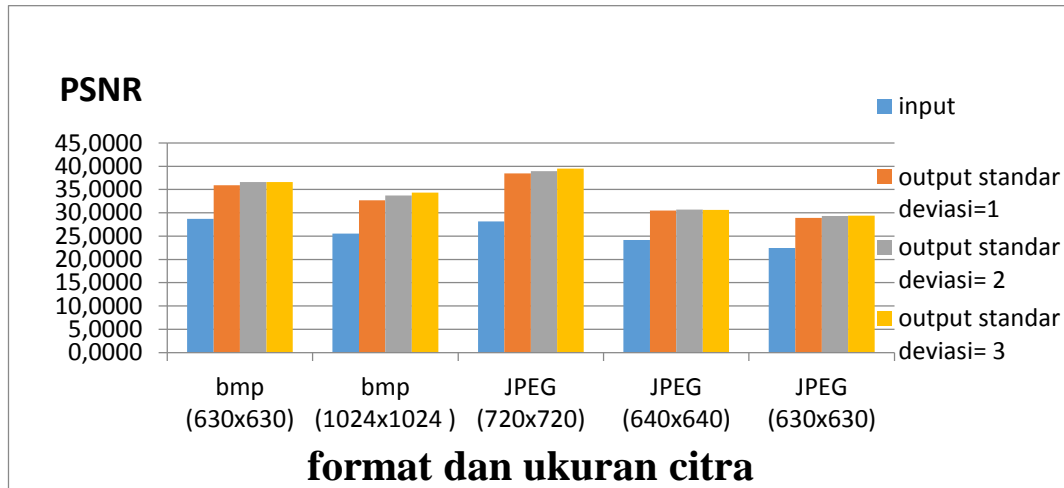
berukuran 640x640, saat standar deviasi bernilai dua yang menghasilkan MSE terkecil pada proses difusi. Sedangkan pada citra MRI JPEG berukuran 630x630, MSE terkecil dihasilkan ketika standar deviasi yang digunakan bernilai tiga. Citra JPEG dengan ukuran 630x630 menggunakan standar deviasi yang lebih besar dibanding citra JPEG dengan ukuran 640x640, karena jumlah noise pada citra berukuran yang 630x630 jauh lebih besar dibanding citra yang berukuran 640x640 dan perbedaan antara dua citra tersebut tidak terlalu besar. Oleh karena itu, citra yang berukuran lebih kecil dengan noise lebih besar menggunakan standar deviasi lebih besar untuk mendapat MSE terkecil. Gambar 4.25 memperlihatkan standar deviasi terbaik untuk masing-masing citra MRI ber-*noise speckle*, data dari gambar tersebut terlampir pada lampiran C1.3.1.2.



Gambar 4.25 Perbandingan MSE citra input dan citra output saat nilai standar deviasi yang digunakan berbeda ketika proses pengurangan noise speckle pada citra MRI

- Berdasarkan PSNR

Perbandingan PSNR antara citra input dan citra output masing-masing saat menggunakan standar deviasi yang berbeda ketika proses difusi pada citra MRI dapat dilihat pada gambar 4.26, yang terlampir pada lampiran C1.3.1.2,



Gambar 4.26 Perbandingan PSNR citra input dan citra output saat nilai standar deviasi yang digunakan berbeda ketika proses pengurangan *noise speckle* pada citra MRI

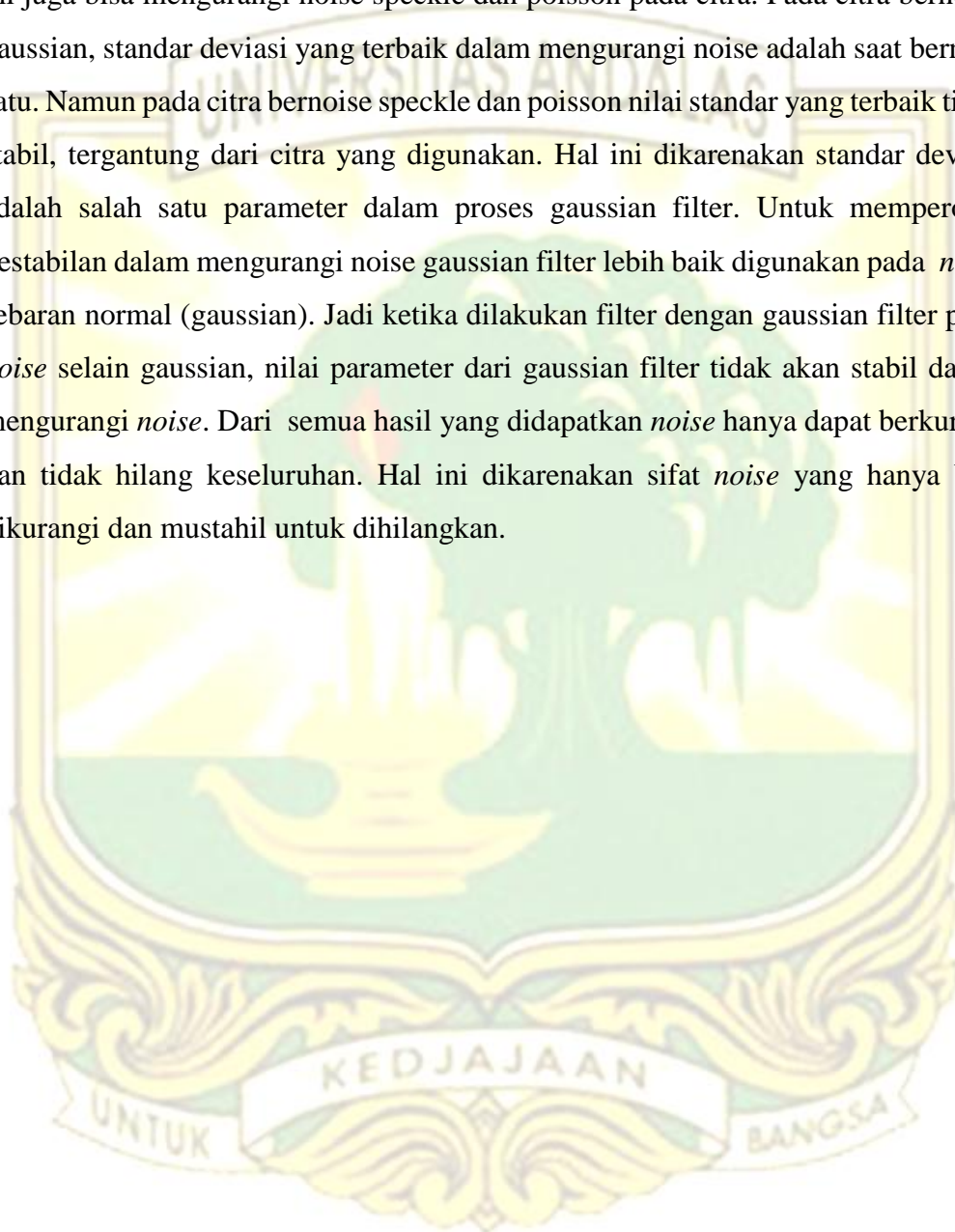
#### 4.3.2.4 Standar Deviasi yang Sesuai untuk Citra ber-*noise Poisson*

Nilai standar deviasi yang menghasilkan MSE terkecil pada proses difusi citra ber-*noise poisson* tergantung pada citra yang digunakan. Nilai standar deviasi terbaik dalam proses difusi citra ber-*noise poisson* dari hasil yang didapatkan pada percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Citra CT : proses difusi pada semua sampel citra CT menghasilkan MSE terkecil saat menggunakan standar deviasi bernilai satu.
- Citra Rontgen: proses difusi pada semua sampel citra Rontgen menghasilkan MSE terkecil saat menggunakan standar deviasi bernilai tiga.
- Citra MRI : proses difusi pada 3 sampel citra MRI dengan format JPEG menghasilkan MSE terkecil saat menggunakan standar deviasi bernilai dua. Pada citra MRI format bitmap berukuran besar, hasil pengurangan noise terbaik dari proses difusi adalah ketika standar deviasi bernilai tiga. Proses difusi pada citra bitmap yang berukuran lebih kecil dan nilai noise yang lebih besar menghasilkan MSE terkecil ketika standar deviasi bernilai satu.

#### 4.4 Analisa Hasil Pengurangan Noise dan Kesalahan

Dalam algoritma difusi non linear anisotropik yang digunakan pada sistem penelitian ini, pertama kali dilakukan proses filter dengan gaussian filter. Walaupun sistem dalam penelitian ini terdapat proses filter dengan gaussian filter, tapi sistem ini juga bisa mengurangi noise speckle dan poisson pada citra. Pada citra bernoise gaussian, standar deviasi yang terbaik dalam mengurangi noise adalah saat bernilai satu. Namun pada citra bernoise speckle dan poisson nilai standar yang terbaik tidak stabil, tergantung dari citra yang digunakan. Hal ini dikarenakan standar deviasi adalah salah satu parameter dalam proses gaussian filter. Untuk memperoleh kestabilan dalam mengurangi noise gaussian filter lebih baik digunakan pada *noise* sebaran normal (gaussian). Jadi ketika dilakukan filter dengan gaussian filter pada *noise* selain gaussian, nilai parameter dari gaussian filter tidak akan stabil dalam mengurangi *noise*. Dari semua hasil yang didapatkan *noise* hanya dapat berkurang dan tidak hilang keseluruhan. Hal ini dikarenakan sifat *noise* yang hanya bisa dikurangi dan mustahil untuk dihilangkan.





## Bab 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa mengenai perbaikan citra medis menggunakan metode difusi non linear anisotropik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Metode difusi nonlinear anisotropik dapat mengurangi *noise gaussian*, *speckle* dan *poisson*. Pengurangan *noise* terbanyak yaitu pada *noise speckle* dengan rata-rata persentase penurunan *noise* sebesar 80% dan rata-rata persentase kenaikan PSNR sebesar 31,54%. Rata-rata persentase penurunan MSE *noise gaussian* adalah 77%, *noise poisson* 64,66% dan rata-rata persentase kenaikan PSNR *noise gaussian* adalah 30,01 % dan *poisson* 15,45 %.
2. Citra ber-*noise gaussian* membutuhkan waktu yang lama dalam pengurangan *noise* dibandingkan citra ber-*noise speckle* dan *poisson*. Hal ini dikarenakan citra ber-*noise gaussian* memiliki *noise* yang tersebar keseluruh citra termasuk background citra, sehingga dibutuhkan waktu yang lam dalam menyebarkan *noise*-nya.
3. Standar deviasi mempengaruhi besar pengurangan noise, semakin besar standar deviasi *noise* akan semakin banyak berkurang. Pada percobaan yang tanpa iterasi lebih baik menggunakan standar deviasi yang besar. Untuk beberapa iterasi standar deviasi terbaik yang disesuaikan dengan citra yang digunakan.
4. Proses difusi yang dilakukan beberapa iterasi pada citra ber-*noise gaussian* standar deviasi terbaik dalam mengurangi *noise* adalah saat bernilai satu. Rata-rata persentase penurunan MSE citra ber-*noise gaussian* saat standar deviasi bernilai satu adalah 77,26%, sedangkan saat standar deviasi bernilai dua rata-rata persentase penurunan MSE hanya 76,29% dan bernilai tiga hanya 64,66%. Pada citra ber-*noise speckle* dan *poission* standar deviasi terbaiknya tergantung dari jenis citra, ukuran dan besarnya noise citra yang digunakan.

## 5.2 Saran

Untuk memperoleh hasil pengurangan noise yang lebih baik dan stabil, proses filter yang dilakukan pertama kali dalam proses difusi sebaiknya disesuaikan dengan jenis noise. Misalnya pada noise speckle lebih baik menggunakan filter median atau mean.



## Daftar Pustaka

- [1] Setianingsih, Casi, Siti Nurhayati, dan Ridwan. 2011. “*Medical Imaging*”. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Bandung.
- [2] Hama, shokhan Mahmoud dan Muzhir Shabhan Al-Ani. 2014. *Medical Image Based on Efficient Approach for Adaptive Anisotropic Diffusion*. International Journal of Advances in Engineering & Technology, ISSN : 22311963
- [3] Weeratunga, S. K. dan C. Kamath. 2003. *A Comparison of PDE based Non-Linear Anisotropic Diffusion Techniques for Image Denoising*. Lawrence Livermore National Laboratory Technical Information Department’s Digital Library.
- [4] Malathi, K dan R. Nedunchelian. 2014. “ *Comparison of Various Noises and Filters for Fundus Images Using pre-Processing Techniques*”. Bioinformatics, ISSN 0975-6299.
- [5] Sutoyo, T dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [6] Oceandra, M. Hakiki. 2013. “Pengurangan *Noise* pada Citra Digital Menggunakan Metode Statistik *mean, median*, Kombinasi dan *Rekursif Filter*”. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif kasim Riau Pekanbaru.
- [7] Primayunita, Fitri , Agus Zainal Arifin, dan Anny Yuniarti. “Implementasi Metode Klasifikasi Fuzzy C-Means Menggunakan Algoritma *Multiscale Diffusion filtering*”. Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Humaira dan Rasyidah. 2011. “*Analisis Pengaruh Noise Terhadap Deteksi Wajah Manusia pada Citra Berwarna menggunakan Fuzzy*”. Poli Rekayasa, Vol 6, No 2, ISSN 1858-3709.
- [9] Gilboa, Guy, Nir Sochen, dan Yehoshua Y. Zeevi. 2002. *Forward-and-Backward Diffusion Processes for Adaptive Image Enhancement and Denoising*. IEEE Transactions on Image Processing, Vol 11, NO.7.

- [10] Iryanto , F. Fristella , dan P. H. Gunawan. 2016. Pendekatan Numerik pada Model *Isotropic* dan *Anisotropic Diffusion* untuk Mendeteksi Tepi pada Pengolahan Citra. *Ind. Journal on Computing* Vol 1, Issue. 2, ISSN 2460-9056.
- [11] Sebatubun, Maria Mediatix. 2016. Peningkatan Kualitas Citra *X-Ray* Paru-Paru Menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* dan *gaussian filter*. Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI).
- [12] Weickert, Joachim. 2001. *Anisotropic Diffusion in Image Processing*. Denmark : B. G. Teubner Stuttgart.
- [13] Perona, Pietro dan Jitendra Malik. 1990. *Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol 12, NO. 7.
- [14] Smolka, Bogdan. 2002. *On The Application of The Forward and Backward Diffusion Scheme for Image Enhancement*. *Journal of Medical Informatics & Technologies* vol.3, ISSN 1642-6037.
- [15] Boomgaard, Rein Van Den. TT. “*Algorithms for Non-Linear Diffusion Matlab in a Literate Programming Style*”. Netherlands : Intelligent Sensory Information Systems University of Amsterdam.
- [16] Wijanarto. 2009. Restorasi Citra Digital dengan Algoritma Inpainting. *Techno.Com*, Vol 8, No.1.

## Lampiran A

### A.1 Listing Program Sistem

#### A.1.1 Fungsi Input Gambar dan Membangkitkan Noise

a. Noise Gaussian

```
im = imread('a.b');  
im_noise=imnoise(im, 'gaussian',M,V);  
imwrite(im_noise, 'a.b');
```

b. Noise Speckle

```
im_noise=imnoise(im, 'speckle',V);  
imwrite(im_noise, 'a.b');
```

c. Noise Poisson

```
im_noise=imnoise(im, 'poisson');  
imwrite(im_noise, 'a.b');
```

#### A.1.2 Fungsi Algoritma Difusi Non linear Anisotropik

```
function jj=difussion(citra,sigma,kappa,lambda) % memasukan  
parameter difusi  
  
im = imread('CT1.bmp'); % baca citra  
  
im = citra;  
w = double(im);  
  
[m n] = size(w);  
%ubah matrik citra ke vektor  
w_vec = reshape(w,n,m); w_old = w;  
w_new = w;  
  
%filter gambar  
im_smth = filter_function(w,1);  
im_smth = im_smth';  
% perhitungan gradien hasil filter  
[dx_im_smth dy_im_smth] = gradient(im_smth);  
gr_im_smth = dx_im_smth.^2 + dy_im_smth.^2;  
  
[mmm nnn] = size(gr_im_smth);  
% perhitungan difusivitas  
for i=1:mmm  
    for j=1:nnn  
        g(i,j) = 1/(1+(gr_im_smth(i,j)/32));  
    end  
end  
jj=1;  
  
[im_sx im_sy] = gradient(im_smth);  
% pembentukan tensor difusi
```

```

D = zeros(n*n,2,2);
for i=1:n*n
    row = ceil(i/n);
    col = i - (row-1) * n;

    eigen_vec = [im_sx(row,col) im_sy(row,col);
im_sy(row,col) -im_sx(row,col) ];
    eigen_vec(:,1) = eigen_vec(:,1) ./ norm(eigen_vec(:,1));
    eigen_vec(:,2) = eigen_vec(:,2) ./ norm(eigen_vec(:,2));
    eigen_val = [g(row,col) 0;0 1];

    D(i,::) = eigen_vec * eigen_val * (eigen_vec');
end

figure;
for k=1:400 % for each iteration
    for i=1:n*n
        row = ceil(i/n); %compute what row this pixel belongs to
in original image
        col = i - (row-1) * n; % compute cols similarly

        %different if conditions handles pixels at different
location in
        %the image as depending on their location they may or may
not have
        %all their neighbor pixels which will be required for
finite
        %differences

        if((col > 1) && (col < n) && (row > 1) && (row < n))

            s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ((D(i,1,1) -
D(i,1,2) - D(i,2,1)) * (w_old(i+1))) + ...
            (D(i,2,2) * w_old(i-n)) + ((D(i,2,2) - D(i,1,2) -
D(i,2,1)) * (w_old(i+n))) + ((D(i,1,2) + D(i,2,1)) *
w_old(i+n+1)));
            w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1 + lambda * (2 * D(i,1,1)
+ 2 * D(i,2,2) - D(i,1,2) - D(i,2,1)));

            elseif((row == 1) && (col > 1) && (col < n))
                s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ((D(i,1,1) -
D(i,1,2) - D(i,2,1)) * (w_old(i+1))) + ...
                ((D(i,2,2) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) * (w_old(i+n)))
+ ((D(i,1,2) + D(i,2,1)) * w_old(i+n+1)));
                %s = -(lambda) * (w_old(i+1) + w_old(i-1) +
w_old(i+n));
                w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
            elseif((row == n) && (col > 1) && (col < n))
                s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ((D(i,1,1) -
D(i,1,2) - D(i,2,1)) * (w_old(i+1))) + ...
                (D(i,2,2) * w_old(i-n)));
                w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
            elseif((col == 1) && (row > 1) && (row < n))
                s = -lambda * (((D(i,1,1) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) *
(w_old(i+1))) + ...

```

```

(D(i,2,2) * w_old(i-n)) + ((D(i,2,2) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) *
(w_old(i+n))) + ((D(i,1,2) + D(i,2,1)) * w_old(i+n+1)));

w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
elseif((col == n) && (row > 1) && (row < n))
s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ...
(D(i,2,2) * w_old(i-n)) + ((D(i,2,2) - D(i,1,2) -
D(i,2,1)) * (w_old(i+n))));

w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
elseif((col==1) && (row==1))
s = -lambda * (((D(i,1,1) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) *
(w_old(i+1))) + ...
((D(i,2,2) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) * (w_old(i+n)))
+ ((D(i,1,2) + D(i,2,1)) * w_old(i+n+1)));
w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
elseif((col==n) && (row==1))
s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ...
((D(i,2,2) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) *
(w_old(i+n))));
w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
elseif((col==1) && (row==n))
s = -lambda * (((D(i,1,1) - D(i,1,2) - D(i,2,1)) *
(w_old(i+1))) + ...
(D(i,2,2) * w_old(i-n)) );
w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
elseif((col==n) && (row==n))
s = -lambda * ((D(i,1,1) * w_old(i-1)) + ...
(D(i,2,2) * w_old(i-n)));

w_new(i) = (-s + w_old(i))/(1+4*lambda);
end
end
w_old = w_new;
if((k==10) || (k==50) || (k==100) || (k==200)) % output pada iterasi
yang berbeda
w_old = w_new;
if((k==1) || (k==2) || (k==3) || (k==4) || (k==5));

jj=jj+1;
end

end
figure,imshow(im);
figure,imshow(uint8(reshape(w_new,m,n)));

imwrite(uint8(reshape(w_new,n,n)),strcat('CTdifusi',int2str(jj),'.
bmp'));

title('Non-linear Anisotropic Filtering using Implicit Euler
Method');
xlabel(strcat('CT at t=',int2str(k),', Alpha=0.5'));

jj=jj+1;
end

end

```

### A.1.3 Fungsi Perhitungan MSE dan PSNR

```
function [MSE, PSNR]=MSE (output, input)
[baris, kolom, channel] = size(output);
[baris_s, kolom_s, channel_s] = size(input);
output= double(output);
input= double(input);

if baris ~= baris_s && kolom ~= kolom_s && channel ~= channel_s
    disp('dimensi kedua gambar berbeda');
else
    piksel = zeros(baris, kolom);

    for i=1:baris
        for j=1:kolom
            piksel(i,j) = (input(i,j) - output(i,j))^2;
        end
    end
end
aa=sum(piksel,2);
bc=sum(aa);

MSE= bc/(baris * kolom)
PSNR=10*log10 (255^2/MSE)
```



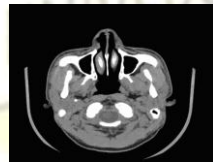


## Lampiran B Data Citra Input dan Citra Output

### 1. Citra CT-Scan

#### 1.1 Citra CT-Scan 1

##### 1.1.1 CT-Scan 1 Ber-noise Gaussian



Asli

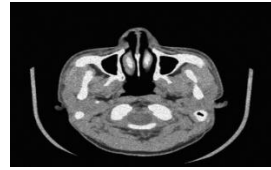
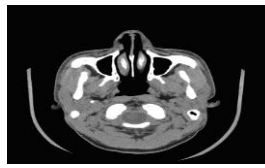


Citra ber-noise Gauss

MSE= 420.6147 PSNR=21.9260

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=34.4457 PSNR=32.7934	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=104.0129 PSNR=27.9939	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=109.6195 PSNR=27.7659
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=98.3377 PSNR=28.2376	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=103.2685 PSNR=28.0251	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=110.0368 PSNR=27.7494
Kecepatan 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=98.0063 PSNR=28.2523	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE=102.8892 PSNR=28.0411	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=108.4220 PSNR=27.8136

### 1.1.2 Ber-noise Speckle



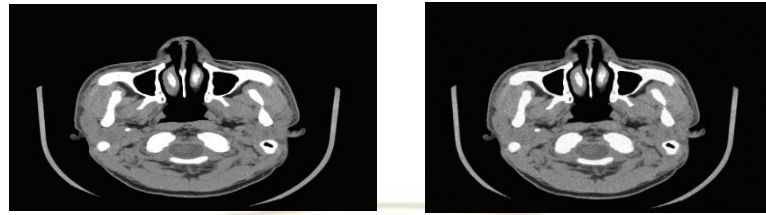
Asli

citra bernoise *Speckle*

MSE=231.1841 PSNR=24.5252

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=64.6608 PSNR=30.0584	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=64.4701 PSNR=30.0712	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=68.5724 PSNR=29.8033
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=64.4506 PSNR=30.0725	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE= 64.1590 PSNR=30.0922	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=68.0374 PSNR=29.8373
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi= 1, iterasi 8 MSE=64.7594 PSNR=30.0518	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=64.1255 PSNR=30.0945	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=68.1258 PSNR=29.8317

### 1.1.3 Ber-noise Poisson

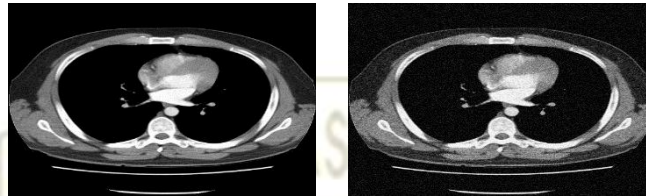


Asli *ber-noise Poisson*  
MSE = 41.4268 – PSNR=31.8884

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=18.4305 PSNR=35.5094	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=18.9798 PSNR=35.3819	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=20.3663 PSNR=35.0757
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=18.2916 PSNR=35.5423	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=18.9000 PSNR=35.4002	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=19.6752 PSNR=35.2256
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=18.2938 PSNR=35.5418	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=18.6121 PSNR=35.4668	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=19.6098 PSNR=35.2401

## 1.2 CT-Scan

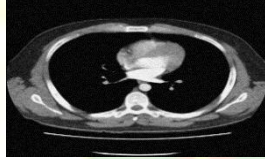

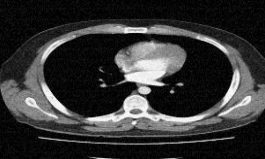
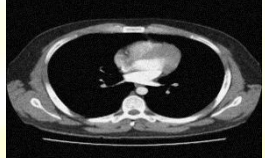

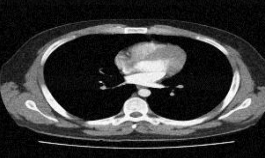


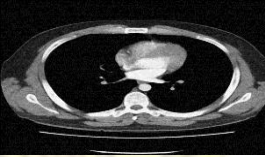
### 1.2.1 CT-Scan 2 ber-noise gaussian



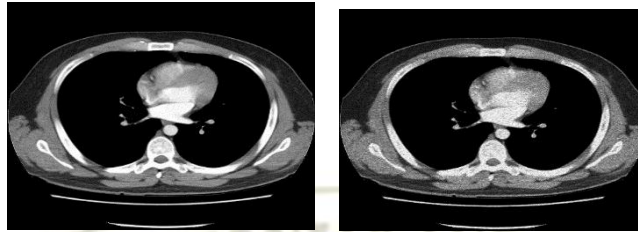
Citra Asli

Citra ber-noise gaussian

MSE=461.3159 PSNR=21.5248

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=136.5918 PSNR=26.8106	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=141.8441 PSNR=26.6467	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=147.8024 PSNR=26.4680
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=136.1431 PSNR=26.6569	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=141.5122 PSNR=26.6569	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=146.9202 PSNR=26.4940
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=135.9890 PSNR=26.8298	Standar deviasi=2, iterasi 9 MSE=141.3457 PSNR=26.6620	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=146.8962 PSNR=26.4947

### 1.2.2 Citra CT-Scan 2 ber-noise Speckle



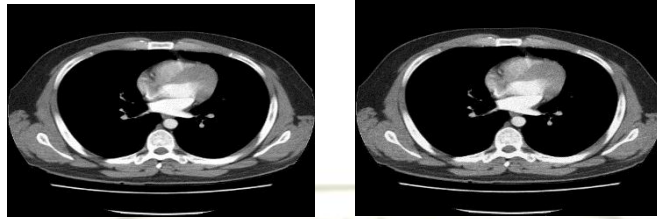
Citra Asli

Citra ber-noise Speckle

MSE=257.0746 PSNR=24.0642

Kecepatan difusi 0,25				
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE= 69.2895 PSNR=29.7581	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=66.9574 =66.9574 29.9068	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=70.8456 PSNR=29.6617	
Kecepatan difusi 0,15				
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=74.9743 PSNR=29.4157	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=69.0704 PSNR=29.7719	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=70.4466 PSNR=29.6862	
Kecepatan difusi 0,11				
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=83.7387 PSNR=28.9355	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=72.2495 PSNR=29.5765	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=70.5534 PSNR=29.6796	



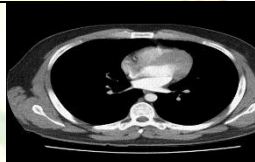






### 1.2.3 Citra CT-Scan 2 ber-noise Poisson



Citra Asli

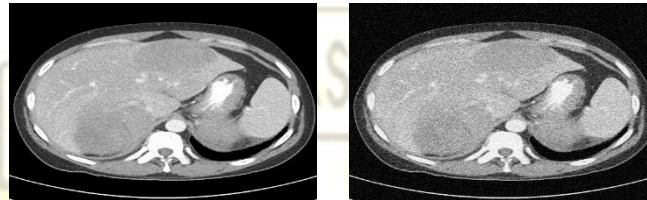
Citra ber-noise Poisson

MSE=41.3459 PSNR=32.0005

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE= 19.9443 PSNR=35.1666	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=20.5698 PSNR=35.0325	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=21.7583 PSNR=34.7885
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=19.9178 PSNR=35.1724	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE= 20.6982 PSNR=35.0055	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=21.9462 PSNR=34.7512
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=20.9135 PSNR=34.9605	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE= 20.7853 PSNR=34.9872	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=21.7499 PSNR=34.7902

### 1.3 CT-Scan 3










#### 1.3.1 CT-Scan 3 ber-noise gaussian



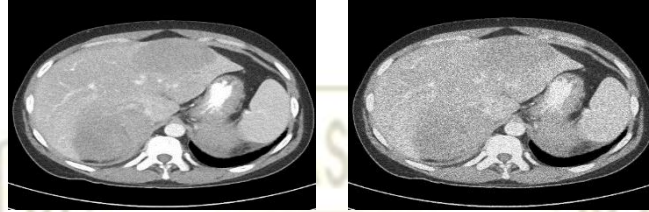
Citra Asli

Citra *Ber-noise gaussian*

MSE=568.5427 PSNR=20.6172

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE= 110.7744 PSNR=27.7204	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=113.9605 PSNR=27.5973	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=122.9527 PSNR=27.2674
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 9 MSE=110.4912 PSNR=27.7315	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE= 113.3222 PSNR=27.6216	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=122.3512 PSNR=27.2887
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=110.3509 PSNR=27.7370	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE= 113.0629 PSNR=27.6316	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=122.3262 PSNR=27.2896








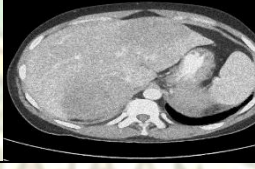

### 1.3.2 CT-Scan 3 ber-noise Speckle



Citra Asli

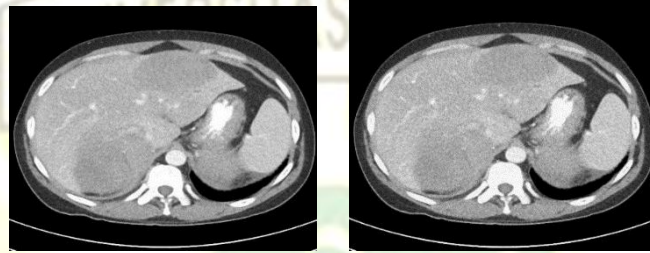
Citra Ber-noise Speckle

MSE=670.3449 PSNR=19.9018

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE= 104.0223 PSNR=27.9935	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=91.8904 PSNR=28.5321	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=100.8808 PSNR=28.1267
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=121.2743 PSNR=27.3271	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE= 96.6481 PSNR=28.3129	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=100.4026 PSNR=28.1474
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=140.3536 PSNR=26.6926	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE= 105.7136 PSNR=27.9235	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=101.2312 PSNR=28.1117












### 1.3.3 CT-Scan 3 ber-noise Poisson



Citra Asli

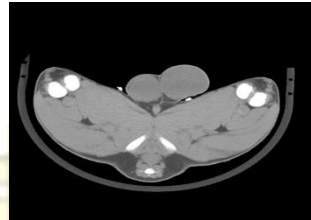
Citra *Ber-noise Poisson*

MSE= 96.8162 PSNR= 28.3053

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE= 26.5943 PSNR=33.9169	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=27.0151 PSNR=33.8487	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=29.0131 PSNR=29.0131
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE= 26.2662 PSNR=33.9708	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=26.7101 PSNR=33.8980	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=29.0188 PSNR=33.5380
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=26.4385 PSNR=33.9424	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=26.6105 PSNR=33.9143	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=29.1291 PSNR=33.5215

## 1.4 Citra CT-Scan 4

### 1.4.1 CT-Scan 1 ber-noise gaussian



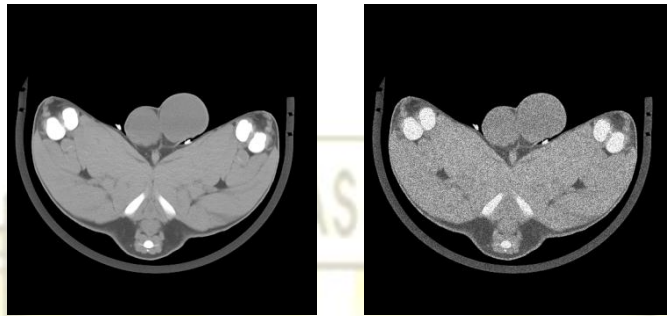
Citra Asli

Citra *ber-noise* Gauss

MSE=429.4969 PSNR=21.8352

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=109.5742 PSNR=27.7677	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=114.7037 PSNR=27.5690	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=118.7475 PSNR=27.4186
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=108.8603 PSNR=27.7961	Standar deviasi=2, iterasi 9 MSE=113.9782 PSNR=27.5966	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=117.9670 PSNR=27.4472
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 12 MSE=108.4930 PSNR=27.8108	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=113.6118 PSNR=27.6106	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=117.6167 PSNR=27.4601

1.4.2 CT-Scan 1 ber-noise Speckle



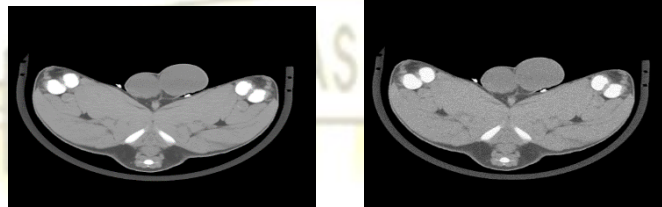
Citra Asli

Citra *ber-noise Speckle*

MSE=273.4861 PSNR=23.7954

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=60.3580 PSNR=30.3575	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=51.9871 PSNR=31.0058	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=48.0346 PSNR=31.3493
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=74.3054 PSNR=29.4546	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=55.8387 PSNR=30.6954	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=53.4310 PSNR=30.8869
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=87.8008 PSNR=28.7298	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=63.6950 PSNR=30.1237	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=51.8558 PSNR=31.0168

### 1.4.3 CT-Scan 1 ber-noise Poisson



Citra Asli

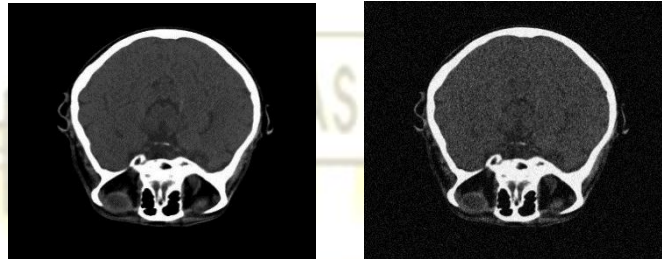
Citra *ber-noise Poisson*

MSE=46.2082 PSNR=31.5176

Kecepatan difusi 0,25				
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=16.5844 PSNR=35.9678	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=16.9683 PSNR=35.8684	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=17.7991 PSNR=35.6608	
Kecepatan difusi 0,15				
	Standar deviasi= 1, iterasi 2 MSE=17.5915 PSNR=35.7118	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=16.7539 PSNR=35.9237	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=17.6701 PSNR=35.6924	
Kecepatan difusi 0,11				
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=19.3577 PSNR=35.2963	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=16.9106 PSNR=35.8832	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=17.4869 PSNR=35.7377	

## 1.5 CT-Scan 5

### 1.5.1 CT-Scan 1 ber-noise Gaussian



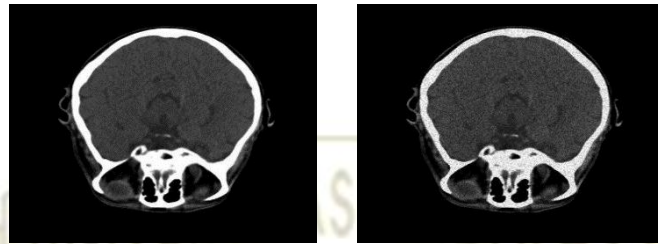
Citra Asli

Citra *ber-noise Gaussian*

MSE=449.0418 PSNR=21.6419

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=134.2985 PSNR=26.8841	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=139.1731 PSNR=26.7292	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=141.5650 PSNR=26.6552
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=133.6719 PSNR=26.9044	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=138.2226 PSNR=26.7590	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=140.9283 PSNR=26.6748
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=133.2797 PSNR=26.9172	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE=137.8843 PSNR=26.7697	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=140.8775 PSNR=26.6764










### 1.5.2 CT-Scan 5 ber-noise Speckle



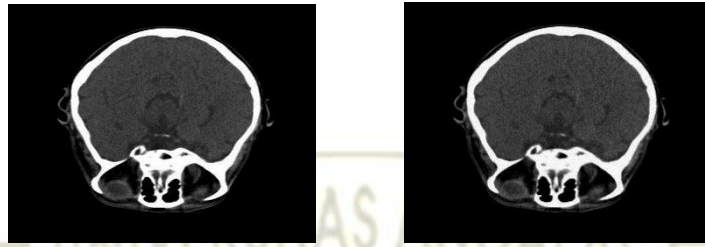
Citra Asli

Citra *ber-noise Speckle*

MSE=148.5135 PSNR=26.4471

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=62.4647 PSNR=30.2085	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=63.5868 PSNR=30.1311	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=65.2730 PSNR=30.0175
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=63.1519 PSNR=30.1609	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=63.6583 PSNR=30.1263	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=65.2780 PSNR=30.0171
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=65.3323 PSNR=30.0135	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=64.0944 PSNR=30.0966	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=65.3337 PSNR=30.0134

### 1.5.2 CT-Scan 5 ber-noise Poisson



Citra Asli

Citra ber-noise Poisson

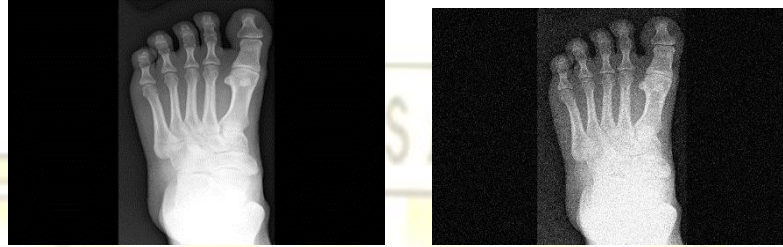
MSE=22.5291 PSNR=34.6374

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=15.5214 PSNR=36.2555	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=16.0281 PSNR=36.1160	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=16.9180 PSNR=35.8813
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=15.4765 PSNR=36.2681	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=15.9029 PSNR=36.1500	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=16.4436 PSNR=36.0048
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=15.0705 PSNR=36.3835	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=15.4845 PSNR=36.2658	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=16.1585 PSNR=36.0808

## 2. Citra Rontgen

### 2.1 Citra Rontgen 1

#### 2.1.1 Citra Rontgen 1 *ber-noise Gaussian*



Asli

*ber-noise gaussian*

MSE=448.7349 PSNR=21.6449

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 16 MSE=106.4048 PSNR=27.8952	Standar deviasi=2, iterasi 17 MSE=110.5236 PSNR=27.7303	Standar deviasi=3, iterasi 16 MSE=110.8169 PSNR=27.7187
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 22 MSE=106.2246 PSNR=27.9025	Standar deviasi=2, iterasi 23 MSE=110.3695 PSNR=27.7363	Standar deviasi=3, iterasi 20 MSE=110.6853 PSNR=27.7239
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 28 MSE=106.1163 PSNR=27.9070	Standar deviasi=2, iterasi 29 MSE=110.2983 PSNR=27.7391	Standar deviasi=3, iterasi 28 MSE=110.6273 PSNR=27.7262



### 2.1.2 Citra Rontgen 1 *ber-noise Speckle*



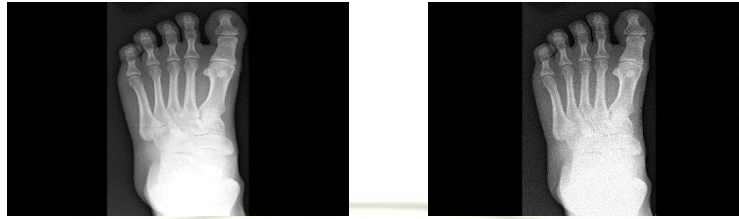
Asli

*Ber-noise Speckle*

MSE= 284.4468 PSNR=23.6248

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=62.2488 PSNR=30.2235	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=61.8551 PSNR=30.2510	Standar deviasi=3, iterasi 9 MSE=61.2698 PSNR=30.2923
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=65.1550 PSNR=30.0253	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=62.7435 PSNR=30.1891	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=61.4883 PSNR=30.2769
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 9 MSE=67.9592 PSNR=29.8423	Standar deviasi=2, iterasi 9 MSE=63.8645 PSNR=30.1122	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=62.1224 PSNR=30.2323

### 2.1.3 Rontgen 1 *ber-noise* Poissonson



Asli

*Ber-noise* Poissonson

MSE=41.5715 PSNR=31.9768

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=14.2793 PSNR=36.6177	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=13.9938 PSNR=36.7054	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=13.8180 PSNR=36.7603
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=14.2666 PSNR=36.6216	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=13.9937 PSNR=36.7055	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=13.7815 PSNR=36.7718
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=14.2759 PSNR=36.6188	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=14.0101 PSNR=36.7004	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=13.8094 PSNR=36.7630

## 2.2 Citra Rontgen 2

### 2.2.1 Citra Rontgen 2 *ber-noise gaussian*



Citra Asli

Citra *ber-noise gaussian*

MSE=587.4840 PSNR=20.4748

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 16 MSE=85.4831 PSNR=28.8460	Standar deviasi=2, iterasi 18 MSE=84.7010 PSNR=28.8859	Standar deviasi=3, iterasi 17 MSE=84.0085 PSNR=28.9216
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 23 MSE=85.3478 PSNR=28.8529	Standar deviasi= 2, iterasi 22 MSE=84.5346 PSNR=28.8945	Standar deviasi=3, iterasi 23 MSE=83.8155 PSNR=28.9316
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 27 MSE=85.2660 PSNR=28.8570	Standar deviasi= 2, iterasi 27 MSE=84.4375 PSNR=28.8994	Standar deviasi=3, iterasi 29 MSE=83.6814 PSNR=28.9385

### 2.2.2 Citra Rontgen 2 ber-noise Speckle



Citra Asli

Citra *ber-noise Speckle*

MSE=381.8515 PSNR=22.3459

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 9 MSE=43.6482 PSNR=31.7651	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=38.4093 PSNR=32.3204	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=36.7342 PSNR=32.5141
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=45.3692 PSNR=31.5972	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE=38.8897 PSNR=32.2665	Standar deviasi=3, iterasi 11 MSE=36.8476 PSNR=32.5007
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 12 MSE=47.1973 PSNR=31.4256	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=39.6488 PSNR=32.1825	Standar deviasi=3, iterasi 12 MSE=37.2216 PSNR=32.4568

### 2.2.3 Citra Rontgen 2 ber-noise Poisson



Citra Asli

Citra ber-noise Poisson

MSE=64.5454 PSNR=30.0661

Kecepatan 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=18.4033 PSNR=35.5158	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=17.7585 PSNR=35.6707	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=17.4368 PSNR=35.7501
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=18.3248 PSNR=35.5344	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=17.6165 PSNR=35.7056	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=17.2754 PSNR=35.7905
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=18.2597 PSNR=35.5499	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=17.5783 PSNR=35.7150	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=17.2173 PSNR=35.8052

## 2.3 Citra Rontgen 3










### 2.3.1 Citra Rontgen 3 *ber-noise gaussian*



Citra Asli

Citra *ber-noise Gaussian*

MSE=493.2299 PSNR=21.2343

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=112.8331 PSNR=27.6404	Standar deviasi=2, iterasi 9 MSE=114.9832 PSNR=27.5585	Standar deviasi=3, iterasi 9 MSE=113.3654 PSNR=27.6200
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 16 MSE=112.6864 PSNR=27.6461	Standar deviasi=2, iterasi 14 MSE=114.8481 PSNR=27.5636	Standar deviasi=3, iterasi 12 MSE=113.2570 PSNR=27.6241
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 20 MSE=112.6456 PSNR=27.6477	Standar deviasi=2, iterasi 17 MSE=114.7819 PSNR=27.5661	Standar deviasi=3, iterasi 17 MSE=113.2086 PSNR=27.6260










### 2.3.2 Citra Rontgen 3 ber-noise Speckle



Citra Asli

Citra ber-noise Speckle

MSE=410.4497 PSNR=22.0322

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 9 MSE=60.0461 PSNR=30.3800	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE=56.1006 PSNR=30.6751	Standar deviasi=3, iterasi 9 MSE=49.8841 PSNR=31.1852
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=62.9113 PSNR=30.1775	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=57.2767 PSNR=30.5850	Standar deviasi=3, iterasi 11 MSE=49.8895 PSNR=31.1847
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 12 MSE=66.0364 PSNR=29.9670	Standar deviasi=2, iterasi 12 MSE=58.6518 PSNR=30.4820	Standar deviasi=3, iterasi 13 MSE=50.3679 PSNR=31.1433

### 2.3.3 Citra Rontgen 3 ber-noise Poisson



Citra Asli

Citra *ber-noise Poisson*

MSE=62.2852 PSNR=30.2210

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=16.8104 PSNR=35.9090	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=16.2295 PSNR=36.0618	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=15.5281 PSNR=36.2536
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=16.8605 PSNR=35.8961	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=15.9019 PSNR=36.1503	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=15.4245 PSNR=36.2827
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=17.9326 PSNR=35.6284	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=15.8564 PSNR=36.1627	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=15.3266 PSNR=36.3103



## 2.4 Rontgen 4

### 2.4.1 Citra Rontgen 4 *ber-noise Gaussian*



Citra Asli

Citra *ber-noise Gaussian*

MSE=415.1575 PSNR=21.9827

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 18 MSE=115.0283 PSNR=27.5568	Standar deviasi=2, iterasi 19 MSE=120.8823 PSNR=27.3412	Standar deviasi=3, iterasi 19 MSE=121.2295 PSNR=27.3287
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 25 MSE=114.8659 PSNR=27.5629	Standar deviasi=2, iterasi 25 MSE=120.7405 PSNR=27.3463	Standar deviasi=3, iterasi 25 MSE=121.1236 PSNR=27.3325
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 30 MSE=114.8087 PSNR=27.5651	Standar deviasi=2, iterasi 30 MSE=120.7170 PSNR=27.3471	Standar deviasi=3, iterasi 29 MSE=121.0533 PSNR=27.3341

### 2.4.2 Citra Rontgen 4 ber-noise Speckle



Citra Asli

Citra *ber-noise Speckle*

MSE=101.1102 PSNR=28.1169

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=11.8932 PSNR=37.4118	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=9.7902 PSNR=38.2569	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=9.4905 PSNR=38.3919
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=13.4211 PSNR=36.8869	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=10.3739 PSNR=38.0054	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=9.6923 PSNR=38.3005
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=15.3146 PSNR=36.3137	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=11.2273 PSNR=37.6620	Standar deviasi=3, iterasi 9 MSE=10.2243 PSNR=38.0685

### 2.4.2 Citra Rontgen 4 ber-noise Poisson



Citra Asli

Citra *ber-noise Poisson*

MSE=18.3046 PSNR=35.5392

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=4.7684 PSNR=41.3811	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=4.6797 PSNR=41.4626	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=4.6284 PSNR=41.5105
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=4.7904 PSNR=41.3611	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=4.6715 PSNR=41.4702	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=4.6174 PSNR=41.5209
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=4.8411 PSNR=41.3154	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=4.6762 PSNR=41.4658	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=4.6150 PSNR=41.5231

## 2.5 Citra Rontgen 5

### 2.5.1 Citra Rontgen 5 ber-noise Gaussian



Citra Asli

Citra *ber-noise Gaussian*

MSE=531.0967 PSNR=20.9131

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 20 MSE=83.0148 PSNR=28.9732	Standar deviasi= 2, iterasi 20 MSE=84.9121 PSNR=28.8751	Standar deviasi=3, iterasi 19 MSE=85.1724 PSNR=28.8618
Kecepatan 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 28 MSE=82.8659 PSNR=28.9810	Standar deviasi= 2, iterasi 28 MSE=84.8141 PSNR=28.8801	Standar deviasi=3, iterasi 23 MSE=85.0429 PSNR=28.8684
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 32 MSE=82.8243 PSNR=28.9832	Standar deviasi=2, iterasi 31 MSE=84.8053 PSNR=28.8806	Standar deviasi=3, iterasi 30 MSE=84.9562 PSNR=28.8728

### 2.5.2 Citra Rontgen 5 ber-noise Speckle



Citra Asli

Citra ber-noise Speckle

MSE=85.1724 PSNR=20.5309

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=45.6743 PSNR=31.5681	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=36.3823 PSNR=32.5559	Standar deviasi=3, iterasi 12 MSE=34.0327 PSNR=32.8458
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=53.7728 PSNR=30.8592	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=40.7891 PSNR=32.0594	Standar deviasi=3, iterasi 13 MSE=37.3341 PSNR=32.4437
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 11 MSE=60.8575 PSNR=30.3217	Standar deviasi= 2, iterasi 12 MSE=44.7740 PSNR=31.6545	Standar deviasi=3, iterasi 13 MSE=40.5760 PSNR=32.0821

### 2.5.3 Citra Rontgen 5 ber-noise Poisson



Citra Asli

Citra ber-noise Poisson

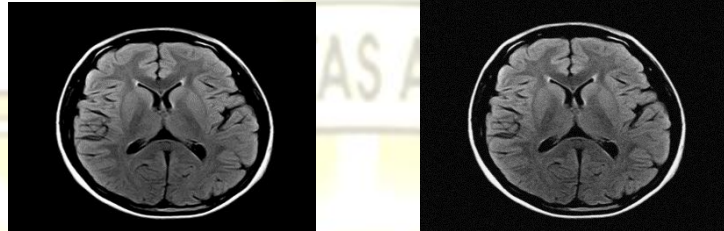
MSE=89.9088 PSNR=28.6268

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=13.2765 PSNR=36.9340	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=12.8195 PSNR=37.0861	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=12.4438 PSNR=37.2153
Kecepatan 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=13.5447 PSNR=36.8471	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=12.8110 PSNR=37.0890	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=12.4025 PSNR=37.2297
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=13.9929 PSNR=36.7057	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=12.8946 PSNR=37.0607	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=12.4059 PSNR=37.2285

### 3.MRI

#### 3.1 MRI 1

##### 3.1.1 MRI 1 *Ber-noise Gaussian*



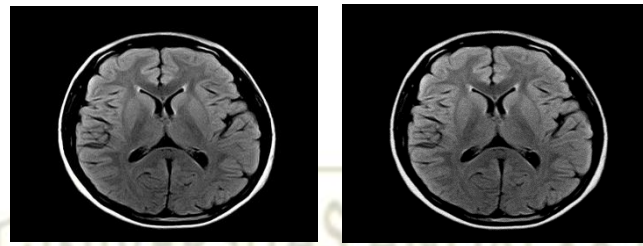
Asli

*Ber-noise Gauss*

MSE=439.1945 PSNR=21.7382

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=85.9241 PSNR=28.8236	Standar deviasi=2, iterasi 10 MSE=89.0882 PSNR=28.6666	Standar deviasi=3, iterasi 10 MSE=88.1503 PSNR=28.7126
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 13 MSE=86.5007 PSNR=28.7946	Standar deviasi=2, iterasi 15 MSE=88.8238 PSNR=28.6795	Standar deviasi=3, iterasi 14 MSE=89.2746 PSNR=28.6575
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 16 MSE=87.4617 PSNR=28.7466	Standar deviasi=2, iterasi 18 MSE=88.7063 PSNR=28.6853	Standar deviasi=3, iterasi 18 MSE=89.1556 PSNR=28.6633

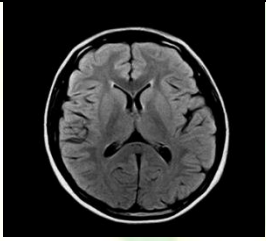
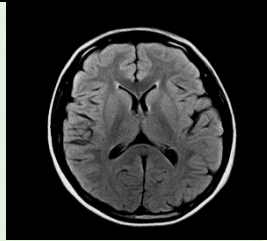
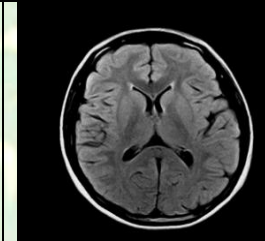
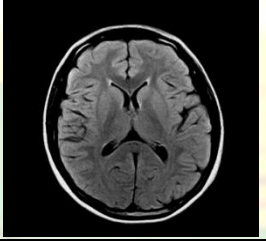
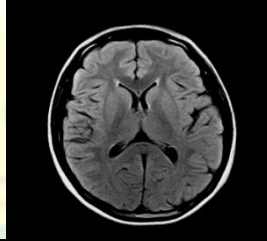
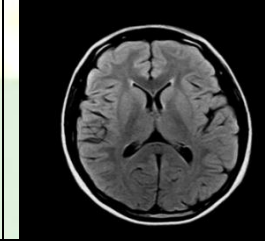
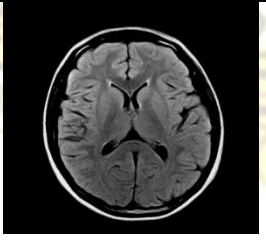
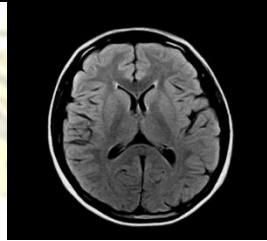
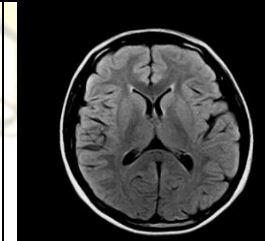
### 3.1.2 Citra MRI 1 dengan Noise *Speckle*



Citra Asli

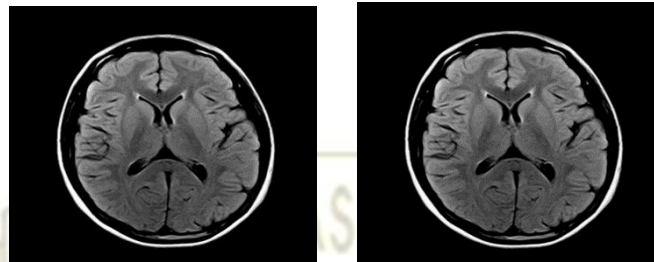
citra *ber-noise Speckle*

MSE=182.6582 PSNR=25.5484

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=35.5543 PSNR=32.6559	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE= 27.9272 PSNR=33.7045	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=23.9679 PSNR=34.3685
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=46.0878 PSNR=31.5289	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=34.3380 PSNR=32.8071	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=26.7544 PSNR=33.8908
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=54.4210 PSNR=30.8071	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=40.6198 PSNR=32.0774	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=30.3433 PSNR=33.3442



### 3.1.3 Citra MRI 1 dengan Noise *Poisson*



Citra Asli

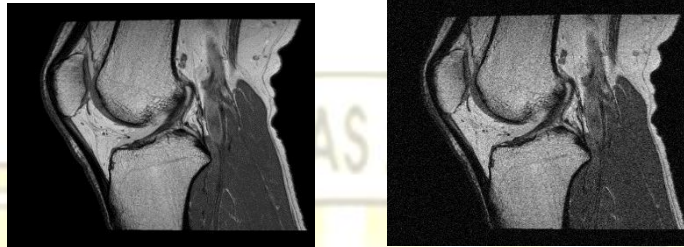
citra *ber-noise Poisson*

MSE=38.4982 PSNR=32.3104

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=7.1985 PSNR=32.6559	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=6.6166 PSNR=39.9585	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=6.6486 PSNR=39.9375
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=8.8389 PSNR=38.7008	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=7.2943 PSNR=39.5350	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=6.7159 PSNR=39.8937
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=10.5963 PSNR=37.9133	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=8.3762 PSNR=38.9343	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=6.8146 PSNR=39.8304

### 3.2 MRI 2

#### 3.2.1 MRI 2 *Ber-noise Gaussian*



Asli

*Ber-noise Gaussian*

MSE=561.1503 PSNR= 20.6740

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=141.2223 PSNR=26.6658	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=142.1340 PSNR=26.6378	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=143.5636 PSNR=26.5944
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=140.4831 PSNR=26.6886	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=142.0550 PSNR= 26.6402	Standar deviasi= 3, iterasi 5 MSE=143.0908 PSNR=26.6087
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=140.0183 PSNR=26.7030	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=141.7681 PSNR=26.6490	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=143.0503 PSNR=26.6099

### 3.2.2 MRI 2 Ber-noise Speckle



Asli

Ber-noise Speckle

MSE=370.7527 PSNR=22.4740

Kecepatan 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=81.2937 PSNR=29.0642	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=76.1014 PSNR=29.3509	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=75.8779 PSNR=29.3636
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=82.4423 PSNR=29.0033	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=75.8074 PSNR=29.3677	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=76.2784 PSNR=29.3408
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=87.8555 PSNR=28.7271	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=75.8815 PSNR=29.3634	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=75.9926 PSNR=29.3571

### 3.2.3 MRI 2 Ber-noise Poisson



Asli

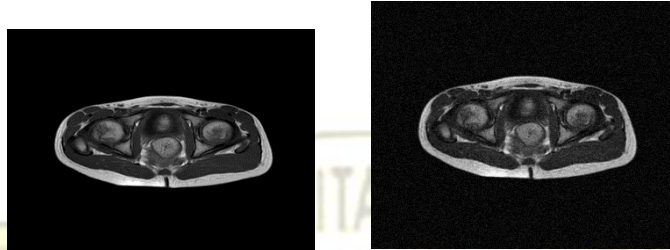
Citra *Ber-noise Poisson*

MSE=61.2446 PSNR=30.2941

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=33.1238 PSNR=32.9634	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=34.6257 PSNR= 32.7708	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=35.5997 PSNR=32.6503
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE= 31.7930 PSNR=33.1415	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=31.1933 PSNR= 33.2242	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=31.5625 PSNR=33.1731
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=31.4461 PSNR=33.1891	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=32.2469 PSNR=33.0799	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=32.8337 PSNR=33.0016

### 3.3 MRI 3

#### 3.3.1 MRI 3 *Ber-noise Gaussian*



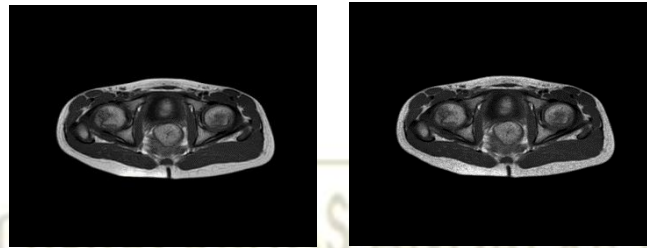
Asli

Citra *Ber-noise Gaussian*

MSE=388.3853 PSNR=22.2722

Kecepatan difusi 0,25				
	Standar deviasi=1, iterasi 9 MSE=97.9871 PSNR=28.2531	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=103.8899 PSNR=27.9991	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=105.0370 PSNR=27.9514	
Kecepatan difusi 0,15				
	Standar deviasi=1, iterasi 12 MSE= 97.5866 PSNR=28.2709	Standar deviasi=2, iterasi 11 MSE=103.6912 PSNR=28.0074	Standar deviasi= 3, iterasi 10 MSE=104.8519 PSNR=27.9590	
Kecepatan difusi 0,11				
	Standar deviasi=1, iterasi 16 MSE=97.3898 PSNR=28.2797	Standar deviasi=2, iterasi 14 MSE=103.5759 PSNR=28.0122	Standar deviasi=3, iterasi 13 MSE=104.7600 PSNR=27.9628	

### 3.3.2 MRI 3 Ber-noise Speckle



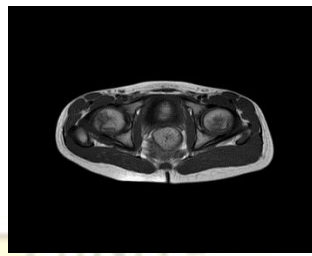
Asli

Ber-noise Speckle

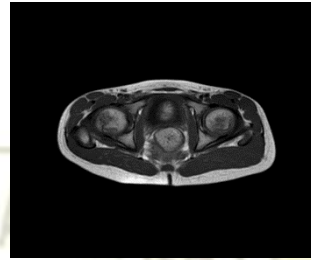
MSE=89.0194 PSNR=28.6700

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=16.7803 PSNR=35.9168	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=14.4291 PSNR=36.5724	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=14.3222 PSNR=36.6047
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=20.0378 PSNR=35.1463	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=15.9244 PSNR=36.1442	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=14.4180 PSNR=36.5757
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=23.6481 PSNR=34.4268	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=17.9724 PSNR=35.6187	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=15.3443 PSNR=36.3053

### 3.3.3 MRI 3 *Ber-noise Poisson*



Asli

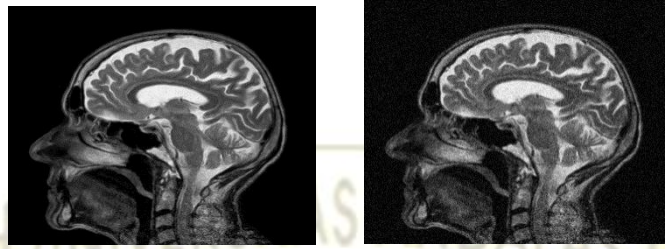


Citra *Ber-noise Poisson*

MSE=18.9612 PSNR=35.3861

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=5.0742 PSNR=41.1111	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=5.2190 PSNR=40.9889	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=5.2623 PSNR=40.9530
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=5.3441 PSNR=40.8861	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=5.2333 PSNR=40.9771	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=5.3436 PSNR=40.8864
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=6.0018 PSNR=40.3820	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=5.2861 PSNR=40.9335	Standar deviasi=3, iterasi 4 MSE=5.3841 PSNR=40.8536

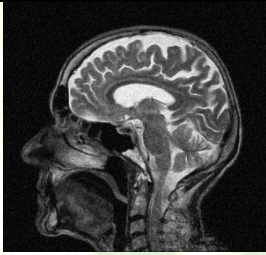
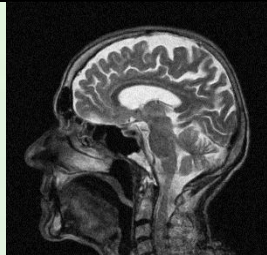

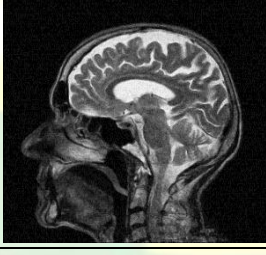
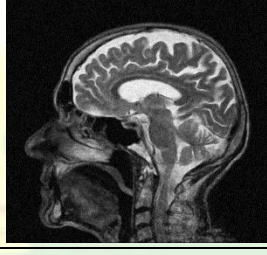

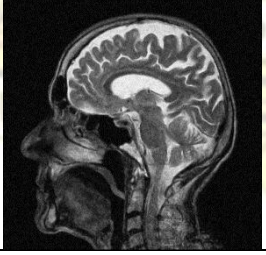
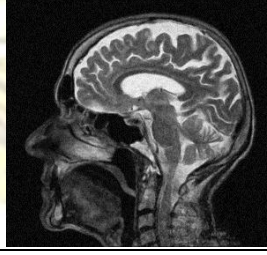
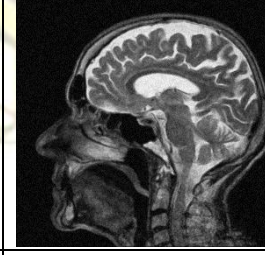
### 3.3.3 MRI 4 *Ber-noise Gaussian*



Asli

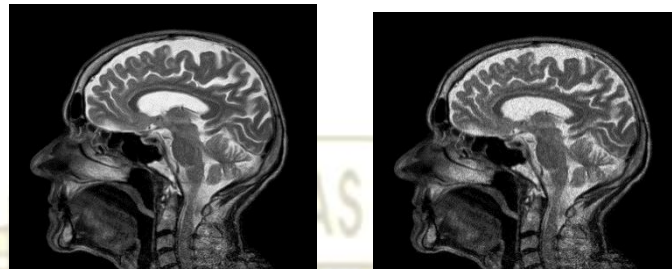
Citra *Ber-noise Gaussian*

MSE=523.7710 PSNR=20.9734

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=130.8416 PSNR=26.9973	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=132.7548 PSNR=26.9343	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=134.0937 PSNR=26.8907
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 8 MSE=130.0904 PSNR=27.0223	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=132.7159 PSNR=26.9356	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=134.0970 PSNR=26.8906
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 10 MSE=130.0713 PSNR=27.0230	Standar deviasi=2, iterasi 8 MSE=132.9548 PSNR=26.9278	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=134.0464 PSNR=26.8922



### 3.4.2 Citra MRI ber-noise Speckle



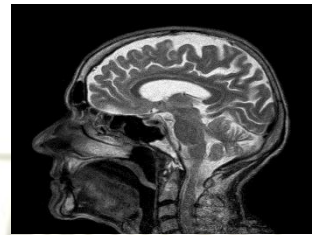
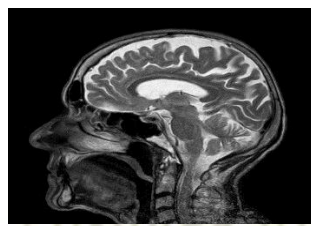
Asli

Citra *Ber-noise Speckle*

MSE=252.4149 PSNR=24.1436

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=58.6410 PSNR=30.4828	Standar deviasi=2, iterasi 4 MSE=55.8744 PSNR=30.6927	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=56.6189 PSNR=30.6352
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=60.3475 PSNR=30.3582	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=56.4230 PSNR=30.6502	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=57.5193 PSNR=30.5667
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 7 MSE=60.3475 PSNR=30.3582	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=56.4230 PSNR=30.6502	Standar deviasi=3, iterasi 6 MSE=56.6911 PSNR=30.6297

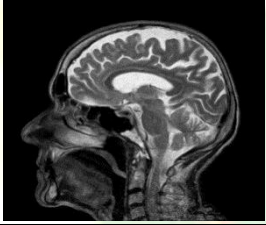
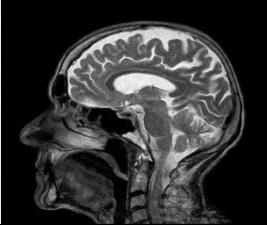



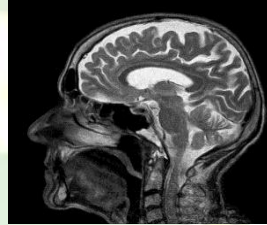

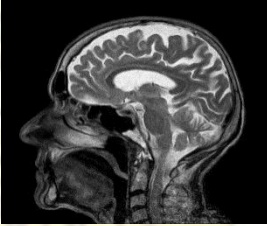

### 3.4.2 Citra MRI ber-noise Poisson



Asli

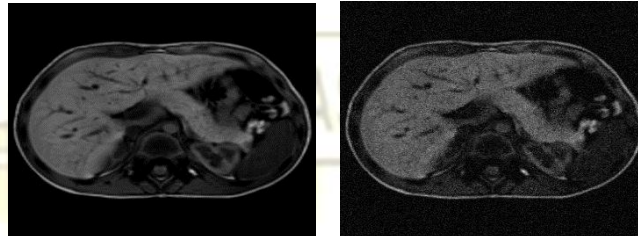
Citra Ber-noise Poisson

MSE=50.9377 PSNR=31.0944

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 2 MSE=26.3471 PSNR=33.9575	Standar deviasi=2, iterasi 2 MSE=26.3436 PSNR=33.9580	Standar deviasi=3, iterasi 2 MSE=26.8963 PSNR=33.8679
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 3 MSE=26.5844 PSNR=33.9185	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=26.7802 PSNR=33.8867	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=27.4130 PSNR=33.7852
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=26.8032 PSNR=33.8829	Standar deviasi=2, iterasi 3 MSE=26.8765 PSNR=33.8711	Standar deviasi=3, iterasi 3 MSE=27.1402 PSNR=33.8287

### 3.5 Citra MRI 5

#### 3.5.1 Citra MRI 5 *ber-noise Gaussian*



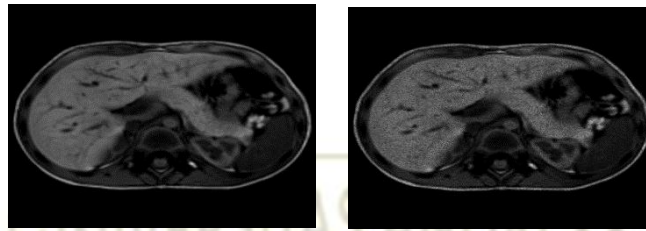
Asli

Citra *Ber-noise Gaussian*

MSE=489.3634 PSNR=21.2685

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 14 MSE=84.8023 PSNR=28.8807	Standar deviasi=2, iterasi 14 MSE=88.6862 PSNR=28.6862	Standar deviasi=3, iterasi 12 MSE=89.5988 PSNR=28.6418
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 20 MSE=84.6487 PSNR=28.8886	Standar deviasi=2, iterasi 20 MSE=88.6022 PSNR=28.6904	Standar deviasi=3, iterasi 15 MSE=89.6016 PSNR=28.6416
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 25 MSE=84.5941 PSNR=28.8914	Standar deviasi=2, iterasi 23 MSE=88.5544 PSNR=28.6927	Standar deviasi=3, iterasi 21 MSE=89.4882 PSNR=28.6471

### 3.5.2 Citra MRI 5 ber-noise Speckle



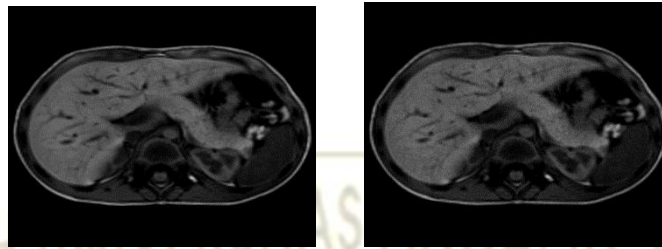
Asli

Citra Ber-noise Speckle

MSE=100.7777 PSNR=28.1312

Kecepatan difusi 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=9.3815 PSNR=38.4421	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=7.7945 PSNR=39.2469	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=7.3603 PSNR=39.4958
Kecepatan difusi 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=11.7827 PSNR=37.4524	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=9.2443 PSNR=38.5060	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=7.8262 PSNR=39.2293
Kecepatan 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 6 MSE=13.8110 PSNR=36.7625	Standar deviasi=2, iterasi 7 MSE=10.5852 PSNR=37.9178	Standar deviasi=3, iterasi 8 MSE=8.7910 PSNR=38.7244

### 3.5.3 Citra MRI 5 ber-noise Poisson



Asli

Citra Ber-noise Poisson

MSE=22.9087 PSNR=34.5648

Kecepatan 0,25			
	Standar deviasi=1, iterasi 4 MSE=4.1291 PSNR=42.0063	Standar deviasi=2, iterasi 5 MSE=3.9333 PSNR=42.2172	Standar deviasi=3, iterasi 5 MSE=3.9838 PSNR=42.1618
Kecepatan 0,15			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=4.6954 PSNR=41.4481	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=4.1925 PSNR=41.9400	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=3.9851 PSNR=42.1604
Kecepatan difusi 0,11			
	Standar deviasi=1, iterasi 5 MSE=5.3441 PSNR=40.8861	Standar deviasi=2, iterasi 6 MSE=4.5997 PSNR=41.5375	Standar deviasi=3, iterasi 7 MSE=4.1198 PSNR=42.0161

## Lampiran C

### C.1 Hasil MSE dan PSNR yang Didapatkan dari Uji Sistem

#### 1. Citra CT

##### 1.1 Citra CT Scan 1, format citra bitmap dengan ukuran 512x512

##### 1.1.1 Citra CT Scan 1 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 420.6147 dan 21.9260.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	187.7428	25.4292	182.6110	25.5495	181.1836	25.5836
2	131.4510	26.9772	130.2791	27.0161	130.5391	27.0074
3	111.0700	27.7088	112.5760	27.6503	114.6489	27.5711
4	102.7676	28.0462	105.9951	27.9119	109.8746	27.7558
5	99.6536	28.1799	104.0129	27.9939	109.6195	27.7659
6	99.1259	28.2029	104.3260	27.9809	111.5757	27.6891
7	34.4457	32.7934	105.9055	27.9156	114.7675	27.5666
8	38.3115	32.3315	108.1752	27.8235	118.6550	27.4219

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	230.4204	24.5396	223.6715	24.6687	221.7834	24.7055
2	160.6974	26.1047	156.5304	26.2188	155.5545	26.2460
3	129.5282	27.0412	128.1003	27.0893	128.4515	27.0774
4	113.9213	27.5987	114.5967	27.5731	116.2423	27.5112
5	105.6489	27.9261	107.8334	27.8373	110.8433	27.7177
6	101.2212	28.1121	104.5968	27.9696	108.9014	27.7945
7	99.0908	28.2045	103.3125	28.0233	108.8796	27.7953

8	98.3377	28.2376	103.2685	28.0251	110.0368	27.7494
9	98.4969	28.2306	103.9996	27.9945	111.9972	27.6727

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	259.0780	24.0305	252.0656	24.1497	250.1377	24.1830
2	185.5511	25.4802	179.7147	25.6190	178.1800	25.6562
3	147.9844	26.4626	144.4576	26.5674	143.8683	26.5851
4	127.1134	27.1229	125.7021	27.1714	126.1478	27.1560
5	114.8547	27.5633	115.0957	27.5542	116.6686	27.4953
6	107.4106	27.8543	109.0232	27.7896	111.6234	27.6872
7	102.8481	28.0428	105.5408	27.9306	109.2100	27.7822
8	100.1474	28.1584	103.7193	28.0062	108.4220	27.8136
9	98.6725	28.2228	102.9230	28.0397	108.6651	27.8039
10	98.0197	28.2517	102.8892	28.0411	109.5771	27.7676
11	98.0063	28.2523	103.3266	28.0227	111.0296	27.7104
12	98.4212	28.2339	104.1810	27.9869	112.8440	27.6400
13	99.1995	28.1997	105.2815	27.9413	114.8944	27.5618



### 1.1.2 Citra CT Scan 1 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra benoise speckle dengan citra asli 231.1841 dan 24.5252.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	108.216	27.8219	103.0856	28.0328	102.114	28.0739
2	78.0580	29.2406	74.8541	29.4226	75.4247	29.3897
3	67.9214	29.8447	66.4134	29.9422	68.7618	29.7913
4	64.7657	30.0513	64.4701	30.0712	68.5724	29.8033
5	64.6608	30.0584	65.2815	30.0169	71.0940	29.6465
6	66.1956	29.9565	67.4175	29.8771	74.9240	29.4186

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	131.4650	26.9767	125.8584	27.1660	124.5430	27.2116
2	93.9549	28.4356	89.1392	28.6641	88.6358	28.6887
3	77.3787	29.2786	73.9731	29.4741	74.6755	29.4330
4	69.4709	29.7468	67.3658	29.8804	69.3777	29.7526
5	65.7903	29.9832	64.7463	30.0527	68.0374	29.8373
6	64.4506	30.0725	64.1590	30.0922	68.7630	29.7913
7	64.5715	30.0644	64.7996	30.0491	70.6295	29.6749



- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	146.9067	26.4944	141.4722	26.6581	140.1134	26.7000
2	107.5501	27.8487	101.9888	28.0793	101.0008	28.1216
3	87.3620	28.7516	82.8070	28.9841	82.6968	28.9899
4	76.3200	29.3384	72.8887	29.5382	73.7822	29.4853
5	70.1011	29.7076	67.7185	29.8577	69.6443	29.7359
6	66.7042	29.9233	65.1595	30.0250	68.1258	29.8317
7	65.1513	30.0256	64.1587	30.0922	68.1451	29.8305
8	64.7594	30.0518	64.1255	30.0945	69.1500	29.7669
9	65.1059	30.0286	64.7346	30.0534	70.7547	29.6672

### 1.1.3 Citra CT Scan 1 diberi Noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise Poisson dengan citra asli adalah 42.4268 dan 31.8884

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	20.4037	35.0677	20.3958	35.0694	20.7354	34.9977
2	18.4305	35.5094	18.9798	35.3819	20.3663	35.0757
3	20.3151	35.0866	21.3613	34.8685	23.9896	34.3646

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	23.5875	34.4380	23.3977	34.4731	23.4868	34.4566
2	18.7648	35.4314	18.9575	35.3870	19.6752	35.2256
3	18.2916	35.5423	18.9000	35.4002	20.4263	35.0629
4	19.4639	35.2725	20.4675	35.0541	22.8805	34.5701

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	26.0846	34.0010	25.8288	34.0438	25.8424	34.0415
2	20.1294	35.1265	20.1134	35.1299	20.5430	35.0382
3	18.2938	35.5418	18.6121	35.4668	19.6098	35.2401
4	18.2961	35.5412	18.9698	35.3842	20.6333	35.0191
5	19.2186	35.3276	20.2063	35.1099	22.5852	34.6266

## 1.2 Citra CT Scan 2, format citra JPEG dengan ukuran 630x630

### 1.2.1 Citra CT Scan 2 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 461.3159 dan 21.5248.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	237.4386	24.4093	226.4891	24.6143	223.3827	24.6743
2	165.8686	25.9672	164.5764	26.0011	164.6067	26.0003
3	147.0114	26.4913	148.8860	26.4363	150.9616	26.3761
4	139.5802	26.7166	143.3244	26.6016	147.3529	26.4812
5	137.1657	26.7923	141.8441	26.6467	147.8024	26.4680
6	136.5918	26.8106	142.3151	26.6323	150.0231	26.4032

7	137.5355	26.7807	143.8737	26.5850	153.5210	26.3031
---	----------	---------	----------	---------	----------	---------

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	330.9722	22.9669	313.0498	23.2087	308.2157	23.2763
2	196.7185	25.2263	189.7798	25.3823	187.6306	25.4318
3	163.8288	26.0209	162.3221	26.0610	162.5512	26.0549
4	149.4213	26.4207	150.5288	26.3886	152.3047	26.3377
5	142.2754	26.6335	144.9669	26.5521	148.0041	26.4621
6	138.3846	26.7539	142.3751	26.6305	146.9202	26.4940
7	136.7614	26.8052	141.5122	26.6569	147.4035	26.4797
8	136.1431	26.8248	141.6726	26.6519	148.9779	26.4336
9	136.3891	26.8170	142.4934	26.6269	151.1065	26.3720

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	395.7879	22.1902	380.1254	22.3655	376.1190	22.4115
2	234.7966	24.4579	221.0805	24.7193	217.1146	24.7979
3	181.8018	25.5688	177.0422	25.6840	175.8790	25.7127
4	161.5716	26.0811	160.0718	26.1216	160.4658	26.1110
5	150.3635	26.3934	150.9869	26.3754	152.5965	26.3294
6	143.7838	26.5877	145.8953	26.5244	148.6489	26.4432
7	139.8016	26.7097	143.2437	26.6040	147.1949	26.4859
8	137.4931	26.7820	141.7060	26.6509	146.8962	26.4947
9	136.5075	26.8132	141.3457	26.6620	147.3374	26.4817
10	135.9992	26.8294	141.4579	26.6585	148.7195	26.4411
11	135.9890	26.8298	142.0955	26.6390	150.4138	26.3919
12	136.4113	26.8163	142.8740	26.6153	152.4689	26.3330

### 1.2.1 Citra CT Scan 2 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 257.0746 dan 24.0642.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	129.6573	27.0368	119.6609	27.3853	116.7830	27.4910
2	83.3187	28.9574	78.7924	29.2000	78.6598	29.2073
3	70.7497	29.6676	69.1232	29.7686	70.8456	29.6617
4	69.2895	29.7581	66.9574	29.9068	70.6777	29.6720
5	90.5986	28.5936	69.0433	29.7736	73.1662	29.5217

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	181.8210	25.5684	168.9152	25.8881	164.9112	25.9923
2	105.2772	27.9415	96.7372	28.3089	94.7574	28.3987
3	82.5752	28.9963	77.9695	29.2456	77.7022	29.2605
4	74.9743	29.4157	70.2202	29.7002	71.5894	29.6163
5	92.8055	28.4891	69.0704	29.7719	70.4466	29.6862
6	154.3048	26.2810	81.4943	29.0535	71.1418	29.6436

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	215.4638	24.8311	204.0096	25.0683	200.9249	25.1345
2	130.5608	27.0067	118.0304	27.4449	114.6427	27.5713
3	95.4494	28.3671	88.6433	28.6883	87.0087	28.7692
4	83.7387	28.9355	76.7254	29.3154	76.5934	29.3229

5	98.0036	28.2524	72.2495	29.5765	71.8445	29.6009
6	157.2239	26.1996	82.6555	28.9921	70.5534	29.6796
7	273.7735	23.7909	119.4644	27.3924	72.3235	29.5720

### 1.2.3 Citra CT scan 2 diberi Noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise Poisson dengan citra asli adalah 41.3459 dan 32.0005 .

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	28.7197	33.5830	27.7838	33.7269	27.7097	33.7385
2	19.9443	35.1666	20.5698	35.0325	21.7583	34.7885
3	21.3840	34.8639	22.7902	34.5873	25.0992	34.1682

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	37.6170	32.4110	36.9934	32.4836	36.9336	32.4906
2	22.7684	34.5915	22.4342	34.6557	22.6683	34.6106
3	19.9178	35.1724	20.6982	35.0055	21.9462	34.7512
4	26.9967	33.8517	22.1760	34.7060	24.3266	34.3040

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	40.7863	32.0597	40.4661	32.0939	40.4501	32.0956
2	28.6198	33.5981	27.3852	33.7896	27.2783	33.8066
3	20.9135	34.9605	21.1676	34.9081	21.7499	34.7902
4	22.8567	34.5747	20.7853	34.9872	22.2173	34.6979
5	48.8092	31.2798	23.9444	34.3728	24.1809	34.3301

### 1.3 Citra CT scan 3 dengan format JPEG ukuran citra 630x630

#### 1.3.1 Citra CT Scan 3 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 568.5427 dan 20.6172.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	259.6085	24.0216	235.9523	24.4366	230.0867	24.5459
2	156.7342	26.2132	148.2389	26.4552	147.9409	26.4639
3	128.1460	27.0877	124.7957	27.2028	127.9691	27.0937
4	116.6358	27.4965	116.6618	27.4955	122.9527	27.2674
5	112.3192	27.6603	113.9605	27.5973	123.5072	27.2479
6	110.7744	27.7204	114.0403	27.5942	126.6576	27.1385
7	111.4692	27.6933	115.6943	27.5317	131.4030	26.9787

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	390.7155	22.2462	355.7105	22.6538	346.6112	22.7664
2	201.8482	25.1145	183.6944	25.5238	179.8708	25.6152
3	154.1570	26.2852	144.9342	26.5531	144.7987	26.5572
4	132.4591	26.9440	127.2250	27.1191	129.6611	27.0367
5	121.1188	27.3327	118.9502	27.4111	123.9474	27.2324
6	115.1387	27.5526	115.0819	27.5547	122.3512	27.2887
7	112.0774	27.6696	113.5212	27.6140	123.2071	27.2584
8	110.7336	27.7220	113.3222	27.6216	125.3854	27.1823
9	110.4912	27.7315	114.1253	27.5910	128.3912	27.0794
10	111.0090	27.7112	115.3955	27.5429	132.0602	26.9571

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	479.9891	21.3525	449.7537	21.6351	440.7195	21.7232
2	257.8369	24.0513	227.9270	24.5868	220.6696	24.7274
3	180.4123	25.6021	165.9632	25.9647	163.5532	26.0282
4	150.8539	26.3792	141.5354	26.6561	141.8155	26.6476

5	133.8099	26.8999	118.9341	27.4117	130.1559	27.0202
6	123.7817	27.2382	120.4553	27.3565	124.8403	27.2013
7	117.5111	27.4640	116.4413	27.5037	122.6309	27.2788
8	113.8722	27.6006	114.1549	27.5899	122.3262	27.2896
9	111.7402	27.6827	113.2523	27.6243	123.3676	27.2528
10	110.7112	27.7229	113.0629	27.6316	125.0588	27.1937
11	110.3509	27.7370	113.6501	27.6091	127.3517	27.1148
12	110.3843	27.7357	114.4872	27.5772	130.1079	27.0218

### 1.3.2 Citra CT scan 3 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 670.3449 dan 19.9018.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	298.1044	23.4211	255.2005	24.0960	246.1793	24.2523
2	171.3719	25.8254	144.6714	26.5610	141.8660	26.6460
3	128.2123	27.0855	109.6983	27.7628	111.5081	27.6917
4	109.2490	27.7806	96.9740	28.2982	102.5260	28.0565



5	104.0223	27.9935	91.8904	28.5321	100.8808	28.1267
6	114.1166	27.5913	92.2230	28.5164	102.4924	28.0579

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	427.7568	21.8528	373.9103	22.4371	359.8697	22.6033
2	235.3690	24.4473	195.3464	25.2567	188.5755	25.4099
3	168.9207	25.8880	140.7068	26.6816	137.7116	26.7751
4	136.1287	26.8253	113.9780	27.5966	114.6458	27.5712
5	121.2743	27.3271	101.4215	28.1035	104.8209	27.9603
6	124.9801	27.1964	96.6481	28.3129	101.0394	28.1199
7	152.6530	26.3277	101.3575	28.1062	100.4026	28.1474
8	202.1136	25.1088	117.7024	27.4569	102.0982	28.0746

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	515.4970	21.0425	470.2979	21.4411	455.8109	21.5770
2	299.5780	23.3997	248.1378	24.2179	236.8895	24.4193
3	208.4427	24.9749	172.6502	25.7931	167.0769	25.9356
4	165.0095	25.9897	135.8367	26.8346	133.4104	26.9129
5	142.2316	26.6348	115.3139	27.5460	115.4734	27.5400
6	140.3536	26.6926	105.7136	27.9235	106.3908	27.8958
7	163.7601	26.0227	106.9360	27.8736	102.1255	28.0735
8	210.3614	24.9351	121.0726	27.3343	101.2312	28.1117
9	285.9242	23.6023	151.1231	26.3715	105.8992	27.9159

### 1.3.3 Citra CT Scan 3 diberi Noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise Poisson dengan citra asli adalah 96.8162 dan 28.3053.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	52.5374	30.9601	48.1966	31.3346	47.4955	31.3983
2	26.9090	33.8658	27.0151	33.8487	29.0131	33.5389
3	26.5943	33.9169	27.5855	33.7580	31.7998	33.1405
4	28.8225	33.5675	30.6849	33.2956	37.0429	32.4778
5	35.6647	32.6424	34.7058	34.7058	43.5369	31.7762

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	80.0598	29.1307	76.3693	29.3356	75.6957	29.3741
2	34.8648	32.7409	32.3674	33.0637	32.7386	33.0142
3	26.5898	33.9176	26.7101	33.8980	29.0188	33.5380
4	26.2662	33.9708	27.1235	33.8313	31.0203	33.2483
5	31.1986	33.2234	29.0482	33.5336	34.5199	32.7841

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	91.1396	28.5677	88.4007	28.7002	87.8215	28.7288

2	51.7765	31.0235	46.0760	31.5301	45.0669	31.6262
3	29.9463	33.4014	28.6380	33.5954	29.9033	33.4076
4	26.4385	33.9424	26.6105	33.9143	29.1291	33.5215
5	29.9461	33.4014	27.1118	33.8332	30.8569	33.2713



#### 1.4 Citra CT 4, format citra bitmap dan ukuran 512x512

##### 1.4.1 Citra CT 4 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 429.4969 dan 21.8352.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	199.1655	25.1727	192.9780	25.3097	191.8926	25.3342
2	144.2840	26.5726	142.6444	26.6223	142.8209	26.6169
3	124.1243	27.2262	125.4123	27.1814	126.7942	27.1338
4	115.3960	27.5429	118.4391	27.4298	120.8281	27.3431
5	111.4293	27.6948	115.5873	27.5357	118.8749	27.4139
6	109.8335	27.7575	114.7037	27.5690	118.7475	27.4186

7	109.5742	27.7677	114.9065	27.5614	119.6162	27.3869
8	110.1219	27.7461	115.7208	27.5307	121.0566	27.3349

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	240.8731	24.3469	232.7562	24.4958	231.2414	24.5241
2	172.6281	25.7937	167.4802	25.9252	166.6959	25.9455
3	142.2480	26.6343	140.2632	26.6954	140.4381	26.6899
4	126.8906	27.1305	127.1634	27.1212	128.2632	27.0838
5	118.4913	27.4279	120.3942	27.3587	122.3145	27.2900
6	113.6941	27.6074	116.8206	27.4896	119.4534	27.3928
7	111.0164	27.7109	114.9571	27.5594	118.2161	27.4380
8	109.5553	27.7685	114.1183	27.5912	117.9670	27.4472
9	108.9215	27.7937	113.9782	27.5966	118.3528	27.4330
10	108.8603	27.7961	114.2749	27.5853	119.1463	27.4040
11	109.1899	27.7830	114.8485	27.5635	120.2012	27.3657

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	269.0674	23.8662	260.6361	24.0045	259.0197	24.0315
2	196.7881	25.2248	189.7613	25.3827	188.5185	25.4113
3	160.1697	26.1190	155.7689	26.2400	155.2660	26.2540
4	139.7888	26.7101	137.7883	26.7727	138.0642	26.7640
5	127.7359	27.1017	127.5938	27.1065	128.5926	27.0726
6	120.2933	27.3624	121.5571	27.3170	123.2307	27.2576
7	115.5334	27.5377	117.9279	27.4486	120.1917	27.3661
8	112.4540	27.6551	115.7222	27.5306	118.5601	27.4254

9	110.5359	27.7298	114.4571	27.5784	117.8045	27.4532
10	109.3443	27.7768	113.8068	27.6031	117.6167	27.4601
11	108.7086	27.8022	113.6118	27.6106	117.8785	27.4505
12	108.4930	27.8108	113.7344	27.6059	118.3890	27.4317
13	108.5670	27.8078	114.0761	27.5929	119.1416	27.4042



#### 1.4.2 Citra CT diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 273.4861 dan 23.7954.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	112.3838	27.6578	101.4230	28.1034	99.6270	28.1810
2	72.3713	29.5691	64.3200	30.0813	63.7294	30.1214
3	60.3580	30.3575	51.9871	31.0058	52.4951	30.9636
4	118.1296	27.4412	49.6764	31.2033	48.7991	31.2807
5	246.8787	24.2400	91.6369	28.5441	48.0346	31.3493
6	376.0727	22.4121	152.1639	26.3417	49.8431	31.1887

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

	Standar deviasi=1	Standar deviasi=2	Standar deviasi=3
--	-------------------	-------------------	-------------------

NO iterasi	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	142.5779	26.6243	130.9087	26.9951	128.6722	27.0700
2	93.5237	28.4556	82.7357	28.9879	81.2155	29.0684
3	74.3054	29.4546	62.6593	30.1949	62.0442	30.2378
4	128.2763	27.0833	55.8387	30.6954	53.4310	30.8869
5	254.2414	24.1123	95.2217	28.3774	49.5120	31.2177
6	381.4513	22.3504	154.2633	26.2822	49.4327	31.2247

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi= 2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	162.6971	26.0510	151.3817	26.3641	149.1306	26.4291
2	111.2583	27.7015	99.2609	28.1970	97.2515	28.2858
3	87.8008	28.7298	74.1489	29.4637	72.8095	29.5429
4	138.7016	26.7440	63.6950	30.1237	60.3509	30.3580
5	262.1697	23.9790	100.6588	28.1363	53.6708	30.8674
6	387.5388	22.2816	158.1089	26.1752	51.8558	31.0168
7	501.5358	21.1618	245.5578	24.2633	87.0592	28.7667

### 1.4.3 Citra CT diberi Noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 46.2082 dan 31.5176.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

	Standar deviasi=1	Standar deviasi=2	Standar deviasi=3

NO iterasi	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	19.6985	35.2205	19.4558	35.2743	19.6349	35.2345
2	16.5844	35.9678	16.9683	35.8684	17.7991	35.6608
3	20.1704	35.1176	18.2674	35.5480	19.8073	35.1965

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	23.5485	34.4452	23.0718	34.5340	23.0759	34.5332
2	17.5915	35.7118	17.5343	35.7259	17.9470	35.6249
3	19.3959	35.2877	16.7539	35.9237	17.6701	4444745
4	85.8691	28.8264	20.2174	35.1075	19.0106	35.3748

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	26.5700	33.9209	26.0208	34.0116	25.9688	34.0203
2	19.3577	35.2963	19.0671	35.3619	19.2816	35.3134
3	19.9838	35.1580	16.9106	35.8832	17.4869	35.7377
4	86.1128	28.8141	19.5022	35.2640	17.6948	35.6863

## 1.5 Citra CT 5, format citra JPEG ukuran 512x512

### 1.5.1 Citra CT 5 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 449.0418 dan 21.6419.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	228.4409	24.5771	217.8878	24.7825	216.9491	24.8012
2	162.0660	26.0679	161.4508	26.0844	161.8082	26.0748
3	144.5879	26.5635	146.6794	26.5011	147.8204	26.4675
4	137.4406	26.7836	140.9331	26.6747	142.7373	26.6194
5	134.9673	26.8625	139.2480	26.7269	141.5650	26.6552
6	134.2985	26.8841	139.1731	26.7292	142.1612	26.6370
7	135.2777	26.8525	139.8809	26.7072	143.8071	26.5870

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	317.6190	23.1457	299.1149	23.4064	296.6753	23.4420
2	188.8480	25.4037	183.2790	25.5337	182.9541	25.5414
3	159.7044	26.1316	158.8363	26.1553	159.3866	26.1403
4	146.4823	26.5069	147.7816	26.4686	148.9198	26.4353
5	139.6178	26.7154	142.2518	26.6342	143.9066	26.5840
6	135.9872	26.8298	139.5487	26.7175	141.4882	26.6576
7	134.3004	26.8840	138.5200	26.7497	140.9283	26.6748
8	133.6719	26.9044	138.2226	26.7590	141.3408	26.6621
9	133.7608	26.9015	138.5190	26.7497	141.8705	26.6459

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	384.3197	22.3179	365.9618	22.5304	362.4903	22.5718
2	224.1182	24.6600	210.6997	24.9282	209.3464	24.9561
3	175.3027	25.7269	172.1391	25.8060	172.0308	25.8087



4	157.3211	26.1969	156.5777	26.2175	156.9980	26.2059
5	146.9764	26.4923	148.0080	26.4619	149.0673	26.4310
6	140.8830	26.6762	143.1546	26.6067	144.5059	26.5659
7	137.0825	26.7950	140.3544	26.6925	142.0241	26.6412
8	134.9971	26.8616	138.7336	26.7430	140.8112	26.6784
9	133.7561	26.9017	137.9536	26.7675	140.5704	26.6859
10	133.3460	26.9150	137.8843	26.7697	140.8775	26.6764
11	133.2797	26.9172	138.0307	26.7650	141.3392	26.6622
12	133.7197	26.9028	138.4823	26.7509	142.2291	26.6349

### 1.5.2 Citra CT diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 148.5135 dan 26.4471.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	90.0356	28.6207	88.3891	28.7008	88.7696	28.6822
2	66.0330	29.9672	66.8041	29.9168	67.6416	29.8627
3	62.4647	30.2085	63.5868	30.1311	65.2730	30.0175
4	62.8296	30.1832	64.1783	30.0909	66.4157	29.9421

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	116.6056	27.4976	114.7796	27.5662	115.5168	27.5383
2	75.4162	29.3902	74.8133	29.4250	75.4924	29.3858
3	65.5504	29.9990	66.3124	29.9488	67.4619	29.8742
4	63.1519	30.1609	63.8983	30.1099	65.2780	30.0171
5	65.3420	30.0129	63.6583	30.1263	65.6218	29.9943

6	76.0038	29.3564	66.6655	29.9258	66.8677	29.9126
---	---------	---------	---------	---------	---------	---------

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	131.5122	26.9751	129.3486	27.0472	129.8507	27.0304
2	89.4349	28.6497	86.9918	28.7700	87.5272	28.7434
3	70.6235	29.6753	70.9174	29.6573	71.6946	29.6099
4	65.3323	30.0135	65.8257	29.9808	66.9052	29.9102
5	66.3216	29.9483	64.0944	30.0966	65.3337	30.0134
6	75.7240	29.3725	65.8558	29.9789	65.4799	30.0037

### 1.5.3 Citra CT 5 dibeai Noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 22.5291 dan 34.6374

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	18.5810	35.4741	18.4645	35.5014	18.7948	35.4244
2	15.5214	36.2555	16.0281	36.1160	16.9180	35.8813
3	18.1196	35.5833	18.8322	35.4158	20.0459	35.1445

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	21.7934	34.7815	21.7479	34.7906	21.9851	34.7435
2	15.6805	36.2112	15.9029	36.1500	16.4436	36.0048

3	15.4765	36.2681	16.0551	36.1087	16.9679	35.8685
4	17.6719	35.6920	18.0341	35.6039	19.2167	35.3280

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	22.7336	34.5981	22.8132	34.5829	22.9170	34.5632
2	18.1741	35.5703	18.0210	35.6070	18.2976	35.5409
3	15.0705	36.3835	15.4845	36.2658	16.1585	36.0808
4	16.0669	36.1055	16.2698	36.0510	17.1656	35.8182

## 2. Citra Rontgen

### 2.1 Citra Rontgen 1, format citra JPEG ukuran 1024x1024

#### 2.1.1 Citra Rontgen diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 448.7349 dan 21.6449

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	213.1487	24.8780	201.0005	25.1328	198.9741	25.1768
2	145.6844	26.5307	143.6766	26.5909	142.7516	26.6190
3	126.7415	27.1356	127.4311	27.1120	126.8270	27.1327
4	118.3179	27.4343	120.4099	27.3582	119.8392	27.3788

5	113.9433	27.5979	116.7293	27.4930	116.2442	27.5111
6	111.2948	27.7001	114.5522	27.5748	114.2483	27.5863
7	109.7431	27.7610	113.2781	27.6233	112.9873	27.6345
8	108.5727	27.8076	112.4833	27.6539	112.1918	27.6652
9	107.8716	27.8357	111.9410	27.6749	111.6773	27.6851
10	107.3802	27.8556	111.4890	27.6925	111.3280	27.6988
11	106.9425	27.8733	111.1702	27.7049	111.1073	27.7074
12	106.7598	27.8807	110.9629	27.7130	110.9543	27.7134
13	106.6207	27.8864	110.8691	27.7167	110.8447	27.7176
14	106.5031	27.8912	110.7317	27.7221	110.8230	27.7185
15	106.4596	27.8929	110.6550	27.7251	110.8420	27.7178
16	106.4048	27.8952	110.5511	27.7292	110.8169	27.7187
17	106.5584	27.8889	110.5236	27.7303	110.8797	27.7163
18	106.6607	27.8848	110.5762	27.7282	110.9954	27.7117

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	307.0846	23.2922	285.5470	23.6080	281.7015	23.6669
2	172.5834	25.7948	165.2957	25.9822	163.7436	26.0232
3	143.5018	26.5962	141.1604	26.6677	140.0838	26.7009
4	129.3426	27.0474	129.0708	27.0565	128.2820	27.0831
5	121.5575	27.3170	122.6419	27.2784	121.9750	27.3021
6	116.9786	27.4837	118.8819	27.4136	118.2783	27.4357
7	113.9927	27.5960	116.4352	27.5040	115.9122	27.5235
8	111.8561	27.6782	114.7117	27.5687	114.3281	27.5833
9	110.4337	27.7338	113.6402	27.6095	113.2798	27.6233
10	109.3799	27.7754	112.8899	27.6382	112.5449	27.6515
11	108.5705	27.8077	112.3132	27.6605	112.0012	27.6726
12	107.9597	27.8322	111.8995	27.6765	111.6192	27.6874
13	107.4899	27.8511	111.5793	27.6890	111.2989	27.6999
14	107.1598	27.8645	111.2450	27.7020	111.1398	27.7061

15	106.8481	27.8771	111.0658	27.7090	110.9528	27.7134
16	106.6864	27.8837	110.9124	27.7150	110.8503	27.7174
17	106.5027	27.8912	110.7778	27.7203	110.7060	27.7231
18	106.4148	27.8948	110.6749	27.7243	110.6885	27.7238
19	106.3561	27.8972	110.5890	27.7277	110.7356	27.7219
20	106.3333	27.8981	110.5075	27.7309	110.6853	27.7239
21	106.2964	27.8996	110.4531	27.7330	110.7144	27.7228
22	106.2246	27.9025	110.4028	27.7350	110.6984	27.7234
23	106.3229	27.8985	110.3695	27.7363	110.7680	27.7207
24	106.3642	27.8968	110.4454	27.7333	110.7943	27.7196

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	377.3453	22.3974	356.5297	22.6438	352.6344	22.6916
2	208.0830	24.9824	192.5384	25.3196	189.8207	25.3814
3	158.9206	26.1530	154.0834	26.2872	152.7156	26.3260
4	141.1334	26.6685	138.7228	26.7433	137.5630	26.7798
5	130.0634	27.0232	129.3770	27.0462	128.5311	27.0747
6	123.3234	27.2543	123.7957	27.2377	123.0357	27.2645
7	118.8262	27.4157	120.2559	27.3637	119.5823	27.3881
8	115.8532	27.5257	117.7028	27.4569	117.1746	27.4765
9	113.6181	27.6103	115.9524	27.5220	115.4740	27.5400
10	111.8794	27.6773	114.6514	27.5710	114.1888	27.5886
11	110.6853	27.7239	113.7439	27.6055	113.4119	27.6182
12	109.7536	27.7606	113.0296	27.6329	112.7290	27.6444
13	108.9583	27.7922	112.5166	27.6526	112.2346	27.6635
14	108.3464	27.8167	112.1431	27.6671	111.8146	27.6798
15	107.8973	27.8347	111.8280	27.6793	111.5114	27.6916
16	107.5158	27.8501	111.5438	27.6903	111.2868	27.7004
17	107.2734	27.8599	111.2715	27.7010	111.0933	27.7079
18	106.9536	27.8728	111.1061	27.7074	110.9790	27.7124

19	106.7396	27.8815	110.9250	27.7145	110.8048	27.7192
20	106.6094	27.8868	110.8187	27.7187	110.7716	27.7205
21	106.4718	27.8925	110.6917	27.7236	110.6403	27.7257
22	106.3403	27.8978	110.6421	27.7256	110.6231	27.7263
23	106.2256	27.9025	110.5679	27.7285	110.6469	27.7254
24	106.2512	27.9015	110.5051	27.7310	110.6269	27.7262
25	106.2341	27.9022	110.4268	27.7341	110.6034	27.7271
26	106.1953	27.9037	110.4199	27.7343	110.6495	27.7253
27	106.1736	27.9046	110.3757	27.7361	110.6373	27.7258
28	106.1163	27.9070	110.3242	27.7381	110.6273	27.7262
29	106.2436	27.9018	110.2983	27.7391	110.7045	27.7231
30	106.2731	27.9006	110.3723	27.7362	110.7533	27.7212

### 2.1.2 Citra Rontgen diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 284.4468 dan 23.6248.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	136.8357	26.8028	123.1178	27.2616	120.6118	27.3509
2	89.3680	28.6530	82.2662	29.0126	80.8355	29.0888
3	74.2686	29.4567	70.2819	29.6964	69.2879	29.2879
4	67.8912	29.8467	65.6917	29.9897	64.9149	30.0414
5	64.7475	30.0526	63.5881	30.1310	62.9887	30.1722
6	62.9853	30.1724	62.5982	30.1992	62.0680	30.2361
7	62.2488	30.2235	62.0859	30.2349	61.5705	30.2711
8	62.8325	30.1830	61.8551	30.2510	61.3344	30.2878
9	63.8397	30.1139	62.2715	30.2219	61.2698	30.2923
10	64.9336	30.0401	63.4397	30.1412	61.4906	30.2767

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	188.3445	25.4153	169.6386	25.8696	165.8857	25.9667
2	111.8939	27.6767	100.3113	28.1513	98.2279	28.2425
3	88.4296	28.6988	80.7096	29.0955	79.1299	29.1814
4	76.8635	29.3076	71.6573	29.6122	70.5377	29.6806
5	70.7425	29.6680	67.2765	29.8862	66.3165	29.9486
6	67.2032	29.8909	64.9346	30.0400	64.0511	30.0995
7	65.3137	30.0148	63.5260	30.1353	62.8409	30.1824
8	65.1550	30.0253	62.7435	30.1891	62.0707	30.2359
9	65.6526	29.9923	62.7704	30.1872	61.5592	30.2719
10	66.2171	29.9551	63.7163	30.1223	61.4883	30.2769
11	67.5009	29.8717	64.8705	30.0443	62.3488	30.2165

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	225.8684	24.6262	208.1723	24.9806	203.7775	25.0732
2	136.1086	26.8259	119.2521	27.4001	116.2984	27.5091
3	102.0639	28.0761	91.8145	28.5357	89.8081	28.6316
4	86.8275	28.7782	78.9731	29.1900	77.4460	29.2748
5	77.7370	29.2585	72.0277	29.5898	70.7586	29.6670
6	72.3402	29.5710	68.1328	29.8312	67.0724	29.8994
7	69.1998	29.7638	65.8117	29.9818	64.8703	30.0443
8	68.0520	29.8364	64.3367	30.0802	63.4818	30.1383
9	67.9592	29.8423	63.8645	30.1122	62.5842	30.2002
10	68.1481	29.8303	64.4856	30.0702	62.1224	30.2323
11	69.1130	29.7692	65.4256	30.0073	62.7891	30.1860

### 2.1.3 Citra Rontgen 1 diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 41.5715 dan 31.9768

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25.

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	23.8075	34.3977	22.6053	34.6227	22.3056	34.6807
2	14.2793	36.6177	13.9938	36.7054	13.8180	36.7603
3	14.4267	36.5731	14.2551	36.6251	14.0537	36.6869

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	35.1490	32.7057	34.0746	32.8405	33.8339	32.8713
2	17.0790	35.8402	16.3194	36.0378	16.0505	36.1099
3	14.2666	36.6216	13.9937	36.7055	13.7815	36.7718
4	14.3924	36.5835	14.1938	36.6438	14.0139	36.6992

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	39.8027	32.1657	39.0007	32.2541	38.8562	32.2702
2	23.1583	34.5177	21.5322	34.8339	21.1699	34.9076
3	15.3560	36.3020	14.8613	36.4442	14.6036	36.5202
4	14.2759	36.6188	14.0101	36.7004	13.8094	36.7630
5	14.4057	36.5794	14.1985	36.6424	14.0481	36.6886

## 2.2 Citra Rontgen 2, format citra JPEG dengan ukuran 1024X1024



### 2.2.1 Citra Rontgen 2 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli 587.4840 dan 20.4748

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	246.4709	24.2471	218.8429	24.7635	215.0956	24.8385
2	143.0501	26.6099	132.7944	26.9330	131.1267	26.9879
3	114.2699	27.5855	108.4311	27.8133	107.1664	27.8642
4	102.1802	28.0711	98.4692	28.2318	97.3730	28.2804
5	95.9197	28.3457	93.4499	28.4590	92.3452	28.5107
6	92.4266	28.5068	90.5902	28.5940	89.4512	28.6489
7	90.2099	28.6123	88.8523	28.6781	87.7182	28.7339
8	88.7302	28.6841	87.6179	28.7389	86.5558	28.7918
9	87.6507	28.7372	86.8320	28.7780	85.6974	28.8351
10	86.9195	28.7736	86.1948	28.8100	85.1013	28.8654
11	86.3583	28.8018	85.7409	28.8329	84.7717	28.8823
12	85.9981	28.8199	85.4172	28.8493	84.4818	28.8972
13	85.8194	28.8289	85.1467	28.8631	84.2703	28.9081
14	85.6165	28.8392	85.0139	28.8699	84.1165	28.9160
15	85.5152	28.8444	84.8365	28.8790	84.0365	28.9201
16	85.4831	28.8460	84.7095	28.8855	84.0300	28.9205
17	85.5091	28.8447	84.7355	28.8841	84.0085	28.9216
18	85.6030	28.8399	84.7010	28.8859	84.0672	28.9185
19	85.6858	28.8357	84.7528	28.8833	84.1906	28.9122

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR

1	382.8204	22.3348	339.4435	22.8571	332.7612	22.9435
2	185.9804	25.4701	165.6672	25.9724	163.1522	26.0389
3	140.0672	26.7014	128.9634	27.0601	127.0859	27.1238
4	118.3668	27.4325	110.7205	27.7225	109.2068	27.7823
5	106.9116	27.8745	101.5065	28.0999	100.2541	28.1538
6	100.2796	28.1527	96.3317	28.3271	95.0537	28.3851
7	96.0551	28.3396	93.0011	28.4799	91.8105	28.5359
8	93.2811	28.4669	90.8371	28.5822	89.6534	28.6391
9	91.2952	28.5603	89.3622	28.6533	88.1638	28.7119
10	89.9102	28.6267	88.1862	28.7108	87.0479	28.7672
11	88.8071	28.6803	87.3726	28.7510	86.2510	28.8072
12	87.9804	28.7209	86.7525	28.7820	85.6395	28.8381
13	87.3280	28.7533	86.2719	28.8061	85.1453	28.8632
14	86.8067	28.7793	85.8411	28.8278	84.7483	28.8835
15	86.3202	28.8037	85.5530	28.8424	84.4983	28.8963
16	86.0326	28.8182	85.2369	28.8585	84.3004	28.9065
17	85.8055	28.8296	85.0758	28.8667	84.1502	28.9142
18	85.6534	28.8374	84.9345	28.8740	84.0151	28.9212
19	85.5479	28.8427	84.8408	28.8788	83.9084	28.9267
20	85.4310	28.8486	84.7280	28.8845	83.8795	28.9282
21	85.3690	28.8518	84.5752	28.8924	83.8359	28.9305
22	85.3641	28.8520	84.5346	28.8945	83.8235	28.9311
23	85.3478	28.8529	84.5349	28.8944	83.8155	28.9316
24	85.3761	28.8514	84.5553	28.8934	83.8225	28.9312

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	483.5862	21.3201	442.1900	21.7087	434.7362	21.7825
2	241.6009	24.3338	206.5616	25.0143	201.8319	25.1149
3	164.6347	25.9996	148.7370	26.4406	146.7435	26.4992
4	136.6917	26.8074	125.2560	27.1868	123.3541	27.2533

5	119.7429	27.3823	111.1488	27.7058	109.4914	27.7710
6	109.4586	27.7723	103.0966	28.0324	101.7271	28.0904
7	103.1295	28.0310	98.1309	28.2467	96.8669	28.3030
8	98.6675	28.2231	94.7497	28.3990	93.4500	28.4590
9	95.6258	28.3590	92.4121	28.5075	91.1283	28.5683
10	93.4413	28.4594	90.6704	28.5901	89.4849	28.6473
11	91.7788	28.5374	89.5266	28.6453	88.3180	28.7043
12	90.4605	28.6002	88.5250	28.6941	87.2781	28.7557
13	89.4695	28.6480	87.6695	28.7363	86.5547	28.7919
14	88.6566	28.6877	87.1429	28.7625	85.9198	28.8239
15	87.9945	28.7202	86.6192	28.7887	85.4970	28.8453
16	87.4642	28.7465	86.2065	28.8094	85.0827	28.8664
17	87.0117	28.7690	85.8613	28.8268	84.7265	28.8846
18	86.5972	28.7898	85.6122	28.8394	84.4953	28.8965
19	86.2313	28.8082	85.3453	28.8530	84.3079	28.9061
20	85.9778	28.8209	85.1108	28.8650	84.1873	28.9123
21	85.8058	28.8296	84.9694	28.8722	84.0796	28.9179
22	85.6946	28.8353	84.8335	28.8791	83.9030	28.9270
23	85.5781	28.8412	84.7295	28.8845	83.8498	28.9298
24	85.4379	28.8483	84.6962	28.8862	83.7788	28.9335
25	85.3782	28.8513	84.5957	28.8913	83.7506	28.9349
26	85.3126	28.8547	84.4964	28.8964	83.7065	28.9372
27	85.2660	28.8570	84.4375	28.8994	83.7063	28.9372
28	85.2925	28.8557	84.4670	28.8979	83.7034	28.9374
29	85.2874	28.8560	84.4378	28.8994	83.6814	28.9385
30	85.3045	28.8551	84.4786	28.8973	83.7456	28.9352

### 2.2.2 Citra Rontgen 2 diberi noise speckle

MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli 381.8515 dan 22.3459

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	156.7941	26.2115	131.9243	26.9615	128.1680	27.0870
2	81.7209	29.0415	67.5309	29.8698	65.4766	30.0039
3	60.2317	30.3665	49.8295	31.1899	48.2769	31.3274
4	51.5593	31.0417	43.3585	31.7941	41.9264	31.9399
5	47.3891	31.4080	40.5224	32.0878	39.1824	32.2339
6	45.4059	31.5937	39.1958	32.2324	37.7897	32.3911
7	44.2999	31.7008	38.6057	32.2983	37.1420	32.4662
8	43.7586	31.7542	38.4093	32.3204	36.8807	32.4968
9	43.6482	31.7651	38.4150	32.3198	36.7730	32.5095
10	43.9039	31.7398	38.5702	32.3023	36.7342	32.5141
11	44.4457	31.6865	38.9665	32.2579	36.9092	32.4935

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	243.4345	24.3010	211.1113	24.9197	205.2176	25.0427
2	114.8819	27.5623	93.2702	28.4674	90.4256	28.6019
3	80.2027	29.1229	65.0210	30.0343	62.7639	30.1877
4	63.9324	30.1076	51.6302	31.0358	49.8231	31.1905
5	55.3262	30.7355	45.4037	31.5939	43.8480	31.7453
6	50.8109	31.1052	42.2528	31.9062	40.6303	32.0763
7	48.0037	31.3521	40.4026	32.1007	38.8674	32.2689
8	46.4814	31.4920	39.4791	32.2011	37.7833	32.3918
9	45.6700	31.5685	39.0201	32.2519	37.1897	32.4606
10	45.3692	31.5972	38.8897	32.2665	36.9045	32.4940
11	45.4583	31.5887	39.0222	32.2517	36.8476	32.5007
13	45.8207	31.5542	39.5039	32.1984	36.9474	32.4890

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	301.3642	23.3739	272.7728	23.8068	266.1800	23.9130
2	155.3564	26.2515	124.6324	27.2085	119.8747	119.8747
3	99.4663	28.1880	80.6518	29.0987	78.0239	29.2425
4	77.9621	29.2460	62.4318	30.2107	60.0318	30.3810
5	65.2316	30.0202	52.1516	30.9921	50.1373	31.1632
6	57.6205	30.5590	46.5623	31.4845	44.8485	31.6473
7	53.0307	30.9195	43.3596	31.7939	41.6700	31.9666
8	50.2267	31.1555	41.5106	31.9832	39.7972	32.1663
9	48.4445	31.3124	40.4295	32.0978	38.5474	32.3048
10	47.5246	31.3956	39.8328	32.1624	37.7731	32.3930
11	47.2060	31.4248	39.6488	32.1825	37.3707	32.4395
12	47.1973	31.4256	39.8914	32.1560	37.2216	32.4568
13	47.5647	31.3920	40.3461	32.1068	37.3283	32.4444

### 2.2.3 Citra Rontgen 2 diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli 64.5454 dan 30.0661

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	35.8300	32.6223	33.1441	32.9607	32.7413	33.0138
2	18.4033	35.5158	17.7585	35.6707	17.4368	35.7501
3	18.7028	35.4457	18.1116	35.5852	17.6675	35.6931

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	54.1716	30.8271	52.2146	30.9869	51.8380	31.0183
2	22.9459	34.5577	21.3978	34.8611	21.0114	34.9402
3	18.3248	35.5344	17.6165	35.7056	17.2754	35.7905
4	18.5881	35.4724	17.9171	35.6321	17.4663	35.7428

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	60.8117	30.3249	59.2541	30.4376	58.9697	30.4585
2	34.4665	32.7908	30.7364	33.2883	30.1382	33.3736
3	19.9451	35.1664	18.8979	35.4007	18.5467	35.4821
4	18.2597	35.5499	17.5783	35.7150	17.2173	35.8052
5	18.6104	35.4672	17.9074	35.6345	17.4358	35.7504

## 2.3 Citra Rontgen 3 dengan format citra JPEG dan ukuran 874X874

### 2.3.1 Citra Rontgen 3 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 493.2299 dan 21.2343

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	232.0952	24.5081	215.5357	24.8296	212.4809	24.8916

2	152.7193	26.3259	147.9098	26.4648	146.3115	26.5120
3	131.2203	26.9848	129.3146	27.0483	127.9606	27.0940
4	122.2038	27.2940	121.8574	27.3063	120.3135	27.3617
5	117.6014	27.4607	118.3532	27.4330	116.7585	27.4919
6	115.3166	27.5459	116.4583	27.5031	114.7756	27.5663
7	114.2009	27.5881	115.6437	27.5336	113.9515	27.5976
8	113.6402	27.6095	115.1361	27.5527	113.4702	27.6160
9	113.1998	27.6263	114.9832	27.5585	113.3654	27.6200
10	112.9744	27.6350	115.0165	27.5572	113.4547	27.6166
11	112.8331	27.6404	115.0378	27.5564	113.5300	27.6137
12	112.9109	27.6374	115.2166	27.5496	113.6767	27.6081

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	338.2676	22.8722	312.9798	23.2096	307.8143	23.2819
2	185.4372	25.4828	173.9213	25.7613	171.6099	25.8194
3	150.5519	26.3879	145.2831	26.5426	143.3591	26.6005
4	134.3099	26.8837	131.3091	26.9819	129.7968	27.0322
5	125.7156	27.1709	124.2822	27.2207	122.7080	27.2761
6	120.8391	27.3427	120.4757	27.3558	118.8076	27.4164
7	117.7601	27.4548	118.2337	27.4374	116.5168	27.5009
8	115.9311	27.5228	116.6213	27.4970	114.9437	27.5599
9	114.7644	27.5667	115.7267	27.5305	114.0735	27.5930
10	114.1957	27.5883	115.3088	27.5462	113.6352	27.6097
11	113.6453	27.6093	115.0315	27.5566	113.3678	27.6199
12	113.3355	27.6211	114.9108	27.5612	113.2570	27.6241
13	113.0462	27.6322	114.8537	27.5634	113.2816	27.6232
14	112.8638	27.6393	114.8481	27.5636	113.3175	27.6218
15	112.7271	27.6445	114.8872	27.5621	113.4368	27.6173
16	112.6864	27.6461	115.0289	27.5567	113.4946	27.6150
17	112.7770	27.6426	115.1406	27.5525	113.6554	27.6089

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	415.6335	21.9777	391.7096	22.2352	386.8842	22.2890
2	228.0611	24.5843	207.2533	24.9998	203.2448	25.0846
3	169.2526	25.8794	160.7396	26.1036	158.6919	26.1593
4	147.9849	26.4626	142.5489	26.6252	140.6363	26.6838
5	135.2905	26.8521	131.7471	26.9674	130.1125	27.0216
6	127.7011	27.1029	125.6693	27.1725	123.9903	27.2309
7	122.9410	27.2678	121.9416	27.3033	120.2965	27.3623
8	119.7144	27.3833	119.4401	27.3933	117.7826	27.4540
9	117.4920	27.4647	117.8217	27.4525	116.0872	27.5170
10	116.0799	27.5172	116.5932	27.4981	114.9229	27.5607
11	115.0392	27.5563	115.8670	27.5252	114.1424	27.5903
12	114.4078	27.5802	115.4042	27.5426	113.7430	27.6056
13	113.9687	27.5969	115.1546	27.5520	113.3929	27.6189
14	113.5757	27.6119	114.9336	27.5603	113.2029	27.6262
15	113.3122	27.6220	114.8452	27.5637	113.1826	27.6270
16	113.0251	27.6330	114.8279	27.5643	113.1579	27.6279
17	112.8807	27.6386	114.7819	27.5661	113.2086	27.6260
18	112.7845	27.6423	114.7894	27.5658	113.3031	27.6224
19	112.6777	27.6464	114.8672	27.5628	113.3659	27.6200
20	112.6456	27.6477	114.9570	27.5594	113.4606	27.6164
21	112.7120	27.6451	115.0785	27.5549	113.5305	27.6137

### 2.3.2 Citra Rontgen 3 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 410.4497 dan 22.0322.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25



NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	176.0196	25.7092	151.4746	26.3614	147.0610	26.4898
2	101.1037	28.1171	85.7560	28.8322	82.9277	28.9778
3	76.9849	29.3007	65.6999	29.9892	63.5595	30.1330
4	67.9093	29.8455	57.9916	30.5311	56.0510	30.6790
5	67.0576	29.9003	54.4843	30.8021	52.7187	30.9452
6	63.8460	30.1135	54.0055	30.8404	51.0149	31.0878
7	61.8730	30.2498	57.2517	30.5869	50.1818	31.1593
8	60.6776	30.3345	56.5559	30.6400	49.9337	31.1809
9	60.0461	30.3800	56.2093	30.6667	49.8841	31.1852
10	59.8797	30.3920	56.1006	30.6751	49.9581	31.1787
11	60.3253	30.3598	56.2661	30.6623	50.3121	31.1481

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	257.7579	24.0527	225.9834	24.6240	219.3036	24.7543
2	137.4358	26.7838	115.3505	27.5446	111.6150	27.6876
3	99.8161	28.1728	83.2895	28.9589	80.3327	29.1159
4	82.7814	28.9855	68.1153	29.8324	65.7550	29.9855
5	78.0859	29.2391	60.5797	30.3415	58.5221	30.4916
6	71.7847	29.6045	58.0994	30.5231	54.6897	30.7857
7	67.9570	29.8425	60.7057	30.3325	52.5712	30.9573
8	65.5515	29.9990	59.0657	30.4514	51.2004	31.0721
9	63.9558	30.1060	58.1055	30.5226	50.4788	31.1337
10	63.1086	30.1639	57.4830	30.5694	50.0396	31.1717
11	62.9113	30.1775	57.2767	30.5850	49.8895	31.1847
12	63.2944	30.1511	57.3772	30.5774	50.0072	31.1745

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	314.9372	23.1826	286.5433	23.5929	279.4566	23.7017
2	176.0224	25.7091	146.3636	26.5105	140.9258	26.6749
3	121.9317	27.3036	101.7917	28.0877	98.4043	28.4043
4	98.6585	28.2235	80.5497	29.1042	77.4907	29.2723
5	90.4643	28.6000	68.7431	29.7925	66.2373	29.9538
6	81.1248	29.0733	63.2354	30.1552	59.8430	30.3947
7	74.9831	29.4152	63.1360	30.1766	56.0053	30.6825
8	71.1019	29.6460	62.5191	30.2047	53.7440	30.8615
9	68.4407	29.8117	60.7219	30.3313	52.2482	30.9841
10	66.9201	29.9092	59.4894	30.4204	51.2119	31.0711
11	66.1694	29.9582	58.8663	30.4661	50.7227	31.1128
12	66.0364	29.9670	58.6518	30.4820	50.3817	31.1421
13	66.5444	29.9337	58.8552	30.4669	50.3679	31.1433
14	67.6283	29.8635	59.4186	30.4256	50.4822	31.1334

### 2.3.3 Citra Rontgen 3 diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 62.2852 dan 30.2210

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	32.8084	33.0050	30.3729	33.3399	29.8760	33.4116
2	16.8104	35.9090	15.9927	36.1256	15.5281	36.2536
3	17.1522	35.8216	16.2295	36.0618	15.6282	36.2257
4	20.0818	35.1368	17.7285	35.6781	16.8141	35.9081

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	51.2431	31.0684	49.4393	31.2241	48.9867	31.2640
2	21.6504	34.8101	19.9574	35.1638	19.4002	35.2867
3	16.8605	35.8961	15.9019	36.1503	15.4245	36.2827
4	18.3510	35.5282	16.2466	36.0572	15.6526	36.2189

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	58.2589	30.5112	56.8570	30.6170	56.5974	30.6368
2	31.9649	33.1181	28.8866	33.5578	28.0669	33.6829
3	18.7549	35.4336	17.4921	35.7364	16.9835	35.8645
4	17.9326	35.6284	15.8564	36.1627	15.3266	36.3103
5	23.9362	34.3742	16.2238	36.0633	15.6572	36.2177

## 2.4 Citra Rontgen 4, format citra JPEG dan ukuran 800X800

### 2.4.1 Citra Rontgen 4 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 415.1575 dan 21.9827

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	214.4702	24.8511	205.7323	25.0318	204.2405	25.0634
2	156.1663	26.2289	156.4926	26.2199	155.8310	26.2383

3	139.1816	26.7290	141.6394	26.6530	141.2151	26.6660
4	130.7289	27.0011	134.4429	26.8794	134.2410	26.8859
5	125.8021	27.1679	130.2371	27.0175	130.0820	27.0226
6	122.7886	27.2732	127.5444	27.1082	127.5202	27.1090
7	120.6317	27.3502	125.7812	27.1686	125.7805	27.1687
8	119.1244	27.4048	124.4862	27.2136	124.5261	27.2122
9	118.0338	27.4447	123.5100	27.2478	123.5837	27.2452
10	117.2269	27.4745	122.7378	27.2750	122.8442	27.2713
11	116.5825	27.4985	122.1447	27.2961	122.3317	27.2894
12	116.1323	27.5153	121.7366	27.3106	121.9500	27.3030
13	115.8244	27.5268	121.4441	27.3210	121.7110	27.3115
14	115.5650	27.5365	121.3637	27.3239	121.5666	27.3167
15	115.3299	27.5454	121.2126	27.3293	121.4265	27.3217
16	115.2155	27.5497	121.0329	27.3358	121.2943	27.3264
17	115.0923	27.5543	120.8961	27.3407	121.2687	27.3273
18	115.0283	27.5568	120.9118	27.3401	121.2352	27.3285
19	115.0529	27.5558	120.8823	27.3412	121.2295	27.3287
20	115.1116	27.5536	120.9257	27.3396	121.3337	27.3250

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	294.8824	23.4683	277.4457	23.7330	274.6190	23.7775
2	179.3861	25.6269	174.6435	25.7433	173.6633	25.7677
3	154.0490	26.2882	153.9296	26.2916	153.2860	26.3098
4	141.2727	26.6642	143.0058	26.6113	142.5893	26.6239
5	133.8047	26.9001	136.7882	26.8043	136.4297	26.8157
6	129.0442	27.0574	132.7080	26.9358	132.5326	26.9416
7	125.6481	27.1732	129.8748	27.0296	129.7258	27.0345
8	123.3125	27.2547	127.8453	27.0980	127.7472	27.1013
9	121.5468	27.3174	126.3963	27.1475	126.3243	27.1499
10	120.1276	27.3684	125.2486	27.1871	125.2867	27.1857
11	119.0420	27.4078	124.3225	27.2193	124.3280	27.2191

12	118.2159	27.4380	123.5837	27.2452	123.6638	27.2424
13	117.5128	27.4639	122.9819	27.2664	123.0060	27.2655
14	116.9233	27.4858	122.5035	27.2833	122.5676	27.2810
15	116.4841	27.5021	122.0108	27.3008	122.2153	27.2935
16	116.1665	27.5140	121.7161	27.3113	121.8622	27.3061
17	115.8517	27.5258	121.4838	27.3196	121.7184	27.3112
18	115.6126	27.5347	121.3720	27.3236	121.5827	27.3161
19	115.4314	27.5416	121.2297	27.3287	121.4895	27.3194
20	115.2330	27.5490	121.1000	27.3334	121.3193	27.3255
21	115.1653	27.5516	120.9511	27.3387	121.2470	27.3281
22	115.0625	27.5555	120.8587	27.3420	121.1632	27.3311
23	114.9372	27.5602	120.8380	27.3428	121.1562	27.3313
24	114.9161	27.5610	120.7870	27.3446	121.1351	27.3321
25	114.8659	27.5629	120.7405	27.3463	121.1236	27.3325
26	114.8682	27.5628	120.8067	27.3439	121.1475	27.3317

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	354.9533	22.6631	339.3131	22.8588	336.1034	22.9001
2	209.3011	24.9571	198.0789	25.1964	195.9194	25.2440
3	167.4485	25.9260	165.0392	25.9889	164.1373	26.0127
4	151.8181	26.3516	151.7211	26.3543	150.9885	26.3754
5	141.9037	26.6449	143.2380	26.6042	142.8071	26.6173
6	135.4156	26.8481	137.8746	26.7700	137.4923	26.7820
7	130.9689	26.9931	134.1955	26.8874	133.8814	26.8976
8	127.6419	27.1049	131.4711	26.9765	131.2761	26.9829
9	125.1533	27.1904	129.3601	27.0468	129.2258	27.0513
10	123.3254	27.2543	127.7938	27.0997	127.6572	27.1043
11	121.8759	27.3056	126.5432	27.1424	126.4486	27.1457
12	120.5837	27.3519	125.6176	27.1743	125.5887	27.1753
13	119.6465	27.3858	124.7534	27.2043	124.8380	27.2013
14	118.8270	27.4156	123.9959	27.2307	124.0837	27.2277

15	118.1246	27.4414	123.5083	27.2478	123.5380	27.2468
16	117.6005	27.4607	122.9601	27.2672	122.9875	27.2662
17	117.0618	27.4806	122.5514	27.2816	122.6227	27.2791
18	116.6822	27.4948	122.1590	27.2955	122.3138	27.2900
19	116.3325	27.5078	121.8618	27.3061	122.0226	27.3004
20	116.0576	27.5181	121.6366	27.3142	121.8036	27.3082
21	115.8332	27.5265	121.4798	27.3198	121.6676	27.3131
22	115.5906	27.5356	121.3121	27.3258	121.5708	27.3165
23	115.4038	27.5426	121.2233	27.3289	121.4604	27.3205
24	115.2079	27.5500	121.1346	27.3321	121.3673	27.3238
25	115.1483	27.5522	121.0034	27.3368	121.2619	27.3276
26	115.0941	27.5543	120.9150	27.3400	121.1859	27.3303
27	114.9667	27.5591	120.8251	27.3432	121.1029	27.3333
28	114.9232	27.5607	120.7747	27.3450	121.1155	27.3328
29	114.8152	27.5648	120.7347	27.3465	121.0533	27.3350
30	114.8087	27.5651	120.7170	27.3471	121.0786	27.3341
31	116.2933	27.5093	122.2036	27.2940	122.6952	27.2765

#### 2.4.2 Citra Rontgen 4 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 101.1102 dan 28.1169.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR

1	42.1712	31.9146	36.2518	32.5715	35.1703	32.7030
2	20.9035	34.9626	17.9837	35.6160	17.4865	35.7378
3	15.2830	36.3227	13.1599	36.9723	12.8461	37.0771
4	12.9473	37.0430	11.2327	37.6599	10.9584	37.7673
5	11.7810	37.4530	10.3115	38.0316	10.0642	38.1370
6	11.8932	37.4118	9.8921	38.2119	9.6720	38.3097
7	15.6886	36.2090	9.7902	38.2569	9.5527	38.3635
8	19.2497	35.3206	10.2379	38.0627	9.4905	38.3919
9	23.0878	34.5310	14.4720	36.5595	9.8247	38.2416

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	67.6017	29.8652	60.4636	30.3499	58.9153	30.4625
2	29.9258	33.4043	25.2320	34.1453	24.4259	34.2863
3	20.4663	35.0544	17.2921	35.7863	16.7067	35.9359
4	16.2074	36.0677	13.7869	36.7701	13.3084	36.9235
5	14.0412	36.6908	11.9129	37.4046	11.5639	37.5338
6	13.4211	36.8869	10.9095	37.7867	10.5765	37.9214
7	16.8042	35.9106	10.3739	38.0054	10.0287	38.1523
8	20.0089	35.1526	10.5530	37.9310	9.6923	38.3005
9	23.5984	34.4360	14.5983	36.5218	9.8211	38.2432

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	83.3626	28.9551	77.8070	29.2546	76.0078	29.3562
2	41.7024	31.9632	34.3515	32.8053	33.0575	32.9721
3	25.5989	34.0826	21.5301	34.8343	20.8210	34.9798
4	19.8523	35.1867	16.6581	35.9485	16.0718	36.1041
5	16.5564	35.9751	13.9317	36.7248	13.4175	36.8881
6	15.3146	36.3137	12.2969	37.2669	11.8718	37.4196

7	18.2243	35.5583	11.3588	37.6115	10.9274	37.7796
8	21.0726	34.9276	11.2273	37.6620	10.3101	38.0322
9	24.3932	24.3932	15.0988	36.3754	10.2243	38.0685
10	28.2800	33.6500	18.7030	35.4457	14.0809	36.6785

### 2.4.3 Citra Rontgen 4 diberi noise poisson

MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 18.3046 dan 35.5392.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	10.8826	37.7975	10.2011	38.0783	10.0246	38.1541
2	5.1308	41.0630	5.0032	41.1723	4.9481	41.2204
3	4.7684	41.3811	4.6797	41.4626	4.6284	41.5105
4	4.9563	41.2132	4.8659	41.2932	4.8388	41.3174

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	15.9405	36.1398	15.5614	36.2443	15.4450	36.2769
2	6.9052	39.7730	6.5196	40.0226	6.3453	40.1403
3	5.0398	41.1407	4.9027	41.2604	4.8262	41.3288
4	4.7904	41.3611	4.6715	41.4702	4.6174	41.5209
5	4.8868	41.2745	4.7533	41.3948	4.7094	41.4351

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11



NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	17.5560	35.7205	17.3032	35.7835	17.2378	35.8000
2	10.4849	37.9592	9.6491	38.3199	9.4189	38.4248
3	5.8201	40.5155	5.5487	40.7229	5.4486	40.8019
4	4.9835	41.1895	4.8324	41.3231	4.7401	41.4070
5	4.8411	41.3154	4.6762	41.4658	4.6150	41.5231
6	5.2506	40.9627	4.7308	41.4154	4.6650	41.4763

## 2.5 Citra Rontgen 5, format citra JPEG dan ukuran 1000X1000

### 2.5.1 Citra Rontgen 5 diberi noise gaussian

MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 531.0967 dan 20.9131.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	235.0230	24.4537	215.6617	24.8271	212.2349	24.8966
2	144.1296	26.5773	137.6921	26.7757	136.2125	26.8226
3	117.4651	27.4657	114.6199	27.5722	113.6238	27.6101
4	105.2857	27.9411	104.1456	27.9884	103.4080	28.0193
5	98.4020	28.2348	98.2840	28.2400	97.5597	28.2721
6	94.0329	28.4320	94.6331	28.4044	93.9894	28.4340
7	91.1618	28.5667	92.0825	28.5230	91.5342	28.5490
8	89.0155	28.6701	90.3039	28.6077	90.3039	28.6077
9	87.4588	28.7468	88.9220	28.6747	88.4461	28.6980
10	86.2814	28.8056	87.9830	28.7208	87.5543	28.7420
11	85.4378	28.8483	87.1907	28.7601	86.8248	28.7784
12	84.7179	28.8850	86.6317	28.7880	86.2902	28.8052
13	84.2394	28.9096	86.1679	28.8113	85.9029	28.8247
14	83.8325	28.9307	85.8156	28.8291	85.5843	28.8409
15	83.5953	28.9430	85.4512	28.8476	85.3872	28.8509

16	83.3013	28.9583	85.2933	28.8556	85.2414	28.8583
17	83.1865	28.9643	85.1026	28.8654	85.1663	28.8621
18	83.1102	28.9683	85.0288	28.8691	85.1657	28.8622
19	83.0533	28.9712	84.9427	28.8735	85.1724	28.8618
20	83.0148	28.9732	84.9121	28.8751	85.2270	28.8590
21	83.0973	28.9689	84.9863	28.8713	85.3096	28.8548

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	354.0784	22.6738	322.1469	23.0843	316.6136	23.1595
2	182.1689	25.5601	167.9391	25.9133	165.6413	25.9731
3	141.3755	26.6611	134.2116	26.8869	132.6414	26.9380
4	121.2853	27.3267	117.0436	27.4813	115.8078	27.5274
5	110.1939	27.7432	107.6680	27.8439	106.7587	27.8808
6	103.1704	28.0292	101.8678	28.0844	101.0455	28.1196
7	98.5176	28.2297	97.9600	28.2543	97.1568	28.2901
8	95.1339	28.3814	95.1294	28.3816	94.4486	28.4128
9	92.5766	28.4998	93.0386	28.4782	92.4198	28.5072
10	90.6960	28.5889	91.4141	28.5547	90.7786	28.5850
11	89.1639	28.6629	90.1625	28.6145	89.5370	28.6448
12	87.9068	28.7246	89.1513	28.6635	88.5841	28.6912
13	86.9249	28.7734	88.3337	28.7035	87.8565	28.7271
14	86.1311	28.8132	87.6297	28.7383	87.2524	28.7570
15	85.5343	28.8434	87.0886	28.7652	86.6866	28.7853
16	84.9637	28.8725	86.6879	28.7852	86.2906	28.8052
17	84.4766	28.8974	86.2573	28.8068	85.9945	28.8201
18	84.1272	28.9154	85.9867	28.8205	85.6909	28.8355
19	83.8492	28.9298	85.7032	28.8348	85.5119	28.8445
20	83.5967	28.9429	85.4535	28.8475	85.3067	28.8550
21	83.3791	28.9542	85.2684	28.8569	85.1731	28.8618
22	83.1689	28.9652	85.1742	28.8617	85.1180	28.8646
23	83.0661	28.9706	85.0356	28.8688	85.0429	28.8684

24	82.9599	28.9761	84.9317	28.8741	85.0489	28.8681
25	82.9067	28.9789	84.8868	28.8764	85.0517	28.8680
26	82.8785	28.9804	84.8603	28.8778	85.0808	28.8665
27	82.8847	28.9801	84.8456	28.8785	85.0938	28.8658
28	82.8659	28.9810	84.8141	28.8801	85.1591	28.8625
29	82.9350	28.9774	84.8393	28.8788	85.1703	28.8619

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	441.1665	21.7188	411.3158	22.0230	405.5416	22.0844
2	230.0531	24.5465	205.3899	25.0390	201.4278	25.1236
3	163.4062	26.0321	152.5255	26.3314	150.5139	26.3890
4	138.2839	26.7571	130.8474	26.9971	129.1958	27.0523
5	122.4172	27.2864	117.5584	27.4623	116.2824	27.5097
6	112.6925	27.6458	109.3951	27.7748	108.3590	27.8161
7	106.1364	27.9062	104.0210	27.9936	103.1139	28.0316
8	101.4485	28.1023	100.1474	28.1584	99.3002	28.1953
9	97.9775	28.2535	97.3119	28.2831	96.4351	28.3224
10	95.3180	28.3730	95.1199	28.3821	94.3405	28.4178
11	93.2008	28.4706	93.3820	28.4622	92.6452	28.4966
12	91.5167	28.5498	91.9266	28.5304	91.2670	28.5617
13	90.1219	28.6165	90.7930	28.5843	90.1016	28.6175
14	88.9787	28.6719	89.8276	28.6307	89.2266	28.6599
15	87.9503	28.7224	89.0388	28.6690	88.4884	28.6959
16	87.1069	28.7643	88.3414	28.7032	87.8717	28.7263
17	86.4593	28.7967	87.8237	28.7287	87.3206	28.7536
18	85.8164	28.8291	87.3099	28.7542	86.8852	28.7753
19	85.3999	28.8502	86.9563	28.7718	86.4887	28.7952
20	84.9485	28.8732	86.5565	28.7918	86.2258	28.8084
21	84.5206	28.8952	86.2513	28.8071	85.9439	28.8226
22	84.2084	28.9112	86.0074	28.8194	85.7282	28.8336
23	83.9334	28.9255	85.7988	28.8300	85.5209	28.8441

24	83.7443	28.9352	85.5786	28.8411	85.3727	28.8516
25	83.5360	28.9461	85.3695	28.8518	85.2377	28.8585
26	83.3357	28.9565	85.2305	28.8588	85.1470	28.8631
27	83.1826	28.9645	85.0949	28.8658	85.0729	28.8669
28	83.0750	28.9701	85.0176	28.8697	85.0010	28.8706
29	83.0084	28.9736	84.9349	28.8739	85.0059	28.8703
30	82.8968	28.9794	84.8689	28.8773	84.9562	28.8728
31	82.8582	28.9814	84.8053	28.8806	84.9571	28.8728
32	82.8243	28.9832	84.8203	28.8798	84.9863	28.8713
33	82.8269	28.9831	84.7901	28.8813	85.0177	28.8697

### 2.5.2 Citra Rontgen 5 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR noise speckle dengan citra asli adalah 579.9523 dan 20.5309.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	239.3516	24.3744	200.6437	25.1405	194.2684	25.2808
2	130.9110	26.9950	105.2229	27.9437	101.5009	28.1001
3	91.0560	28.5717	72.2906	29.5740	69.8516	29.7230
4	72.2654	29.5755	57.9468	30.5345	56.0637	30.6780
5	61.7727	30.2568	50.0256	31.1729	48.3825	31.3179
6	55.1206	30.7517	44.9725	31.6353	43.5257	31.7773
7	50.7844	31.1075	41.6491	31.9687	40.2140	32.1210
8	47.9120	31.3604	39.2566	32.2257	37.8910	32.3794
9	46.2273	31.5158	37.6828	32.4034	36.1911	32.5788
10	45.6743	31.5681	36.7213	32.5156	35.0165	32.7221
11	46.7528	31.4667	36.3823	32.5559	34.2978	32.8121
12	49.0438	31.2590	36.9426	32.4895	34.0327	32.8458
13	53.3133	30.8964	38.4846	32.3119	34.3243	32.8088

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	348.9385	22.7373	299.4229	23.4019	289.9198	23.5420
2	185.5372	25.4805	149.6961	26.4127	144.4541	26.5675
3	128.7142	27.0685	100.9988	28.1216	96.9465	28.2995
4	98.4260	28.2337	76.1635	29.3473	73.1638	29.5218
5	80.9768	29.0812	63.0199	30.1700	60.6078	30.3395
6	70.1511	29.7045	54.9998	30.7612	52.9902	30.9228
7	63.0638	30.1670	49.7289	31.1987	47.8141	31.3692
8	58.3233	30.5064	45.9978	31.5374	44.1504	31.7155
9	55.2897	30.7384	43.4015	31.7898	41.5057	31.9837
10	53.7728	30.8592	41.6768	31.9659	39.6062	32.1872
11	53.9470	30.8451	40.7891	32.0594	38.2059	32.3435
12	55.4775	30.7236	40.8642	32.0514	37.4608	32.4290
13	59.0716	30.4510	41.9337	31.9392	37.3341	32.4437
14	64.6432	30.0596	44.2356	31.7071	38.1434	32.3506

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	429.3605	21.8366	383.4545	22.3277	372.0755	22.4585
2	239.0274	24.3803	192.8486	25.3126	185.0349	25.4923
3	162.5323	26.0554	129.4264	27.0446	124.5161	27.2125
4	124.7894	27.2030	96.5220	28.3185	92.2471	28.5153
5	101.0893	28.1177	77.0941	29.2946	73.8950	29.4786
6	85.6665	28.8367	65.5608	29.9984	62.8496	30.1818
7	75.5214	29.3841	58.1039	30.5227	55.6824	30.7076
8	68.7687	29.7909	52.9412	30.9269	50.7081	31.1140
9	64.2219	30.0880	49.3177	31.2348	47.0441	31.4397
10	61.5067	30.2756	46.7385	31.4681	44.2773	31.7030
11	60.8575	30.3217	45.2136	31.6121	42.3241	31.8989

12	61.7701	30.2570	44.7740	31.6545	41.0997	32.0264
13	64.8314	30.0469	45.5058	31.5841	40.5760	32.0821
14	69.9730	29.7155	47.4653	31.4010	41.0314	32.0336

### 2.5.3 Citra Rontgen 5 diberi noise poisson

MSE dan PSNR noise poisson dengan citra asli adalah 89.9088 dan 28.6268

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	42.0401	31.9282	38.5284	32.3070	37.9843	32.3688
2	17.3514	35.7714	16.6738	35.9444	16.4263	36.0094
3	14.4040	36.5800	13.8235	36.7586	13.5531	36.8444
4	13.4243	36.8859	12.9413	37.0450	12.5905	37.1644
5	13.2765	36.9340	12.8195	37.0861	12.4438	37.2153
6	13.5990	36.8297	13.0258	37.0168	12.6103	37.1576

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	70.1686	29.7034	67.2871	29.8855	36.9639	29.9168
2	24.8798	34.2063	22.8967	34.5671	22.4723	34.6483
3	16.8288	35.9043	16.0862	36.1003	15.7961	36.1793
4	14.7421	36.4792	14.0991	36.6729	13.7681	36.7760
5	13.8324	36.7558	13.1853	36.9639	12.8471	37.0768
6	13.5447	36.8471	12.8110	37.0890	12.4345	37.2185
7	13.7408	36.7847	12.8288	37.0830	12.4025	37.2297
8	14.4430	36.5682	13.0614	37.0049	12.5155	37.1903

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	82.2290	29.0145	79.9484	29.1367	79.5291	29.1595
2	40.0867	32.1348	35.5439	32.6571	34.7510	32.7551
3	20.3733	35.0742	19.0346	35.3694	18.6726	35.4528
4	16.3951	36.0177	15.5959	36.2347	15.3281	36.3099
5	14.8839	36.4376	14.1442	36.6590	13.8118	36.7623
6	14.1710	36.6508	13.3188	36.9201	12.9933	37.0276
7	13.9929	36.7057	12.9452	37.0437	12.5432	37.1807
8	14.4061	36.5793	12.8946	37.0607	12.4059	37.2285
9	15.4303	36.2810	13.1719	36.9683	12.4730	37.2051

### 3. Citra MRI

#### 3.1 Citra MRI 1, format citra bitmap dan ukuran 1024x1024

##### 3.1.1 Citra MRI diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli = 439.1945 dan 21.7382 .

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi= 1		Standar deviasi= 2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	198.8890	25.1787	191.9931	25.3319	190.1885	25.3730
2	138.1069	26.7626	135.1856	26.8555	133.9192	26.8964

3	113.7550	27.6051	113.3462	27.6207	112.5081	27.6530
4	101.7114	28.0911	102.7589	28.0466	102.2342	28.0688
5	94.9619	28.3893	96.9321	28.3001	96.6344	28.3135
6	90.9294	28.5778	93.4690	28.4581	93.3589	28.4632
7	88.4452	28.6981	91.3471	28.5579	91.4119	28.5548
8	86.9698	28.7711	90.0863	28.6182	90.2857	28.6086
9	86.1923	28.8101	89.3875	28.6520	89.7255	28.6356
10	85.9241	28.8236	89.0882	28.6666	89.5483	28.6442
11	86.0491	28.8173	89.0834	28.6668	89.6594	28.6388

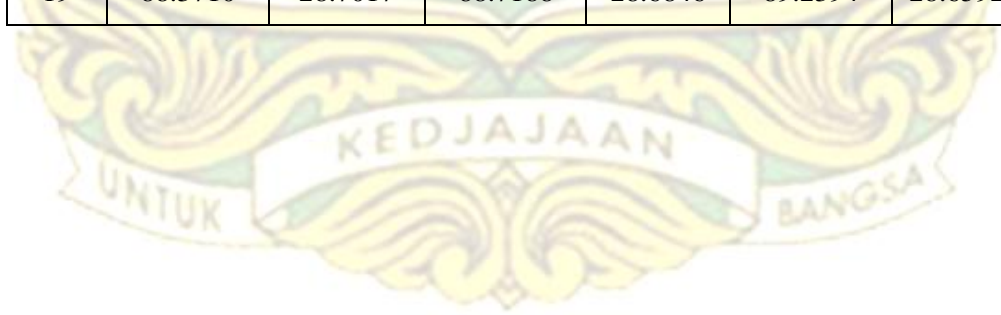
b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	243.5046	24.2997	234.9318	24.4554	232.7996	24.4950
2	170.2345	25.8543	164.1300	26.0129	162.3235	26.0610
3	136.0951	26.8264	132.6704	26.9371	131.2994	26.9822
4	117.7103	27.4567	116.2632	27.5104	115.2399	27.5488
5	106.7581	27.8808	106.7114	27.8827	105.9645	27.9132
6	99.7859	28.1741	100.7275	28.1333	100.1897	28.1566
7	95.1185	28.3822	96.7608	28.3078	96.3932	28.3243
8	91.9103	28.5312	94.0475	28.4313	93.8374	28.4410
9	89.7227	28.6358	92.1607	28.5193	92.0839	28.5230
10	88.2450	28.7079	90.8447	28.5818	90.8843	28.5799
11	87.2958	28.7549	89.9510	28.6247	90.0917	28.6180
12	86.7301	28.7831	89.3575	28.6535	89.6105	28.6412
13	86.5007	28.7946	89.0104	28.6704	89.3542	28.6536
14	86.5345	28.7929	88.8398	28.6787	89.2746	28.6575
15	86.7877	28.7802	88.8238	28.6795	89.3487	28.6539
16	87.2311	28.7581	88.9375	28.6740	89.5397	28.6446



c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	273.1809	23.8003	264.4672	23.9411	262.3383	23.9762
2	196.6026	25.2289	188.7896	25.4050	186.6901	25.4536
3	156.5212	26.2191	150.9712	26.3759	149.2253	26.4264
4	133.3784	26.9139	129.8713	27.0297	128.4727	27.0767
5	118.9519	27.4111	117.0534	27.4810	115.9377	27.5226
6	109.4104	27.7742	108.7528	27.8004	107.8742	27.8356
7	102.8288	28.0437	103.1002	28.0322	102.4261	28.0607
8	98.1341	28.2466	99.1170	28.2033	98.5998	28.2260
9	94.7441	28.3993	96.2111	28.3325	95.8319	28.3497
10	92.2953	28.5130	94.0775	28.4299	93.8287	28.4414
11	90.5191	28.5974	92.4702	28.5048	92.3293	28.5114
12	89.2283	28.6598	91.2718	28.5614	91.2389	28.5630
13	88.3591	28.7023	90.3796	28.6041	90.4367	28.6013
14	87.8088	28.7294	89.7316	28.6353	89.8669	28.6288
15	87.5201	28.7437	89.2688	28.6578	89.4974	28.6467
16	87.4617	28.7466	88.9647	28.6726	89.2678	28.657
17	87.6012	28.7397	88.7723	28.6820	89.1563	28.6633
18	87.9086	28.7245	88.7063	28.6853	89.1556	28.6633
19	88.3710	28.7017	88.7188	28.6846	89.2394	28.6592



### 3.1.2 Citra MRI 1 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli 182.6582 dan 25.5484

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi= 1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	74.6072	29.4370	69.8617	29.7224	68.9255	29.7810
2	46.6952	31.4721	43.0482	31.8252	42.3351	31.8978
3	35.5543	32.6559	32.7371	33.0144	32.2154	33.0842
4	39.4400	32.2054	27.9272	33.7045	27.5367	33.7657
5	91.7110	28.5406	31.1542	33.2296	25.1826	34.1538
6	220.8176	24.7245	56.8983	30.6138	23.9679	34.3685
7	426.9440	21.8611	121.8507	27.3065	26.9993	33.8513

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	95.1090	28.3826	90.0587	28.6195	89.0031	28.6707
2	61.7068	30.2615	56.9810	30.6075	56.0335	30.6803
3	46.0878	31.5289	42.0634	31.9258	41.3045	32.0048
4	47.0143	31.4425	34.3380	32.8071	33.6809	32.8910
5	97.2675	28.2851	35.6543	32.6437	29.3601	33.4872
6	224.8799	24.6453	60.0669	30.3784	26.7544	33.8908
7	429.9276	21.8308	124.0476	27.2289	28.7639	33.5763

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

	Standar deviasi=1	Standar deviasi=2	Standar deviasi=3
--	-------------------	-------------------	-------------------

NO iterasi	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	108.6100	27.8061	103.7318	28.0057	102.6930	28.0494
2	73.9144	29.4775	68.6835	29.7963	67.6300	29.8634
3	55.6442	30.7106	50.8698	31.1002	49.9556	31.1790
4	54.4210	30.8071	40.9166	32.0458	40.0839	32.1351
5	103.0149	28.0358	40.6198	32.0774	34.1199	32.8347
6	229.3407	24.5600	63.8567	30.1127	30.3433	33.3442
7	433.3858	21.7961	126.9582	27.1282	31.4713	33.1857

### 3.1.3 Citra MRI diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 38.4982 dan 32.3104

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	14.4078	36.5788	14.0851	36.6772	13.9428	36.7213
2	8.9154	38.6634	8.7169	38.7612	8.6324	38.8035
3	7.1985	39.5924	7.0372	39.6908	7.0165	39.7036
4	16.2298	36.0617	6.6166	39.9585	6.6486	39.9375
5	72.2624	29.5757	12.5609	37.1746	6.8279	39.8220

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR

1	18.7215	35.4414	18.3416	35.5304	18.1738	35.5704
2	11.7263	37.4732	11.4160	37.5897	11.2833	37.6404
3	8.8389	38.7008	8.5299	38.8553	8.4458	38.8984
4	17.1201	35.8297	7.2943	39.5350	7.2029	39.5897
5	72.6627	29.5517	12.6490	37.1442	6.7159	39.8937
6	204.7723	25.0521	40.0262	32.1414	40.0262	32.1414

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	21.6494	34.8103	21.2620	34.8888	21.1028	34.9214
2	14.1820	36.6474	13.8102	36.7628	13.6537	36.8123
3	10.5963	37.9133	10.1995	38.0790	10.0746	38.1325
4	18.3353	35.5319	8.3762	38.9343	8.2245	39.0137
5	73.4741	29.5035	13.2987	36.9267	7.2660	39.5519
6	205.2902	25.0411	40.3565	32.1057	6.8146	39.8304
7	414.3710	21.9909	106.6968	27.8833	10.3733	38.0056

### 3.2 Citra MRI 2, format citra JPEG dan ukuran 630x630

#### 3.2.1 Citra MRI diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 561.1503 dan 20.6740.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	264.1182	23.9468	236.6543	24.4237	230.3559	24.5408
2	168.7891	25.8914	159.9415	26.1252	158.1504	26.1741
3	146.9845	26.4921	144.4560	26.5674	144.6187	26.5626
4	141.2223	26.6658	142.1340	26.6378	143.5636	26.5944
5	141.2674	26.6644	144.0702	26.5791	146.1327	26.5173

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	392.2555	22.2291	352.7726	22.6899	342.4928	22.8183
2	209.9042	24.9446	188.8199	25.4043	184.3678	25.5079
3	166.7744	25.9435	157.6742	26.1872	155.9132	26.2360
4	149.7355	26.4116	145.5706	26.5341	145.4503	26.5377
5	142.7410	26.6193	142.1366	26.6377	143.0908	26.6087
6	140.4831	26.6886	142.0550	26.6402	143.7062	26.5900
7	140.4865	26.6885	143.6642	26.5913	145.9157	26.5238

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	477.0408	21.3792	445.4456	21.6769	436.0865	21.7691
2	263.5833	23.9556	229.5481	24.5561	221.3704	24.7136
3	189.9796	25.3777	174.2977	25.7519	170.9000	25.8374

4	164.0807	26.0142	155.4388	26.2492	153.6756	26.2987
5	150.7232	26.3830	146.0073	26.5211	145.5674	26.5342
6	144.0289	26.5803	142.5761	26.6243	143.1791	26.6060
7	140.9746	26.6734	141.7681	26.6490	143.0503	26.6099
8	140.0183	26.7030	142.3579	26.6310	144.2575	26.5734
9	140.0590	26.7017	143.7064	26.5900	146.1959	26.5154

### 3.2.2 Citra MRI diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 370.7527 dan 22.4740.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	169.1772	25.8814	141.8620	26.6461	136.3356	26.8187
2	99.7168	28.1771	85.8077	28.8295	83.9853	28.9228
3	83.9916	28.9224	76.1014	29.3509	75.8779	29.3636
4	81.2937	29.0642	76.7413	29.3145	77.8929	29.2498
5	83.2407	28.9614	80.3152	29.1168	82.1800	29.0171

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	253.5284	24.1245	220.4656	24.7314	211.1585	24.9187
2	131.1066	26.9886	108.1070	27.8263	103.8454	28.0009
3	98.6446	28.2241	84.4884	28.8968	82.5973	28.9951
4	86.2129	28.8091	76.7032	29.3167	76.2784	29.3408
5	82.4423	29.0033	75.8074	29.3677	76.3197	29.3384

6	88.6787	28.6866	77.5632	29.2682	78.7920	29.2000
---	---------	---------	---------	---------	---------	---------

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	304.9711	23.3222	279.5319	23.7005	270.9769	23.8355
2	171.0686	25.8331	138.4866	26.7507	131.2700	26.9831
3	116.4773	27.5024	97.2014	28.2881	93.9056	28.4379
4	97.2074	28.2878	83.0565	28.9711	81.0621	29.0766
5	87.8555	28.7271	76.9662	29.3018	76.4226	29.3326
6	90.2226	28.6116	75.8815	29.3634	75.9926	29.3571
7	96.3502	28.3263	77.1611	29.2908	77.6222	29.2649

### 3.2.3 Citra MRI diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 61.2446 dan 30.2941.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	38.9386	32.2610	35.9285	32.6104	35.3208	32.6845

2	33.1238	32.9634	34.6257	32.7708	35.5997	32.6503
3	40.4421	32.0965	43.3949	31.7904	43.3949	31.7904

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	52.9278	30.9280	50.5817	31.1249	49.9297	31.1812
2	31.7930	33.1415	31.1933	33.2242	31.5625	33.1731
3	33.6389	32.8964	35.5257	32.6594	36.6918	32.5191

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	57.8962	30.5383	56.1416	30.6719	55.6861	30.7073
2	39.1886	32.2332	35.3207	32.6845	34.5510	32.7802
3	31.4461	33.1891	32.2469	33.0799	32.8337	33.0016
4	34.3868	32.8009	36.4477	32.5481	37.7797	32.3922

### 3.3 Citra MRI 3, format citra bitmap dengan ukuran 630x630

#### 3.3.1 Citra MRI diberi noise gaussian

MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 388.3853 dan 22.2722.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR



1	187.0965	25.4441	182.9568	25.5413	181.4624	25.5769
2	136.9737	26.7984	136.4487	26.8151	135.4362	26.8475
3	117.2546	27.4735	119.0715	27.4067	118.5470	27.4259
4	107.8244	27.8376	111.1220	27.7068	111.0271	27.7105
5	102.8491	28.0428	107.1047	27.8667	107.3707	27.8559
6	100.0989	28.1605	105.0625	27.9503	105.6586	27.9258
7	98.6973	28.2217	104.1321	27.9890	105.0370	27.9514
8	98.0605	28.2499	103.8899	27.9991	105.0773	27.9497
9	97.9871	28.2531	104.1220	27.9894	105.5856	27.9288
10	98.2732	28.2404	104.6118	27.9690	106.3292	27.8983

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	224.1453	24.6595	218.4166	24.7719	216.6950	24.8063
2	163.2610	26.0360	160.0296	26.1228	158.5565	26.1630
3	135.2180	26.8545	134.4618	26.8788	133.3925	26.9135
4	120.2941	27.3624	121.3990	27.3226	120.7283	27.3467
5	111.6147	27.6876	114.0626	27.5934	113.7390	27.6057
6	106.2422	27.9018	109.6841	27.7634	109.6646	27.7641
7	102.8297	28.0436	106.9959	27.8711	107.2544	27.8606
8	100.5715	28.1400	105.3329	27.9392	105.8457	27.9181
9	99.1429	28.2022	104.3593	27.9795	105.1250	27.9477
10	98.2528	28.2414	103.8599	28.0003	104.8519	27.9590
11	97.7766	28.2625	103.6912	28.0074	104.8847	27.9577
12	97.5866	28.2709	103.7750	28.0039	105.1970	27.9448
13	97.6233	28.2693	104.0174	27.9937	105.6415	27.9265

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	248.8986	24.2046	242.8480	24.3115	241.1605	24.3417

2	185.0721	25.4914	180.2891	25.6051	178.5827	25.6464
3	151.9011	26.3492	149.2985	26.4242	147.9009	26.4651
4	132.9231	26.9288	132.2153	26.9520	131.1551	26.9869
5	121.2419	27.3283	122.0203	27.3005	121.2940	27.3264
6	113.6489	27.6091	115.6140	27.5347	115.1597	27.5518
7	108.5106	27.8101	111.3924	27.6962	111.2105	27.7033
8	104.9503	27.9550	108.5612	27.8081	108.6287	27.8054
9	102.4172	28.0611	106.6348	27.8858	106.9306	27.8738
10	100.6355	28.1373	105.3320	27.9392	105.8335	27.9186
11	99.3664	28.1924	104.4634	27.9752	105.1750	27.9457
12	98.4844	28.2311	103.9512	27.9965	104.8499	27.9591
13	97.9060	28.2567	103.6629	28.0086	104.7600	27.9628
14	97.5672	28.2718	103.5759	28.0122	104.8323	27.9598
15	97.4132	28.2786	103.6573	28.0088	105.0953	27.9490
16	97.3898	28.2797	103.8259	28.0017	105.4350	27.9349
17	97.5023	28.2747	104.0976	27.9904	105.8599	27.9175

### 3.3.2 Citra MRI diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 89.0194 dan 28.6700.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	37.2844	32.4495	33.9958	32.8506	33.1065	32.9657
2	23.4114	34.4705	20.6770	35.0099	20.0402	35.1458
3	18.1144	35.5846	16.0511	36.1098	15.6969	36.2067
4	16.7803	35.9168	14.4291	36.5724	14.3571	36.5941
5	27.7655	33.7297	14.8664	36.4428	14.3222	36.6047
6	64.6799	30.0571	23.0070	34.5462	14.9577	36.4162

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	47.4646	31.4011	44.2185	31.7088	43.3290	31.7970
2	31.0177	33.2487	27.7304	33.7352	26.8894	33.8690
3	23.2455	34.5014	20.4299	35.0621	19.7795	35.2027
4	20.0378	35.1463	16.8871	35.8893	16.4564	36.0014
5	29.6268	33.4480	15.9244	36.1442	14.9517	36.4179
6	65.3630	30.0115	22.9569	34.5557	14.4180	36.5757
7	130.8298	26.9977	45.3686	14.4180	15.2170	36.3415

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	54.0750	30.8348	51.0251	31.0870	50.1831	31.1592
2	37.1483	32.4654	33.6665	32.8928	32.7394	33.0141
3	28.0474	33.6859	24.7997	34.2203	24.0105	34.3608
4	23.6481	34.4268	19.9628	35.1626	19.3286	35.3028
5	32.2398	33.0809	17.9724	35.6187	16.7413	35.9269
6	67.1289	29.8957	24.1741	34.3313	15.3443	36.3053
7	131.8597	29.8957	45.9212	31.5447	15.4454	36.2768

### 3.3.3 Citra MRI diberi noise poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 18.9612 dan 35.3861

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	7.6108	39.3505	7.3077	39.5270	7.2134	39.5834
2	5.3163	40.9087	5.2190	40.9889	5.2623	40.9530
3	5.0742	41.1111	5.2223	40.9862	5.4413	40.8078
4	6.6455	39.9395	5.9971	40.3854	6.4227	40.0876

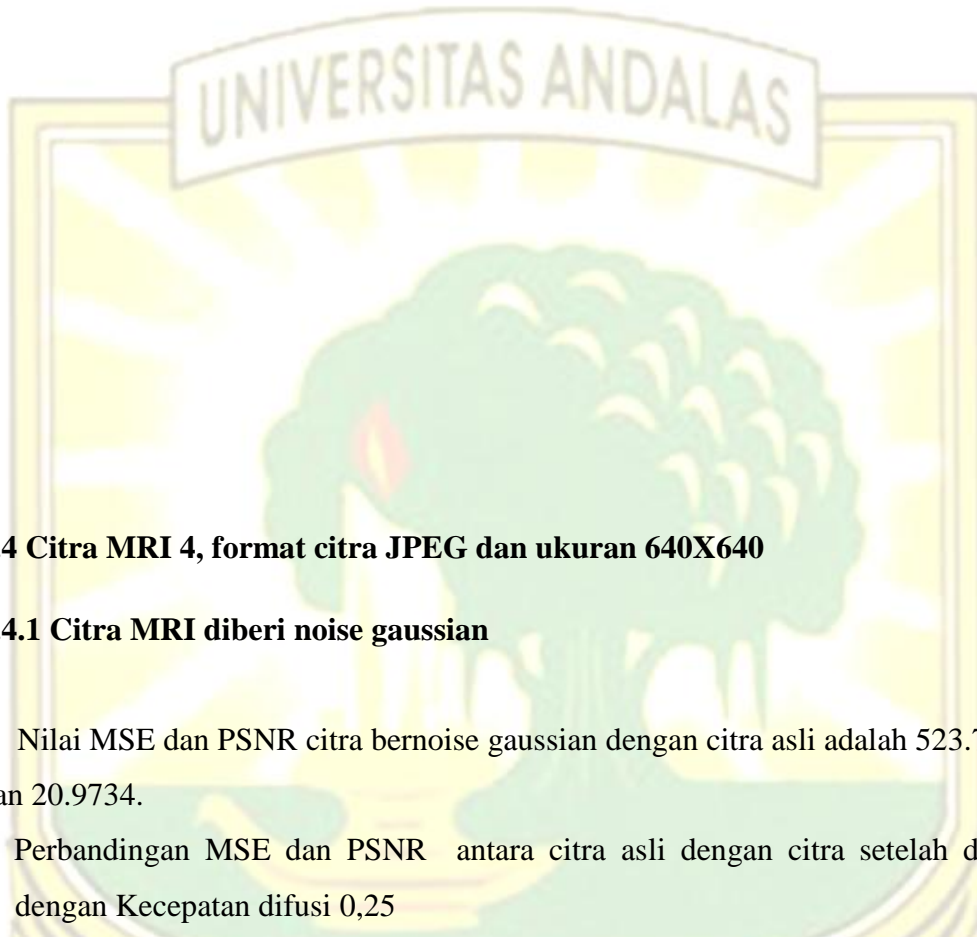
- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	9.6722	38.3095	9.3457	38.4587	9.2243	38.5155
2	6.4775	40.0507	6.2369	40.2151	6.1894	40.2483
3	5.3441	40.8861	5.2781	40.9400	5.3436	40.8864
4	6.1718	40.2607	5.2333	40.9771	5.4426	40.8068
5	19.5237	35.2592	6.6069	39.9648	6.0180	40.3703

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	11.0750	37.7214	10.7445	37.8529	10.6270	37.9007
2	7.5988	39.3574	7.2937	39.5353	7.2088	39.5862
3	6.0018	40.3820	5.8201	40.5155	5.8111	40.5222
4	6.3900	40.1098	5.2861	40.9335	5.3841	40.8536

5	19.3668	35.2942	6.2339	40.2172	5.4853	40.7728
---	---------	---------	--------	---------	--------	---------



### 3.4 Citra MRI 4, format citra JPEG dan ukuran 640X640

#### 3.4.1 Citra MRI diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 523.7710 dan 20.9734.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	256.6726	24.0710	237.0310	24.4167	229.7865	24.5516
2	166.7097	25.9452	159.7019	26.1317	156.8674	26.2095
3	142.4436	26.6284	140.0174	26.7030	139.1567	26.7298
4	133.7295	26.9025	133.9466	26.8955	134.4440	26.8794
5	130.8416	26.9973	132.7548	26.9343	134.0937	26.8907
6	135.9273	26.8317	133.6209	26.9061	135.9273	26.8317

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	370.5315	22.4765	343.5916	22.8044	334.2564	22.9240
2	206.3451	25.0189	191.2440	25.3489	185.5081	25.4812
3	164.5305	26.0023	157.1610	26.2014	154.2859	26.2815
4	146.0021	26.5212	142.2869	26.6331	141.1329	26.6685
5	137.1789	26.7919	136.0242	26.8286	135.8972	26.8327
6	132.6626	26.9373	133.3763	26.9140	134.0970	26.8906
7	130.7076	27.0018	132.7159	26.9356	134.2623	26.8853
8	130.0904	27.0223	133.2801	26.9171	135.2727	26.8527
9	130.4844	27.0092	134.4329	26.8797	137.1826	26.7918

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	446.8337	21.6633	424.9596	21.8813	416.9864	21.9636
2	255.1806	24.0963	231.4512	24.5202	222.3586	24.6943
3	187.7237	25.4296	175.6566	25.7182	170.9727	25.8355
4	161.7455	26.0765	154.4613	26.2766	151.8229	26.3514
5	147.2704	26.4836	143.1007	26.6084	141.6923	26.6513
6	139.2691	26.7263	137.3585	26.7862	136.7046	26.8070
7	134.5021	26.8775	134.3791	26.8815	134.7851	26.8684
8	131.8437	26.9642	132.9548	26.9278	134.0464	26.8922
9	130.6007	27.0053	132.7244	26.9353	134.4493	26.8792
10	130.0713	27.0230	133.1701	26.9207	135.3344	26.8507
11	130.1134	27.0216	133.9893	26.8941	136.7397	26.8059

### 3.4.2 Citra MRI diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 252.4149 dan 24.1436.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	123.2455	27.2571	110.2671	27.7403	105.2614	27.9421
2	72.6779	29.5508	65.7180	29.9880	63.8232	30.1150
3	61.2113	30.2965	56.8651	30.6163	56.6189	30.6352
4	58.6410	30.4828	55.8744	30.6927	56.6279	30.6345
5	59.4240	30.4252	57.8503	30.5417	59.3801	30.4284

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi =1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	181.5293	25.5753	167.2561	25.9310	161.1031	26.0938
2	95.9966	28.3422	95.9966	28.3422	79.9483	29.1367
3	72.0803	29.5866	65.0028	30.0355	63.2297	30.1556
4	63.0873	30.1654	58.1204	30.5215	57.5246	30.5663
5	59.8265	30.3959	56.1518	30.6712	56.4265	30.6500
6	59.1415	30.4459	56.4911	30.6450	57.5193	30.5667
7	60.5346	30.3448	60.5346	30.3448	59.6890	30.4059

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	213.7930	24.8649	203.1541	25.0865	199.0361	25.1755
2	124.4477	27.2149	108.7830	27.7992	102.8005	28.0448
3	85.2073	28.8600	75.6524	29.3766	72.4129	29.5666
4	71.0239	29.6508	63.9769	30.1046	62.2619	30.2226
5	63.9668	30.1053	58.6461	30.4824	58.0239	30.5287
6	60.9913	30.3121	56.5932	30.6372	56.6911	30.6297

7	60.3475	30.3582	56.4230	30.6502	56.9908	30.6067
8	62.0759	30.2356	57.5985	30.5607	58.3379	30.5053

### 3.4.3 Citra MRI diberi noise Poisson

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 50.9377 dan 31.0944.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	36.3658	32.5579	34.7411	32.7564	34.1295	32.8335
2	26.3471	33.9575	26.3436	33.9580	26.8963	33.8679
3	28.8792	33.5590	29.7323	33.4325	30.9962	33.2517

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	46.3228	31.5069	45.3608	31.5980	45.0278	31.6300
2	29.2884	33.4978	28.1204	33.6746	28.0389	33.6872
3	26.5844	33.9185	26.7802	33.8867	27.4130	33.7852
4	28.2639	33.6525	29.1292	33.5215	30.2953	33.3510



- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	49.3987	31.2276	48.8078	31.2799	48.6707	31.2921
2	36.5935	32.5308	34.5445	32.7810	33.7901	32.8769
3	27.3057	33.8023	26.8765	33.8711	27.1402	33.8287
4	26.8032	33.8829	27.1081	33.8338	27.9246	33.7049
5	28.2191	33.6594	29.0596	33.5319	30.2150	33.3626

#### 4.5 Citra MRI 5, format citra JPEG dan ukuran 720x720

##### 4.5.1 Citra MRI 5 diberi noise gaussian

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise gaussian dengan citra asli adalah 489.3634 dan 21.2685.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	225.3249	24.6367	209.5387	24.9522	206.0503	25.0251
2	143.0568	26.6097	138.8314	26.7399	137.1933	26.7915
3	118.0691	27.4434	117.0489	27.4811	116.0877	27.5169
4	105.9929	27.9120	106.4521	27.8933	105.9222	27.9149
5	98.8814	28.2137	100.4679	28.1445	100.1261	28.1593
6	94.4013	28.4150	96.5505	28.3173	96.3606	28.3258
7	91.3005	28.5601	93.9147	28.4375	93.9232	28.4371
8	89.1772	28.6623	92.0297	28.5255	92.2095	28.5170
9	87.6022	28.7396	90.6599	28.5906	91.0476	28.5721
10	86.5347	28.7929	89.7822	28.6329	90.3275	28.6066
11	85.8211	28.8289	89.2130	28.6605	89.8387	28.6302
12	85.3189	28.8543	88.8853	28.6765	89.5988	28.6418
13	84.9777	28.8717	88.7850	28.6814	89.6029	28.6416

14	84.8023	28.8807	88.6862	28.6862	89.6595	28.6388
15	84.8139	28.8801	88.7388	28.6837	89.8913	28.6276
16	84.9041	28.8755	88.9286	28.6744	90.2022	28.6126

b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	332.3074	22.9494	306.9598	23.2940	301.3639	23.3739
2	177.1471	25.6815	166.7483	25.9442	163.8345	26.0207
3	140.3467	26.6928	135.6992	26.8390	133.9896	26.8941
4	121.6360	27.3142	119.3378	27.3970	118.2261	27.4377
5	110.7393	27.7218	110.1424	27.7453	109.2946	27.7788
6	103.8596	28.0003	104.1540	27.9880	103.5747	28.0123
7	98.9308	28.2115	100.1177	28.1597	99.7881	28.1740
8	95.4891	28.3653	97.2033	28.2880	96.8715	28.3028
9	92.8949	28.4849	95.0018	28.3875	94.9119	28.3916
10	90.8995	28.5792	93.2638	28.4677	93.2710	28.4673
11	89.2666	28.6579	92.1371	28.5205	91.9693	28.5284
12	88.0522	28.7174	91.1959	28.5650	90.9412	28.5772
13	87.0627	28.7665	90.5877	28.5941	90.1766	28.6139
14	86.3792	28.8007	90.1367	28.6158	89.6016	28.6416
15	85.8044	28.8297	89.7855	28.6327	89.1462	28.6638
16	85.3886	28.8508	88.9244	28.6746	89.5863	28.6424
17	85.0681	28.8671	88.7727	28.6820	89.5497	28.6442
18	84.8591	28.8778	88.6402	28.6885	89.5877	28.6423
19	84.6851	28.8867	88.6040	28.6903	89.5785	28.6428
20	84.6487	28.8886	88.6022	28.6904	89.7198	28.6359
21	84.6865	28.8867	88.7584	28.6827	89.9567	28.6245

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	410.1366	22.0355	380.4705	22.3616	380.4705	22.3616
2	220.4561	24.7316	196.2173	25.2374	196.2173	25.2374
3	160.2285	26.1174	150.2890	26.3955	150.2890	26.3955
4	137.2932	26.7883	130.8656	26.9965	130.8656	26.9965
5	122.6956	27.2765	118.6880	27.4207	118.6880	27.4207
6	113.1130	27.6297	110.9330	27.7142	110.9330	27.7142
7	106.7016	27.8831	105.6939	27.9243	105.6939	27.9243
8	102.0673	28.0759	101.9508	28.0809	101.9508	28.0809
9	98.3938	28.2351	99.0471	28.2064	99.0471	28.2064
10	95.6831	28.3564	96.8073	28.3057	96.8073	28.3057
11	93.5081	28.4563	95.3719	28.3706	95.1757	28.3795
12	91.6695	28.5425	93.8784	28.4391	93.8162	28.4420
13	90.2876	28.6085	92.6573	28.4960	92.6470	28.4965
14	89.0087	28.6705	91.6515	28.5434	91.8155	28.5356
15	88.0711	28.7165	90.8789	28.5802	91.1738	28.5661
16	87.2708	28.7561	90.2134	28.6121	90.6030	28.5934
17	86.6227	28.7885	89.7147	28.6362	90.2218	28.6117
18	86.1157	28.8140	89.3463	28.6540	89.8973	28.6273
19	85.6740	28.8363	89.0812	28.6669	89.6849	28.6376
20	85.3600	28.8523	88.8734	28.6771	89.5357	28.6448
21	85.0376	28.8687	88.7397	28.6836	89.4882	28.6471
22	84.9065	28.8754	88.6406	28.6885	89.5485	28.6442
23	84.7159	28.8851	88.5544	28.6927	89.5257	28.6453
24	84.5961	28.8913	88.5763	28.6916	89.5606	28.6436
25	84.5941	28.8914	88.5640	28.6922	89.7141	28.6362

26	84.5883	28.8917	88.6781	28.6866	89.9100	28.6267
27	84.6208	28.8900	88.7361	28.6838	90.0889	28.6181

### 3.5.2 Citra MRI 5 diberi noise speckle

Nilai MSE dan PSNR citra bernoise speckle dengan citra asli adalah 100.7777 dan 28.1312.

- a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi= 2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	44.9449	31.6380	40.3804	32.1031	39.1487	32.2376
2	18.7010	35.4462	17.1603	35.8196	16.5713	35.9712
3	13.1534	36.9744	11.9678	37.3847	11.6684	37.4947
4	10.5321	37.9397	9.6135	38.3360	9.4208	38.4239
5	9.3815	38.4421	8.3682	38.9385	8.2447	39.0030
6	9.8957	38.2103	7.7945	39.2469	7.5720	39.3727
7	13.4544	36.8762	8.1477	39.0544	7.3603	39.4958
8	22.1309	34.7148	10.2139	38.0729	22.1309	34.7148

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	74.4539	29.4459	69.5080	29.7444	68.2771	29.8220
2	28.7674	33.5758	25.3493	34.1251	24.3602	34.2980
3	18.0032	35.6113	16.3095	36.0404	15.6879	36.2092
4	13.9008	36.7344	12.5449	37.1801	12.1384	37.3232
5	11.8918	37.4123	10.4804	37.9610	10.1552	38.0979
6	11.7827	37.4524	9.3448	38.4591	8.9619	38.6408
7	14.8403	36.4504	9.2443	38.5060	8.1860	39.0341
8	23.1086	34.5271	10.9229	37.7814	7.8262	39.2293
9	38.8549	32.2703	15.7959	36.1794	8.2528	38.9988

c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	89.7958	28.6322	85.5612	28.8420	84.6548	28.8883
2	43.8708	31.7430	38.1106	32.3543	36.5284	32.5385
3	23.4732	34.4591	20.8352	34.9768	19.9415	35.1672
4	17.2324	35.8013	15.5784	36.2396	14.9510	36.4181
5	14.4186	36.5756	12.7008	37.1265	12.2247	37.2924
6	13.8110	36.7625	11.0440	37.7335	10.5360	37.9380
7	16.4683	35.9983	10.5852	37.9178	9.4169	38.4257
8	24.4321	34.2852	12.0034	37.3717	8.7910	38.7244
9	39.8908	32.1561	16.6049	35.9624	8.9904	38.6270

### 3.5.3 Citra MRI diberi noise poisson

MSE dan PSNR citra bernoise poisson dengan citra asli adalah 22.9087 dan 34.5648.

a. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,25

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	15.7541	36.1909	15.2203	36.3406	15.0425	36.3916
2	6.5401	40.0090	6.3535	40.1346	6.2481	40.2073
3	4.7993	41.3530	4.7260	41.4199	4.6843	41.4583
4	4.1291	42.0063	4.1053	42.0314	4.1189	42.0170
5	4.2178	41.9139	3.9333	42.2172	3.9838	42.1618
6	5.7433	40.5732	4.0762	42.0622	4.0353	42.1061

- b. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,15

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	21.0640	34.9294	20.8731	34.9689	20.7704	34.9904
2	10.0924	38.1249	9.6915	38.3009	9.4751	38.3989
3	6.2242	40.2239	6.0464	40.3499	5.9409	40.4263
4	4.9913	41.1827	4.8942	41.2680	4.8229	41.3317
5	4.6954	41.4481	4.3378	41.7921	4.2985	41.8317
6	5.9472	40.4217	4.1925	41.9400	4.0449	42.0957
7	10.2490	38.0580	4.8552	41.3028	3.9851	42.1604
8	19.7394	35.2115	7.2813	39.5427	4.1494	41.9850

- c. Perbandingan MSE dan PSNR antara citra asli dengan citra setelah difusi dengan Kecepatan difusi 0,11

NO iterasi	Standar deviasi=1		Standar deviasi=2		Standar deviasi=3	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
1	22.3646	34.6692	22.2006	34.7011	22.1679	34.7075
2	15.0933	36.3769	14.3410	36.5990	14.1301	36.6633
3	8.1641	39.0457	7.8564	39.2126	7.6461	39.3304
4	5.9485	40.4207	5.7935	40.5354	5.6768	40.6238
5	5.3441	40.8861	4.9322	41.2344	4.8332	41.3225
6	6.3887	40.1107	4.5997	41.5375	4.3776	41.7525
7	10.5019	37.9521	5.0731	41.1121	4.1198	42.0161
8	19.8577	35.1855	7.3856	39.4810	4.1530	41.9812

## C.2 Persentase Penurunan MSE dan Kenaikan PSNR

C.2.1 Rata- Rata Persentase Penurunan Nilai MSE dan Kenaikan PSNR Masing-masing variasi standar deviasi saat citra input bernoise gaussian

Citra	Rata-rata Persentase penurunan MSE			Rata-rata Persentase kenaikan PSNR		
	Standar deviasi=1	Standar deviasi=2	Standar deviasi=3	Standar deviasi=1	Standar deviasi=2	Standar deviasi=3
CT-Scan 1	81,29%	75,42%	74,09%	35,73%	27,79%	26,75%
Ct-Scan 2	70,07%	69,31%	68,12%	24,61%	23,84%	23,07%
Ct-Scan 3	80,39%	80,01%	78,44%	34,50%	33,91%	32,32%
Ct-Scan 4	74,23%	73,46%	72,52%	27,28%	26,37%	25,68%
Ct-Scan 5	69,85%	69,19%	66,59%	24,31%	23,61%	23,24%
Rontgen 1	75,99%	75,39%	75,31%	28,91%	28,14%	28,08%
Rontgen 2	85,51%	85,61%	85,73%	40,92%	41,12%	41,30%
Rontgen 3	76,99%	76,71%	77,03%	30,19%	29,80%	30,08%
Rontgen 4	72,32%	70,91%	70,82%	25,38%	24,39%	24,34%
Rontgen 5	84,39%	84,02%	83,98%	38,57%	38,09%	38,04%
MRI 1	80,28%	79,77%	79,66%	32,43%	31,92%	31,82%
MRI 2	74,95%	74,70%	74,48%	29,08%	28,87%	28,69%
MRI 3	74,85%	73,29%	72,99%	26,92%	25,74%	25,52%
MRI 4	75,12%	74,66%	74,40%	28,80%	28,43%	28,19%
MRI 5	82,69%	81,89%	82,00%	35,82%	34,90%	34,67%
Rata-rata persentase keseluruhan citra	77,26%	76,29%	75,74%	30,90%	29,79%	29,45%



C.2.2 Rata-rata persentase penurunan MSE dan kenaikan PSNR citra input pada masing-masing noise

citra	Saat bernoise gaussian		Saat bernoise Speckle		Saat bernoise poisson	
	Persentase Penurunan MSE	Persentase Kenaikan PSNR	Persentase penurunan MSE	Persentase Kenaikan PSNR	Persentase penurunan MSE	Persentase Kenaikan PSNR
CT-Scan1	77,07	30,09%	71,57	21,82	55,16	10,88
CT-Scan2	69,30	23,36	71,99%	23,01	49,40	9,25
CT-Scan 3	79,67	33,58	84,05	40,22	71,65	19,37%
CT-Scan4	73,54	26,44%	78,02	27,92%	62,22	13,43%
Ct-Scan 5	68,66	23,72%	56,82	13,76%	29,47	4,34%
Rontgen 1	76,67	28,37%	77,78	27,65%	66,26	14,76%
Rontgen 2	85,60	41,11%	89,40	43,71%	72,48	18,28%
Rontgen 3	76,74	30,02%	86,15	39,09%	74,02	19,02%
Rontgen 4	71,35	24,70%	88,86	33,96%	75,34	16,62%
Rontgen 5	84,13	38,23%	92,45	54,99%	85,59	29,40%
MRI 1	79,90	32,06%	80,53	28,38%	80,05	21,84%
MRI 2	74,71	28,88%	78,79	30,00%	46,58	9,02%
MRI 3	73,71	26,06%	80,92	25,30%	71,78	15,54%
MRI 4	74,72	28,47%	72,23	26,66%	47,34	8,97%
MRI 5	82,19	35,13%	90,46	36,57%	82,64	20,99%
Rata-rata persentase keseluruhan citra	77 %	30,01 %	80 %	31,54 %	64,66%	15,45 %