

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA
CONTRAHARMONIC MEAN FILTER DAN
ARITHMETIC MEAN FILTER UNTUK
REDUKSI *EXPONENTIAL NOISE*
PADA CITRA DIGITAL**

SKRIPSI

**YULI KARTIKA SIREGAR
71154035**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA
CONTRAHARMONIC MEAN FILTER DAN
ARITHMETIC MEAN FILTER UNTUK
REDUKSI *EXPONENTIAL NOISE*
PADA CITRA DIGITAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

**YULI KARTIKA SIREGAR
71154035**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Yuli Kartika Siregar

Nomor Induk Mahasiswa : 71154035

Program Studi : Ilmu Komputer

Judul : Analisis Perbandingan Algoritma
Contraharmonic Mean Filter dan
Arithmetic Mean Filter untuk Reduksi
Exponential Noise Pada Citra Digital

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 08 November 2019 M
10 Rabiul Awal 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



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

Pembimbing Skripsi II,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yuli Kartika Siregar
Nomor Induk Mahasiswa : 71154035
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Analisis Perbandingan Algoritma
Contraharmonic Mean Filter dan
Arithmetic Mean Filter untuk Reduksi
Exponential Noise Pada Citra Digital

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

Medan, 08 November 2019

Yuli Kartika Siregar
NIM. 71154035



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. IAIN No. 1 Medan 20215
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://sainstek.uinuu.ac.id>, Email: sainstek@uinuu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 018/ST/ST.V/PP/01.1/01/2020

Judul: Analisis Perbandingan Algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk Reduksi *Exponential Noise* Pada Citra Digital
Nama: Yuli Kartika Siregar
Nomor Induk Mahasiswa: 71154035
Program Studi: Ilmu Komputer
Fakultas: Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan LULUS.

Pada hari/tanggal: Jumat, 08 November 2019
Tempat: Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,

Ketua,


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

Dewan Penguji,

Pengaji I,



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

Pengaji II,



Syamsi, S.Kom., M.Kom.
NIB. 1100000108

Pengaji III,



Yusuf Ramadhani Nuzri, M.Kom.
NIB. 1100000075

Pengaji IV,



Afrany, M.Kom.
NIB. 1100000074

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



Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 196609101996031002

ABSTRAK

Citra kaya akan informasi, tetapi seringkali citra yang dimiliki mengalami penurunan terhadap kualitasnya, karena adanya noise pada citra tersebut. Noise pada citra ditandai dengan munculnya bintik-bintik, sehingga menyebabkan berkurangnya informasi pada citra tersebut. Ada beberapa jenis noise pada citra, salah satunya Exponential Noise yaitu noise yang ditandai dengan munculnya bintik-bintik berwarna putih pada citra yang biasanya dihasilkan oleh pencitraan laser. Untuk mengatasi noise pada citra, dibutuhkan teknik untuk dapat mereduksi noise tersebut, yaitu dengan cara teknik filtering citra. Algoritma Contraharmonic Mean Filter dan Arithmetic Mean Filter merupakan bagian dari teknik filtering yang dapat mereduksi noise. Pada Contraharmonic Mean Filter proses filtering dilakukan dengan pencarian nilai tengah (rata-rata) dan membagi nilai warna setiap piksel dengan nilai warna piksel itu juga, kemudian setiap nilai warna piksel dipangkatkan dengan order filter (Q). Sedangkan pada Arithmetic Mean Filter proses filtering dilakukan dengan pencarian nilai tengah (rata-rata) dan membagi nilai warna setiap piksel dengan piksel dalam daerah yang ditentukan. Hasil terbaik yang diperoleh dari proses filtering dengan algoritma Contraharmonic Mean Filter dan Arithmetic Mean Filter yang dibuktikan berdasarkan nilai Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). Untuk hasil yang lebih baik diantara kedua algoritma tersebut dalam mereduksi Exponential Noise, maka algoritma Arithmetic Mean Filter memiliki hasil yang lebih baik dibanding algoritma Contraharmonic Mean Filter.

Kata kunci: Pengolahan Citra, Exponential Noise, Contraharmonic Mean Filter, Arithmetic Mean Filter, MSE dan PSNR.

ABSTRACT

Image has fullfil of information, but often the image that is owned has decreased in quality, because of the noise in the image. Noise in the image is marked by the appearance of spots, causing information to be reduced in the image. There are several types of noise in the image, one of them is Exponential Noise, which is the noise that is marked by the appearance of white spots on the image that is usually produced by laser imaging. To solved the problem of the noise in the image, it takes a technique to be able to reduce the noise, namely by means of image filtering techniques. Contraharmonic Mean Filter Algorithm and Arithmetic Mean Filter are part of filtering techniques that can reduce noise. In the Contraharmonic Mean Filter the filtering process obtained by finding the middle value (average) and dividing the color value of each pixel by the pixel color value as well, then each pixel color value is raised by order filter (Q). Whereas in the Arithmetic Mean Filter the filtering process obtained by finding the middle value (average) and dividing the color value of each pixel by pixel in the specified area. The best results obtained from the filtering process with the Contraharmonic Mean Filter algorithm and Arithmetic Mean Filter are proven based on the Mean Square Error (MSE) and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) values. The results between the two algorithms, the Arithmetic Mean Filter algorithm has better results than the Contraharmonic Mean Filter algorithm.

Keywords: Image Processing, Exponential Noise, Contraharmonic Mean Filter, Arithmetic Mean Filter, MSE and PSNR.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahuwata'ala yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk Reduksi *Exponential Noise* Pada Citra Digital”.

Dalam proses pembuatan Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terima kasih karena telah banyak memberikan dorongan semangat serta informasi dari berbagai pihak dari awal hingga selesainya Skripsi ini dan dorongan moril serta dorongan material. Dengan kerendahan hati tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag. Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Dr. H. M. Jamil, M.A. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Bapak Dr. Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp.Sc. Selaku ketua Program Studi Ilmu Komputer dan Dosen Pembimbing Skripsi I.
4. Ibu Sriani, S.Kom., M.Kom, Selaku Dosen Pembimbing Skripsi II dan Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen pengajar dan Staf Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
6. Bapak Asnul Arifin Siregar dan Ibu Masrina Lubis, selaku orang tua yang telah membimbing dan memberikan kasih sayang.
7. Teman-teman yang senantiasa memberikan semangat serta informasi.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kepada para pembaca untuk dapat memberikan kritikan dan saran yang dapat mendukung kesempurnaan Skripsi ini, sehingga penulis dan para pembaca dapat menjadikan Skripsi ini sebuah pengetahuan yang dapat dipahami oleh banyak pihak.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa-mahasiswi dan pembaca. Atas semua ini penulis mengucapkan terima kasih dan semoga segala bantuan dari semua pihak menjadi amal baik dari Allah Subhanahuwata'ala.

Medan, 08 November 2019
Penulis,

Yuli Kartika Siregar

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Citra	5
2.2 Jenis-Jenis Citra	5
2.2.1 Citra Analog	5
2.2.2 Citra Digital	9
2.3 Jenis-Jenis Citra Digital	10
2.3.1 Citra Warn (<i>True Color</i>)	10
2.3.2 Citra <i>Grayscale</i>	11
2.3.3 Citra Biner	12
2.4 Format <i>File</i> Citra	13
2.4.1 Format <i>File</i> Citra Bitmap.....	13
2.5 Pengolahan Citra Digital	14
2.6 Restorasi Citra (<i>Image Restoration</i>).....	15
2.7 <i>Noise</i>	15
2.7.1 <i>Exponential Noise</i>	16
2.8 Reduksi <i>Noise</i> dengan <i>Mean Filter</i>	17

2.8.1 <i>Contraharmonic Mean Filter</i>	17
2.8.2 <i>Arithmetic Mean Filter</i>	18
2.9 MSE dan PSNR	19
2.10 <i>Flowchart</i>	20
2.11 MATLAB	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Jadwal Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	23
3.2.1 Perangkat Keras	23
3.2.2 Perangkat Lunak	23
3.3 Cara Kerja	24
3.3.1 Perencanaan	24
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data	25
3.3.3 Analisa Kebutuhan	25
3.3.4 Perancangan	27
3.3.5 Pengujian	28
3.3.6 Penerapan/Penggunaan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Pembahasan	29
4.1.1 Analisis Data	29
4.1.2 Representasi Data	29
4.1.3 Hasil Analisis Data	30
4.1.4 Perancangan	70
4.2 Hasil	74
4.2.1 Pengujian	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	107
5.1 Kesimpulan	107
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN – LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Proses akuisisi citra	7
2.2	<i>Sampling</i>	8
2.3	Tiap-tiap piksel dikuantisasi	9
2.4	Citra Warna (<i>true color</i>)	10
2.5	Gradasi warna pada citra <i>grayscale</i>	11
2.6	Citra <i>grayscale</i>	12
2.7	Citra Biner	12
2.8	Citra asli sebelum terkena <i>Exponential Noise</i>	16
2.9	Citra dengan <i>Exponential Noise</i>	17
2.10	Nilai piksel awal (<i>Contraharmonic Mean Filter</i>)	18
2.11	Nilai piksel hasil <i>filtering</i> (<i>Contraharmonic Mean Filter</i>)	18
2.12	Nilai piksel awal (<i>Arithmetic Mean Filter</i>)	19
2.13	Nilai piksel hasil <i>filtering</i> (<i>Arithmetic Mean Filter</i>)	19
3.1	Diagram perencanaan algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i>	24
3.2	Diagram perencanaan algoritma <i>Arithmetic Mean Filter</i>	24
4.1	<i>Sample</i> citra berukuran 8 x 8.....	30
4.2	<i>Sample</i> citra asli ukuran 8 x 8 dalam bentuk matriks.....	30
4.3	Citra dengan 5% <i>Exponential Noise</i>	31
4.4	Nilai intensitas citra dengan 5% <i>Exponential Noise</i> yang akan direduksi dengan algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i>	32
4.5	Contoh proses perhitungan pengambilan nilai intensitas warna yang akan dihitung dengan algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i>	33
4.6	Citra dengan <i>Exponential Noise</i> 5%	47
4.7	Citra hasil <i>filtering</i> algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i> dengan kernel 3 x 3 dan $Q = 1$	47
4.8	Nilai intensitas warna citra dengan 5% <i>Exponential Noise</i> yang akan direduksi dengan algoritma <i>Arithmetic Mean Filter</i>	51

4.9 Contoh proses proses perhitungan pengambilan nilai intensitas warna yang akan dihitung dengan algoritma <i>Arithmetic Mean Filter</i> ...	52
4.10 Nilai intensitas citra 8 x 8 dengan 5% <i>Exponential Noise</i>	66
4.11 Nilai intensitas citra yang telah direduksi dengan algoritma <i>Arithmetic Mean Filter</i> dengan kernel 3 x 3	66
4.12 <i>Flowchart</i> sistem algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i>	70
4.13 <i>Flowchart</i> sistem algoritma <i>Arithmetic Mean Filter</i>	71
4.14 <i>Form</i> menu utama	72
4.15 <i>Form</i> menu reduksi <i>noise</i>	73
4.16 <i>Form</i> menu informasi.....	74
4.17 Tampilan <i>form</i> menu utama pada sistem	75
4.18 Tampilan <i>form</i> menu reduksi <i>noise</i> pada sistem	75
4.19 Tampilan <i>form</i> informasi pada sistem.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Simbol-simbol <i>flowchart</i>	20
3.1	Waktu dan jadwal penelitian.....	23
4.1	Perbandingan reduksi 1% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7.....	76
4.2	Perbandingan reduksi 5% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR1.bmp	78
4.3	Perbandingan reduksi 15% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR1.bmp	79
4.4	Perbandingan reduksi 1% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR2.bmp	81
4.5	Perbandingan reduksi 5% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR2.bmp	82
4.6	Perbandingan reduksi 15% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR2.bmp	84
4.7	Perbandingan reduksi 1% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR3.bmp	85
4.8	Perbandingan reduksi 5% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR3.bmp	87
4.9	Perbandingan reduksi 15% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR3.bmp	88

4.10 Perbandingan reduksi 1% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR4.bmp	90
4.11 Perbandingan reduksi 5% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR4.bmp	91
4.12 Perbandingan reduksi 15% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR4.bmp	93
4.13 Perbandingan reduksi 1% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR5.bmp	94
4.14 Perbandingan reduksi 5% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR5.bmp	95
4.15 Perbandingan reduksi 15% <i>noise</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR5.bmp	96
4.16 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% <i>noise</i> dengan <i>Arithmetic Mean Filter</i> pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR1.bmp	97
4.17 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% <i>noise</i> dengan <i>Arithmetic Mean Filter</i> pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR2.bmp	100
4.18 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% <i>noise</i> dengan <i>Arithmetic Mean Filter</i> pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR3.bmp	102
4.19 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% <i>noise</i> dengan <i>Arithmetic Mean Filter</i> pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR4.bmp	103

4.20 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% <i>noise</i> dengan <i>Arithmetic Mean Filter</i> pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 pada GAMBAR5.bmp	105
--	-----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Listing Program
2.	Daftar Riwayat Hidup

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Citra kaya akan informasi, tetapi seringkali citra yang dimiliki mengalami penurunan terhadap kualitasnya, misalnya citra tersebut telah terkena *noise* (Riandari, 2018). Dengan adanya *noise*, citra yang dihasilkan akan tampak kotor, muncul bintik-bintik, yang akan menyebabkan berkurangnya informasi pada citra tersebut (Iswari, dkk, 2011). *Noise* yang ada pada citra memiliki beberapa jenis, salah satunya *Exponential Noise*, yaitu *noise* yang dihasilkan oleh laser ketika citra diperoleh dan disebut juga bercak laser (Nanda, 2014). Adapun firman Allah SWT. yang berhubungan dengan kebutuhan akan pentingnya informasi yang terdapat pada Surah Al-Hujurat ayat 6 yaitu:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِن جَاءَكُمْ فَاسِقٌ بِنَبَأٍ فَتَبَيَّنُوا أَن تُصِيبُوا قَوْمًا بِجَهَالَةٍ فَتُصْبِحُوا عَلَىٰ مَا فَعَلْتُمْ نَادِمِينَ

Artinya: "Wahai orang-orang yang beriman, jika datang seorang yang fasik kepadamu membawa berita, maka tangguhkanlah (hingga kamu mengetahui kebenarannya) agar tidak menyebabkan kaum berada dalam kebodohan (kehancuran) sehingga kamu menyesal terhadap apa yang kamu lakukan" (Q.S. Al-Hujurat 49: Ayat 6).

Penjelasan dari ayat di atas yaitu tentang pentingnya penyampaian informasi yang akurat agar dapat diketahui dengan jelas kebenarannya. Penyampaian informasi yang dimaksud mencakup dari berbagai sumber baik lisan, tulisan, maupun melalui sebuah media misalnya citra.

Citra yang mengandung *noise* dapat membatasi informasi berharga yang dibutuhkan ketika analisa citra dilakukan. hal tersebut menyebabkan *noise* harus dihilangkan agar hasil yang didapatkan menjadi optimal (Afiyat, 2017). Untuk mengatasi *noise* yang ada pada citra perlu dilakukan usaha untuk memperbaiki kualitas citra tersebut, salah satunya dengan melakukan *filtering* citra.

Ada banyak teknik *filtering* citra, dan pada penelitian ini penulis menggunakan teknik *filtering* domain spasial. Domain spasial merupakan teknik *filtering* berdasarkan manipulasi kumpulan piksel dari sebuah citra untuk

menghasilkan citra baru (Sutoyo, dkk, 2009). Pada domain spasial terdapat jenis *filter* yaitu, *nonlinier filter* dan *linier filter* (Nanda, 2014). Pada penelitian ini penulis menggunakan *linier filter* yaitu *mean filter*. *Mean filter* berfungsi untuk memperhalus dan menghilangkan *noise* yang beroperasi dengan cara menggantikan nilai-nilai yang berada pada titik tengah seluruh matriks yang ada pada citra dengan nilai rata-rata pada citra yang rusak (Oliver, 2015). *Mean filter* merupakan *filter* yang optimal digunakan pada citra dengan ukuran piksel yang besar. Pada *mean filter* terdapat beberapa jenis *filtering* diantaranya yaitu, *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*.

Pada *Contraharmonic Mean Filter* pencarian nilai tengah dari setiap kernel yang ditentukan dilakukan dengan cara membagi nilai warna setiap piksel dengan nilai warna piksel itu juga, kemudian setiap nilai warna piksel dipangkatkan dengan *order filter* (Q). *Arithmetic Mean Filter* merupakan jenis *filter* yang paling sederhana. *Arithmetic Mean Filter* merupakan *filtering* yang menitikberatkan pada nilai rata-rata dari jumlah total nilai keseluruhan piksel yang ada di sekelilingnya (Mulyani dan Apriyanti, 2016). Pada *Arithmetic Mean Filter* pencarian nilai tengah dari setiap kernel yang ditentukan dilakukan dengan cara membagi nilai warna setiap piksel dengan jumlah piksel dalam daerah yang ditentukan. Kedua *filter* ini bekerja dengan menggantikan nilai intensitas suatu piksel dengan rata-rata nilai piksel dari piksel-piksel tetangganya (Widayat, dkk, 2018).

Oleh karena itu, penulis ingin mengetahui hasil reduksi dari algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*, dan membandingkannya dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter*.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik dalam hal ini untuk membuat penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk Reduksi *Exponential Noise* Pada Citra Digital”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan perbandingan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.
2. Bagaimana hasil perbandingan parameter MSE (*Mean Square Error*), PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*), dan *Runtime* pada algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.
3. Bagaimana membuat implementasi sistem yang dapat melakukan perbandingan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan citra *grayscale* dengan format file citra *.bmp*, dan jenis *noise* yang direduksi yaitu *Exponential Noise* dengan menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana melakukan perbandingan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan dari parameter MSE (*Mean Square Error*), PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*), dan *Runtime* pada metode *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.
3. Untuk mengetahui sistem yang dibangun dapat melakukan proses perbandingan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar diketahui cara untuk melakukan perbandingan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*.
2. Agar sistem yang dibangun dapat menentukan nilai MSE (*Mean Square Error*), PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*), dan *Runtime* terhadap citra yang dibandingkan.
3. Menghasilkan perangkat lunak untuk mereduksi *Exponential Noise* dengan menggunakan perbandingan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Citra

Citra secara harfiah adalah gambar pada bidang *dwimatra* (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada *dwimatra*, sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ditangkap oleh alat-alat optik, misal mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*) dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut telah terkeram (Munir, 2004). Dalam jurnal lain juga dijelaskan citra merupakan fungsi menerus (*continue*) atas intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sebuah citra mengandung informasi tentang obyek yang direpresentasikan (Sriani, dkk, 2017).

Menurut Sulistiyanti dkk. (2016) citra merupakan bentuk informasi yang tidak hanya diperlukan untuk komunikasi antar manusia saja tetapi, bisa juga komunikasi antar manusia dan mesin. Dalam merepresentasikan suatu citra, manusia memiliki pendapat yang berbeda-beda, hal ini disebabkan karena nilai informasi dari suatu citra bersifat subjektif, tergantung keperluan dari manusia yang merepresentasikan citra tersebut.

2.2 Jenis-Jenis Citra

Jenis-jenis citra terbagi menjadi dua, yaitu citra analog dan citra digital. Citra analog merupakan citra yang bersifat kontinu, sedangkan citra digital adalah citra yang bisa langsung diolah.

2.2.1 Citra Analog

Gambar analog dapat direpresentasikan secara matematis sebagai rentang nilai kontinu yang mewakili posisi dan intensitas. Gambar analog dicirikan oleh besaran fisik yang bervariasi secara terus menerus dalam ruang, sebagai

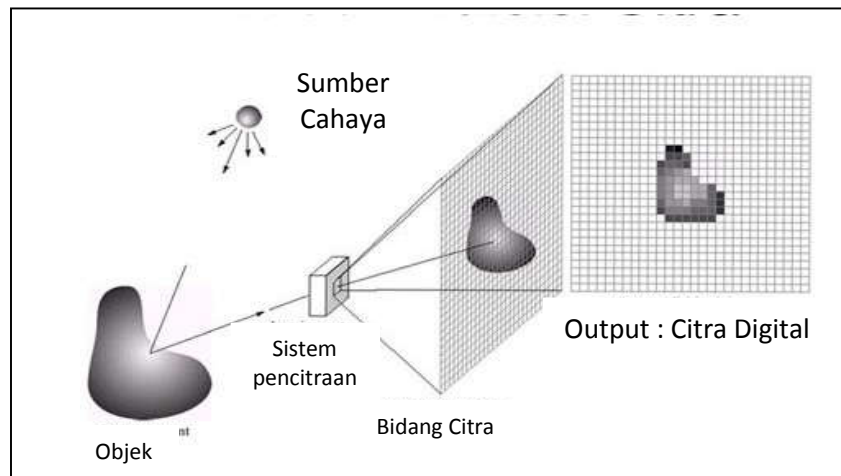
contoh, gambar yang dihasilkan di layar monitor CRT bersifat analog (Jayaraman, *et al*, 2009).

Menurut Sutoyo dkk. (2009) citra analog merupakan suatu citra yang bersifat kontinu, citra jenis ini tidak bisa direpresentasikan dalam komputer sehingga tidak bisa di proses di komputer secara langsung sebelum dikonversi ke digital. Citra analog dihasilkan dari alat-alat analog, seperti CT scan, sensor gelombang pendek pada sistem radar, sensor ultrasound pada sistem USG, video kamera analog, kamera foto analog. Proses dalam mengubah citra analog ke citra digital disebut juga dengan digitalisasi citra, digitalisasi terbagi atas dua yaitu, digitalisasi citra spasial (*sampling*), digitalisasi intensitas (kuantisasi). Pengkonversian citra analog ke citra digital menggunakan beberapa tahap yaitu, akuisisi citra, *sampling*, dan kuantisasi.

2.2.2.1 Akuisisi

Akuisisi citra yaitu tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Pada tahap ini dimulai dengan mengambil gambar dari objek yang akan dijadikan citra. Yang kemudian memerlukan sumber cahaya untuk menerangi objek. Oleh objek, intensitas cahaya sebagian dari intensitas cahaya akan di serap kemudian sebagian lagi akan dipantulkan ke lingkungan sekitar objek secara radial. Pada tahap sistem pencitraan atau tahap transformasi dari citra tampak (foto, gambar, lukisan, dan lain-lain) menjadi citra digital, tahap ini bekerja dengan menerima sebagian dari intensitas cahaya yang dipantulkan oleh objek tadi.

Dalam sistem pencitraan terdapat sensor optik yang berguna dalam mendeteksi intensitas cahaya yang masuk ke dalam sistem. *Output* dari sensor ini berupa arus yang besarnya sebanding dengan intensitas cahaya yang mengenainya, kemudian arus tersebut dikonversi menjadi data digital yang kemudian dikirimkan ke unit pengolah lainnya dan menghasilkan citra digital (Sutoyo, dkk, 2009).



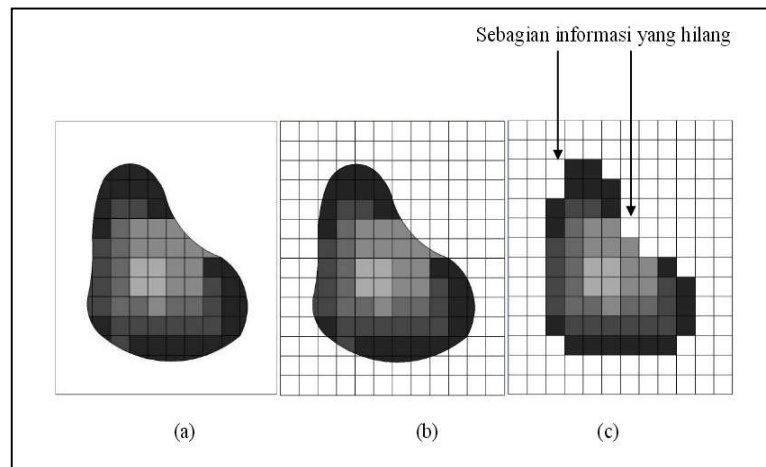
Gambar 2.1 Proses akuisisi citra (Gonzalez dan Woods, 1993)

2.2.2.2 *Sampling* dan Kuantisasi

Output dari kebanyakan sensor adalah bentuk gelombang tegangan yang kontinu dimana perilaku amplitudo dan spasial dihubungkan ke perwujudan fisik yang ditangkap. Untuk membuat citra digital, diperlukan peng-konversian data kontinu menjadi bentuk digital yaitu, dengan *sampling* dan kuantisasi. Pendigitasian nilai koordinat disebut *sampling* dan pendigitasian amplitudo disebut kuantisasi (Prasetyo, 2011).

Sampling merupakan transformasi citra kontinu menjadi citra digital dengan membagi citra analog menjadi M kolom dan N baris untuk menjadi citra diskrit. Semakin besar nilai M dan N , maka semakin halus citra digital yang dihasilkan, berarti resolusi citra semakin tinggi. (Sutoyo, dkk, 2009).

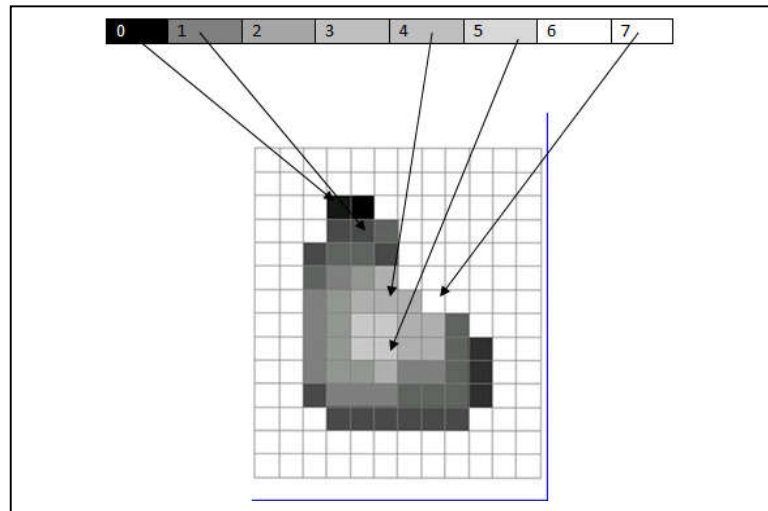
Berikut ini dapat dilihat pada gambar 2.2 yang menunjukkan gambar dari citra analog dan *sampling*.



Gambar 2.2 *Sampling* (Gonzalez and Woods, 1993)

Kuantisasi merupakan tahap transformasi intensitas analog yang bersifat kontinu ke daerah intensitas diskrit. Warna diperoleh dari besar kecilnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor dan skala intensitas cahaya di alam tidak terbatas, oleh karena itu harus dibuat gradasi warna sesuai kebutuhan. Misalnya, besarnya memori yang digunakan untuk menyimpan warna adalah 3 bit, maka gradasi warna citra analog hanya diwakili oleh gradasi warna 3 bit yang seharusnya citra analog tersebut mempunyai gradasi warna yang jumlahnya tidak terhingga, maka diperlukan proses kuantisasi untuk setiap piksel, dengan menyesuaikan warna dari tiap-tiap piksel terhadap gradasi warna yang disediakan oleh memori (Sutoyo, dkk, 2009).

Berikut ini dapat dilihat pada gambar 2.3 yang menunjukkan gambar dari tiap-tiap piksel yang dikuantisasi.



Gambar 2.3 Tiap-tiap piksel dikuantisasi (Sutoyo, dkk, 2009)

2.2.2 Citra Digital

Citra Digital merupakan citra yang bisa langsung diolah dan disimpan di komputer (Sutoyo, dkk, 2009). Dalam buku lain dijelaskan bahwa citra digital terdiri dari elemen gambar yang disebut piksel. Piksel adalah sampel terkecil dari suatu gambar (Jayaraman, *et al*, 2009). Pada buku pengolahan citra lainnya juga dijelaskan tentang citra digital (citra raster) yang merupakan representasi numerik dari citra dua dimensi. Nilai numerik yang direpresentasikan umumnya adalah nilai biner 8 bit, nilai biner disimpan pada elemen citra yang disebut sebagai piksel. Piksel disimpan pada memori komputer yang disebut map raster, yaitu array dua dimensi bertipe integer (Asmara, 2018).

Menurut Sutoyo dkk. (2009) sebuah citra digital dapat diwakili dengan sebuah matriks yang terdiri dari M kolom dan N baris, perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*picture element*) yang merupakan elemen terkecil dari sebuah citra. Piksel mempunyai 2 parameter yaitu koordinat (x, y) dan intensitas atau warna, nilai dari koordinat tersebut adalah $f(x, y)$ yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik itu. Representasi citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

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

Secara matematis citra digital dituliskan sebagai fungsi intensitas $f(x,y)$, (x) merupakan baris dan (y) merupakan kolom koordinat posisi dan $f(x,y)$ adalah nilai fungsi pada setiap titik (x,y) yang menyatakan besar intensitas citra atau tingkat keabuan atau warna dari piksel di titik tersebut. Pada proses digitalisasi (*sampling* dan kuantisasi) diperoleh besar baris M dan kolom N hingga citra membentuk matriks $M \times N$ dan jumlah tingkat keabuan piksel G . Biasanya besar M , N , dan G adalah perpangkatan dari dua.

$$M = 2^m \quad N = 2^n \quad G = 2^k \dots\dots\dots(2.2)$$

Dalam hal ini m , n , dan k adalah bilangan bulat positif. Jika b menyatakan jumlah bit yang diperlukan untuk menyimpan citra digital dalam memori, maka:

$$b = M \times N \times k \dots\dots\dots(2.3)$$

2.3 Jenis-Jenis Citra Digital

Citra digital merupakan citra yang dapat di proses dan disimpan langsung di komputer. Cara penyimpanannya ditentukan berdasarkan jenis citra digital yang digunakan. Jenis-jenis citra yang sering digunakan yaitu, citra warna (*true color*), citra *grayscale*, dan citra biner.

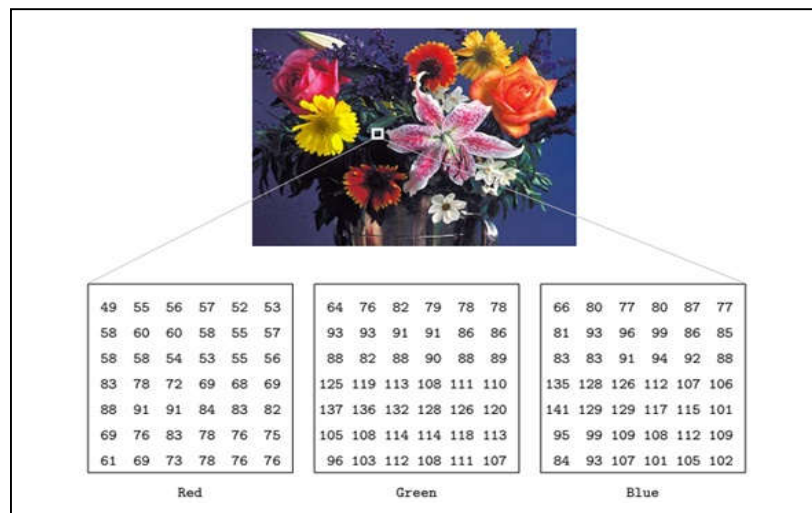
2.3.1 Citra Warna (*True Color*)

Untuk setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar RGB (*Red Green Blue*). Pada setiap warna menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 *byte*, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna dan setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 2^{24} = 16$ juta warna lebih, hal ini yang menyebabkan format ini dinamakan *true color*.

Pada penyimpanan citra *true color* memiliki memori berbeda dengan citra *grayscale*, pada setiap piksel dari citra *grayscale* 256 gradasi warna diwakili oleh

1 *byte*, sedangkan pada citra *true color* diwakili oleh 3 *byte* dimana setiap *byte* merepresentasikan warna merah (*Red*), warna hijau (*Green*), dan warna biru (*Blue*) (Sutoyo, dkk, 2009).

Berikut ini dapat dilihat pada gambar 2.4 yang menunjukkan gambar dari citra warna.

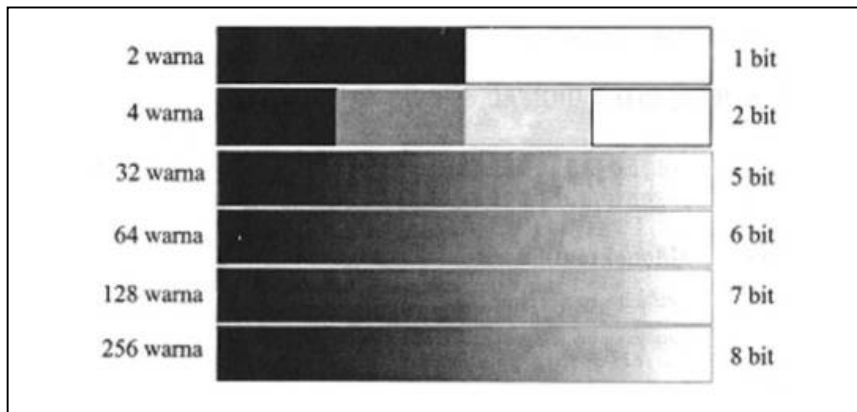


Gambar 2.4 Citra warna (*true color*) (Wahana Komputer, 2013)

2.3.2 Citra *Grayscale*

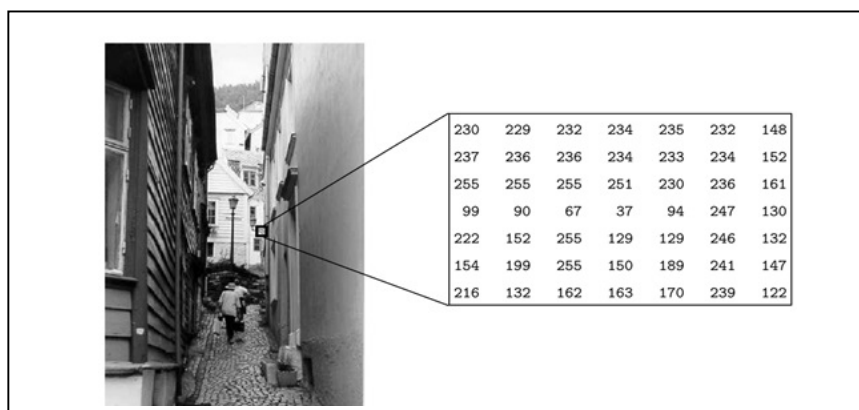
Citra *grayscale* merupakan citra yang masing-masing pikselnya berisi warna abu-abu dengan nilai normal antara 0 (hitam) sampai 255 (putih) yang artinya masing-masing piksel dapat direpresentasikan oleh nilai 8 bit atau 1 *byte* (Wahana Komputer, 2013). Banyaknya warna pada citra *grayscale* bergantung dari jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna. Dalam jurnal lain dijelaskan format pada citra *garayscale* disebut juga skala keabuan, yang pada umumnya warna dari citra *grayscale* tersebut berada pada warna hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya sehingga diantara warna hitam dan putih yaitu warna abu-abu (Sriani dan Ikhsan, 2016).

Gambar 2.5 menunjukkan gambar dari perbandingan gradasi warna serta jumlah bit-nya.



Gambar 2.5 Gradasi warna pada citra *grayscale* (Sumber: Sutoyo, dkk, 2009)

Citra *grayscale* dengan *range* 256 telah mencukupi untuk proses pengenalan kepada objek-objek yang bersifat natural. Gambar 2.6 citra *grayscale*.

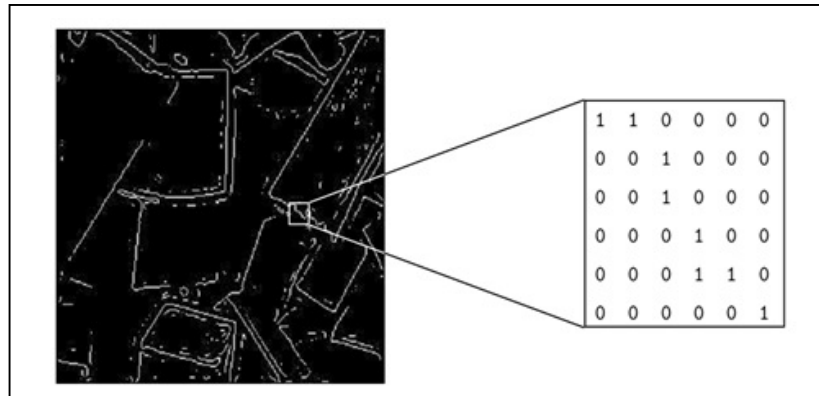


Gambar 2.6 Citra *grayscale* (Wahana Komputer, 2013)

2.3.3 Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang pikselnya hanya memiliki 2 warna saja yaitu hitam dan putih, dengan 2 nilai kemungkinan ini maka hanya diperlukan 1 bit per piksel. Citra biner sangat irit dalam hal penyimpanan. Citra ini direpresentasikan sebagai citra yang cocok digunakan untuk menggambarkan teks, sidik jari atau rencana arsitektural (Wahana Komputer). Dalam jurnal lain dijelaskan bahwa citra biner diperoleh dari proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya, dan warna setiap titik pada citra biner yaitu 0 dan 1. Nilai 0 diberikan untuk piksel yang derajat keabuannya lebih

kecil dari nilai batas yang ditentukan, dan piksel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas maka akan diubah menjadi nilai 1 (Sriani dan Ikhsan, 2016). Gambar 2.7 contoh dari citra biner.



Gambar 2.7 Citra biner (Wahana Komputer, 2013)

2.4 Format *File* Citra

2.4.1 Format *File* Citra Bitmap

Citra bitmap merupakan citra yang menyimpan data kode citra secara digital dan lengkap, yaitu penyimpanannya dengan cara per piksel. Format *file* citra jenis ini di representasikan dalam bentuk matriks dengan menggunakan bilangan biner atau juga dengan sistem bilangan lain. Pada tampilannya format *file* citra bitmap ini mampu menunjukkan kehalusan gradasi bayangan dan warna dari sebuah gambar (Sutoyo, dkk, 2009).

Sebuah citra memiliki ekstensi *file* dengan karakteristik yang berbeda-beda, beberapa diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. PNG merupakan format yang dirancang sebagai format citra yang universal untuk digunakan di internet, PNG mendukung 3 jenis citra yaitu, citra *grayscale*, citra warna (*true color*), dan citra terindeks. PNG menyimpan kanal *alpha* untuk transparansi dengan kedalaman dengan maksimum kedalaman 16 bit.
2. JPEG merupakan format citra yang berukuran *file* kecil namun tetap memiliki kualitas citra yang cukup bagus. Format ini bagus untuk citra fotografi, namun kurang baik pada citra non-fotografi, misalnya pada citra *artificial* yang

mengandung berbagai objek, sehingga sering muncul artifak pada bagian sisi-sisi objek tersebut.

3. JPEG-2000 dirancang untuk menutupi kekurangan dari format JPEG, yaitu dengan menggunakan blok yang lebih besar (64×64) piksel, dan dapat meningkatkan rasio pemampatan secara signifikan hingga 0,25 bit/piksel pada citra berwarna RGB. Namun JPEG-2000 didukung oleh sedikit aplikasi pengolahan citra.
4. TIFF sering digunakan untuk menyimpan data tanpa kompresi, ukuran filenya yang relatif besar tetapi juga memberikan kualitas yang maksimal.
5. Windows Bitmap (BMP) merupakan format yang sederhana yang mendukung citra grayscale, citra *true color*, dan citra terindeks. Ukuran *file*-nya yang relatif besar. Format ini biasanya didapatkan sebagai *file* mentah hasil akuisisi citra menggunakan kamera digital (Hidayatullah, 2017).

2.5 Pengolahan Citra Digital

Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) pengolahan merupakan suatu cara atau proses mengusahakan sesuatu supaya menjadi lain atau menjadi sempurna sedangkan citra dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) berarti rupa atau gambar, yang diperoleh menggunakan sistem visual. Pengolahan citra merupakan usaha untuk mengubah citra menjadi citra lain yang lebih sempurna sehingga *output* yang dihasilkan sesuai dengan keinginan (Sulistiyanti, dkk, 2016). Dalam penelitian lain juga dijelaskan pengolahan citra merupakan pemrosesan citra, dengan menggunakan komputer untuk dapat menghasilkan citra manipulasi citra sebelumnya, sehingga citra lebih mudah untuk diinterpretasikan dengan baik oleh manusia maupun mesin (Sriani, dkk, 2017).

Pengolahan pada citra digital merupakan suatu teknologi yang menerapkan sejumlah algoritma untuk memproses gambar. Hasil keluaran (*output*) dari proses ini yaitu berupa gambar atau sekumpulan karakteristik representatif dari gambar asli (Zhou, *et al*, 2010.). Aplikasi pengolahan citra digital pada umumnya dapat ditemukan di bidang robotik (*intelligent system*), bidang kedokteran, bidang

perfilman, bidang fotografi, bidang komunikasi, bidang keamanan data serta bidang-bidang lainnya (Sulistiyanti, dkk, 2016).

2.6 Restorasi Citra (*Image Restoration*)

Restorasi citra suatu proses yang berusaha merekonstruksi atau mengembalikan suatu citra yang mengalami degradasi, jadi restorasi citra digital merupakan suatu teknik yang memperhatikan bagaimana mengurangi perubahan bentuk dan penurunan kualitas citra yang diawali selama pembentukan citra tersebut (Gonzales dan Wood, 1993).

Teknik restorasi gambar bertujuan untuk membalikkan degradasi yang dialami oleh gambar untuk memulihkan gambar yang sebenarnya (Jayaraman, *et.all*, 2009). Kemudian dalam penelitian lain dijelaskan masalah utama yang dihadapi ketika melakukan proses restorasi citra yaitu menghilangkan noise gambar serta mempertahankan fitur utamanya (tepi, tekstur, warna, kontras, dan lain-lain) (Kaur & Singh 2014).

2.7 Noise

Noise merupakan komponen di citra yang tidak dikehendaki. *Noise* ini disebabkan karena karakteristik dari derajat keabuan (*gray-level*) atau karena adanya variabel acak yang terjadi karena karakteristik Fungsi Probabilitas Kepadatan (*Probability Density Function (PDF)*). Beberapa jenis *noise* yaitu, *Noise Gaussian*, *Noise Rayleigh*, *Noise Erlang (Gamma)*, *Exponential Noise*, *Noise Uniform*, dan *Noise Salt & Paper* (Sutoyo, dkk, 2009).

2.7.1 Exponential Noise

Exponential Noise merupakan jenis *noise* atau derau yang dihasilkan oleh pencitraan laser dalam proses pengambilan gambar 3D, derau ini terkadang juga memengaruhi gambar 3D tersebut (Kaur & Singh, 2014). Dalam penelitian lain juga dijelaskan bahwa *noise* atau derau ini juga terjadi karena adanya efek pencahayaan yang tidak merata maupun kontras citra yang terlalu rendah ataupun

terlalu tinggi (Nanda, 2014). PDF (*Probability Density Function*) dari *Exponential Noise* adalah sebagai berikut:

$$p(z) = \begin{cases} ae^{-az} & \text{untuk } z \geq 0 \\ 0 & \text{untuk } z < 0 \end{cases} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana $a > 0$, sedangkan rata-ratanya dan variansnya adalah:

$$\mu = \frac{1}{a} \text{ dan } \sigma^2 = \frac{1}{a^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Pembangkit *Noise Eksponensial*

$$\frac{-1}{a} \times \log(1 - \text{rand}) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

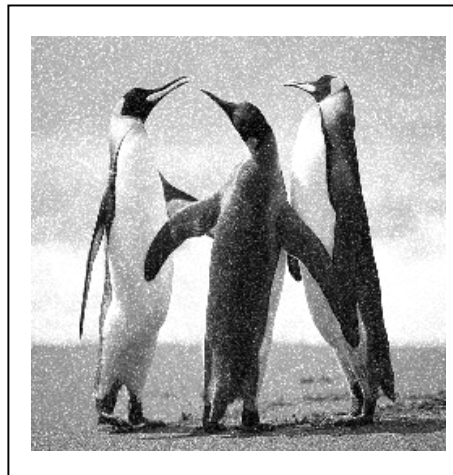
rand = bilangan random

Citra asli sebelum terkena *Exponential Noise* dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini:



Gambar 2.8 Citra asli sebelum terkena *Exponential Noise*

Gambar citra dengan *Exponential Noise* dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini:



Gambar 2.9 Citra dengan *Exponential Noise*

2.8 Reduksi *Noise* dengan *Mean Filter*

Beberapa teknik untuk reduksi *noise* dengan *Mean Filter* dua diantaranya yaitu, *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* (Sutoyo, dkk, 2009).

2.8.1 *Contraharmonic Mean Filter*

Contraharmonic Mean Filter menghasilkan sebuah perbaikan citra berdasarkan persamaan berikut:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t)} s_{xy} g(s,t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t)} g(s,t)^Q} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- $g(s, t)^{Q+1}$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses dengan $Q+1$
- i. $g(s, t)^Q$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses dengan Q

Dimana Q disebut order dari *filter*. *Filter* ini cocok untuk mengurangi atau secara virtual mengeleminasi efek *noise salt-and-pepper*. Untuk nilai Q positif, *filter* mengeleminasi *noise pepper* dan untuk Q negatif *filter* ini mengeleminasi *noise salt*, tetapi tidak dapat dilakukan secara bersama (Sutoyo, dkk, 2009). Contoh dari perhitungan menggunakan *Contraharmonic Mean Filter*, misalnya

S_{xy} adalah *subimage* dari sebuah citra dengan ukuran 3×3 yang memiliki nilai intensitas sebagai berikut:

6	6	5
4	3	7
6	2	8

Gambar 2.10 Nilai piksel awal

Bila nilai $Q = 1$, maka

$$\hat{f}(x, y) = \frac{(6^2+6^2+5^2+4^2+3^2+7^2+6^2+2^2+8^2)}{(6^1+6^1+5^1+4^1+3^1+7^1+6^1+2^1+8^1)} = 5,8510 \approx 6$$

Sehingga bagian dari citra ini berubah menjadi:

6	6	5
4	6	7
6	2	8

Gambar 2.11 Nilai piksel hasil *filtering*

Dalam hal ini ditinjau hanya titik pusat S_{xy} yang sebelumnya nilainya 3, berdasarkan hasil perhitungan $\hat{f}(x, y)$, diganti menjadi 6.

2.8.2 Arithmetic Mean Filter

Metode ini merupakan metode yang mudah dari *Mean Filter*. Pada *filter* ini perhitungan yang dilakukan dengan cara menghitung rata-rata nilai pada jendela berukuran $m \times n$ dan hasilnya digunakan sebagai nilai piksel pada citra keluaran (Kadir dan Susanto, 2013).

Arithmetic Mean Filter dimulai dengan menghitung nilai rata-rata dari intensitas piksel citra yang rusak atau yang terkena *noise*, kemudian nilai piksel pada citra yang terkena *noise* digantikan dengan hasil dari nilai rata-rata tersebut.

Nilai citra $\hat{f}(x, y)$ yang diperbaiki pada tiap titik (x, y) hanya dihitung dengan menggunakan piksel dalam daerah yang didefinisikan oleh S_{xy} . Jika g menyatakan citra yang terkena *noise* atau derau dan \hat{f} yaitu citra yang deraunya dihilangkan, hubungan kedua fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t) \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- $m \times n$ adalah baris (m) dan kolom (n) dari *Subimage* atau kernel pada citra
- $g(s, t)$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses

Arithmetic Mean Filter dapat diimplementasikan dengan menggunakan konvolusi (Sutoyo, dkk, 2009). Contoh perhitungan digital dari *Arithmetic Mean Filter*, diketahui S_{xy} adalah *subimage* dari sebuah citra dan S_{xy} berukuran 3×3 dengan nilai intensitas sebagai berikut:

6	6	5
4	3	7
6	2	8

Gambar 2.12 Nilai piksel awal

$$\text{Maka } \hat{f}(x, y) = \frac{1}{3 \times 3} (6 + 6 + 5 + 4 + 3 + 7 + 6 + 2 + 8) = \frac{47}{9} = 5,222 \approx 5$$

Sehingga bagian citra ini berubah menjadi:

6	6	5
4	5	7
6	2	8

Gambar 2.13 Nilai piksel hasil *filtering*

Dalam hal ini yang ditinjau hanyalah titik pusat S_{xy} saja yang semula nilainya 3, dan setelah melakukan perhitungan nilainya menjadi 5.

2.9 MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*)

MSE (*Mean Square Error*) merupakan alat ukur kuantitatif yang bisa digunakan untuk mengukur kinerja prosedur perbaikan citra. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i,j) - f_b(i,j))^2 \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

M dan N yaitu ukuran panjang dan lebar citra

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

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

Nilai MSE menyatakan bahwa semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan (Sutoyo, dkk, 2009).

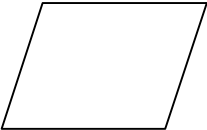
PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) merupakan nilai perbandingan maksimum warna pada citra hasil *filtering* dengan kuantitas gangguan *noise* yang dinyatakan dalam satuan decibel (db), nilai PSNR besar maka, kualitas citra yang dihasilkan baik (Sutoyo dkk, 2009). Persamaan pisa PSNR sebagai berikut:

$$PSNR = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \dots\dots\dots(2.10)$$

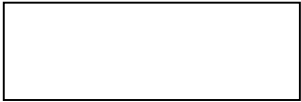
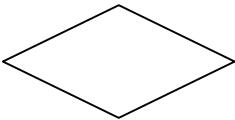
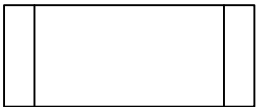
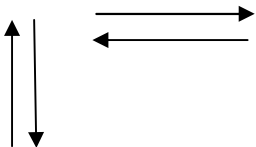
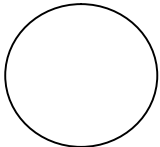
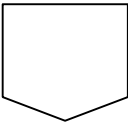


2.10 Flowchart

Flowchart (diagram alir) disebut juga sebagai grafik dari langkah-langkah pemecahan masalah yang harus diikuti oleh pemroses. *Flowchart* memiliki jenis-jenis simbol yang memiliki fungsi tertentu, *flowchart* diawali dengan penerimaan masukan (*input*), pemrosesan masukan, dan diakhiri dengan menampilkan hasilnya (*output*) (Jogiyanto, 2007). Adapun defenisi lainnya *Flowchart* adalah untaian simbol gambar (*chart*) yang menunjukkan aliran (*flow*) dari proses terhadap data (Septiadi, 2016).

Tabel 2.1 Simbol-simbol *flowchart* (Jogiyanto, 2007)

Simbol	Arti	Kegunaan
	<i>Input/Output</i>	Simbol <i>input/output</i> digunakan untuk mewakili data <i>input/output</i>

Tabel 2.1 Lanjutan

	Proses	Simbol proses digunakan untuk mewakili suatu proses, data yang dimasukkan kemudian diproses untuk mendapatkan jawaban atas permasalahan
	Keputusan	Simbol keputusan (<i>decision symbol</i>) digunakan untuk suatu penyeleksian kondisi di dalam program.
	Proses Terdefenisi	Simbol ini digunakan untuk menunjukkan suatu operasi yang rinciannya ditujukan di tempat lain
	Garis Alir	Simbol garis alir (<i>flow lines</i>) digunakan untuk menunjukkan arus dari proses
	Penghubung	Simbol penghubung (<i>connector symbol</i>) digunakan untuk menunjukkan sambungan dari bagan alir yang terputus di halaman yang masih sama.
	Penghubung	Simbol penghubung (<i>connector symbol</i>) digunakan untuk menunjukkan sambungan bagan alir yang terputus di halaman lain.
	Persiapan	Simbol persiapan (<i>preparation symbol</i>) digunakan untuk memberi nilai awal suatu besaran.
	Terminator	Simbol titik terminal (<i>terminal point symbol</i>) digunakan untuk menandakan titik awal dan titik akhir dari suatu proses.

2.11 MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis data, melakukan *prototyping* matematis dan mem-

visualisasikan *tools* dengan dukungan operasi matriks, serta kemampuan grafis yang bagus dan bahasa pemrograman tingkat tinggi. MATLAB memiliki *toolbox* yang lengkap dan fasilitas matematis yang memadai, dan juga MATLAB memiliki dokumentasi berisikan deskripsi dari fungsi utama MATLAB, kode sampel, demo, dan bantuan-bantuan yang bersifat umum.

MATLAB bagian dari sebuah lingkungan komputasi numerikal yang dikembangkan oleh The MathWorks. Dengan menggunakan MATLAB dapat membuat manipulasi matriks, implementasi algoritma dan hal lainnya. Tipe data dasar MATLAB yaitu matriks (array) (Wahana Komputer, 2013).

MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pem-plotan fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna (Ariyanto, dkk, 2011). Dalam buku lain juga dijelaskan MATLAB merupakan suatu program komputer yang bisa membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang kerap ditemui dalam bidang teknis (Widiarsono, 2005).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan April 2019 – Agustus 2019.

Tabel 3.1 Waktu dan jadwal penelitian

No	Waktu	Jadwal Penelitian				
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Perencanaan					
2	Pengumpulan Data					
3	Analisis dan Perancangan Sistem					
4	Pengujian Sistem					

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan penulis yaitu, citra *grayscale* dengan format .bmp, dan alat yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang telah penulis tentukan.

3.2.1 Perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Processor Intel(R) 2 Core(s)
2. Hardisk 500 GB
3. RAM 2 GB

3.2.2 Perangkat Lunak

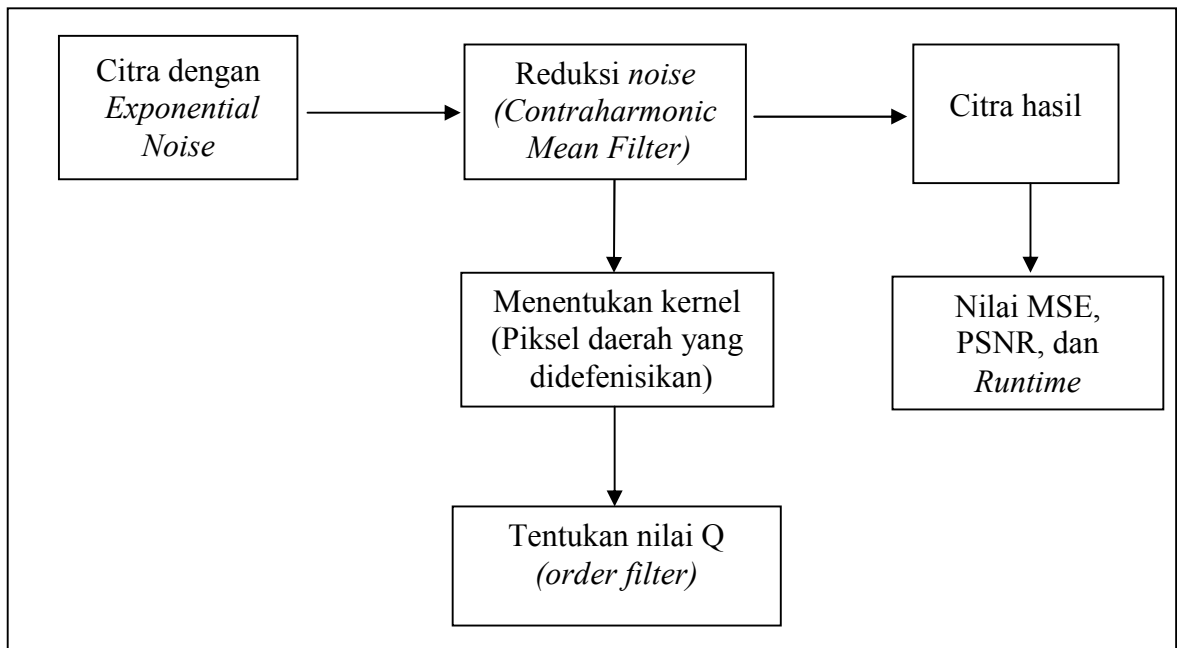
Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Operating System* Microsoft Windows 7 Ultimate.
2. MATLAB.

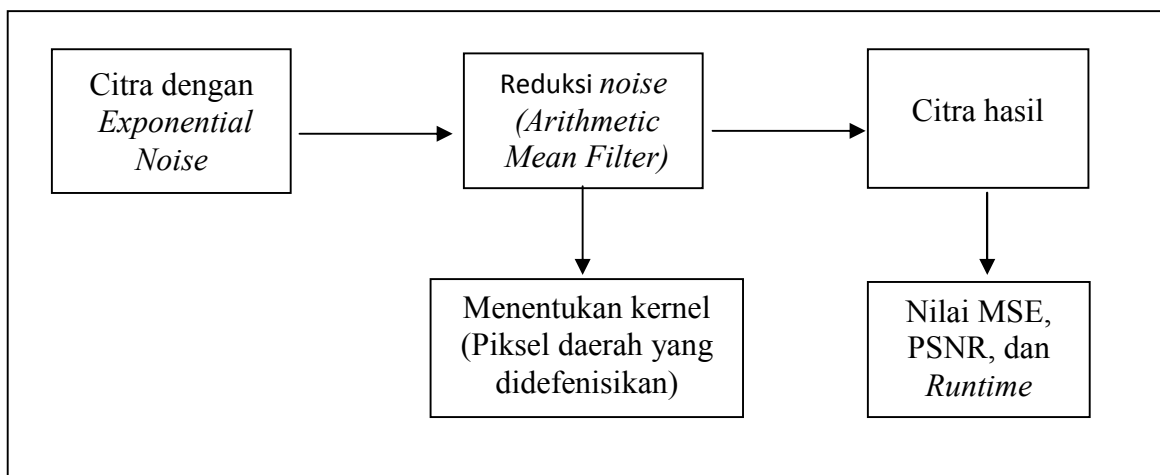
3.3 Cara Kerja

3.3.1 Perencanaan

Adapun diagram perencanaan dalam algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram perencanaan algoritma *Contraharmonic Mean Filter*



Gambar 3.2 Diagram perencanaan algoritma *Arithmetic Mean Filter*

Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi *Exponential Noise* pada citra digital, dalam penelitian ini yang diperlukan yaitu citra *grayscale* dengan format .bmp, yang diberikan *Exponential Noise* dengan presentasi *noise* 1% sampai 50% yang kemudian akan dilakukan proses reduksi dengan menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*. Pada algoritma *Contraharmonic Mean Filter*, untuk melakukan proses reduksi *noise* terlebih dahulu dilakukan proses *input* kernel dan *input* nilai *order filter* (Q), dan setelah itu didapatkan hasil dari reduksi *noise*. Pada algoritma *Arithmetic Mean Filter*, untuk melakukan proses reduksi *noise* terlebih dahulu dilakukan proses *input* kernel, dan setelah itu didapatkan hasil dari reduksi *noise*.

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari informasi dan pengetahuan yang bersumber dari buku, literatur, jurnal ilmiah dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian khususnya tentang *Exponential Noise*, *Contraharmonic Mean Filter*, dan *Arithmetic Mean Filter*.
2. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil *sample* dari 5 citra *grayscale* berformat .bmp sebagai citra uji.

3.3.3 Analisa Kebutuhan

Sebelum menuju tahap perancangan, hal yang dilakukan yaitu menganalisis kebutuhan. Analisis ini dibutuhkan untuk menentukan perangkat lunak seperti apa yang akan dihasilkan. Analisis kebutuhan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.3.1 Metode Analisis

Aplikasi untuk mereduksi *Exponential Noise* ini dirancang dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*. Untuk

melihat proses aplikasi yang mencakup *input* dan *output* dinyatakan dengan menggunakan diagram alir (*flowchart*).

3.3.3.2 Hasil Analisis

Dari data yang diperoleh setelah dilakukan proses analisis yang terdiri dari kebutuhan proses, kebutuhan *input*, dan kebutuhan keluaran (*output*), yaitu adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan Proses, kebutuhan proses dalam mereduksi *Exponential Noise* antara lain:
 - a. Proses dalam menyediakan citra *grayscale* dengan format *.bmp* dan sebagai citra uji.
 - b. Proses menentukan range noise dalam citra yaitu antara 1% - 50%.
 - c. Proses menentukan nilai *Q* (*order filter*) khusus untuk algoritma *Contraharmonic Mean Filter*.
 - d. Proses menentukan kernel untuk proses *filtering*.
2. Analisis Kebutuhan Masukan, *input* atau masukan dalam aplikasi mereduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* yaitu sebagai berikut:
 - a. Data citra yang diinputkan langsung oleh pengguna dengan ketentuan citra *grayscale* dengan format *.bmp* sebagai citra uji.
 - b. Melakukan proses *input noise* dalam citra yaitu dengan *range* antara 1% - 50%.
 - c. Melakukan *input kernel* yang terdiri dari kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7.
 - d. Khusus untuk *filter Contraharmonic Mean Filter* *input* nilai *Q* (*order filter*) dengan ketentuan $-1 \leq Q \leq 1$.
3. Analisa Kebutuhan Keluaran, data keluaran yang diperoleh dari proses aplikasi mereduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* adalah diperolehnya hasil citra yang telah tereduksi dan perbandingan dari kedua algoritma yang ditentukan berdasarkan nilai dari MSE, PSNR, dan *Runtime*.

3.3.3.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak, digunakan untuk merancang sistem yang akan dibuat, menguji kinerja sistem serta menerapkan sistem yang akan dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, *operating system* Microsoft Windows 7 Ultimate, *tools* MATLAB.

3.3.3.4 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan akan perangkat keras digunakan untuk mendukung kinerja sistem yang akan dibuat. Perangkat keras yang digunakan berupa laptop Lenovo Processor Intel(R) 2 Core(s), dan RAM 2 GB.

3.3.3.5 Kebutuhan User (Pengguna)

Sistem ini dibangun untuk dapat digunakan oleh *user* dalam melakukan proses reduksi *Exponential Noise* dengan menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* pada citra digital. Sistem yang dibuat akan mudah digunakan, dan hasil *filter*-nya dapat langsung disimpan oleh *user*, serta sistem yang akan dibangun ini akan menambah teori pengetahuan *user* dalam bidang pengolahan citra khususnya restorasi citra.

3.3.4 Perancangan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk reduksi *Exponential Noise*, maka perancangan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *flowchart* reduksi *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*..
2. Perancangan antarmuka

3.3.5 Pengujian

Pengujian sistem akan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perbandingan kedua metode tersebut dalam mereduksi *noise* pada jenis *Exponential Noise*. Pengujian dilakukan pada citra *grayscale* dengan format *.bmp*. Dalam proses *filter* digunakan tiga buah kernel yaitu 3×3 , 5×5 , dan 7×7 pada proses *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dan pada proses *Contraharmonic Mean Filter* input nilai $-1 \leq Q \leq 1$. Citra hasil *filter* akan disimpan dengan format *file .bmp*.

3.3.6 Penerapan/Penggunaan

Penggunaan sistem ini dimulai dengan melakukan penginputan citra. Langkah selanjutnya menambahkan *Noise Eksponensial* pada citra dengan probabilitas *noise* antara 1% - 50%. Setelah didapatkan citra yang sudah memiliki *Exponential Noise*, lakukan proses *filter* dengan menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*. Maka dapat dilihat hasil *filter* yang lebih baik untuk mereduksi *Exponential Noise* pada citra tersebut.

Tujuan dibuatnya sistem ini adalah untuk melakukan reduksi *noise* terhadap jenis *Exponential Noise* dengan menggunakan algoritma *filter* *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

4.1.1 Analisis Data

Tahapan analisis data dimaksudkan untuk melakukan analisis terhadap data-data yang telah diperoleh yang selanjutnya akan dilakukan penambahan *Exponential Noise* dan kemudian melakukan proses *filtering* pada data yang diperoleh dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*. Adapun beberapa tahapan dalam mengolah data yang diperoleh antara lain sebagai berikut:

1. Menyediakan citra uji berupa citra *grayscale* dengan format *.bmp* sebagai data untuk pengujian.
2. Menambahkan *Exponential Noise* pada citra dengan range noise antara 1% - 50%.
3. Menerapkan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk mereduksi *Exponential Noise* pada citra.
4. Mengukur hasil *filtering* citra dengan menggunakan MSE (*Mean Square Error*), PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*), dan *Runtime* untuk mengetahui algoritma mana yang lebih baik dalam mereduksi *Exponential Noise* pada citra yang diuji.

4.1.2 Representasi Data

Data yang digunakan sebagai citra uji yaitu berupa citra *grayscale* dengan format *.bmp* yang akan diberi *Exponential Noise* dengan range antara 1% - 50%, tetapi untuk melakukan pengujian *sample* terhadap data yang digunakan penulis hanya mengambil *sample* citra *grayscale* ukuran 8 x 8 piksel. Gambar 4.1 merupakan *sample* nilai intensitas piksel citra *grayscale* ukuran 8 x 8 piksel.

250	251	251	251	251	252	251	251
250	169	115	231	251	250	251	251
112	125	135	179	81	217	124	251
84	48	52	105	82	187	153	210
45	44	65	120	104	184	223	234
35	31	42	75	145	195	204	228
28	23	23	97	136	181	220	223
32	17	32	144	135	103	217	170

Gambar 4.1 *Sample* citra berukuran 8 x 8

Sample citra tersebut merupakan citra yang memiliki nilai citra dalam bentuk *grayscale* yang memiliki rentang warna 0 – 255. *Sample* citra tersebut terdiri dari 8 baris dan 8 kolom yang akan digunakan untuk melakukan proses penerapan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk reduksi *Exponential Noise*.

4.1.3 Hasil Analisis Data

Pada proses implementasi penggunaan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam proses reduksi *Exponential Noise* ial pada citra digital, digunakan *sample* citra *grayscale* 8 x 8 piksel, dari *sample* citra tersebut maka dilakukan proses reduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* sebagai berikut:

250	251	251	251	251	252	251	251
250	169	115	231	251	250	251	251
112	125	135	179	81	217	124	251
84	48	52	105	82	187	153	210
45	44	65	120	104	184	223	234
35	31	42	75	145	195	204	228
28	23	23	97	136	181	220	223
32	17	32	144	135	103	217	170

Gambar 4.2 *Sample* citra asli ukuran 8 x 8 dalam bentuk matriks

1. Input Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* ukuran 8 x 8 piksel dengan kedalaman warna 8 bit pada rentang warna 0 - 255.

2. Penambahan *Exponential Noise* dengan probabilitas *noise* antara 1% - 50% untuk *sample* citra yang digunakan yaitu probabilitas *noise* 5%. Adapun rumus untuk membangkitkan *Exponential Noise* sebagai berikut:

$$\frac{-1}{a} \times \log (1 - rand) \dots \dots \dots (4.1)$$

Setiap nilai intensitas warna pada citra diubah dengan menggunakan rumus pembangkit *Exponential Noise*. Pada proses pembangkit *Exponential Noise* terdapat fungsi *rand*, disini *rand* berfungsi untuk melakukan pembangkitan bilangan *random* yang tersebar dengan rentang 0 sampai 1.

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.3 Citra dengan 5% *Exponential Noise*

3. Proses *filtering* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter*. Berikut ini merupakan cara kerja dari reduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter*:

Rumus *Contraharmonic Mean Filter*:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s,t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s,t)^Q} \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan:

- $g(s, t)^{Q+1}$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses dengan $Q+1$
- $g(s, t)^Q$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses dengan Q

Perhitungan reduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dengan kernel 3 x 3 dan nilai $Q = 1$:

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.4 Nilai intensitas warna citra dengan 5% *Exponential Noise* yang akan direduksi dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter*

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

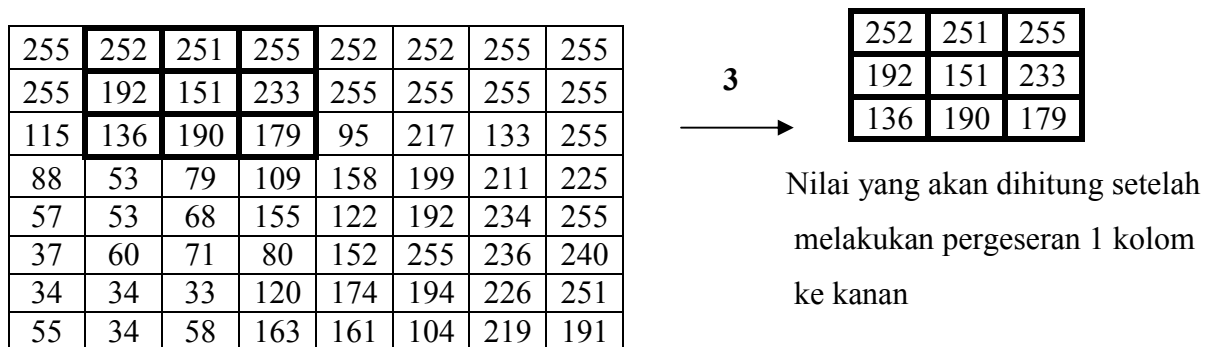
1
→

255	252	251
255	192	151
115	136	190

Pada tabel di atas merupakan nilai yang akan dihitung, karena pada proses ini melakukan pemfilteran

2
↓

Setelah selesai perhitungan maka, lakukan perhitungan berikutnya dengan menggeser 1 kolom ke samping kanan



Gambar 4.5 Contoh proses perhitungan pengambilan nilai intensitas warna yang akan dihitung dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter*

Dalam proses perhitungan pada algoritma *Contraharmonic Mean Filter*, citra ukuran 8 x 8 piksel akan mengalami perhitungan sebanyak 36 kali perhitungan dan pergeseran.

Perhitungan 1:

255	252	251
255	192	151
115	136	190

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 252^2 + 251^2 + 255^2 + 192^2 + 151^2 + 115^2 + 136^2 + 190^2}{255^1 + 252^1 + 251^1 + 255^1 + 192^1 + 151^1 + 115^1 + 136^1 + 190^1} = 213,7$$

$$\approx 214$$

255	252	251
255	214	151
115	136	190

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 2:

252	251	255
192	151	233
136	190	179

Nilai awal citra

$$\frac{252^2 + 251^2 + 255^2 + 192^2 + 151^2 + 233^2 + 136^2 + 190^2 + 179^2}{252^1 + 251^1 + 255^1 + 192^1 + 151^1 + 233^1 + 136^1 + 190^1 + 179^1} = 213,2$$

$$\approx 213$$

252	251	255
192	213	233
136	190	179

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 3:

251	255	252
151	233	255
190	179	95

Nilai awal citra

$$\frac{251^2 + 255^2 + 252^2 + 151^2 + 233^2 + 255^2 + 190^2 + 179^2 + 95^2}{251^1 + 255^1 + 252^1 + 151^1 + 233^1 + 255^1 + 190^1 + 179^1 + 95^1} = 220,7$$

$$\approx 221$$

251	255	252
151	221	255
190	179	95

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 4:

255	252	252
233	255	255
179	95	217

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 252^2 + 252^2 + 233^2 + 255^2 + 255^2 + 179^2 + 95^2 + 217^2}{255^1 + 252^1 + 252^1 + 233^1 + 255^1 + 255^1 + 179^1 + 95^1 + 217^1} = 233,07$$

$$\approx 233$$

255	252	252
233	233	255
179	95	217

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 5:

252	252	255
255	255	255
95	217	133

Nilai awal citra

$$\frac{252^2 + 252^2 + 255^2 + 255^2 + 255^2 + 255^2 + 95^2 + 217^2 + 133^2}{252^1 + 252^1 + 255^1 + 255^1 + 255^1 + 255^1 + 95^1 + 217^1 + 133^1} = 234,08$$

$$\approx 234$$

252	252	255
255	234	255
95	217	133

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 6:

252	255	255
255	255	255
217	133	255

Nilai awal citra

$$\frac{252^2 + 255^2 + 255^2 + 255^2 + 255^2 + 255^2 + 217^2 + 133^2 + 255^2}{252^1 + 255^1 + 255^1 + 255^1 + 255^1 + 255^1 + 217^1 + 133^1 + 255^1} = 243,16$$

$$\approx 243$$

252	255	255
255	243	255
217	133	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 7:

255	192	151
115	136	190
88	53	79

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 192^2 + 151^2 + 115^2 + 136^2 + 190^2 + 88^2 + 53^2 + 79^2}{255^1 + 192^1 + 151^1 + 115^1 + 136^1 + 190^1 + 88^1 + 53^1 + 79^1} = 166,24$$

$$\approx 166$$

255	192	151
115	166	190
88	53	79

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 8:

192	151	233
136	190	179
53	79	109

Nilai awal citra

$$\frac{192^2 + 151^2 + 233^2 + 136^2 + 190^2 + 179^2 + 53^2 + 79^2 + 109^2}{192^1 + 151^1 + 233^1 + 136^1 + 190^1 + 179^1 + 53^1 + 79^1 + 109^1} = 167,56$$

$$\approx 168$$

192	151	233
136	168	179
53	79	109

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 9:

151	233	255
190	179	95
79	109	158

Nilai awal citra

$$\frac{151^2 + 233^2 + 255^2 + 190^2 + 179^2 + 95^2 + 79^2 + 109^2 + 158^2}{151^1 + 233^1 + 255^1 + 190^1 + 179^1 + 95^1 + 79^1 + 109^1 + 158^1} = 181,06$$

$$\approx 181$$

151	233	255
190	181	95
79	109	158

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 10:

233	255	255
179	95	217
109	158	199

Nilai awal citra

$$\frac{233^2 + 255^2 + 255^2 + 179^2 + 95^2 + 217^2 + 109^2 + 158^2 + 199^2}{233^1 + 255^1 + 255^1 + 179^1 + 95^1 + 217^1 + 109^1 + 158^1 + 199^1} = 205,25$$

$$\approx 205$$

233	255	255
179	205	217
109	158	199

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 11:

255	255	255
95	217	133
158	199	211

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 255^2 + 255^2 + 95^2 + 217^2 + 133^2 + 158^2 + 199^2 + 211^2}{255^1 + 255^1 + 255^1 + 95^1 + 217^1 + 133^1 + 158^1 + 199^1 + 211^1} = 212,57$$

$$\approx 213$$

255	255	255
95	213	133
158	199	211

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 12:

255	255	255
217	133	255
199	211	225

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 255^2 + 255^2 + 217^2 + 133^2 + 255^2 + 199^2 + 211^2 + 225^2}{255^1 + 255^1 + 255^1 + 217^1 + 133^1 + 255^1 + 199^1 + 211^1 + 225^1} = 229,23$$

$$\approx 229$$

255	255	255
217	229	255
199	211	225

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 13:

115	136	190
88	53	79
57	53	68

Nilai awal citra

$$\frac{115^2 + 136^2 + 190^2 + 88^2 + 53^2 + 79^2 + 57^2 + 53^2 + 68^2}{115^1 + 136^1 + 190^1 + 88^1 + 53^1 + 79^1 + 57^1 + 53^1 + 68^1} = 113,58 \approx 114$$

115	136	190
88	114	79
57	53	68

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 14:

136	190	179
53	79	109
53	68	155

Nilai awal citra

$$\frac{136^2 + 190^2 + 179^2 + 53^2 + 79^2 + 109^2 + 53^2 + 68^2 + 155^2}{136^1 + 190^1 + 179^1 + 53^1 + 79^1 + 109^1 + 53^1 + 68^1 + 155^1} = 136,03$$

$$\approx 136$$

136	190	179
53	136	109
53	68	155

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 15:

190	179	95
79	109	158
68	155	122

Nilai awal citra

$$\frac{190^2 + 179^2 + 95^2 + 79^2 + 109^2 + 158^2 + 68^2 + 155^2 + 122^2}{190^1 + 179^1 + 95^1 + 79^1 + 109^1 + 158^1 + 68^1 + 155^1 + 122^1} = 141,805$$

$$\approx 142$$

190	179	95
79	142	158
68	155	122

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 16:

179	95	217
109	158	199
155	122	192

Nilai awal citra

$$\frac{179^2 + 95^2 + 217^2 + 109^2 + 158^2 + 199^2 + 155^2 + 122^2 + 192^2}{179^1 + 95^1 + 217^1 + 109^1 + 158^1 + 199^1 + 155^1 + 122^1 + 192^1} = 168,56$$

$$\approx 169$$

179	95	217
109	169	199
155	122	192

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitung 17:

95	217	133
158	199	211
122	192	234

Nilai awal citra

$$\frac{95^2 + 217^2 + 133^2 + 158^2 + 199^2 + 211^2 + 122^2 + 192^2 + 234^2}{95^1 + 217^1 + 133^1 + 158^1 + 199^1 + 211^1 + 122^1 + 192^1 + 234^1} = 185,38$$

$$\approx 185$$

95	217	133
158	185	211
122	192	234

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 18:

217	133	255
199	211	225
192	234	255

Nilai awal citra

$$\frac{217^2 + 133^2 + 255^2 + 199^2 + 211^2 + 225^2 + 192^2 + 234^2 + 255^2}{217^1 + 133^1 + 255^1 + 199^1 + 211^1 + 225^1 + 192^1 + 234^1 + 255^1} = 219,25$$

$$\approx 219$$

217	133	255
199	219	225
192	234	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 19:

88	53	79
57	53	68
37	60	71

Nilai awal citra

$$\frac{88^2 + 53^2 + 79^2 + 57^2 + 53^2 + 68^2 + 37^2 + 60^2 + 71^2}{88^1 + 53^1 + 79^1 + 57^1 + 53^1 + 68^1 + 37^1 + 60^1 + 71^1} = 66,22 \approx 66$$

88	53	79
57	66	68
37	60	71

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 20:

53	79	109
53	68	155
60	71	80

Nilai awal citra

$$\frac{53^2 + 79^2 + 109^2 + 53^2 + 68^2 + 155^2 + 60^2 + 71^2 + 80^2}{53^1 + 79^1 + 109^1 + 53^1 + 68^1 + 155^1 + 60^1 + 71^1 + 80^1} = 92,62 \approx 93$$

53	79	109
53	93	155
60	71	80

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 21:

79	109	158
68	155	122
71	80	152

Nilai awal citra

$$\frac{79^2 + 109^2 + 158^2 + 68^2 + 155^2 + 122^2 + 71^2 + 80^2 + 152^2}{79^1 + 109^1 + 158^1 + 68^1 + 155^1 + 122^1 + 71^1 + 80^1 + 152^1} = 121,89$$

$$\approx 122$$

79	109	158
68	122	122
71	80	152

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 22:

109	158	199
155	122	192
80	152	255

Nilai awal citra

$$\frac{109^2 + 158^2 + 199^2 + 155^2 + 122^2 + 192^2 + 80^2 + 152^2 + 255^2}{109^1 + 158^1 + 199^1 + 155^1 + 122^1 + 192^1 + 80^1 + 152^1 + 255^1} = 173,52$$

$$\approx 174$$

109	158	199
155	174	192
80	152	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 23:

158	199	211
122	192	234
152	255	236

Nilai awal citra

$$\frac{158^2 + 199^2 + 211^2 + 122^2 + 192^2 + 234^2 + 152^2 + 255^2 + 236^2}{158^1 + 199^1 + 211^1 + 122^1 + 192^1 + 234^1 + 152^1 + 255^1 + 236^1} = 204,32$$

$$\approx 204$$

158	199	211
122	204	234
152	255	236

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 24:

199	211	225
192	234	255
255	236	240

Nilai awal citra

$$\frac{199^2 + 211^2 + 225^2 + 192^2 + 234^2 + 255^2 + 255^2 + 236^2 + 240^2}{199^1 + 211^1 + 225^1 + 192^1 + 234^1 + 255^1 + 255^1 + 236^1 + 240^1} = 229,46$$

$$\approx 229$$

199	211	225
192	229	255
255	236	240

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 25

57	53	68
37	60	71
34	34	33

Nilai awal citra

$$\frac{57^2 + 53^2 + 68^2 + 37^2 + 60^2 + 71^2 + 34^2 + 34^2 + 33^2}{57^1 + 53^1 + 68^1 + 37^1 + 60^1 + 71^1 + 34^1 + 34^1 + 33^1} = 53,89 \approx 54$$

57	53	68
37	54	71
34	34	33

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 26:

53	68	155
60	71	80
34	33	120

Nilai awal citra

$$\frac{53^2 + 68^2 + 155^2 + 60^2 + 71^2 + 80^2 + 34^2 + 33^2 + 120^2}{53^1 + 68^1 + 155^1 + 60^1 + 71^1 + 80^1 + 34^1 + 33^1 + 120^1} = 93,68 \approx 94$$

53	68	155
60	94	80
34	33	120

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 27:

68	155	122
71	80	152
33	120	174

Nilai awal citra

$$\frac{68^2 + 155^2 + 122^2 + 71^2 + 80^2 + 152^2 + 33^2 + 120^2 + 174^2}{68^1 + 155^1 + 122^1 + 71^1 + 80^1 + 152^1 + 33^1 + 120^1 + 174^1} = 127,01$$

$$\approx 127$$

68	155	122
71	127	152
33	120	174

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 28:

155	122	192
80	152	255
120	174	194

Nilai awal citra

$$\frac{155^2 + 122^2 + 192^2 + 80^2 + 152^2 + 255^2 + 120^2 + 174^2 + 194^2}{155^1 + 122^1 + 192^1 + 80^1 + 152^1 + 255^1 + 120^1 + 174^1 + 194^1} = 174,94$$

$$\approx 175$$

155	122	192
80	175	255
120	174	194

Nilai awal *filtering* citra

Perhitungan 29:

122	192	234
152	255	236
174	194	226

Nilai awal citra

$$\frac{122^2 + 192^2 + 234^2 + 152^2 + 255^2 + 236^2 + 174^2 + 194^2 + 226^2}{122^1 + 192^1 + 234^1 + 152^1 + 255^1 + 236^1 + 174^1 + 194^1 + 226^1} = 206,90$$

$$\approx 207$$

122	192	234
152	207	236
174	194	226

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 30:

192	234	255
255	236	240
194	226	251

Nilai awal citra

$$\frac{192^2 + 234^2 + 255^2 + 255^2 + 236^2 + 240^2 + 194^2 + 226^2 + 251^2}{192^1 + 234^1 + 255^1 + 255^1 + 236^1 + 240^1 + 194^1 + 226^1 + 251^1} = 233,64$$

$$\approx 234$$

192	234	255
255	234	240
194	226	251

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 31:

37	60	71
34	34	33
55	34	58

Nilai awal citra

$$\frac{37^2 + 60^2 + 71^2 + 34^2 + 34^2 + 33^2 + 55^2 + 34^2 + 58^2}{37^1 + 60^1 + 71^1 + 34^1 + 34^1 + 33^1 + 55^1 + 34^1 + 58^1} = 50,375 \approx 50$$

37	60	71
34	50	33
55	34	58

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 32:

60	71	80
34	33	120
34	58	163

Nilai awal citra

$$\frac{60^2 + 71^2 + 80^2 + 34^2 + 33^2 + 120^2 + 34^2 + 58^2 + 163^2}{60^1 + 71^1 + 80^1 + 34^1 + 33^1 + 120^1 + 34^1 + 58^1 + 163^1} = 96,13 \approx 96$$

60	71	80
34	96	120
34	58	163

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 33:

71	80	152
33	120	174
58	163	161

Nilai awal citra

$$\frac{71^2 + 80^2 + 152^2 + 33^2 + 120^2 + 174^2 + 58^2 + 163^2 + 161^2}{71^1 + 80^1 + 152^1 + 33^1 + 120^1 + 174^1 + 58^1 + 163^1 + 161^1} = 134,54$$

$$\approx 135$$

71	80	152
33	135	174
58	163	161

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 34:

80	152	255
120	174	194
163	161	104

Nilai awal citra

$$\frac{80^2 + 152^2 + 255^2 + 120^2 + 174^2 + 194^2 + 163^2 + 161^2 + 104^2}{80^1 + 152^1 + 255^1 + 120^1 + 174^1 + 194^1 + 163^1 + 161^1 + 104^1} = 171,16$$

$$\approx 171$$

80	152	255
120	171	194
163	161	104

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 35:

152	255	236
174	194	226
161	104	219

Nilai awal citra

$$\frac{152^2 + 255^2 + 236^2 + 174^2 + 194^2 + 226^2 + 161^2 + 104^2 + 219^2}{152^1 + 255^1 + 236^1 + 174^1 + 194^1 + 226^1 + 161^1 + 104^1 + 219^1} = 201,92$$

$$\approx 202$$

152	255	236
174	202	226
161	104	219

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 36:

255	236	240
194	226	251
104	219	191

Nilai awal citra

$$\frac{255^2 + 236^2 + 240^2 + 194^2 + 226^2 + 251^2 + 104^2 + 219^2 + 191^2}{255^1 + 236^1 + 240^1 + 194^1 + 226^1 + 251^1 + 104^1 + 219^1 + 191^1} = 221,96$$

$$\approx 222$$

255	236	240
194	222	251
104	219	191

Nilai hasil *filtering* citra

Hasil yang didapat dari proses di atas yaitu dapat dilihat perubahan nilai intensitas warna dari citra yang bernoise 5% dengan citra hasil *filtering* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dengan kernel 3 x 3 dan nilai Q = 1. Hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.6 Citra dengan *Exponential Noise* 5%

255	252	251	255	252	252	255	255
255	214	213	221	233	234	243	255
115	166	168	181	205	213	229	255
88	114	136	142	169	185	219	225
57	66	93	122	174	204	229	255
37	54	94	127	175	207	234	240
34	50	96	135	171	202	222	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.7 Citra hasil *filtering* algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dengan kernel 3 x 3 dan Q=1

Perhitungan MSE untuk reduksi 5% *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* pada kernel 3 x 3 dan $Q = 1$.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i,j) - f_b(i,j))^2 \dots \dots \dots (4.3)$$

Keterangan:

- M dan N yaitu ukuran panjang dan lebar citra
- $f_a(i,j)$ = intensitas citra di titik (i,j) sebelum terkena *noise*.
- $f_b(i,j)$ = intensitas citra di titik (i,j) setelah *noise* dihilangkan.

$$MSE(0,0) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(0,1) = \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0$$

$$MSE(0,2) = \frac{1}{8 \times 8} (251 - 251)^2 = 0$$

$$MSE(0,3) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(0,4) = \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0$$

$$MSE(0,5) = \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0$$

$$MSE(0,6) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(0,7) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(1,0) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(1,1) = \frac{1}{8 \times 8} (192 - 151)^2 = 7,5625$$

$$MSE(1,2) = \frac{1}{8 \times 8} (151 - 213)^2 = 60,0625$$

$$MSE(1,3) = \frac{1}{8 \times 8} (233 - 221)^2 = 2,25$$

$$MSE(1,4) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 233)^2 = 7,5625$$

$$MSE(1,5) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 234)^2 = 6,890625$$

$$MSE(1,6) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 243)^2 = 2,25$$

$$MSE(1,7) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(2,0) = \frac{1}{8 \times 8} (115 - 115)^2 = 0$$

$$MSE (2,1) = \frac{1}{8 \times 8} (136 - 166)^2 = 14,0625$$

$$MSE (2,2) = \frac{1}{8 \times 8} (190 - 168)^2 = 7,5625$$

$$MSE (2,3) = \frac{1}{8 \times 8} (179 - 181)^2 = 0,0625$$

$$MSE (2,4) = \frac{1}{8 \times 8} (95 - 205)^2 = 189,0625$$

$$MSE (2,5) = \frac{1}{8 \times 8} (217 - 213)^2 = 0,25$$

$$MSE (2,6) = \frac{1}{8 \times 8} (133 - 229)^2 = 144$$

$$MSE (2,7) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE (3,0) = \frac{1}{8 \times 8} (88 - 88)^2 = 0$$

$$MSE (3,1) = \frac{1}{8 \times 8} (53 - 114)^2 = 58,140625$$

$$MSE (3,2) = \frac{1}{8 \times 8} (79 - 136)^2 = 50,765625$$

$$MSE (3,3) = \frac{1}{8 \times 8} (109 - 142)^2 = 17,015625$$

$$MSE (3,4) = \frac{1}{8 \times 8} (158 - 169)^2 = 1,890625$$

$$MSE (3,5) = \frac{1}{8 \times 8} (199 - 185)^2 = 3,0625$$

$$MSE (3,6) = \frac{1}{8 \times 8} (211 - 219)^2 = 1$$

$$MSE (3,7) = \frac{1}{8 \times 8} (225 - 225)^2 = 0$$

$$MSE (4,0) = \frac{1}{8 \times 8} (57 - 57)^2 = 0$$

$$MSE (4,1) = \frac{1}{8 \times 8} (53 - 66)^2 = 2,640625$$

$$MSE (4,2) = \frac{1}{8 \times 8} (68 - 93)^2 = 9,765625$$

$$MSE (4,3) = \frac{1}{8 \times 8} (155 - 122)^2 = 17,015625$$

$$MSE (4,4) = \frac{1}{8 \times 8} (122 - 174)^2 = 42,25$$

$$MSE (4,5) = \frac{1}{8 \times 8} (192 - 204)^2 = 2,25$$

$$MSE (4,6) = \frac{1}{8 \times 8} (234 - 229)^2 = 0,390625$$

$$MSE (4,7) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$\begin{aligned}
MSE(5,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (37 - 37)^2 = 0 \\
MSE(5,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (60 - 54)^2 = 0,5625 \\
MSE(5,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (71 - 94)^2 = 8,265625 \\
MSE(5,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (80 - 127)^2 = 34,515625 \\
MSE(5,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (152 - 175)^2 = 8,265625 \\
MSE(5,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 207)^2 = 36 \\
MSE(5,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (236 - 234)^2 = 0,0625 \\
MSE(5,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (240 - 240)^2 = 0 \\
MSE(6,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (34 - 34)^2 = 0 \\
MSE(6,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (34 - 50)^2 = 4 \\
MSE(6,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (33 - 96)^2 = 62,015625 \\
MSE(6,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (120 - 135)^2 = 3,515625 \\
MSE(6,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (174 - 171)^2 = 0,140625 \\
MSE(6,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (194 - 202)^2 = 1 \\
MSE(6,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (226 - 222)^2 = 0,25 \\
MSE(6,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (251 - 251)^2 = 0 \\
MSE(7,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (55 - 55)^2 = 0 \\
MSE(7,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (34 - 34)^2 = 0 \\
MSE(7,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (58 - 58)^2 = 0 \\
MSE(7,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (163 - 163)^2 = 0 \\
MSE(7,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (161 - 161)^2 = 0 \\
MSE(7,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (104 - 104)^2 = 0 \\
MSE(7,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (219 - 219)^2 = 0
\end{aligned}$$

$$MSE(7,7) = \frac{1}{8 \times 8} (191 - 191)^2 = 0$$

$$\begin{aligned} MSE_{total} = & 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 7,5625 + 60,0625 + 2,25 + \\ & 7,5625 + 6,890625 + 2,25 + 0 + 0 + 14,0625 + 7,5625 + 0,0625 + \\ & 189,0625 + 0,25 + 144 + 0 + 0 + 58,140625 + 50,765625 + 17,015625 + \\ & 1,890625 + 3,0625 + 1 + 0 + 0 + 2,640625 + 9,765625 + 17,015625 + \\ & 42,25 + 2,25 + 0,390625 + 0 + 0 + 0,5625 + 8,265625 + 34,515625 + \\ & 8,265625 + 36 + 0,0625 + 0 + 0 + 4 + 62,015625 + 3,515625 + \\ & 0,140625 + 1 + 0,25 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 806,359 \end{aligned}$$

Adapun PSNR dari citra di atas adalah sebagai berikut:

$$PSNR = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right)$$

$$PSNR = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{806,359}} \right) = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{28,396} \right) = 20 * 0,953 = 19,0655$$

4. Proses perhitungan reduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter* dengan kernel 3 x 3:

Rumus dari *Arithmetic Mean Filter*:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{m \times n} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t) \dots \dots \dots (4.4)$$

- $m \times n$ adalah baris (m) dan kolom (n) dari *Subimage* atau kernel pada citra
- $g(s, t)$ adalah baris dan kolom piksel yang akan diproses

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.8 Nilai intensitas warna citra dengan 5% *Exponential Noise* yang akan direduksi dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter*

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

1 →

255	252	251
255	192	151
115	136	190

Pada tabel di atas merupakan nilai yang akan dihitung, karena pada proses ini melakukan

2

Setelah selesai perhitungan maka, lakukan melakukan perhitungan berikutnya dengan menggeser 1 kolom ke samping kanan

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

3 →

252	251	255
192	151	233
136	190	179

Nilai yang akan dihitung setelah melakukan pergeseran 1 kolom ke kanan

Gambar 4.9 Contoh proses perhitungan pengambilan nilai intensitas warna yang akan dihitung dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter*

Dalam proses perhitungan pada algoritma *Arithmetic Mean Filter*, citra ukuran 8 x 8 piksel akan mengalami perhitungan sebanyak 36 kali perhitungan dan pergeseran.

Perhitungan 1:

255	252	251
255	192	151
115	136	190

Nilai citra awal

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 252 + 251 + 255 + 192 + 151 + 115 + 130 + 190) = 200$$

255	252	251
255	200	151
115	136	190

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 2 :

252	251	255
192	151	233
136	190	179

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (252 + 251 + 255 + 192 + 151 + 233 + 136 + 190 + 179) = 204,3$$

$$\approx 204$$

252	251	255
192	204	233
136	190	179

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 3 :

251	255	252
151	233	255
190	179	95

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (251 + 255 + 252 + 151 + 233 + 255 + 190 + 179 + 95) = 206,7$$

$$\approx 207$$

251	255	252
151	207	255
190	179	95

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 4 :

255	252	252
233	255	255
179	95	217

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 252 + 252 + 233 + 255 + 255 + 179 + 95 + 217) = 221,4$$

$$\approx 221$$

255	252	252
233	221	255
179	95	217

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 5 :

252	252	255
255	255	255
95	217	133

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (252 + 252 + 255 + 255 + 255 + 255 + 95 + 217 + 133) = 218,7$$

$$\approx 219$$

252	252	255
255	219	255
95	217	133

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 6 :

252	255	255
255	255	255
217	133	255

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (252 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 217 + 133 + 255) = 236,8$$

$$\approx 237$$

252	255	255
255	237	255
217	133	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 7:

255	192	151
115	136	190
88	53	79

Nilai citra awal

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 192 + 151 + 115 + 136 + 190 + 88 + 53 + 79) = 144,3$$

$$\approx 144$$

255	192	151
115	144	190
88	53	79

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 8 :

192	151	233
136	190	179
53	79	109

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (192 + 151 + 233 + 136 + 190 + 179 + 53 + 79 + 109) = 146,8$$

$$\approx 147$$

192	151	233
136	147	179
53	79	109

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 9:

151	233	255
190	179	95
79	109	158

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (151 + 233 + 255 + 190 + 179 + 95 + 79 + 109 + 158) = 161$$

151	233	255
190	161	95
79	109	158

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 10:

233	255	255
179	95	217
109	158	199

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (233 + 255 + 255 + 179 + 95 + 217 + 109 + 158 + 199) = 188,8$$

$$\approx 189$$

233	255	255
179	189	217
109	158	199

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 11:

255	255	255
95	217	133
158	199	211

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 255 + 255 + 95 + 217 + 133 + 158 + 199 + 211) = 197,5$$

$$\approx 198$$

255	255	255
95	198	133
158	199	211

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 12:

255	255	255
217	133	255
199	211	225

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 255 + 255 + 217 + 133 + 255 + 199 + 211 + 225) = 222,7$$

$$\approx 223$$

255	255	255
217	223	255
199	211	225

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 13:

115	136	190
88	53	79
57	53	68

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (115 + 136 + 190 + 88 + 53 + 79 + 57 + 53 + 68) = 93,2 \approx 93$$

115	136	190
88	93	79
57	53	68

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 14:

136	190	179
53	79	109
53	68	155

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (136 + 190 + 179 + 53 + 79 + 109 + 53 + 68 + 155) = 113,5 \approx 114$$

136	190	179
53	114	109
53	68	155

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 15:

190	179	95
79	109	158
68	155	122

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (190 + 179 + 95 + 79 + 109 + 158 + 68 + 155 + 122) = 128,3$$

$$\approx 128$$

190	179	95
79	128	158
68	155	122

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 16:

179	95	217
109	158	199
155	122	192

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (179 + 95 + 217 + 109 + 158 + 199 + 155 + 122 + 192) = 158,4$$

$$\approx 158$$

179	95	217
109	158	199
155	122	192

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 17:

95	217	133
158	199	211
122	192	234

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (95 + 217 + 133 + 158 + 199 + 211 + 122 + 192 + 234) = 173,4$$

$$\approx 173$$

95	217	133
158	173	211
122	192	234

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 18:

217	133	255
199	211	225
192	234	255

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (217 + 133 + 255 + 199 + 211 + 225 + 192 + 234 + 225) = 213,4$$

$$\approx 213$$

217	133	255
199	213	225
192	234	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 19:

88	53	79
57	53	68
37	60	71

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (88 + 53 + 79 + 57 + 53 + 68 + 37 + 60 + 71) = 62,8 \approx 63$$

88	53	79
57	63	68
37	60	71

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 20:

53	79	109
53	68	155
60	71	80

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (53 + 79 + 109 + 53 + 68 + 155 + 60 + 71 + 80) = 80,8 \approx 81$$

53	79	109
53	81	155
60	71	80

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 21:

79	109	158
68	155	122
71	80	152

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (79 + 109 + 158 + 68 + 155 + 122 + 71 + 80 + 152) = 110,4 \approx 110$$

79	109	158
68	110	122
71	80	152

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 22:

109	158	199
155	122	192
80	152	255

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (109 + 158 + 199 + 155 + 122 + 192 + 80 + 152 + 255) = 158$$

109	158	199
155	158	192
80	152	255

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 23:

158	199	211
122	192	234
152	255	236

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (158 + 199 + 211 + 122 + 192 + 234 + 152 + 255 + 236) = 195,4$$

$$\approx 195$$

158	199	211
122	195	234
152	255	236

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 24:

199	211	225
192	234	255
255	236	240

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (199 + 211 + 225 + 192 + 234 + 255 + 255 + 236 + 240) = 227,4$$

$$\approx 227$$

199	211	225
192	227	255
255	236	240

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 25:

57	53	68
37	60	71
34	34	33

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (57 + 53 + 68 + 37 + 60 + 71 + 34 + 34 + 33) = 49,6 \approx 50$$

57	53	68
37	50	71
34	34	33

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 26:

53	68	155
60	71	80
34	33	120

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (53 + 68 + 155 + 60 + 71 + 80 + 34 + 33 + 120) = 74,8 \approx 75$$

53	68	155
60	75	80
34	33	120

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 27:

68	155	122
71	80	152
33	120	174

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (68 + 155 + 122 + 71 + 80 + 152 + 33 + 120 + 174) = 108,3 \approx 108$$

68	155	122
71	108	152
33	120	174

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 28:

155	122	192
80	152	255
120	174	194

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (155 + 122 + 192 + 80 + 152 + 255 + 120 + 174 + 194) = 160,4$$

≈ 160

155	122	192
80	160	255
120	174	194

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 29:

122	192	234
152	255	236
174	194	226

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (122 + 192 + 234 + 152 + 255 + 236 + 174 + 194 + 226) = 198,3$$

$$\approx 198$$

122	192	234
152	198	236
174	194	226

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 30:

192	234	255
255	236	240
194	226	251

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (192 + 234 + 255 + 255 + 236 + 240 + 194 + 226 + 251) = 231,4$$

$$\approx 231$$

192	234	255
255	231	240
194	226	251

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 31:

37	60	71
34	34	33
55	34	58

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (37 + 60 + 71 + 34 + 34 + 33 + 55 + 34 + 58) = 46,2 \approx 46$$

37	60	71
34	46	33
55	34	58

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 32:

60	71	80
34	33	120
34	58	163

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (60 + 71 + 80 + 34 + 33 + 120 + 34 + 58 + 163) = 72,5 \approx 72$$

60	71	80
34	72	120
34	58	163

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 33:

71	80	152
33	120	174
58	163	161

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (71 + 80 + 152 + 33 + 120 + 174 + 58 + 163 + 161) = 112,4 \approx 112$$

71	80	152
33	112	174
58	163	161

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 34:

80	152	255
120	174	194
163	161	104

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (80 + 152 + 255 + 120 + 174 + 194 + 163 + 161 + 104) = 155,8$$

$$\approx 156$$

80	152	255
120	156	194
163	161	104

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 35:

152	255	236
174	194	226
161	104	219

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (152 + 255 + 236 + 174 + 194 + 226 + 161 + 104 + 219) = 191,2$$

$$\approx 191$$

152	255	236
174	191	226
161	104	219

Nilai hasil *filtering* citra

Perhitungan 36:

255	236	240
194	226	251
104	219	191

Nilai awal citra

$$\frac{1}{3 \times 3} (255 + 236 + 240 + 194 + 226 + 251 + 104 + 219 + 191) = 212,8$$

$$\approx 213$$

255	236	240
194	212	251
104	219	191

Nilai hasil *filtering* citra

Hasil yang didapat dari proses di atas yaitu dapat dilihat perubahan nilai intensitas warna dari citra yang bernoise 5% dengan citra hasil *filtering* dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter* dengan kernel 3 x 3. Hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

255	252	251	255	252	252	255	255
255	192	151	233	255	255	255	255
115	136	190	179	95	217	133	255
88	53	79	109	158	199	211	225
57	53	68	155	122	192	234	255
37	60	71	80	152	255	236	240
34	34	33	120	174	194	226	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.10 Nilai intensitas citra 8 x 8 dengan 5% *Exponential Noise*

255	252	251	255	252	252	255	255
255	200	204	207	221	219	237	255
115	140	147	161	189	198	223	255
88	93	114	128	158	173	213	225
57	63	81	110	158	195	227	255
37	50	75	108	160	198	231	240
34	46	73	112	156	191	213	251
55	34	58	163	161	104	219	191

Gambar 4.11 Nilai intensitas citra 8 x 8 yang telah direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3

Perhitungan MSE untuk reduksi 5% *Exponential Noise* dengan algoritma *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j) - f_b(i, j))^2 \dots \dots \dots (4.5)$$

Keterangan:

M dan N yaitu ukuran panjang dan lebar citra

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

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

$$MSE(0,0) = \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0$$

$$MSE(0,1) = \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0$$

$$MSE(0,2) = \frac{1}{8 \times 8} (251 - 251)^2 = 0$$

$$\begin{aligned}
MSE(0,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(0,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0 \\
MSE(0,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (252 - 252)^2 = 0 \\
MSE(0,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(0,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(1,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(1,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (192 - 200)^2 = 1 \\
MSE(1,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (151 - 204)^2 = 43,890625 \\
MSE(1,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (233 - 207)^2 = 10,5625 \\
MSE(1,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 221)^2 = 18,0625 \\
MSE(1,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 219)^2 = 20,25 \\
MSE(1,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 237)^2 = 5,0625 \\
MSE(1,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(2,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (115 - 115)^2 = 0 \\
MSE(2,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (136 - 140)^2 = 0,25 \\
MSE(2,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (190 - 147)^2 = 28,890625 \\
MSE(2,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (179 - 161)^2 = 5,0625 \\
MSE(2,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (95 - 189)^2 = 138,0625 \\
MSE(2,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (217 - 198)^2 = 5,640625 \\
MSE(2,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (133 - 223)^2 = 126,5625 \\
MSE(2,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 225)^2 = 0 \\
MSE(3,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (88 - 88)^2 = 0 \\
MSE(3,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (53 - 93)^2 = 25
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
MSE(3,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (79 - 114)^2 = 19,140625 \\
MSE(3,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (109 - 128)^2 = 5,640625 \\
MSE(3,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (158 - 158)^2 = 0 \\
MSE(3,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (199 - 173)^2 = 10,5625 \\
MSE(3,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (211 - 213)^2 = 0,0625 \\
MSE(3,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (225 - 225)^2 = 0 \\
MSE(4,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (57 - 57)^2 = 0 \\
MSE(4,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (53 - 63)^2 = 1,5625 \\
MSE(4,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (68 - 81)^2 = 2,640625 \\
MSE(4,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (155 - 110)^2 = 31,640625 \\
MSE(4,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (122 - 158)^2 = 20,25 \\
MSE(4,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (192 - 195)^2 = 0,140625 \\
MSE(4,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (234 - 227)^2 = 0,765625 \\
MSE(4,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 255)^2 = 0 \\
MSE(5,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (37 - 37)^2 = 0 \\
MSE(5,1) &= \frac{1}{8 \times 8} (60 - 50)^2 = 1,5625 \\
MSE(5,2) &= \frac{1}{8 \times 8} (71 - 75)^2 = 0,25 \\
MSE(5,3) &= \frac{1}{8 \times 8} (80 - 108)^2 = 12,25 \\
MSE(5,4) &= \frac{1}{8 \times 8} (152 - 160)^2 = 1 \\
MSE(5,5) &= \frac{1}{8 \times 8} (255 - 198)^2 = 50,765625 \\
MSE(5,6) &= \frac{1}{8 \times 8} (236 - 231)^2 = 0,390625 \\
MSE(5,7) &= \frac{1}{8 \times 8} (240 - 240)^2 = 0 \\
MSE(6,0) &= \frac{1}{8 \times 8} (34 - 34)^2 = 0
\end{aligned}$$

$$MSE (6,1) = \frac{1}{8 \times 8} (34 - 46)^2 = 2,25$$

$$MSE (6,2) = \frac{1}{8 \times 8} (33 - 73)^2 = 25$$

$$MSE (6,3) = \frac{1}{8 \times 8} (120 - 112)^2 = 1$$

$$MSE (6,4) = \frac{1}{8 \times 8} (174 - 156)^2 = 5,0625$$

$$MSE (6,5) = \frac{1}{8 \times 8} (194 - 191)^2 = 0,140625$$

$$MSE (6,6) = \frac{1}{8 \times 8} (226 - 213)^2 = 2,640625$$

$$MSE (6,7) = \frac{1}{8 \times 8} (251 - 251)^2 = 0$$

$$MSE (7,0) = \frac{1}{8 \times 8} (55 - 55)^2 = 0$$

$$MSE (7,1) = \frac{1}{8 \times 8} (34 - 34)^2 = 0$$

$$MSE (7,2) = \frac{1}{8 \times 8} (58 - 58)^2 = 0$$

$$MSE (7,3) = \frac{1}{8 \times 8} (163 - 163)^2 = 0$$

$$MSE (7,4) = \frac{1}{8 \times 8} (161 - 161)^2 = 0$$

$$MSE (7,5) = \frac{1}{8 \times 8} (104 - 104)^2 = 0$$

$$MSE (7,6) = \frac{1}{8 \times 8} (219 - 219)^2 = 0$$

$$MSE (7,7) = \frac{1}{8 \times 8} (191 - 191)^2 = 0$$

$$\begin{aligned} MSE \text{ total} = & (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 43,890625 + 10,5625 + \\ & 18,0625 + 20,25 + 5,0625 + 0 + 0 + 0,25 + 28,890625 + 5,0625 + \\ & 138,0625 + 5,640625 + 126,5625 + 0 + 0 + 25 + 19,140625 + 5,640625 + \\ & 0 + 10,5625 + 0,0625 + 0 + 0 + 1,5625 + 2,640625 + 31,640625 + 20,25 + \\ & 0,140625 + 0,765625 + 0 + 0 + 1,5625 + 0,25 + 12,25 + 1 + 50,765625 + \\ & 0,390625 + 0 + 0 + 2,25 + 25 + 1 + 5,0625 + 0,140625 + 2,640625 + 0 + \\ & 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 623.016 \end{aligned}$$

Adapun PSNR dari citra diatas adalah:

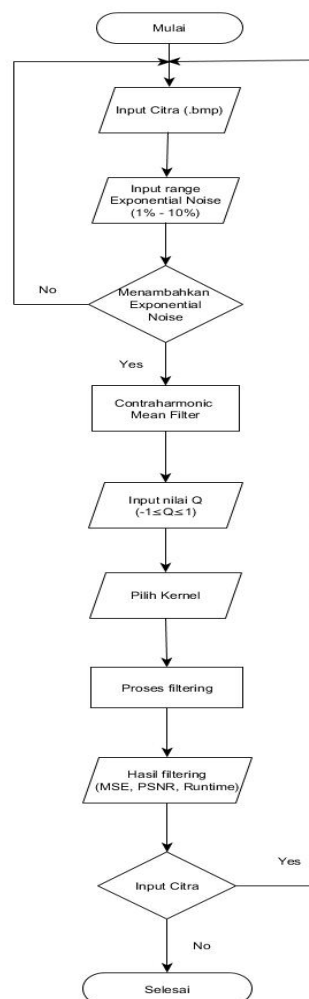
$$PSNR = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \dots \dots \dots (4.6)$$

$$PSNR = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{623,016}} \right) = 20 * \text{Log}_{10} \left(\frac{255}{24,9602} \right) = 20 * 1,00929 = 20,1858$$

4.1.4 Perancangan

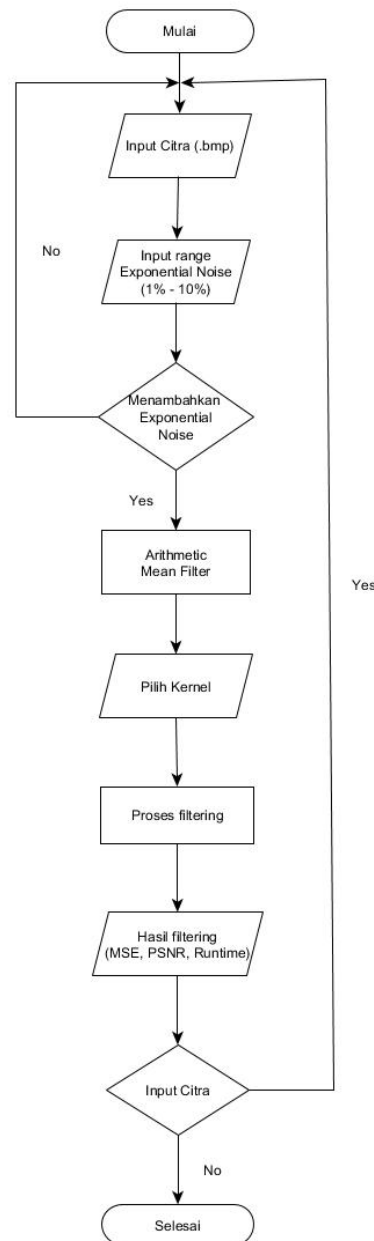
Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* untuk reduksi *Exponential Noise*, maka perancangan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

3. Perancangan *flowchart* reduksi *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*.
 - a) *Flowchart* sistem *Contraharmonic Mean Filter* dapat dilihat pada gambar 4.12 di bawah ini:



Gambar 4.12 *Flowchart* sistem algoritma *Contraharmonic Mean Filter*

b) *Flowchart* sistem *Arithmetic Mean Filter* dapat dilihat pada gambar 4.13 di



Gambar 4.13 *Flowchart* sistem algoritma *Arithmetic Mean Filter*

2. Perancangan Antarmuka

Sistem ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB R2013a. Perancangan antarmuka bertujuan untuk memudahkan pengguna (*user*) dalam menggunakan sistem ini. Perancangan terdiri dari *form* awal dan menu reduksi.

a) *Form* menu utama

Form menu utama berisi tampilan yang pertama kali muncul ketika aplikasi dibuka.

Reduksi Noise	Informasi	Keluar
<p>Perbandingan Algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i> dan <i>Arithmetic Mean Filter</i> untuk Reduksi <i>Exponential</i> <i>Noise</i> Pada Citra Digital</p>  <p>Yuli Kartika Siregar (71154035)</p> <p>Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara</p>		

Gambar 4.14 *Form* menu utama

b) *Form* Menu Reduksi *Noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter*

Adapun *form* menu dari *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* adalah sebagai berikut:

MENU UTAMA	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>CITRA ASLI</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Axes1</div> <div> <p>Nama File <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Lokasi <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Ukuran File <input style="width: 30px;" type="text"/> x <input style="width: 30px;" type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Buka Gambar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Reset</div> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>CITRA EXPONENTIAL NOISE</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Axes2</div> <div> <p>Probabilitas Noise <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>MSE <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>PSNR <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Runtime <input style="width: 100px;" type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Reset</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Simpan</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Bangkitkan Noise</div> </div> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>CONTRAHARMONIC MEAN FILTER</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Axes3</div> <div> <p>Q <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Kernel Pilih ▼</p> <p>MSE <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>PSNR <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Runtime <input style="width: 100px;" type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Reset</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Save</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Filtering</div> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ARITHMETIC MEAN FILTER</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Axes4</div> <div> <p>Kernel Pilih ▼</p> <p>MSE <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>PSNR <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Runtime <input style="width: 100px;" type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Reset</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Save</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">Filtering</div> </div> </div>

Gambar 4.15 *Form* menu reduksi *noise*

Adapun *form* menu Informasi yang akan ditampilkan dalam sistem ini, dapat dilihat pada gambar 4.16 sebagai berikut:

Kembali	Tentang Aplikasi
<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi ini dirancang untuk mereduksi <i>Exponential Noise</i> pada citra digital dengan menggunakan algoritma <i>Contraharmonic Mean Filter</i> dan <i>Arithmetic Mean Filter</i>. • Aplikasi ini juga dirancang untuk dapat menentukan algoritma yang mana yang lebih baik antara <i>Contraharmonic Mean Filter</i> dan <i>Arithmetic Mean Filter</i> dalam mereduksi <i>Exponential Noise</i> karena aplikasi ini dilengkapi dengan parameter MSE, PSNR, dan <i>Runtime</i> yang akan ditampilkan di dalam aplikasi, sehingga pengguna dapat menentukan algoritma mana yang lebih baik dalam melakukan proses reduksi <i>Exponential Noise</i>. • Penggunaan aplikasi ini yaitu, dengan menginput citra, kemudian tambahkan <i>Exponential Noise</i> dengan probabilitas antara 1% - 50% dan klik tombol “Bangkitkan Noise”, setelah itu lakukan proses <i>filtering</i> dengan <i>Contraharmonic Mean Filter</i> dan <i>Arithmetic Mean Filter</i> dan <i>user</i> dapat melihat hasil <i>filtering</i>-nya dan hasilnya dapat disimpan langsung. 	

Gambar 4.16 *Form* menu informasi

4.2 Hasil

4.2.1 Pengujian

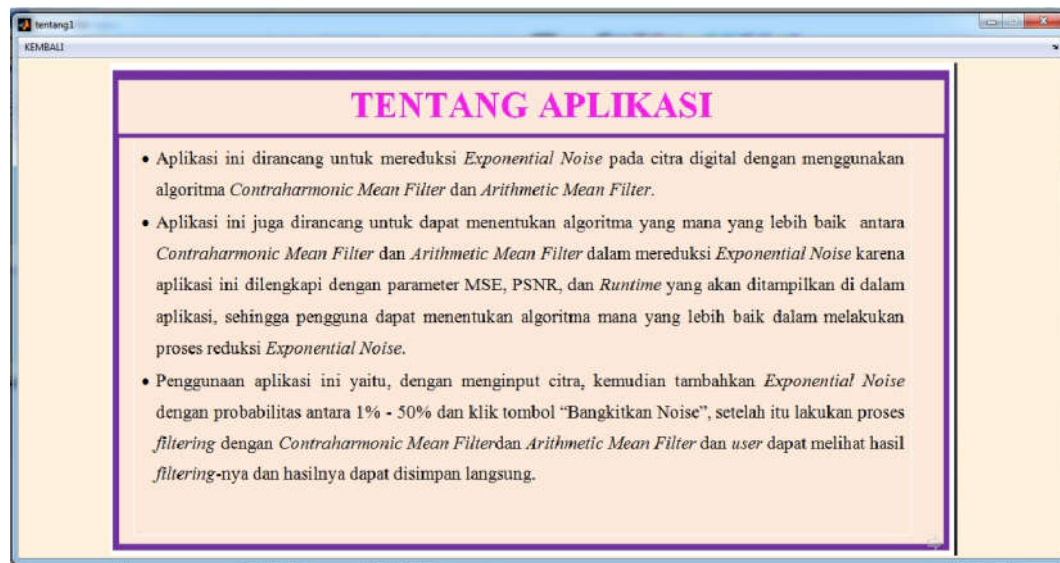
Adapun pengujian terhadap sistem mulai dari implementasi sistem yang dibuat sampai melakukan pengujian terhadap citra yang digunakan. Terdapat 3 *form* pada sistem yang dibuat yaitu *form* menu awal, *form* reduksi *noise*, dan *form* tentang aplikasi.



Gambar 4.17 Tampilan *form* menu utama pada sistem



Gambar 4.18 Tampilan *form* menu reduksi *noise* pada sistem

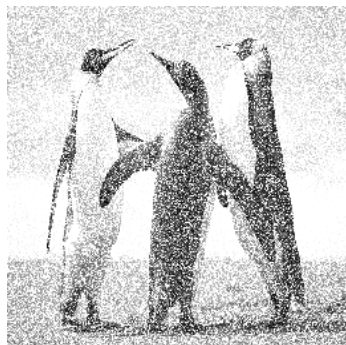





Gambar 4.19 Tampilan *form* informasi pada sistem




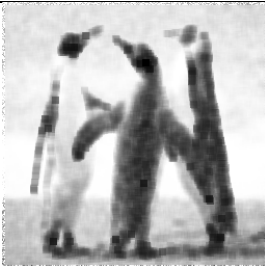
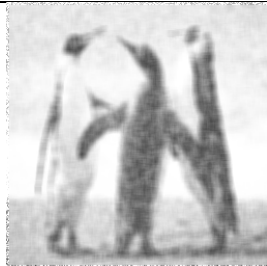
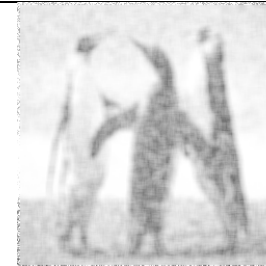
4.2.1.1 Pengujian Sistem Terhadap Masing-Masing Citra Uji dengan Algoritma *Contraharmonic Mean Filter*

Di bawah ini merupakan tabel pengujian terhadap masing-masing citra uji ukuran 256 x 256 piksel dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* dengan menggunakan kernel 3x3, 5x5, dan 7x7 dan nilai $-1 \leq Q \leq 1$.

Tabel 4.1 Perbandingan reduksi 1% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

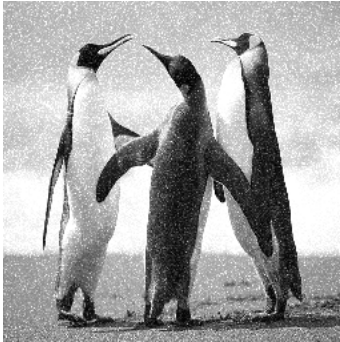









GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 5754,55</p>	 <p>MSE = 2372,25 PSNR = 14,3792 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 1770,13 PSNR = 15,6508 Runtime =0,187201</p>	 <p>MSE = 2291,19 PSNR = 14,5302 Runtime = 0,171601</p>

Tabel 4.1 Lanjutan

PSNR = 10,5307 5	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
			
	MSE = 2757,87 PSNR = 13,7251 Runtime=0,296402	MSE = 1956,19 PSNR = 15,2167 Runtime=0,234001	MSE = 2549,63 PSNR = 14,066 Runtime=0,296402
	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 2994,82 PSNR = 13,3671 Runtime=0,546003	MSE = 2045,95 PSNR = 15,0219 Runtime=0,468003	MSE = 2676,13 PSNR = 13,8557 Runtime=0,483603








Pada citra dengan probabilitas 1% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = 1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = -1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.2 Perbandingan reduksi 5% noise dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7




GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 641,743 PSNR = 20,0572</p>	 <p>MSE = 762,199 PSNR = 19,3101 Runtime=0,234001</p>	 <p>MSE = 495,874 PSNR = 21,1771 Runtime = 0,171601</p>	 <p>MSE = 713,925 PSNR = 19,5943 Runtime = 0,171601</p>
	<p>KERNEL 5 X 5 Q = -1</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 0</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 1</p>
	 <p>MSE = 1157,59 PSNR = 17,4953 Runtime=0,358802</p>	 <p>MSE = 655,691 PSNR = 19,9638 Runtime=0,265202</p>	 <p>MSE = 991,964 PSNR = 18,1658 Runtime=0,296402</p>
	<p>KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>
	 <p>MSE = 1506,61 PSNR = 16,3508 Runtime=0,561604</p>	 <p>MSE = 783,754 PSNR = 19,189 Runtime=0,546003</p>	 <p>MSE = 1225,88 PSNR = 17,2463 Runtime=0,468003</p>

Pada citra dengan probabilitas 5% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order Q* antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = 1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = -1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.3 Perbandingan reduksi 15% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7







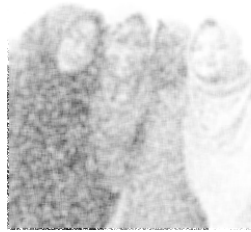



GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 83,8621 PSNR = 28,8951	 MSE = 568,185 PSNR = 20,5859 Runtime=0,140401	 MSE = 275,285 PSNR = 23,733 Runtime =0,156001	 MSE = 305,896 PSNR = 21,0902 Runtime = 0,124801
	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
	 MSE = 1002,06 PSNR = 18,1219 Runtime=0,296402	 MSE = 492,058 PSNR = 21,8056 Runtime=0,249602	 MSE = 815,785 PSNR = 19,015 Runtime=0,234002

Tabel 4.3 Lanjutan

	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
	 <p>MSE = 1400,71 PSNR = 16,6673 Runtime=0,483603</p>	 <p>MSE = 562,2 PSNR = 20,6319 Runtime=0,483603</p>	 <p>MSE = 1083,37 PSNR = 17,7831 Runtime=0,405603</p>








Pada citra dengan probabilitas 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = 1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = -1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.4 Perbandingan reduksi 1% noise dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7




GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 5657,03 PSNR = 10,6049</p>	 <p>MSE = 2015,28 PSNR = 15,0874 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 1663,06 PSNR = 15,9217 Runtime = 0,124801</p>	 <p>MSE = 2058,53 PSNR = 14,9952 Runtime = 0,187201</p>
	<p>KERNEL 5 X 5 Q = -1</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 0</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 1</p>
	 <p>MSE = 2177,94 PSNR = 14,7503 Runtime=0,327602</p>	 <p>MSE = 1791,1 PSNR = 15,5996 Runtime=0,312002</p>	 <p>MSE = 2218,94 PSNR = 14,6693 Runtime=0,296402</p>
	<p>KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>
	 <p>MSE = 2219,49 PSNR = 14,6683 Runtime=0,483603</p>	 <p>MSE = 1820,76 PSNR = 15,5283 Runtime=0,452403</p>	 <p>MSE = 2260,75 PSNR = 14,5883 Runtime=0,421203</p>

Pada citra dengan probabilitas 1% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order Q* antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = -1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = 1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.5 Perbandingan reduksi 5% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7










GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 546,953 PSNR = 20,7513</p>	 <p>MSE = 275,5 PSNR = 23,7296 Runtime=0,171601</p>	 <p>MSE = 259,104 PSNR = 23,9961 Runtime =0,171601</p>	 <p>MSE = 289,263 PSNR = 26,5179 Runtime = 0,171601</p>
	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
	 <p>MSE = 328,392 PSNR = 22,9669 Runtime=0,343202</p>	 <p>MSE = 305,539 PSNR = 23,2801 Runtime=0,265202</p>	 <p>MSE = 342,581 PSNR = 22,7832 Runtime=0,296402</p>

Tabel 4.5 Lanjutan

	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 368,946 PSNR = 22,4612 Runtime=0,546003	MSE = 339,246 PSNR = 22,8257 Runtime=0,436803	MSE = 383,354 PSNR = 22,2948 Runtime=0,468003

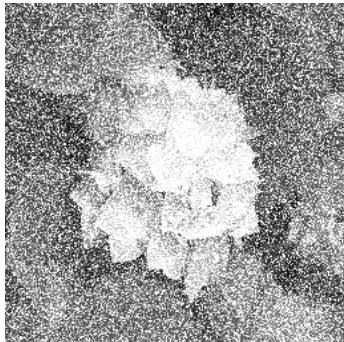
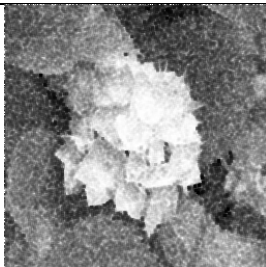
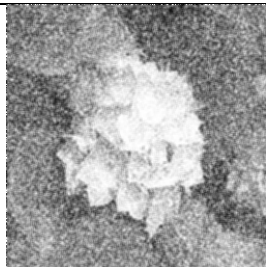
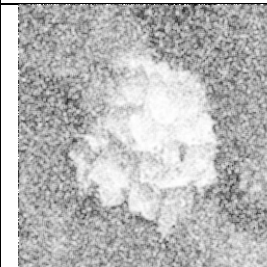
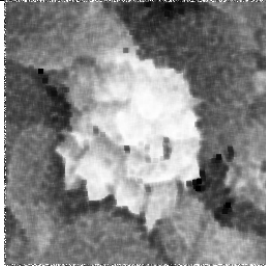
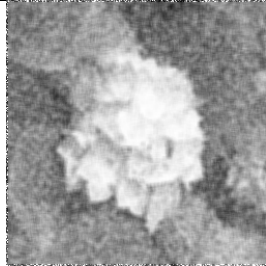
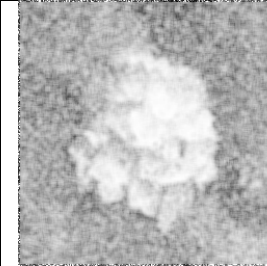
Pada citra dengan probabilitas 5% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = -1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = 1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.6 Perbandingan reduksi 15% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

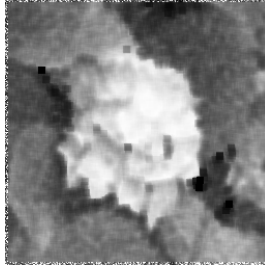
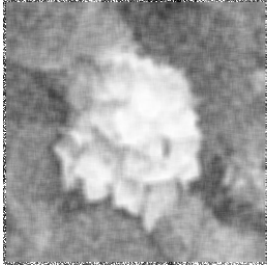
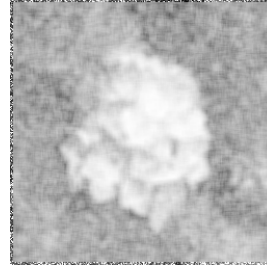
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 71,5371 PSNR = 29,5855</p>	 <p>MSE = 69,6238 PSNR = 29,7032 Runtime=0,202801</p>	 <p>MSE = 63,4126 PSNR = 30,109 Runtime = 0,187201</p>	 <p>MSE = 71,0984 PSNR = 29,6122 Runtime = 0,124801</p>
	<p>KERNEL 5 X 5 Q = -1</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 0</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 1</p>
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 71,5371 PSNR = 29,5855</p>	 <p>MSE = 112,384 PSNR = 27,6238 Runtime=0,312002</p>	 <p>MSE = 99,3573 PSNR = 28,1588 Runtime=0,343202</p>	 <p>MSE = 114,607 PSNR = 22,5387 Runtime=0,249602</p>
	<p>KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 71,5371 PSNR = 29,5855</p>	 <p>MSE = 154,197 PSNR = 26,25 Runtime=0,514803</p>	 <p>MSE = 133,767 PSNR = 26,8673 Runtime=0,452403</p>	 <p>MSE = 156,949 PSNR = 26,1732 Runtime=0,421203</p>
	<p>KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>

Pada citra dengan probabilitas 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = -1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = 1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3×3 , 5×5 , dan 7×7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3×3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5×5 dan 7×7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.7 Perbandingan reduksi 1% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3×3 , 5×5 , dan 7×7

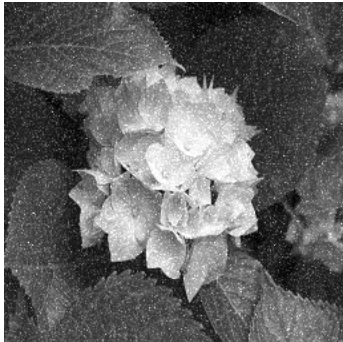
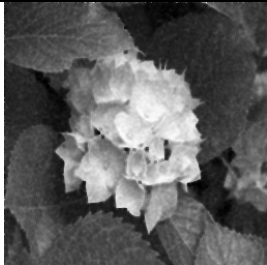
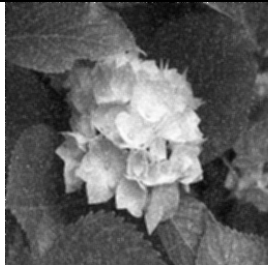
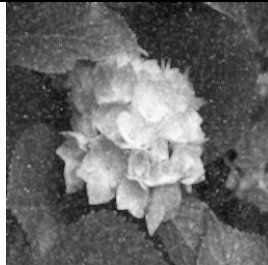
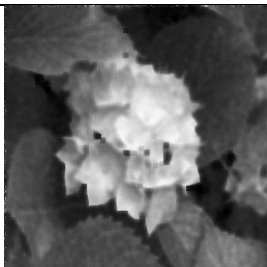

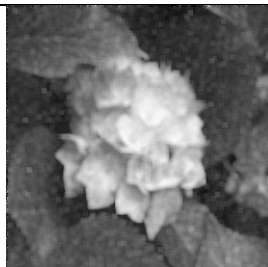
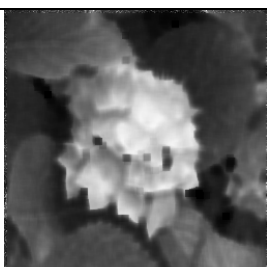


GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 $Q = -1$	KERNEL 3 X 3 $Q = 0$	KERNEL 3 X 3 $Q = 1$
 GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 10181,8 PSNR = 8,05255 Runtime = 0,0780005	 MSE = 4085,28 PSNR = 12,0186 Runtime=0,156001	 MSE = 3243,38 PSNR = 13,0208 Runtime = 0,234002	 MSE = 4157,99 PSNR = 11,942 Runtime = 0,124801
	KERNEL 5 X 5 $Q = -1$	KERNEL 5 X 5 $Q = 0$	KERNEL 5 X 5 $Q = 1$
	 MSE = 4422,45 PSNR = 11,6742 Runtime=0,327602	 MSE = 3472,41 PSNR = 12,7245 Runtime=0,265202	 MSE = 4457,27 PSNR = 11,6401 Runtime=0,343202

Tabel 4.7 Lanjutan

	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 4512,33 PSNR = 11,5868 Runtime=0,546003	MSE = 3503,94 PSNR = 12,6852 Runtime=0,483603	MSE = 4505,25 PSNR = 11,5936 Runtime=0,452403


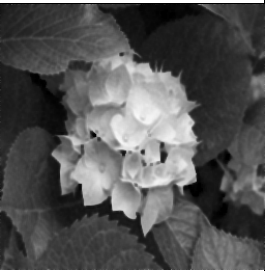
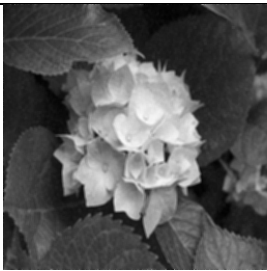

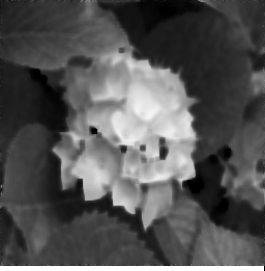
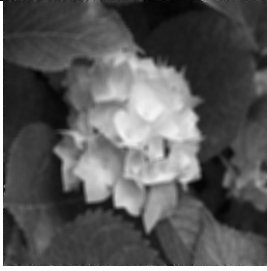

Pada citra dengan probabilitas 1% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = -1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = 1 pada kernel 3 x 3 dan memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar pada Q = 1 dibanding Q = -1 pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.8 Perbandingan reduksi 5% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

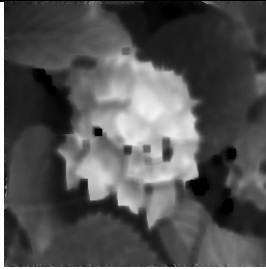


GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 768,244 PSNR = 19,2758</p>	 <p>MSE = 479,299 PSNR = 21,3247 Runtime=0,156001</p>	 <p>MSE = 401,312 PSNR = 22,096 Runtime = 0,202801</p>	 <p>MSE = 500,514 PSNR = 21,1366 Runtime = 0,156001</p>
	<p>KERNEL 5 X 5 Q = -1</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 0</p>	<p>KERNEL 5 X 5 Q = 1</p>
	 <p>MSE = 631,6666 PSNR = 20,1259 Runtime=0,265202</p>	 <p>MSE = 495,316 PSNR = 21,182 Runtime=0,265202</p>	 <p>MSE = 630,923 PSNR = 20,131 Runtime=0,327602</p>
<p>KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p>KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>	
 <p>MSE = 739,048 PSNR = 19,4441 Runtime=0,546003</p>	 <p>MSE = 554,92 PSNR = 20,6885 Runtime=0,468003</p>	 <p>MSE = 718,98 PSNR = 19,5636 Runtime=0,4688003</p>	

Pada citra dengan probabilitas 5% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = -1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = 1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.9 Perbandingan reduksi 15% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7











GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 $Q = -1$	KERNEL 3 X 3 $Q = 0$	KERNEL 3 X 3 $Q = 1$
 GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 88,1756 PSNR = 28,6773	 MSE = 165,528 PSNR = 25,9421 Runtime=0,187201	 MSE = 108,194 PSNR = 27,7888 Runtime =0,171601	 MSE = 163,449 PSNR =25,997 Runtime = 0,109201
	KERNEL 5 X 5 $Q = -1$	KERNEL 5 X 5 $Q = 0$	KERNEL 5 X 5 $Q = 1$
	 MSE = 311,325 PSNR = 23,1987 Runtime=0,343202	 MSE = 186,256 PSNR = 25,4297 Runtime=0,265202	 MSE = 284,829 PSNR = 23,585 Runtime=0,280802

Tabel 4.9 Lanjutan

	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 429,9 PSNR = 21,7971 Runtime=0,546003	MSE = 246,253 PSNR = 24,217 Runtime=0,452403	MSE = 379,174 PSNR = 22,3424 Runtime=0,468003





Pada citra dengan probabilitas 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = 1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = -1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.10 Perbandingan reduksi 1% *noise* dengan *Contra-harmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7







GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p data-bbox="248 1240 588 1420">GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 7885,59 PSNR = 9,16246 Runtime = 0,0468003</p>	 <p data-bbox="612 763 874 875">MSE = 2754,34 PSNR = 13,7306 Runtime=0,156001</p>	 <p data-bbox="900 763 1161 875">MSE = 2324,21 PSNR = 14,468 Runtime = 0,156001</p>	 <p data-bbox="1187 763 1465 875">MSE = 2762,62 PSNR = 13,7173 Runtime = 0,140401</p>
	<p data-bbox="632 913 834 990">KERNEL 5 X 5 Q = -1</p>	<p data-bbox="919 913 1121 990">KERNEL 5 X 5 Q = 0</p>	<p data-bbox="1214 913 1417 990">KERNEL 5 X 5 Q = 1</p>
	 <p data-bbox="612 1285 874 1397">MSE = 3005,29 PSNR = 13,3519 Runtime=0,312002</p>	 <p data-bbox="900 1285 1161 1397">MSE = 2515,01 PSNR = 14,1254 Runtime=0,296402</p>	 <p data-bbox="1187 1285 1465 1397">MSE = 2994,67 PSNR = 13,3673 Runtime=0,234002</p>
<p data-bbox="632 1420 834 1496">KERNEL 7 X 7 Q = -1</p>	<p data-bbox="919 1420 1121 1496">KERNEL 7 X 7 Q = 0</p>	<p data-bbox="1214 1420 1417 1496">KERNEL 7 X 7 Q = 1</p>	
 <p data-bbox="612 1792 874 1904">MSE = 3086,89 PSNR = 13,2356 Runtime=0,546003</p>	 <p data-bbox="900 1792 1161 1904">MSE = 2559,74 PSNR = 14,0488 Runtime=0,436803</p>	 <p data-bbox="1187 1792 1465 1904">MSE = 3051,75 PSNR = 13,2853 Runtime=0,452403</p>	

Pada citra dengan probabilitas 1% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = 1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = -1$, pada kernel 3 x 3 citra memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar pada $Q = 1$ dibanding $Q = -1$ pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.11 Perbandingan reduksi 5% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7











GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 $Q = -1$	KERNEL 3 X 3 $Q = 0$	KERNEL 3 X 3 $Q = 1$
 <p>GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 742,467 PSNR = 19,424 Runtime = 0,0624004</p>	 <p>MSE = 524,868 PSNR = 20,9303 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 480,568 PSNR = 21,3133 Runtime =0,171601</p>	 <p>MSE = 539,149 PSNR =20,8137 Runtime = 0,187201</p>

Tabel 4.11 Lanjutan

	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
			
	MSE = 660,142 PSNR = 19,9344 Runtime=0,405603	MSE = 589,147 PSNR = 20,4286 Runtime=0,312002	MSE = 673,81 PSNR = 19,8454 Runtime=0,280802
	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 754,297 PSNR = 19,3554 Runtime=0,499203	MSE = 658,106 PSNR = 19,9428 Runtime=0,374402	MSE = 767,585 PSNR = 19,2795 Runtime=0,374402

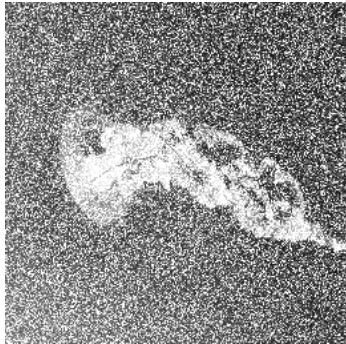





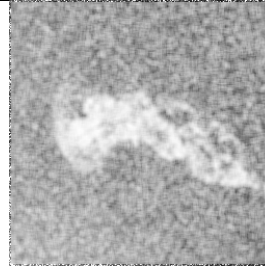
Pada citra dengan probabilitas 5% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = -1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = 1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.12 Perbandingan reduksi 15% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

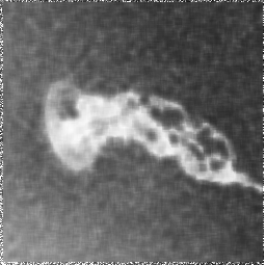
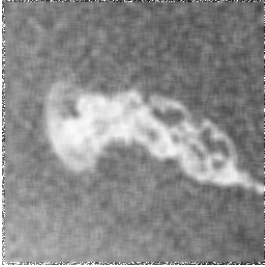
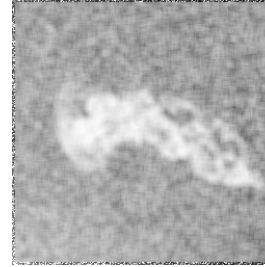
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
	 MSE = 233,068 PSNR = 24,456 Runtime=0,202801	 MSE = 207,169 PSNR = 24,9676 Runtime = 0,187201	 MSE = 235,762 PSNR = 24,4061 Runtime = 0,140401
	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 87,3999 PSNR = 28,7157 Runtime = 0,0624004	 MSE = 361,691 PSNR = 22,5474 Runtime=0,265202	 MSE = 309,128 PSNR = 23,2294 Runtime=0,265202	 MSE = 364,974 PSNR = 22,5082 Runtime=0,312002
	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
	 MSE = 465,662 PSNR = 21,4501 Runtime=0,514803	 MSE = 380,289 PSNR = 22,3297 Runtime=0,468003	 MSE = 466,977 PSNR = 21,4378 Runtime=0,405603

Pada citra dengan probabilitas 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = -1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = 1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.13 Perbandingan reduksi 1% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7











GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 $Q = -1$	KERNEL 3 X 3 $Q = 0$	KERNEL 3 X 3 $Q = 1$
 GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 11749,1 PSNR = 7,43075	 MSE = 5025,9 PSNR = 11,1187 Runtime=0,187201	 MSE = 3913,4 PSNR = 12,2053 Runtime =0,187201	 MSE = 5211,49 PSNR = 10,9612 Runtime = 0,171601
	KERNEL 5 X 5 $Q = -1$	KERNEL 5 X 5 $Q = 0$	KERNEL 5 X 5 $Q = 1$
	 MSE = 5391,32 PSNR = 10,8138 Runtime=0,265202	 MSE = 4199,89 PSNR = 11,8984 Runtime=0,296402	 MSE = 5594,76 PSNR = 10,653 Runtime=0,312002

Tabel 4.13 Lanjutan

	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 5452,89 PSNR = 10,7654 Runtime=0,546003	MSE = 4235,05 PSNR = 11,8622 Runtime=0,483603	MSE = 5649,01 PSNR = 10,6111 Runtime=0,390002





Pada citra dengan probabilitas 1% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contra-harmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = -1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = 1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.14 Perbandingan reduksi 5% noise dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

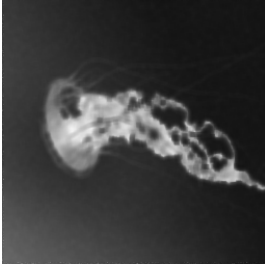
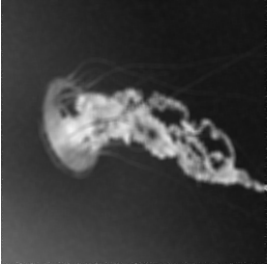
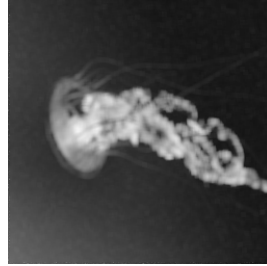
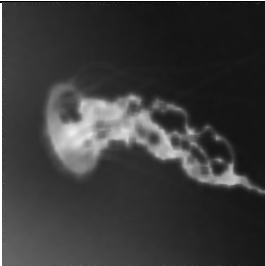
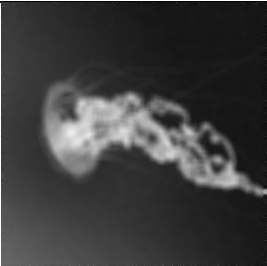
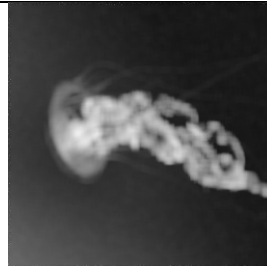
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 789,768 PSNR = 19,1558</p>	 MSE = 462,055 PSNR = 21,4839 Runtime=0,140401	 MSE = 400,5398 PSNR = 22,1044 Runtime= 0,124801	 MSE = 497,588 PSNR = 21,1621 Runtime = 0,109201
	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
	 MSE = 581,246 PSNR = 20,4872 Runtime=0,296402	 MSE = 481,423 PSNR = 21,3055 Runtime=0,249602	 MSE = 606,432 PSNR = 20,303 Runtime=0,265202
	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
	 MSE = 671,093 PSNR = 19,863 Runtime=0,546003	 MSE = 536,792 PSNR = 20,8327 Runtime=0,468003	 MSE = 688,475 PSNR = 19,7519 Runtime=0,452403

Pada citra dengan probabilitas 5% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai $Q = 0$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai $Q = -1$ memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai $Q = 1$. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Tabel 4.15 Perbandingan reduksi 15% *noise* dengan *Contraharmonic Mean Filter* pada nilai $-1 \leq Q \leq 1$ dan kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3 Q = -1	KERNEL 3 X 3 Q = 0	KERNEL 3 X 3 Q = 1
 <p>GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 88,2301 PSNR = 28,6746</p>	 <p>MSE = 128,518 PSNR = 27,0412 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 95,2334 PSNR = 28,3429 Runtime =0,156001</p>	 <p>MSE = 131,438 PSNR = 26,9436 Runtime = 0,187201</p>

Tabel 4.15 Lanjutan









	KERNEL 5 X 5 Q = -1	KERNEL 5 X 5 Q = 0	KERNEL 5 X 5 Q = 1
			
	MSE = 238,216 PSNR = 24,3611 Runtime=0,265202	MSE = 161,175 PSNR = 26,0578 Runtime=0,280802	MSE = 234,188 PSNR = 24,4352 Runtime=0,296402
	KERNEL 7 X 7 Q = -1	KERNEL 7 X 7 Q = 0	KERNEL 7 X 7 Q = 1
			
	MSE = 329,899 PSNR = 22,947 Runtime=0,561604	MSE = 215,576 PSNR = 24,7948 Runtime=0,499203	MSE = 321,804 PSNR = 23,0549 Runtime=0,514803

Pada citra dengan probabilitas 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Contraharmonic Mean Filter*, pada nilai *order* Q antara -1, 0, dan 1, citra yang direduksi dan nilai Q = 0 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Dan pada nilai Q = -1 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar dibanding dengan nilai Q = 1. Hal ini menunjukkan bahwa citra dengan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar memiliki hasil citra dengan kualitas yang lebih baik. Dan diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.





4.2.1.2 Pengujian Sistem Terhadap Masing-Masing Citra Uji dengan Algoritma *Arithmetic Mean Filter*

Di bawah ini merupakan tabel pengujian terhadap masing-masing citra uji ukuran 256 x 256 piksel dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* menggunakan kernel 3x3, 5x5, dan 7x7.

Tabel 4.16 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% *noise* dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

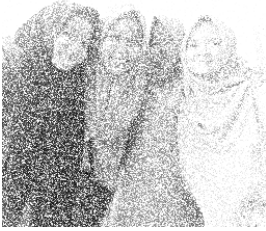

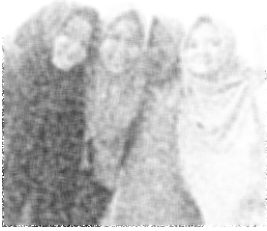

GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 5850,49 PSNR = 10,4589 Runtime = 0,0780005	 MSE = 1780,49 PSNR = 15,6254 Runtime=0,249602	 MSE = 1966,92 PSNR = 15,1929 Runtime= 0,327602	 MSE = 2050,31 PSNR =15,0126 Runtime=0,390003
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 641,224 PSNR = 20,0607 Runtime = 0,0468003	 MSE = 655,993 PSNR = 19,9618 Runtime=0,421203	 MSE = 655,993 PSNR = 19,9618 Runtime = 0,421203	 MSE = 783,809 PSNR =19,1887 Runtime=0,280802

Tabel 4.16 Lanjutan









GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR1.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 83,5706 PSNR = 28,9103 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 275,28 PSNR = 23,7331 Runtime=0,202801</p>	 <p>MSE = 431,293 PSNR = 21,7831 Runtime= 0,280802</p>	 <p>MSE = 564,925 PSNR =20,6109 Runtime=0,374402</p>

Pada citra dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter*, diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Pada kernel 3 x 3 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar sehingga citra yang dihasilkan lebih baik dibanding pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.

Tabel 4.17 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% *noise* dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

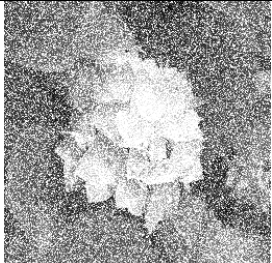
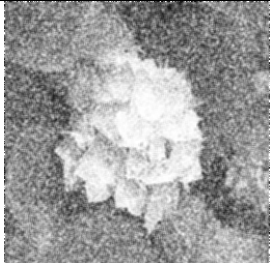

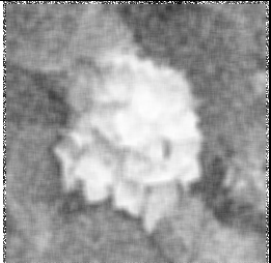
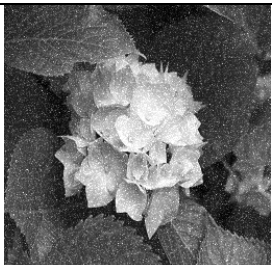
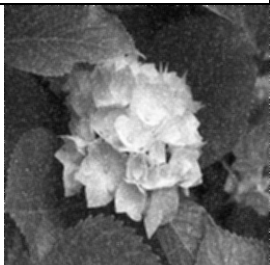


GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 5658,78 PSNR = 10,6036 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 1672,04 PSNR = 18,8983 Runtime=0,265202</p>	 <p>MSE = 1795,99 PSNR = 15,5878 Runtime = 0,249602</p>	 <p>MSE = 1824,41 PSNR = 15,5196 Runtime=0,358802</p>

Tabel 4.17 Lanjutan

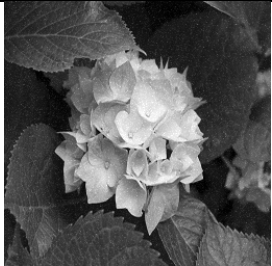
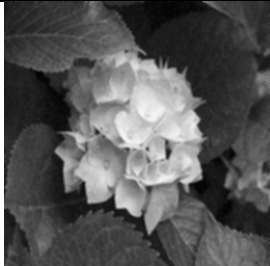


GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 545,893 PSNR = 20,7597 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 259,805 PSNR = 23,9843 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 308,88 PSNR = 23,2329 Runtime = 0,234001</p>	 <p>MSE = 342,103 PSNR = 22,7892 Runtime=0,358802</p>
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3X3	KERNEL 5X5	KERNEL 7X7
 <p>GAMBAR2.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 71,5305 PSNR = 29,5859 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 63,1269 PSNR = 30,1287 Runtime=0,234001</p>	 <p>MSE = 99,588 PSNR = 28,1487 Runtime = 0,265202</p>	 <p>MSE = 134,45 PSNR =26,8452 Runtime=0,343202</p>

Pada citra dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter*, diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Pada kernel 3 x 3 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar sehingga citra yang dihasilkan lebih baik dibanding pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.

Tabel 4.18 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% *noise* dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7





GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 10181,8 PSNR = 8,05255 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 3243,38 PSNR = 13,0208 Runtime=0,156001</p>	 <p>MSE = 3472,41 PSNR = 12,7245 Runtime = 0,296402</p>	 <p>MSE = 3503,94 PSNR =12,6852 Runtime=0,358802</p>
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 768,244 PSNR = 19,2758 Runtime = 0,0624004</p>	 <p>MSE = 401,312 PSNR = 22,096 Runtime=0,124801</p>	 <p>MSE = 495,316 PSNR = 21,182 Runtime = 0,280802</p>	 <p>MSE = 554,92 PSNR =20,6885 Runtime=0,327602</p>

Tabel 4.18 Lanjutan









GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR3.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 88,1756 PSNR = 28,6773 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 108,194 PSNR = 27,7888 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 186,256 PSNR = 25,4297 Runtime = 0,296402</p>	 <p>MSE = 246,253 PSNR =24,217 Runtime=0,327602</p>

Pada citra dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter*, diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Pada kernel 3 x 3 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar sehingga citra yang dihasilkan lebih baik dibanding pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.

Tabel 4.19 Perbandingan reduksi 1% , 5%, dan 15% *noise* dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7




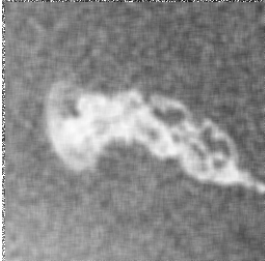




GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 7785,75 PSNR = 9,2178 Runtime = 0,0624004</p>	 <p>MSE = 2314,49 PSNR = 14,4862 Runtime=0,156001</p>	 <p>MSE = 2490,34 PSNR = 14,1682 Runtime = 0,312002</p>	 <p>MSE = 2536,4 PSNR =14,0886 Runtime=0,405603</p>

Tabel 4.19 Lanjutan


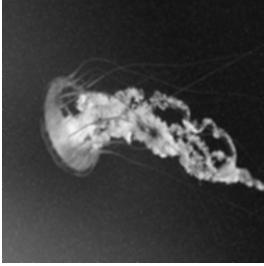
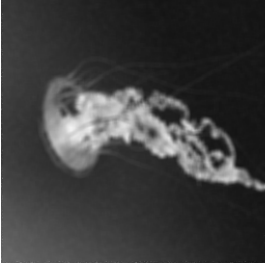
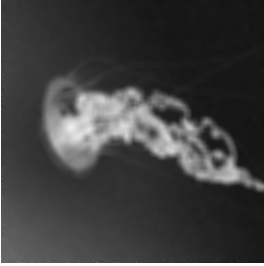
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 742,928 PSNR = 19,4213 Runtime = 0,0468003</p>	 <p>MSE = 474,358 PSNR = 21,3697 Runtime=0,187210</p>	 <p>MSE = 588,046 PSNR = 20,4367 Runtime = 0,265202</p>	 <p>MSE = 656,176 PSNR =19,9606 Runtime=0,421203</p>
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR4.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 87,3999 PSNR = 28,7157 Runtime = 0,0624004</p>	 <p>MSE = 207,169 PSNR = 24,9676 Runtime=0,140401</p>	 <p>MSE = 309,128 PSNR = 23,2294 Runtime = 0,296402</p>	 <p>MSE = 380,289 PSNR =22,3297 Runtime=0,343202</p>

Pada citra dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter*, diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Pada kernel 3 x 3 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar sehingga citra yang dihasilkan lebih baik dibanding pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.

Tabel 4.20 Perbandingan reduksi 1%, 5%, dan 15% *noise* dengan *Arithmetic Mean Filter* pada kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7

GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 1% MSE = 11749,1 PSNR = 7,43075 Runtime = 0,0780005</p>	 <p>MSE = 3913,4 PSNR = 12,2053 Runtime=0,202801</p>	 <p>MSE = 4199,89 PSNR = 11,8984 Runtime= 0,234801</p>	 <p>MSE = 4235,05 PSNR =11,8622 Runtime=0,295402</p>
GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 5% MSE = 789,768 PSNR = 19,1558 Runtime = 0,0936006</p>	 <p>MSE = 400,538 PSNR = 22,1044 Runtime=0,187201</p>	 <p>MSE = 481,423 PSNR = 21,3055 Runtime= 0,280802</p>	 <p>MSE = 536,792 PSNR =20,8327 Runtime=0,312002</p>

Tabel 4.20 Lanjutan

GAMBAR DENGAN NOISE	KERNEL 3 X 3	KERNEL 5 X 5	KERNEL 7 X 7
 <p>GAMBAR5.BMP Probabilitas Noise = 15% MSE = 88,2301 PSNR = 28,6746 Runtime = 0,0156001</p>	 <p>MSE = 95,2334 PSNR = 28,3429 Runtime=0,234001</p>	 <p>MSE = 161,175 PSNR = 26,0578 Runtime= 0,218401</p>	 <p>MSE = 215,576 PSNR =24,7948 Runtime=0,358802</p>

Pada citra dengan probabilitas 1%, 5%, dan 15% *Exponential Noise* yang direduksi dengan *Arithmetic Mean Filter*, diantara kernel 3 x 3, 5 x 5, dan 7 x 7 dalam melakukan reduksi *noise*, pada kernel 3 x 3 lebih baik dalam mereduksi *noise* dibandingkan kernel 5 x 5 dan 7 x 7 dengan melihat nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Pada kernel 3 x 3 memiliki nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar sehingga citra yang dihasilkan lebih baik dibanding pada kernel 5 x 5 dan 7 x 7.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* merupakan jenis *filtering* yang dapat mereduksi *noise*. *Noise* memiliki berbagai jenis, salah satunya yaitu *Exponential Noise*. Diantara probabilitas 1%, 5%, dan 15% pada *Exponential Noise*, pada probabilitas 1% *noise* menghasilkan citra yang lebih kabur dibanding pada probabilitas 5% dan 15% *noise*, dan diantara probabilitas 5% dan 15% *noise* maka pada 5% *noise* menghasilkan citra yang lebih kabur dibanding 15% *noise* baik secara visual maupun berdasarkan nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai probabilitas yang di-*input*, maka semakin kabur citra yang dihasilkan.

Proses reduksi *Exponential Noise* dengan menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* pada kernel 3×3 memiliki hasil *filtering* yang lebih baik dibanding pada kernel 5×5 dan 7×7 dengan menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar. Pada kernel 3×3 memiliki hasil *filtering* yang lebih baik pada nilai $Q = 0$ dibanding pada nilai $Q = -1$ dan $Q = 1$, dengan menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar.

Untuk hasil *filtering* diantara algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise*, maka algoritma *Arithmetic Mean Filter* memiliki hasil yang lebih baik dibanding algoritma *Contraharmonic Mean Filter*.

Nilai MSE yang lebih kecil dan nilai PSNR yang lebih besar menunjukkan bahwa citra tersebut memiliki hasil *filtering* yang lebih baik, dan *runtime* digunakan untuk mengetahui berapa lama proses yang dibutuhkan ketika melakukan proses *filtering* dan ketika membangkitkan *Exponential Noise* dengan satuan detik.

5.2 Saran

Dalam rangka pengembangan dan pemanfaatan dari penelitian yang telah dilakukan mengenai reduksi *Exponential Noise* dengan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* pada citra digital yaitu, sistem ini menggunakan citra digital yang berjenis *grayscale*, untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan citra digital berjenis citra warna (RGB). Selain itu, sistem ini menggunakan algoritma *Contraharmonic Mean Filter* dan *Arithmetic Mean Filter* dalam mereduksi *Exponential Noise* pada citra digital, untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan algoritma lain seperti *Harmonic Mean Filter*, *Geometric Mean Filter*, dan *Weighted Mean Filter*.

Pada sistem ini menggunakan jenis *noise* yaitu *Exponential Noise*, sehingga untuk pengembangan selanjutnya diharapkan menggunakan jenis *noise* yang lain, seperti *Uniform Noise*, *Gaussian Noise*, *Salt&Pepper Noise*, dan jenis *noise* lainnya. Saran lainnya sistem ini menggunakan nilai MSE, PSNR, dan *Runtime* yang digunakan untuk mengetahui pengujian reduksi terbaik, untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan nilai RMSE dan SNR.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyat, Nur. (2017). Analisis Restorasi Citra Kabur Algoritma Wiener Menggunakan Indeks Kualitas Citra. *Nusantara Journal Of Computers and Its Application*. 2(1), 24 - 34.
- Ariyanto, M., Caesarendra, W. (2011). *Panduan Belajar Mandiri MATLAB*. Diponegoro: Elex Media Komputindo.
- Asmara, A. R. (2018). *Pengolahan Citra Digital Teori, Praktek, dan Latihan*. Malang: Latihan. Polinema Press.
- Chairy, Amalia. (2014). *Implementasi dan Perbandingan Metode Hrmonic- Mean Filter dan Contraharmonic- Mean Filter untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital*. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara.
- Fadillah, Azhar. (2014). *Implementasi Metode Kombinasi Mean Filter dan Median Filter untuk Mereduksi Gaussian Noise, Salt and Pepper Noise, Speckle Noise, dan Exponential Noise Pada Citra Digital*. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara.
- Gonzalez, R.C., R. E. Woods, (2008), *Digital Image Processing*, Pearson Prentice Hall.
- Hermawati , A.F. (2013). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Hidayatullah, P. (2017). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Iswari, A.T, Utami, P.R, Rachmansyah. Widodo, S. (2011). Implementasi Algoritma Wavelet Haar untuk Menghilangkan Noise Pada Citra Digital. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elktro. Jurnal ISSN 2088-9984*.
- Jayaraman S , S Esakkirajan, T. V. (2009). *Digital Image Processing*. New Delhi: McGraw Hill.
- Jogiyanto. (2007). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Juhari. (2017). *Modul Praktikum Pengantar Ilmu Komputer*. Malang.
- Kadir, A., Adhi, S. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

- Kaur, R., & Singh, E. N. (2014). Image Restoration - A Survey. *IOSR Journal of Computer Enginnering*. (16) 4.
- Komputer, W. (2013). *Ragam Aplikasi Pengolahan Image dengan Matlab*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Mulyani, A., Apriyanti, G . (2016). Penerapan Metode Algoritma Arithmetic Mean Filter Untuk Mereduksi Noise Salt and Pepper Pada Citra. *Jurnal TECHNO Nusa Mandiri ISSN 1978-2136* , XIII(2), 97–102.
- Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Nanda, Auliza. (2014). *Implementasi dan Perbandingan Metode Geometric Mean Filter dan Alfa- Trimmed Mean Filter untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital*. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer. Universitas Sumatera Utara.
- Nitika. (2015). *Implementasi Contraharmonic Mean Filter untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital*. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer. Universitas Sumatera Utara.
- Oliver, Lorent. (2015). *Implementasi Kombinasi Arithmetic Mean Filter dan High Boost Filtering untuk Memperbaiki Kualitas Pada Citra Digital*. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer. Universitas Sumatera Utara.
- Prasetyo, E. (2011). *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Riandari, F. (2018). Implementasi Metode Geometric Mean Filter Untuk Perbaikan Dengan Reduksi Noise Pada Citra Digital. *Jurnal Mantik Penusa*. 2(2).
- Santoso, I. (2013). *Implementasi Dan Perbandingan Optimum Notch Filter Dan Band Reject Filter Untuk Mereduksi Periodic Noise Pada Citra Digital*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Septiadi, Wayan, N. (2016). *Diktat Ajar Pemrograman Komputer: Berbasis MATLAB*. Bukit Jimbaran.
- Sriani, Ikhwan, A., Yusnidah. 2017. Aplikasi Metode Transformasi Wavelet Diskrit. *Jurnal SAINTIKOM*. 16(1).
- Sriani, & Ikhsan, M. (2016). Implementasi Kompresi Citra Digital Menggunakan

- Algoritma Wavelet. *Prosiding Konferensi Nasional Pengembangan Teknologi dan Komunikasi*. ISBN 979-458-924-1.
- Sriani, Triase, & Khairuna. (2017). Pendekomposisian Citra Digital dengan Algoritma DWT. *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika, Jurnal ISSN 2598-634*. 01(01).
- Sulistiyanti, R. S., Setyawan, F. A., & Komarudin, M. (2016). *Pengolahan Citra Dasar dan Contoh Penerapannya*. Yogyakarta: Teknosain.
- Sutoyo, T. & Mulyanto, E. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Widayat, D., Darma, S., Ramadan, S. (2018). *Penerapan Metode Arithmetic Mean Filter Untuk Mereduksi Noise Speckle Dan Salt And Paper Pada Citra Ortokromatik*. *Jurnal Pelita Informatik*. 17(3).
- Widiarsono, Teguh. (2005). *Tutorial Praktis Belajar MATLAB*. Jakarta.
- Zhou, H., Wu, J., Zhang, J., Free, D., & At, T. (2010). *Digital Image Processing : PART I*.

LAMPIRAN 1

LISTING PROGRAM

MENU UTAMA

```
% menampilkan logo uinsu
handles.output = hObject;
handles.citra=imread('C:\Users\Lenovo\My

%menampilkan form yulikartikasiregar2 di menu editor reduksi noise
function noise_Callback(hObject, eventdata, handles)
yulikartikasiregar2;

% menampilkan form menu informasi
function tentang_Callback(hObject, eventdata, handles)
tentang1;

%untuk menu keluar
function keluar_Callback(hObject, eventdata, handles)
selection=questdlg('INGIN KELUAR DARI PROGRAM?', 'TUTUP
PROGRAM', 'YES', 'NO', 'YES');
else
    return;
end
```

MENU REDUKSI NOISE

```
%tombol buka gambar
function bukagambar_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nama_file,nama_path] = uigetfile({'*.bmp','File
bmp (*.bmp)'}, 'Buka File Citra');
    info = imfinfo([nama_path, nama_file]);
        lokasi= info.FileName;
        height = info.Height;
        width = info.Width;

        set(handles.lokasii, 'String', lokasi);
        set(handles.widthh, 'String', width);

%tombol reset
function reset1_Callback(hObject, eventdata, handles)
axes(handles.axes1);
plot(0);
set(handles.lokasii, 'String', '');

%bangkitkan exponential noise
function bangkitnoise_Callback(hObject, ~, handles)
global runtimefilter;
runtimefilter=cputime;
prob=str2double(get(handles.probnoise, 'String'));
if (prob>=1 && prob<= 50)

    [m,n]=size(gambar);
```

```

B=double(gambar);
for i=1:m
    for j=1:n
        noise=-1/prob*log(1-rand);
        B(i,j)=round(gambar(i,j)+noise);
    end
end

runtimefilter= cputime-runtimefilter;
imshow(B)
else
    warndlg('Belum input Noise','WARNING')
end

axes1);
citrahasil=getimage(handles.axes2);

[b, k]=size(citrahasil);
mseVal=sum(mse(:))/(b*k);
set(handles.psnr1,'String',psnrVal);

% tombol reset
function reset2_Callback(hObject, eventdata, handles)
axes(handles.axes2);
plot(0);

% menyimpan file citra bernoise
function save1_Callback(hObject, eventdata, handles)

    imwrite(citra,fullfile(nama_path,nama_file));
    warndlg('Berhasil Tersimpan','WARNING')

% tombol filtering pada algoritma contraharmonic mean filter
function filtercontra_Callback(hObject, eventdata, handles)
global runtimefilter;
runtimefilter=cputime;
    warndlg('Maaf Anda Salah Pilih')
    case 2
        kernel=3;
        d = floor (kernel/2);
    case 3
        kernel=5;
        d = floor (kernel/2);
    case 4
        kernel=7;
        d = floor (kernel/2);
end
Q=str2double(get(handles.nilaiq,'String'));
if (Q >=-1 && Q <=1)
F=getimage(handles.axes2);
[m,n] = size(F);
F=double(F);
for i = 1+d:m-d
    for j= 1+d:n-d
        jum1=0;

```

```

        jum2=0;
        for p=-d:d
            for q = -d:d
                jum1=jum1+(F(i+p,j+q).^(Q+1));
                jum2=jum2+(F(i+p,j+q).^Q);
            end
        end
        G(i,j)=jum1/jum2;

    end
end
else
    warndlg('MAAF NILAI Q BERLEBIH ATAU KAMU BELUM INPUT NILAI
Q', 'WARNING');
end

G=uint8(G);
axes(handles.axes3);
runtimefilter= cputime-runtimefilter;
imshow(G)
citraasal=getimage(handles.axes2);
citrahasil=getimage(handles.axes3);
mse=(double(citraasal)- double(citrahasil)).^2;
[b, k]=size(citrahasil);
mseVal=sum(mse(:))/(b*k);
set(handles.mse2, 'String', mseVal);
set(handles.runtime2, 'String', runtimefilter);

% tombol reset
function reset3_Callback(hObject, eventdata, handles)
axes(handles.axes3);
plot(0);

set(handles.psnr2, 'String', '');
set(handles.runtime2, 'String', '');
set(handles.popupmenu1, 'Value', 1);

% tombol save filtering contraharmonic mean filter
function save2_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nama_file, nama_path] = uiputfile ({ '*.bmp'; '*.*' }, 'save image');
citra=getimage(handles.axes3);

% tombol filtering algoritma arithmetic mean filter
function arithmetic_Callback(hObject, eventdata, handles)
popupmenu2, 'Value'); switch nargin
    case 1
        warndlg('Maaf Anda Salah Pilih')
    case 2
        kernel=3;
        d = floor (kernel/2);
    case 3
        kernel=5;
        d = floor (kernel/2);
    case 4
        kernel=7;

```

```

        d = floor (kernel/2);
end

for i = 1+d:m-d
    for j= 1+d:n-d
        jum=0;
        for p=-d:d
            for q = -d:d

                jum=jum+(F(i+p,j+q)/(kernel*kernel));
            end
        end
        G(i,j)=jum;
    end
end

G=uint8(G);
axes(handles.axes4);
imshow(G)
runtimefilter= cputime-runtimefilter;
citraasal=getimage(handles.axes2);
citrahasil=getimage(handles.axes4);
mse=(double(citraasal)- double(citrahasil)).^2;
[b, k]=size(citrahasil);
mseVal=sum(mse(:))/(b*k);
set(handles.mse3,'String',mseVal);
psnrVal=20*log10(255/sqrt(mseVal));
set(handles.psnr3,'String',psnrVal);
set(handles.runtime3,'String',runtimefilter);

% tombol reset
function reset4_Callback(hObject, eventdata, handles)
axes(handles.axes4);
plot(0);
set(handles.popupmenu2,'Value',1);

% tombol menyimpan gambar untuk hasil filtering arithmetic mean
filter
function save3_Callback(hObject, eventdata, handles)
[nama_file,nama_path] = uiputfile({'*.bmp';'*.*'},'save image');

```

MENU INFORMASI

```

% menampilkan gambar tentang informasi aplikasi
handles.output = hObject;
handles.citra=imread('C:\Users\Lenovo\My
Documents\MATLAB\tentang.jpg');
guidata(hObject, handles);
axes(handles.axes1);
imshow(handles.citra)

% menampilkan menu utama dari menu editor kembali
function kembali_Callback(hObject, eventdata, handles)
MENUBARU;

```

LAMPIRAN 2
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Data Pribadi

Nama : Yuli Kartika Siregar
Tempat/ Tanggal Lahir : Binjai, 26 Maret 1997
Alamat : Jl. Ikan Senangin No.04 LK. II, Binjai
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Status : Belum Menikah
No. Hp : 085761542468
Email : yulikartikasiregar9716@gmail.com

II. Pendidikan Formal

1. SD Negeri 023900 Binjai Timur tamatan tahun 2009
2. SMP Negeri 3 Binjai Kota tamatan tahun 2012
3. SMA Negeri 1 Binjai Kota tamatan tahun 2015
4. S1 Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan Jurusan Ilmu Komputer 2015 – 2019

Medan 08 November 2019

Yuli Kartika Siregar