

SKRIPSI

NOISE REDUCTION PADA CITRA DENGAN FUZZY



Cahyadi Hartanto Sulayman

NPM: 2016730036

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020**

UNDERGRADUATE THESIS

IMAGE NOISE REDUCTION WITH FUZZY



Cahyadi Hartanto Sulayman

NPM: 2016730036

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

NOISE REDUCTION PADA CITRA DENGAN FUZZY

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 10 Juni 2020



Cahyadi Hartanto Sulayman
NPM: 2016730036

LEMBAR PENGESAHAN

NOISE REDUCTION PADA CITRA DENGAN FUZZY

Cahyadi Hartanto Sulayman

NPM: 2016730036

Bandung, 10 Juni 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Husnul Hakim, M.T.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Natalia, M.Si.

Raymond Chandra Putra, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

NOISE REDUCTION PADA CITRA DENGAN FUZZY

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 10 Juni 2020



Cahyadi Hartanto Sulayman
NPM: 2016730036

ABSTRAK

Pada zaman digital seperti sekarang ini banyak informasi berupa fisik diubah menjadi informasi digital seperti citra digital. Citra digital umumnya dibentuk menggunakan kamera dan terkadang citra digital yang dibentuk memiliki kualitas yang buruk. Noise yang timbul pada citra digital merupakan salah satu indikasi sebuah citra digital memiliki kualitas yang buruk. Sehingga diperlukan sebuah alat yang mampu mereduksi jumlah *noise* pada citra.

Pada penelitian ini dibangun sebuah perangkat lunak yang mampu mereduksi noise dengan berbagai metode yang ada. Perangkat lunak ini berjalan pada 2 bahasa pemrograman yaitu *java* dan *python*. Metode *noise reduction* yang digunakan pada perangkat lunak ini adalah *mean filter*, *median filter*, *fuzzy filter* dan *fourier filter*.

Pengujian dilakukan dengan membentuk dataset terlebih dahulu. Dataset yang terbentuk dikategorikan ke dalam 3 kategori yaitu *high noise*, *medium noise* dan *low noise*. Faktor pembandingan pada penelitian ini adalah waktu dan nilai PSNR. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa metode terbaik untuk tiap kategori *noise* berbeda - beda. Metode Pemrosesan yang paling lambat adalah *fourier filter (FFT)*. *Fourier filter* merupakan metode *noise reduction* terbaik untuk kategori *high noise*, sedangkan *median filter* merupakan metode terbaik untuk *medium noise*, dan *fuzzy filter* merupakan metode terbaik pada kategori *low noise*.

Kata-kata kunci: *Noise Reduction*, Citra Digital, Pengolahan Citra, *Fuzzy*, *Image Restoration*, *Fourier Transform*, *Filter*

ABSTRACT

In the current days of digital age a lot of physical information is converted into digital information such as digital images. Digital images are generally formed using cameras. Sometimes digital images was formed with poor quality. Noise in images is an indication that a digital image has poor quality. So we need a tool that is able to reduce the amount of noise in the image.

In this research, a software was build. The software is able to reduce noise by various existing methods. This software was build in 2 programming languages java and python. Four method was used in this software, which was mean filter, median filter, fuzzy filter and fourier filter.

Datasets was formed to be used in testing. The dataset is categorized into 3 categories, which is high noise, medium noise, and low noise. Factors that being used to compare each other method are time and PSNR. The test result shows that each noise category has its own best method. FFT is the slowest method. Fourier transform produced the best result for high noise images, median filter produced the best result for medium high noise images, and fuzzy filter produced the best result for low noise images.

Keywords: Noise Reduction, Digital Image, Image Processing, Fuzzy, Image Restoration, Fourier Transform, Filter

Dipersembahkan untuk Tuhan, ayah yang luar biasa, bunda, sahabat, para dosen dan teman-teman yang telah memberikan dukungan hingga selesainya pembuatan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul "*Noise Reduction* Pada Citra dengan *Fuzzy*". Skripsi ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Teknik Informatika, Universitas Katolik Parahyangan. Selain itu, penulisan skripsi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan mengenai *noise reduction* menggunakan berbagai metode yang ada. Selama penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak. Sehingga penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Husnul Hakim, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing, dosen wali, dan sebagai teman yang telah membimbing penulis dan memberikan dukungan saat penulis sedang terpukul.
2. Ibu Natalia, M.Si. dan Bapak Raymond Chandra Putra, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun.
3. Keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan.
4. Bapak Pranyoto yang telah membantu penulis, sehingga penulis mampu berkuliah di UNPAR hingga lulus.
5. Ko Kris, Ci Jo, Ko Raymond, dan Ko Chan yang telah memberikan dorongan dan semangat.
6. Yobel dan Gayot yang telah menghibur dan membantu penulis dalam melewati berbagai masalah.
7. Group Anonymoes (Ko Hus, Ci Jo, Timot, dan JL) yang telah berjuang bersama dan menghibur penulis dalam berbagai kesempatan selama perkuliahan, terutama di dalam ACM.
8. Ko Riki, R, Christianto Qiang, Brendan, Eureka, Agagan, sahabat-sahabat tebleng "The Teblengers" (gayot, yobel, pehul, emon, ikan, aldrich, agung, gilbert, dan terence), dan group Kacang (Kikil, JY, R, Timot, Areng, JL, dan Cantika) yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama perkuliahan.
9. Admin (Christianto Qiang, Kikil, Ferdian, Febrian, Mike, Saul) yang membantu selama penulis magang di laboratorium komputasi FTIS.
10. Staf Tata Usaha yang menunjang berbagai kebutuhan penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf jika terdapat kekurangan pada penelitian ini. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Bandung, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR KODE PROGRAM	xxiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
DAFTAR NOTASI	1
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Dasar - Dasar Pengolahan Citra	5
2.2 Teknik - Teknik <i>Noise Reduction</i>	10
2.2.1 Median Filter	10
2.2.2 Mean Filter	11
2.2.3 Fourier Transforms dan Fourier Series	11
2.2.4 Fuzzy Derivatives Estimation	16
2.3 Evaluasi Citra	23
3 ANALISIS	25
3.1 Analisis Masalah	25
3.2 Analisis Filter	27
3.3 Analisis Pertukaran Data	29
3.4 Studi Kasus	30
3.4.1 <i>Mean Filter</i>	30
3.4.2 <i>Median Filter</i>	30
3.4.3 <i>Fourier Filter</i>	31
3.4.4 <i>Fuzzy Filter</i>	32
3.5 Pemodelan Use Case	37
3.5.1 Skenario memilih citra untuk diproses	38
3.5.2 Skenario Melakukan <i>Zoom</i> Pada Citra	38
3.5.3 Skenario Melakukan <i>Drag</i> Pada Citra	39
3.5.4 Skenario Melakukan Evaluasi Pada Citra	39
3.5.5 Skenario Melakukan Proses <i>Noise Reduction</i>	40

3.5.6	Skenario Membuka <i>Folder Output</i>	41
3.6	Pemodelan Diagram Alir	41
3.7	Diagram Kelas Sederhana	47
4	PERANCANGAN	51
4.1	Perancangan antar muka	51
4.2	Implementasi Kelas	53
4.2.1	Evaluations Package	55
4.2.2	<i>Images Package</i>	57
4.2.3	Other Models Package	61
4.2.4	Process Package	64
4.2.5	Noise Reduction Package	72
4.2.6	Filters Package	77
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	97
5.1	Lingkungan Implementasi	97
5.1.1	Lingkungan Perangkat Keras	97
5.1.2	Lingkungan Perangkat Lunak	97
5.2	Pengujian	97
5.2.1	Pembentukan Dataset	98
5.2.2	Skenario Pengujian	98
5.3	Hasil Pengujian	104
5.3.1	Mean Filter	104
5.3.2	Median Filter	105
5.3.3	FFT Filter	106
5.3.4	Fuzzy Filter	111
5.3.5	Analisis Hasil	113
5.4	Kesimpulan Hasil Pengujian	116
6	KESIMPULAN DAN SARAN	117
6.1	Kesimpulan	117
6.2	Saran	117
	DAFTAR REFERENSI	119
	A KODE PROGRAM	121
	B HASIL EKSPERIMEN	153

DAFTAR GAMBAR

1.1 Hasil <i>noise reduction</i>	2
2.5 Fungsi kotak	12
2.6 DFT pada citra.	13
2.7 Filter highpass	14
2.8 Filter lowpass	15
2.9 Filter untuk mereduksi noise	15
2.10 <i>Membership function</i> ismuda	17
2.11 <i>Membership function</i> isdewasa	17
2.12 Operator <i>and</i> pada <i>membership function</i> ismuda dan isdewasa	18
2.13 Operator <i>or</i> pada <i>membership function</i> ismuda dan isdewasa	18
2.14 Operator <i>complement</i> pada <i>membership function</i> ismuda	19
2.15 Derajat keanggotaan <i>small</i>	20
2.16 Derajat keanggotaan <i>positive</i>	20
2.17 Derajat keanggotaan <i>negative</i>	20
2.18 Pembagian matriks dengan N=2 blok	22
3.1 A) Citra asli, B) Citra yang ditambahkan <i>gaussian noise</i>	26
3.2 A) Citra asli, B) Citra yang ditambahkan <i>salt and paper noise</i>	26
3.3 A) Citra asli, B) Citra yang ditambahkan <i>poisson noise</i>	27
3.4 A) Citra asli, B) Citra yang ditambahkan <i>speckle noise</i>	27
3.5 Gambar dengan <i>noise</i> diubah ke <i>frequency domain</i> menggunakan <i>DFT</i>	28
3.6 Diagram <i>use case</i>	37
3.7 Diagram alir penggunaan perangkat lunak keseluruhan	41
3.8 Diagram alir proses <i>noise reduction</i> secara keseluruhan	42
3.9 Diagram alir proses filterisasi menggunakan <i>fourier transform</i>	43
3.10 Diagram alir proses filterisasi menggunakan <i>fuzzy average filter</i>	44
3.11 Diagram alir <i>adaptive threshold</i> pada <i>fuzzy filter</i>	45
3.12 Diagram alir Filterisasi pada <i>fuzzy filter</i>	46
3.13 Diagram kelas sederhana yang digunakan untuk menyelesaikan masalah	47
4.1 Desain antar muka	51
4.2 berbagai parameter dalam berbagai mode, a) Median filter, b) Mean Filter, c) FFT Filter, dan d) Fuzzy filter	52
4.3 antar muka saat mode evaluasi	53
4.4 Diagram hubungan antar <i>package</i>	54
4.5 Diagram kelas <i>Evaluations Package</i>	55
4.6 Diagram kelas EvalWriter	55
4.7 <i>List files</i> pada folder "Results/Logs"	56
4.8 Diagram kelas PSNR	56
4.9 Diagram kelas <i>Images Package</i>	58
4.10 Diagram kelas Image	58
4.11 Diagram kelas ImageReader	60

4.12	Diagram kelas ImageTime	61
4.13	Diagram kelas <i>Other Models Package</i>	61
4.14	Diagram kelas Complex	62
4.15	Diagram kelas Direction	62
4.16	Diagram kelas Point	63
4.17	Diagram kelas <i>Process Package</i>	65
4.18	Diagram kelas <i>Interface Config</i>	66
4.19	Diagram kelas Processor	68
4.20	Struktur <i>folder "results"</i>	71
4.21	Diagram kelas Noise Reduction Package	73
4.22	Diagram kelas Testing	74
4.23	Diagram kelas NoiseReduction	74
4.24	Diagram kelas FXMLDocumentController	75
4.25	Diagram kelas Filters Package	78
4.26	Diagram kelas NoiseFilterConstants	79
4.27	Diagram kelas DftRunnable	79
4.28	Diagram kelas DFTPProcess	80
4.29	Diagram kelas DFTPProcess	81
4.30	Diagram kelas InverseDFTPProcess	82
4.31	Diagram kelas Filter	83
4.32	Diagram kelas MeanFilter	85
4.33	Diagram kelas MedianFilter	86
4.34	Diagram kelas DFTFilter	87
4.35	Diagram kelas FuzzyFilter	88
4.36	Diagram kelas FFTFilter	92
4.37	Diagram kelas ReceiverPy	92
4.38	Diagram kelas WorkerPy	93
4.39	Diagram kelas ChangePy	93
5.1	Barchart Dataset	100
5.2	Tiga kategori <i>noise</i>	101
5.3	Filter Ketupat	102
5.4	Filter Bintang	103
5.5	Filter Oval	103
5.6	Hasil citra dari <i>mean filter</i>	104
5.7	Hasil citra dari <i>median filter</i>	106
5.8	Hasil citra dari <i>fft filter</i>	107
5.9	Barchart FFT pada dataset <i>high noise</i>	108
5.10	Barchart FFT pada dataset <i>medium noise</i>	109
5.11	Barchart FFT pada dataset <i>low noise</i>	110
5.12	Hasil citra dari <i>fuzzy filter</i>	111
5.13	Barchart <i>fuzzy filter</i> pada dataset <i>high noise</i>	112
5.14	Barchart <i>fuzzy filter</i> pada dataset <i>medium noise</i>	112
5.15	Barchart <i>fuzzy filter</i> pada dataset <i>low noise</i>	113
5.16	Barchart waktu pemrosesan metode - metode <i>noise reduction</i>	113
5.17	Barchart <i>PSNR</i> pada berbagai metode <i>noise reduction (high noise)</i>	114
5.18	Barchart <i>PSNR</i> pada berbagai metode <i>noise reduction (medium noise)</i>	114
5.19	Barchart <i>PSNR</i> pada berbagai metode <i>noise reduction (low noise)</i>	114
5.20	Gambar perbandingan metode <i>fuzzy</i> (gambar kiri) dengan median (gambar kanan)	115
5.21	Gambar sebelum dilakukan <i>noise reduction</i>	115

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel <i>fuzzy derivatives</i> untuk setiap arah	19
5.1	Tabel hasil evaluasi <i>mean filter</i>	105
5.2	Tabel hasil evaluasi <i>mean filter</i>	106
B.1	Tabel hasil pengujian dataset 1	153
B.2	Tabel hasil pengujian dataset 2	153
B.3	Tabel hasil pengujian dataset 3	154
B.4	Tabel hasil pengujian dataset 4	154
B.5	Tabel hasil pengujian dataset 5	154
B.6	Tabel hasil pengujian dataset 6	155
B.7	Tabel hasil pengujian dataset 7	155
B.8	Tabel hasil pengujian dataset 8	155
B.9	Tabel hasil pengujian dataset 9	156
B.10	Tabel hasil pengujian dataset 10	156
B.11	Tabel hasil pengujian dataset 11	157
B.12	Tabel hasil pengujian dataset 12	157
B.13	Tabel hasil pengujian dataset 13	157
B.14	Tabel hasil pengujian dataset 14	158
B.15	Tabel hasil pengujian dataset 15	158
B.16	Tabel hasil pengujian <i>mean filter</i>	159
B.17	Tabel hasil pengujian <i>median filter</i>	163
B.18	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A15-P15</i>	167
B.19	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A15-P20</i>	171
B.20	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A15-P25</i>	175
B.21	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A20-P15</i>	179
B.22	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A20-P20</i>	183
B.23	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A20-P25</i>	187
B.24	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A25-P15</i>	191
B.25	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A25-P20</i>	195
B.26	Tabel hasil pengujian <i>fuzzy filter-A25-P25</i>	199
B.27	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F0-B0</i>	203
B.28	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F0-B1</i>	207
B.29	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F0-B0</i>	211
B.30	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F0-B1</i>	215
B.31	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F1-B0</i>	219
B.32	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F1-B1</i>	223
B.33	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F1-B0</i>	227
B.34	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F1-B1</i>	231
B.35	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F2-B0</i>	235
B.36	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn0-F2-B1</i>	239
B.37	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F2-B0</i>	243
B.38	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S10-Bn10-F2-B1</i>	247

B.39	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F0-B0</i>	251
B.40	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F0-B1</i>	255
B.41	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F0-B0</i>	259
B.42	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F0-B1</i>	263
B.43	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F1-B0</i>	267
B.44	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F1-B1</i>	271
B.45	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F1-B0</i>	275
B.46	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F1-B1</i>	279
B.47	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F2-B0</i>	283
B.48	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn0-F2-B1</i>	287
B.49	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F2-B0</i>	291
B.50	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S15-Bn10-F2-B1</i>	295
B.51	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F0-B0</i>	299
B.52	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F0-B1</i>	303
B.53	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F0-B0</i>	307
B.54	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F0-B1</i>	311
B.55	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F1-B0</i>	315
B.56	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F1-B1</i>	319
B.57	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F1-B0</i>	323
B.58	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F1-B1</i>	327
B.59	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F2-B0</i>	331
B.60	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn0-F2-B1</i>	335
B.61	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F2-B0</i>	339
B.62	Tabel hasil pengujian <i>FFT filter-S20-Bn10-F2-B1</i>	343

DAFTAR KODE PROGRAM

A.1	Complex.java	121
A.2	Config.java	121
A.3	DFTFilter.java	121
A.4	DFTProcess.java	122
A.5	DFTProcess.java	123
A.6	DftRunnable.java	123
A.7	Direction.java	123
A.8	EvalWriter.java	124
A.9	fft.py	124
A.10	FFTFilter.java	127
A.11	Filter.java	128
A.12	FuzzyFilter.java	129
A.13	FXMLDocument.fxml	131
A.14	FXMLDocumentController.java	134
A.15	Image.java	141
A.16	ImageReader.java	142
A.17	ImageTime.java	143
A.18	InverseDFTProcess.java	143
A.19	kesimpulan.py	143
A.20	MeanFilter.java	145
A.21	MedianFilter.java	145
A.22	NoiseFilterConstants.java	146
A.23	NoiseReduction.java	146
A.24	Point.java	147
A.25	Processor.java	147
A.26	PSNR.java	150
A.27	Testing.java	150

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman digital seperti saat ini, informasi yang sebelumnya ada pada bentuk fisik dapat diubah ke dalam bentuk digital. Berbagai informasi yang dapat diubah ke dalam bentuk digital, di antaranya buku dan citra. Informasi dalam bentuk digital dapat diolah / dibuat sedemikian rupa sesuai dengan keinginan manusia. Salah satu pengolahan informasi digital yang sering digunakan adalah pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital memungkinkan manusia untuk mendapatkan informasi yang lebih dari sebuah citra. Selain itu pengolahan citra digital memungkinkan mesin untuk mengerti informasi yang ada pada sebuah citra[1].

Pengolahan citra digital adalah suatu cara mengolah citra digital yang masukannya berupa citra digital dan menghasilkan citra digital yang baru. Sebuah citra sendiri dapat direpresentasikan ke dalam fungsi 2 dimensi $f(x, y)$ dengan x dan y merupakan koordinat dalam bidang spasial (*spatial plane*) dan nilai pada koordinat tersebut merupakan *amplitude*. Nilai *amplitude* pada suatu koordinat merupakan nilai diskret dari kecerahan cahaya pada suatu koordinat[1].

Pengolahan citra digital banyak digunakan dalam hiburan, bisnis, sains, dan berbagai bidang teknik terapan[2]. Berbagai kegunaan pengolahan citra digital adalah:

1. Penajaman citra dan restorasi citra
Citra yang diambil menggunakan kamera, umumnya perlu diolah sebelum digunakan, seperti diperbesar, ditajamkan, dan direstorasi bila terjadi kerusakan.
2. Medis
Pada bidang medis citra yang diambil melalui *X-ray* dan *CT scan* akan diolah untuk mendapatkan informasi untuk menangani pasien.
3. *Remote sensing*
Citra yang diambil dari satelit akan diolah untuk mendapatkan informasi mengenai pola *crop* dan perubahan iklim.
4. *Image compression* dan *transmission* Pengolahan citra digital memungkinkan untuk *live broadcast* untuk berbagai acara melalui internet dan TV.
5. Robot
Pengolahan citra digital memungkinkan mesin / robot untuk dapat memahami informasi dari citra.
6. Inspeksi otomatis pada komponen industri
Pengolahan citra digital memungkinkan manusia dan mesin mengetahui apakah sebuah komponen memiliki kualitas yang baik. Sebagai contoh, dalam proses pembuatan *PCB*, dapat diketahui bahwa *PCB* tersebut merupakan produk gagal atau bukan.
7. Keamanan
Pengolahan citra digital memungkinkan manusia untuk mengawasi tempat tinggalnya dan mengidentifikasi manusia melalui sidik jari.

Saat ini citra digital sudah menjadi bagian dalam kehidupan manusia. Umumnya citra digital dapat dilihat secara jelas oleh mata manusia, akan tetapi dalam pembentukan atau pengiriman data citra digital ada kemungkinan data yang diterima rusak. Hal ini menyebabkan citra digital memiliki *noise* yang mengakibatkan penurunan kualitas pada citra digital. Citra digital yang memiliki banyak *noise* akan sulit untuk dilihat, sehingga perlu direstorasi. salah satu metode untuk merestorasi citra adalah *noise reduction*. *Noise reduction* berguna untuk mereduksi jumlah *noise* yang ada pada citra digital[3].

Noise pada citra digital disebabkan oleh variasi acak dari tingkat kecerahan atau nilai warna yang tidak sesuai citra aslinya. *Noise* umumnya terbentuk saat proses pengambilan citra digital dan pengiriman data citra digital antar perangkat[3]. Sebagai contoh, pada gambar 1.1 terdapat 2 gambar. Gambar sebelah kiri merupakan gambar yang memiliki banyak *noise* dan gambar sebelah kanan merupakan gambar yang telah diolah menggunakan metode *noise reduction*. Pada gambar bagian kanan terlihat bahwa kualitas gambar lebih baik dibandingkan dengan gambar bagian kiri.



Gambar 1.1: Hasil *noise reduction*

Terdapat berbagai teknik yang dapat digunakan untuk melakukan *noise reduction*. Teknik *noise reduction* dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu teknik tradisional dan teknik non-tradisional. Contoh-contoh teknik tradisional adalah *mean filter*, *DFT filter*, dan *median filter*. Sementara itu, teknik non-tradisional adalah *fuzzy filter* dan *FFT filter*. Sebagai contohnya adalah *fuzzy average filter*. Teknik *fuzzy filter* menggunakan logika *fuzzy* dalam proses mereduksi *noise* pada citra. *Fuzzy* sendiri merupakan nilai semu dan memiliki nilai antara 0 sampai dengan 1, sedangkan nilai kebenaran pada umumnya hanya bernilai 1 atau 0 [4]. *Mean filter* merupakan metode dalam *noise reduction* yang menggunakan rata - rata pada sekitar suatu titik untuk menentukan nilai baru titik tersebut[3]. Sedangkan *median filter* merupakan metode dalam *noise reduction* yang menggunakan median dari titik sekitar untuk menentukan nilai baru pada titik tersebut . Metode terakhir yang akan digunakan adalah *DFT (Discrete Fourier Transform) Filter*. Metode ini bekerja dengan mengubah nilai titik - titik pada citra menjadi bilangan kompleks (*frequency domain*). Pada *frequency domain* akan dilakukan filterisasi menggunakan *low pass filter*. Setelah itu citra akan ditransformasi kembali dari *frequency domain* menjadi nilai sesungguhnya (*spatial domain*)[3].

Pada skripsi ini, akan dibuat sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan pada perangkat *desktop*. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk menunjukkan teknik *noise reduction* sehingga dihasilkan sebuah citra yang kualitasnya lebih baik dari citra asalnya. Perangkat lunak ini dibuat menggunakan Bahasa Pemrograman *Java* dan *Python* untuk pemrosesan *noise reduction* dan menggunakan *Javafxml* untuk tampilannya. Perangkat lunak ini menggunakan *socket* untuk melakukan proses *noise reduction* antara bahasa pemrograman *java* dengan *python*. *Input* dari perangkat lunak ini adalah *file* bertipe *JPG* dan *PNG*. Perangkat lunak ini akan mengolah citra (*noise reduction*) yang dimasukkan. Setelah citra masukan diproses, program akan menampilkan citra asal yang menjadi masukan, citra hasil dari proses *noise reduction* dengan berbagai teknik yang dipilih.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- Bagaimana caranya melakukan proses *noise reduction* pada sebuah citra?
- Bagaimana membangun perangkat lunak yang dapat melakukan proses *noise reduction*?
- Bagaimana kinerja *noise reduction* yang telah dilakukan oleh perangkat lunak yang dibangun?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini:

- Mempelajari teknik-teknik untuk melakukan proses *noise reduction*.
- Membangun perangkat lunak yang dapat melakukan proses *noise reduction*.
- Melakukan pengujian terhadap hasil *noise reduction* dari perangkat lunak yang telah dibangun.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembuatan skripsi ini, ada hal - hal yang harus dibatasi, di antaranya:

- Ukuran citra yang digunakan maksimal berukuran 2048px x 2048px. Hal ini dilakukan untuk membatasi waktu proses metode - metode *noise reduction* yang berbanding eksponensial dengan ukuran pada citra.
- Metode *FFT filter* diimplementasikan secara terpisah menggunakan *library* dengan bahasa pemrograman *Python*. Hal ini dilakukan karena kurangnya resource library pada java. Agar aplikasi *java* dengan aplikasi *python* dapat saling berinteraksi maka akan digunakan *socket*.

1.5 Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari dasar-dasar pengolahan citra.
2. Mempelajari berbagai teknik *noise reduction*.
3. Melakukan analisis masalah dan analisis kebutuhan perangkat lunak untuk melakukan *noise reduction*.
4. Melakukan perancangan perangkat lunak, termasuk perancangan antarmuka dan perancangan kelas.
5. Membangun perangkat lunak *desktop*, menggunakan *java* dan *javafxml*.
6. Melakukan pengujian dan analisis.
7. Membuat laporan analisis.

1.6 Sistematika Pembahasan

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian.

2. Bab 2 Dasar Teori

Bab ini berisi dasar - dasar teori dari *noise reduction* seperti teori konvolusi, filter , teori *fuzzy*, operator pada himpunan *fuzzy*, *low pass filter* pada *frequency domain*, bilangan kompleks, *mean filter*, *median filter*, *fuzzy filter*, *DFT Filter*, *FFT Filter*, PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) dan *socket*.

3. Bab 3 Analisis

Bab ini berisi analisis - analisis permasalahan, studi kasus, pendekatan penyelesaian terhadap masalah.

4. Bab 4 Perancangan

Bab ini berisi perancangan perangkat lunak berdasarkan analisis pada Bab 3.

5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi implementasi perangkat lunak dan pengujian perangkat lunak.

6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.