

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTER

Skripsi



oleh

DALING ANGGRIANI MBOEIK
22104926

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTER

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

DALING ANGGRIANI MBOEIK
22104926

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTER

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 27 Januari 2016



DALING ANGGRIANI MBOEIK
22104926

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN
METODE GAUSSIAN FILTERING DAN
RII.ATERAI.FI.LTER

Nama Mahasiswa : DALING ANGGRIANI MBOEIK

N I M : 22104926

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2015/2016

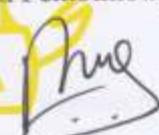
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 27 Januari 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

DUTA WACANA


Junius Karel, M.T.


Nugroho Agus Haryono, M.Si

HALAMAN PENGESAHAN

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN
FILTERING DAN BILATERAL FILTER

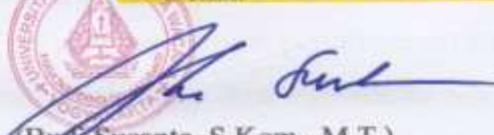
Oleh: DALING ANGGRIANI MBOEIK / 22104926

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 7 Januari 2016

Yogyakarta, 27 Januari 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Junius Karel, M.T.
2. Nugroho Agus Haryono, M.Si
3. Widi Hapsari, Dra. M.T.
4. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.


Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

UTA WACANA

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul “Image Smoothing Menggunakan Metode Gaussian Filtering dan Bilateral Filter” merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer. Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Junius Karel, M.T dan Bapak Nugroho Agus Haryono, M.Si selaku dosen pembimbing yang selalu gigih dan sabar dalam memberikan arahan.
2. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknologi Informasi UKDW atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
3. Kepada Bapa Umbu, Mama Ester, Kakak Erick, Adik Petrick dan seluruh anggota keluarga yang sangat saya cintai yang selalu memberikan dukungan berupa nasehat dan motivasi serta doa. Skripsi ini saya persembahkan untuk kalian keluarga terhebat dalam hidup saya.
4. Seluruh anggota CENDANA UKDW yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi selama saya mengerjakan skripsi ini. *Uis Neno Nokan Kit.*
5. Kepada sahabat-sahabatku di UKDW : Moe Intan, Lanny Latumahina, Igres Pasaribu, Putri Buan, Debby, dkk atas keceriaan, dukungan, dan kebersamaan yang telah dijalani bersama.
6. Seseorang yang special yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama masa perkuliahan sampai penulisan skripsi ini. Terima kasih.
7. Seluruh pihak yang ikut membantu namun tidak bisa dituliskan oleh penulis. Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih banyak, semoga kebahagiaan selalu bersertamu.

INTISARI

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTER

Image smoothing bertujuan untuk menekan derau (*noise*) pada citra. Derau (*noise*) merupakan gangguan pada citra yang terjadi dalam proses pengambilan citra atau pada saat transmisi data (pengiriman data) yang menyebabkan sebuah nilai intensitas piksel tidak mencerminkan nilai intensitas piksel yang sebenarnya.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengurangi *noise* adalah metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan citra hasil proses *image smoothing* menggunakan kedua metode tersebut. *Gaussian filter* bertujuan untuk mengurangi *noise* dengan cara mengkalikan matrik kernel dan matrik citra asli. Dalam metode ini, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Sedangkan *bilateral filter* merupakan teknis penapis citra yang melakukan proses penghalusan tetapi tetap menjaga struktur pada citra (tepi). Dalam metode ini, nilai piksel citra hasil diperoleh dari rata-rata pembobotan piksel-piksel tetangga melalui proses *konvolusi*.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah program aplikasi untuk image smoothing dengan dua metode yaitu *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Penelitian ini menggunakan 30 sampel citra RGB bernoise sebagai citra uji. Citra uji di-load dan ditampilkan pada program. Dari hasil pengujian, citra yang dismoothing menggunakan bilateral filter lebih baik dalam pengurangan noise. Hal ini berdasarkan hasil uji dimana, rata-rata nilai SNR matrik 3x3 dengan $\sigma_s = 25$, $\sigma_R = 7$ adalah 73.12858 db sedangkan nilai PSNRnya adalah 61.54534.

Kata Kunci : *image smoothing, gaussian filter, bilateral filter, SNR, PSNR*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Pengolahan Citra Digital.....	7
2.2.2. Citra Digital.....	8
2.2.3. Citra RGB.....	8
2.2.4. Format BMP.....	9

2.2.5. Smoothing.....	10
2.2.6. Derau (<i>Noise</i>).....	11
2.2.7. Gaussian Filtering.....	12
2.2.8. Bilateral Filter.....	13
2.2.9. SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>).....	15
2.2.10. <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (PSNR)	16
BAB 3 ANALISIS DANA PERANCANGAN SISTEM.....	17
3.1. Analisis Kebutuhan.....	17
3.1.1. Perangkat Keras.....	17
3.1.2. Perangkat Lunak.....	17
3.2. Perancangan Sistem (Diagram Alir).....	18
3.2.1. Diagram Alir Utama Sistem.....	18
3.2.2. Diagram Alir Metode Gaussian Filter.....	20
3.2.3. Diagram Alir Bilateral Filter.....	22
3.3. Perancangan Antarmuka.....	23
3.3.1. Rancangan Antarmuka Halaman Awal.....	23
3.3.2. Rancangan Antarmuka Halaman Smoothing.....	24
3.4. Perancangan Pengujian.....	26
3.4.1. Tujuan Pengujian.....	26
3.4.2. Mekanisme Pengujian.....	26
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISI SISTEM.....	27
4.1. Implementasi Sistem.....	27
4.1.1. Implementasi Proses Memilih Gambar.....	30
4.1.2. Implementasi Proses Gaussian Filter.....	31
4.1.3. Impementasi Proses Bilateral Filter.....	34
4.2. Analisis Hasil Penelitian.....	35
4.2.1. Pengujian Citra dengan Metode Gaussian Filter.....	36
4.2.2. Pengujian Citra dengan Metode Bilateral Filter.....	43

4.2.3. Hasil Pengujian Gaussian Filter dan Bilateral Filter.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	

©UKDW

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1	Table struktur file BMP	9 - 10
Tabel 3.1	Penjelasan fungsi dan jenis komponen pada rancangan antarmuka halaman awal	24
Tabel 3.2	Penjelasan fungsi dan jenis komponen pada rancangan antarmuka halaman smoothing	25
Tabel 4.1	Nilai parameter pengujian deviasi	36
Tabel 4.2	Nilai SNR dan PSNR metode gaussian filter matrik 3x3	36-37
Tabel 4.3	Nilai SNR dan PSNR metode gaussian filter matrik 5x5	38-40
Tabel 4.4	Nilai SNR dan PSNR metode gaussian filter matrik 7x7	41-42
Tabel 4.5	Nilai parameter pengujian σ_s dan σ_R	43
Tabel 4.6	Nilai SNR dan PSNR metode bilateral filter matrik 3x3	43-45
Tabel 4.7	Nilai SNR dan PSNR metode bilateral filter matrik 5x5	46-47
Tabel 4.8	Nilai SNR dan PSNR metode bilateral filter matrik 7x7	48-49

Tabel 4.9	Hasil pengujian gaussian filter dan bilateral filter matrik 3x3	50
Tabel 4.10	Hasil pengujian gaussian filter dan bilateral filter matrik 5x5	51
Tabel 4.11	Hasil pengujian gaussian filter dan bilateral filter matrik 7x7	52

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Nilai rata-rata SNR	5
Gambar 2.2	Aturan koordinat representasi citra digital	8
Gambar 2.3	Contoh noise (aditif, gaussian, speckle)	11
Gambar 2.4	Distribusi gaussian 1D dengan mean 0 dan $\sigma = 1$	12
Gambar 2.5	Distribusi gaussian 2D dengan mean (0.0) dan $\sigma = 1$	13
Gambar 3.1	Diagram alir utama image smoothing menggunakan metode gaussian filter dan bilateral filter	18
Gambar 3.2	Diagram alir metode gaussian filter	20-21
Gambar 3.3	Diagram alir metode bilateral filter	22
Gambar 3.4	Rancangan antarmuka halaman awal	23
Gambar 3.5	Rancangan antarmuka halaman smoothing	24
Gambar 4.1	Halaman utama	27
Gambar 4.2	Halaman tentang kami	28
Gambar 4.3	Halaman smoothing	28
Gambar 4.4	Proses pada saat menekan tombol pilih gambar	30
Gambar 4.5	Tampilan setelah melakukan pilih gambar	31

Gambar 4.6	Nilai deviasi pada gaussian filter diberi nilai 3	32
Gambar 4.7	Generate mask gaussian	32
Gambar 4.8	Hasil smoothing menggunakan gaussian filter	33
Gambar 4.9	Proses menyimpan hasil gaussian filter	33
Gambar 4.10	Deviasi spasial diberi nilai 20 dan deviasi fotometrik diberi nilai 5	34
Gambar 4.11	Hasil smoothing menggunakan bilateral filter	35
Gambar 4.12	Proses menyimpan hasil bilateral filter	35

©UKDW

DAFTAR RUMUS

RUMUS	KETERANGAN	HALAMAN
Rumus 2.1	Persamaan distribusi gaussian filter untuk 1D	12
Rumus 2.2	Persamaan distribusi gaussian filter untuk 2D	12
Rumus 2.3	Rumus bobot spasial tiap piksel pada kernel	14
Rumus 2.4	Rumus bobot fotometrik tiap piksel pada kernel	14
Rumus 2.5	Rumus normalisasi bobot spasial dan bobot fotometrik menjadi nilai W	15
Rumus 2.6	Rumus menghitung nilai piksel hasil	15
Rumus 2.7	SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>)	15
Rumus 2.8	PSNR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>)	16

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Lampiran source code	A-1

©UKDW

INTISARI

IMAGE SMOOTHING MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTERING DAN BILATERAL FILTER

Image smoothing bertujuan untuk menekan derau (*noise*) pada citra. Derau (*noise*) merupakan gangguan pada citra yang terjadi dalam proses pengambilan citra atau pada saat transmisi data (pengiriman data) yang menyebabkan sebuah nilai intensitas piksel tidak mencerminkan nilai intensitas piksel yang sebenarnya.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengurangi *noise* adalah metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan citra hasil proses *image smoothing* menggunakan kedua metode tersebut. *Gaussian filter* bertujuan untuk mengurangi *noise* dengan cara mengkalikan matrik kernel dan matrik citra asli. Dalam metode ini, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Sedangkan *bilateral filter* merupakan teknis penapis citra yang melakukan proses penghalusan tetapi tetap menjaga struktur pada citra (tepi). Dalam metode ini, nilai piksel citra hasil diperoleh dari rata-rata pembobotan piksel-piksel tetangga melalui proses *konvolusi*.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah program aplikasi untuk image smoothing dengan dua metode yaitu *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Penelitian ini menggunakan 30 sampel citra RGB bernoise sebagai citra uji. Citra uji di-load dan ditampilkan pada program. Dari hasil pengujian, citra yang dismoothing menggunakan bilateral filter lebih baik dalam pengurangan noise. Hal ini berdasarkan hasil uji dimana, rata-rata nilai SNR matrik 3x3 dengan $\sigma_s = 25$, $\sigma_R = 7$ adalah 73.12858 db sedangkan nilai PSNRnya adalah 61.54534.

Kata Kunci : *image smoothing, gaussian filter, bilateral filter, SNR, PSNR.*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penggunaan citra digital semakin meningkat dikarenakan beberapa kelebihan yang dimiliki oleh citra digital, seperti kemudahan mendapatkan gambar, memperbanyak gambar dan pengolahan gambar. Akan tetapi tidak semua hasil citra digital memiliki tampilan visual yang memuaskan mata manusia. Salah satunya dikarenakan adanya derau (*noise*). Terdapat beberapa teknik dalam pengolahan citra digital, antara lain *image enhancement*, *image restoration*, *image segmentation*, *image smoothing* dan lain-lain. Salah satu teknik pengolahan citra digital yang akan digunakan adalah *image smoothing*.

Pelembutan citra (*image smoothing*) bertujuan untuk menekan derau (*noise*) pada citra. Derau (*noise*) merupakan kesalahan yang terjadi dalam proses pengambilan citra yang menyebabkan sebuah nilai intensitas piksel tidak mencerminkan nilai intensitas piksel yang sebenarnya. Terdapat banyak metode untuk mengurangi *noise* pada citra digital, diantaranya *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Metode *gaussian filter* merupakan salah satu filter spasial linier yang bekerja dengan cara korelasi atau *konvolusi* dan memerlukan matriks mask/kernel. Sedangkan *bilateral filter* merupakan teknik penapisan citra yang melakukan proses penghalusan namun tetap menjaga struktur pada citra (tepi).

Dengan adanya permasalahan yang sudah disebutkan di atas, maka penulis menggunakan 2 metode yaitu metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Dalam penelitian ini, penulis melakukan perbandingan terhadap kedua metode tersebut dalam pengurangan *noise*. Hal ini bertujuan untuk melihat metode mana yang kinerjanya lebih baik untuk penghapusan *noise* dengan membandingkan citra hasil *smoothing gaussian filter* dan citra hasil *smoothing bilateral filter*. Hasil kualitas citra dari operasi pengurangan derau kemudian ditentukan menggunakan SNR

(*Signal to Noise Ratio*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Citra hasil dibandingkan dengan citra asli untuk memberi perkiraan kasar kualitas citra hasil. Semakin besar nilai SNR berarti pengurangan derau dapat meningkatkan kualitas citra, sebaliknya jika nilai SNR semakin kecil maka pada citra hasil hanya sedikit juga peningkatan kualitasnya. Sedangkan semakin besar nilai PSNR citra hasil, maka citra tersebut akan semakin mendekati citra asli. Kemudian hasil perhitungan SNR dan PSNR terhadap pengurangan derau menggunakan *gaussian filter* dan *bilateral filter* dibandingkan untuk melihat metode mana yang kinerjanya lebih baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi penghalusan citra pada penerapan metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*?
2. Bagaimana perbandingan kualitas citra hasil SNR (*Signal to Noise Ratio*) metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*?
3. Bagaimana perbandingan kualitas citra hasil PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam pembuatan sistem adalah sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.
2. Citra yang diolah dalam program ini berformat BMP.
3. Citra yang diolah merupakan citra RGB.
4. Kemampuan yang dimiliki sistem adalah memanggil *file*, melakukan proses citra dengan *gaussian filter* dan *bilateral filter* dan menyimpan *file*.

5. Hasil pengolahan citra akan disimpan ke media penyimpanan dalam bentuk format BMP.
6. Ukuran matrik kernel yang digunakan adalah 3×3 , 5×5 , 7×7 .
7. Data yang digunakan untuk pengujian sebanyak 30 *file image* dengan ukuran 500×500 .
8. Citra yang diuji merupakan citra *bernoise*.
9. Kualitas citra hasil diukur menggunakan SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*).

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa baik implementasi penghalusan citra pada penerapan *gaussian filter* dan *bilateral filter*.
2. Mengetahui perbandingan kualitas citra hasil SNR (*Signal to Noise Ratio*) metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.
3. Mengetahui perbandingan kualitas citra hasil PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode/pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka dan Literatur
Studi pustaka dilakukan dengan mencari dan mempelajari sumber-sumber pustaka (buku, jurnal dan artikel) yang berkaitan dengan metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.
2. Perancangan Sistem
Membuat rancangan sistem, antarmuka sistem.
3. Pembangunan Sistem
Mengimplementasikan hasil rancangan sistem ke dalam bahasa pemrograman.

4. Pengujian dan Analisis

Melakukan pengujian terhadap sistem guna mengetahui apakah hasil *smoothing* bagus atau tidak. Cara pengujian : Citra asli yang telah ditambahkan *noise*, di *smoothing* menggunakan metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*. Kemudian citra hasil dari proses *smoothing* nanti akan dihitung menggunakan *signal-to-noise ratio* (SNR) dan *peak signal to noise ratio* (PSNR) untuk mengetahui perkiraan kualitas citra hasil. Nilai SNR dan PSNR citra hasil dari kedua metode yang digunakan kemudian dibandingkan, untuk melihat hasil *smoothing* mana yang lebih baik. Citra hasil dari kedua metode akan dibandingkan untuk melihat metode mana yang lebih baik untuk pengurangan *noise*.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi uraian tentang teori yang mendukung perancangan dan implementasi sistem yaitu yang berkaitan dengan metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.

Bab 3 : Analisis dan Perancangan Sistem

Pada bab ini berisi tentang analisis kebutuhan program dan tahap-tahap perancangan sistem.

Bab 4 : Implementasi dan Analisis Sistem

Pada bab ini berisi tentang implementasi dan analisis dari *image smoothing* dengan metode *gaussian filter* dan *bilateral filter*.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan tentang sistem yang dibuat dan saran pengembangan sistem.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian menggunakan metode *gaussian filter*, hasil citra bernoise yang difilter mengalami pengurangan *noise*.
2. Rata – rata nilai SNR pada metode gaussian filter matrik 3x3 kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar 71.16793667 db dan rata – rata nilai SNR pada metode gaussian filter kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 67.33516667 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode gaussian filter kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar 35.41952 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode gaussian filter kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 27.14746333 db.
3. Rata – rata nilai SNR pada metode gaussian filter matrik 5x5 kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar 22.6993033 db dan rata – rata nilai SNR pada metode gaussian filter kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 24.14699 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode gaussian filter kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar -6.40124333 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode gaussian filter kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 9.2277703 db.
4. Rata – rata nilai SNR pada metode *gaussian filter* matrik 7x7 kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar 22.20967 db dan rata – rata nilai SNR pada metode *gaussian filter* kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 23.08765 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode *gaussian filter* kategori kecil ($\sigma = 0.5$) yaitu sebesar -5.43598233 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode *gaussian filter* kategori besar ($\sigma = 25$) yaitu sebesar 7.1615123 db.

5. Dalam metode *gaussian filter*, standar deviasi dan ukuran matrik mempengaruhi citra yang dihasilkan. Semakin kecil nilai standar deviasi maka hasil yang didapatkan semakin baik. Sebaliknya semakin besar nilai standar deviasi, maka citra yang dihasilkan akan menjadi kabur. Sedangkan semakin besar ukuran matrik, maka hasil yang didapatkan semakin buruk. Sebaliknya semakin kecil ukuran matrik, hasil yang didapatkan semakin baik.
6. Citra *bernoise* yang diuji menggunakan metode *bilateral filter* mengalami pengurangan *noise*.
7. Rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter matrik 3x3 kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 67.25589 db dan rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 73.12858 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 52.28593667 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 61.54534 db.
8. Rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter matrik 5x5 kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 67.68143667 db dan rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 67.28252333 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 52.69538333 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 52.76436333 db.
9. Rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter matrik 7x7 kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 67.38824333 db dan rata – rata nilai SNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 67.3921333 db. Sedangkan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori kecil ($\sigma_s = 0.5$, $\sigma_r = 0.05$) yaitu sebesar 51.38619 db dan rata – rata nilai PSNR pada metode bilateral filter kategori besar ($\sigma_s = 25$, $\sigma_r = 7$) yaitu sebesar 51.39209 db.

10. Citra hasil metode *bilateral filter* dipengaruhi oleh nilai deviasi spasial dan deviasi fotometrik. Semakin besar nilai deviasi spasial maka semakin bagus pengurangan *noise*. Sebaliknya semakin kecil nilai deviasi spasial pengurangan *noise* tidak akan berdampak terlalu besar.
11. Jika nilai standar deviasi terlalu besar, metode *bilateral filter* akan menapis derau dengan baik namun garis atau tepian objek pada citra ikut memudar.
12. Hasil perbandingan citra hasil metode *gaussian filter* dengan *bilateral filter*, menunjukkan bahwa kinerja metode *bilateral filter* lebih baik dalam penapisan derau.

©UKDW

5.2. Saran

Saran yang diberikan penulis untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penyimpanan citra hasil smoothing tidak hanya dalam format bmp, tetapi juga dapat disimpan dalam format lain.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode untuk mengenali citra *bernoise* atau tidak, penambahan fitur *generate noise*, ukuran dimensi kernel lebih bervariasi.
3. Citra yang diinputkan tidak hanya citra RGB, tetapi juga bisa grayscale.
4. Meningkatkan kecepatan proses pada implementasi metode gaussian filter dan bilateral filter.
5. Menentukan parameter nilai standar deviasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A. (2005). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Castleman, K. R. (1996). *Digital Image Processing*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Fitri, A. (2005). Perbandingan Metode Low-Pass Filter dan Median Filter Dalam Penghalusan Citra (Image Smoothing) Untuk Peningkatan Kualitas Citra (Image Enhancement).
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital Image Processing*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Handayato, E. L. (2006). Perbandingan Eliminasi Noise Dengan Gaussian Smoothing dan Mask Median.
- Juhari, I. (2014, Oktober). Perancangan Aplikasi Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Metode Filter Gaussian. *Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, IV, 81-87.
- Lin, H. C., & Wang, L. L. (1996). Automatic Determination of The Spread Parameter in Gaussian Smoothing.
- Ningrum, I. P., Putra, A. E., & Nursantika, D. (2011, November). Penapisan Derau Gaussian, Speckle dan Salt dan Pepper Pada Citra Warna. *IJCCS*, 5, 29-35.
- Nixon, M. S., & Aguado, A. S. (2002). *Feature Extraction and Image Processing*.
- Sianipar, R. H. (2013). *Pemrograman MATLAB Dalam Contoh dan Penerapan* (Vol. I). Bandung, Indonesia: Informatika Bandung.
- Wardhani, R. N., & Delimayanti, M. K. (2011). Analisis Penerapan Metode Konvolusi Untuk Reduksi Derau Pada Citra Digital. *Poli-Teknologi*, 10, 191-198.
- Yuwono, B. (2010, Juli). Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering dan Gaussian Filtering. *TELEMATIKA*, 7, 65-75