

**TEKNIK RESTORASI CITRA MENGGUNAKAN FUNGSI
KOEFSIEN DIFUSI BARU UNTUK MODEL *ANISOTROPIC
DIFFUSION FILTER***

SKRIPSI

Oleh:
DINAR YOGA SATRITAMA
135090407111001



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

**TEKNIK RESTORASI CITRA MENGGUNAKAN FUNGSI
KOEFSIEN DIFUSI BARU UNTUK MODEL *ANISOTROPIC
DIFFUSION FILTER***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Oleh:

**DINAR YOGA SATRITAMA
135090407111001**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**TEKNIK RESTORASI CITRA MENGGUNAKAN FUNGSI
KOEFSIEN DIFUSI BARU UNTUK MODEL *ANISOTROPIC
DIFFUSION FILTER***

Oleh:

**DINAR YOGA SATRITAMA
135090407111001**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika**

Pembimbing,

**Syaiful Anam, S.Si., MT., Ph.D.
NIP. 197801152002121003**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Ratno Bagus Edy Wibowo, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197509082000031003**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dinar Yoga Satritama
NIM : 135090407111001
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi Berjudul : Teknik Restorasi Citra Menggunakan
Fungsi Koefisien Difusi Baru untuk
Model *Anisotropic Diffusion Filter*

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil menjiplak karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 25 November 2017
Yang menyatakan,

(Dinar Yoga Satritama)
NIM. 135090407111001

TEKNIK RESTORASI CITRA MENGGUNAKAN FUNGSI KOEFISIEN DIFUSI BARU UNTUK MODEL *ANISOTROPIC DIFFUSION FILTER*

ABSTRAK

Perbaikan dan peningkatan kualitas citra adalah salah satu tujuan dalam pengolahan citra. Salah satu permasalahan yang dihadapi pada pengolahan citra adalah adanya *noise* yang muncul pada citra. Intensitas *noise* pada citra dapat menurunkan kualitas citra dan menyebabkan hilangnya beberapa detail citra. Terkait dengan permasalahan itu, salah satu tantangan utama dalam dunia pengolahan citra adalah menemukan metode yang efisien untuk mereduksi *noise* atau yang biasa dikenal sebagai proses *denoising* atau *filtering* tanpa menyebabkan terganggunya detail citra. Salah satu metode *denoising* adalah model *Anisotropic Diffusion Filter* (ADF) yang merupakan proses restorasi citra menggunakan persamaan diferensial parsial *nonlinear* yang memiliki keunggulan dalam mereduksi *noise* sekaligus menjaga keutuhan detail informasi citra. Fungsi koefisien difusi memiliki peranan yang penting pada model ADF. Fungsi tersebut mengontrol kekuatan difusi agar bernilai tinggi pada *pixel* yang memiliki nilai gradien rendah, sebaliknya akan bernilai rendah pada *pixel* dengan gradien yang tinggi atau pada tepian citra. Pada skripsi ini akan membahas modifikasi model ADF dengan fungsi koefisien difusi baru. Hasil percobaan uji *denoising* menggunakan model ADF dengan fungsi koefisien difusi baru mendapatkan kualitas citra hasil *denoising* lebih baik dibandingkan model tradisional dalam hal proteksi tepian citra sekaligus efisiensi dalam mereduksi *noise Gaussian* dan '*speckle*'. Namun untuk kasus citra ber-*noise 'Salt & Pepper'*, hasil *denoising* dengan model ADF tradisional memiliki kualitas yang lebih baik.

Kata Kunci: *Noise, Denoising, Anisotropic Diffusion Filter, Fungsi Koefisien Difusi.*

IMAGE RESTORATION TECHNIQUE USING ANISOTROPIC DIFFUSION FILTER MODEL WITH NEW DIFFUSION COEFFICIENT FUNCTION

ABSTRACT

Improving image quality is an important goal of digital image restoration. In this case, the most significant problem is to restore image that corrupted by noise. Noise in digital image may reduce the quality of image, such as the details loss and the image blur. Based on that problem, the biggest challenge of restoration image is to find a method that may reduce noise and protect the edges of image. One of the solution methods is Anisotropic Diffusion Filter (ADF) model, it's a denoising method using nonlinear partial differential equation that has advantages in noise reduction and edges preservation. It is widely used in noise removing and edges preserving via different schemes. In this final project will discuss the modification of ADF model using new coefficient diffusion function. The coefficient diffusion function has an important role on ADF model. It controls the diffusion process with a high diffusion for low gradient's values and low diffusion for high gradient's values. The experimental results show that the proposed model generates a wide improvement in the quality of the restored image from simulated image corrupted by *Gaussian* noise and '*Speckle*' noise. The improvement has been shown objectively with reference to the computation of some criteria. But, traditional ADF model still have better performance on denoising images corrupted by '*Salt & Pepper*' noise.

Keywords: *Noise, Denoising, Anisotropic Diffusion Filter, Coefficient Diffusion Function*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Teknik Restorasi Citra Menggunakan Fungsi Koefisien Difusi Baru untuk Model *Anisotropic Diffusion Filter***” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Matematika.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Syaiful Anam, S.Si., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas waktu, bimbingan, motivasi yang telah diberikan dan kesabaran yang luar biasa dalam membimbing penulis untuk menyusun skripsi.
2. Prof. Dr. Agus Suryanto, M.Sc. dan Dra. Endang Wahyu Handamari, M.Si. selaku dosen penguji atas bimbingan yang telah diberikan.
3. Ratno Bagus Edy Wibowo, S.Si.,M.Si., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Matematika Universitas Brawijaya.
4. Indah Yanti, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing akademik atas pengarahan yang telah diberikan selama perkuliahan.
5. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas segala bantuannya.
6. Nunung Sudibyo (bapak), Diah Rianawati (ibu), Rupti Sekar Asri (adik), dan seluruh keluarga di Kediri yang paling penulis sayangi atas doa, nasihat dan motivasi yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Sahabat-sahabat dan keluarga besar Matematika 2013 yang telah memberikan doa dan semangat dalam penulisan skripsi.
8. Seluruh pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan anugerah dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya. Kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis dinaryoga_s@yahoo.co.id.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Matematika Universitas Brawijaya.

Malang, 25 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Batasan Masalah	3
1.4	Tujuan Penelitian	3
1.5	Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Persamaan Diferensial Biasa.....	5
2.2	Persamaan Diferensial Parsial.....	5
2.3	Aproksimasi Turunan Pertama.....	6
2.4	Aproksimasi Turunan Parsial Pertama.....	7
2.5	Gradien.....	7
2.6	Divergensi	7
2.7	Citra.....	8
2.7.1	Representasi Citra Digital	8
2.7.2	Jenis-jenis Citra Digital.....	9
2.7.3	Ketertanggaan <i>Pixel</i>	9
2.7.4	<i>Noise</i>	10
2.8	Konvolusi Citra	12
2.9	Persamaan <i>Anisotropic Diffusion</i>	13
2.10	Model <i>Anisotropic Diffusion Filter (ADF)</i>	14
2.11	Estimasi Parameter Gradien <i>Threshold</i>	15
2.12	Kriteria Evaluasi Citra	15

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1	Data Uji.....	17
3.2	Tahapan Penelitian.....	18
3.3	Citra Masukan.....	20
3.4	Transformasi Citra Warna ke Citra <i>Grayscale</i>	20
3.5	Pemberian <i>Noise</i> pada Citra Uji.....	20
3.6	Diskretisasi Model <i>Anisotropic Diffusion Filter</i>	27
3.7	Fungsi Koefisien Difusi Baru.....	31
3.7.1	Karakteristik Fungsi Koefisien Difusi.....	33
3.7.2	Implementasi Fungsi Koefisien Difusi.....	34
3.8	Pembahasan Model yang akan Diujikan.....	35
3.9	Percobaan.....	39
3.9.1	Pengantar Percobaan.....	39
3.9.2	Parameter Uji.....	39
3.10	Implementasi Program <i>Denoising</i> pada Citra Uji 1.....	40
3.10.1	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 1 ber- <i>noise Gaussian</i>	40
3.10.2	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 1 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i>	42
3.10.3	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 1 ber- <i>noise 'Speckle'</i>	44
3.11	Implementasi Program Uji <i>Denoising</i> pada Citra Uji 2....	46
3.11.1	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 2 ber- <i>noise Gaussian</i>	46
3.11.2	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 2 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i>	48
3.11.3	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 2 ber- <i>noise 'Speckle'</i>	50
3.12	Implementasi Program <i>Denoising</i> pada Citra Uji 3.....	52
3.12.1	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 3 ber- <i>noise Gaussian</i>	52
3.12.2	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 3 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i>	54
3.12.3	Uji <i>Denoising</i> Citra Uji 3 ber- <i>noise 'Speckle'</i>	56

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1	Kesimpulan.....	59
4.2	Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
-----------------------------	----

LAMPIRAN	63
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	(a) Citra warna, (b) Citra <i>grayscale</i> , dan (c) Citra biner9
Gambar 2.2	4-tetangga dari <i>pixel</i> p..... 10
Gambar 2.3	4-tetangga diagonal dari <i>pixel</i> p..... 10
Gambar 2.4	8-tetangga <i>pixel</i> p..... 10
Gambar 2.5	(a) Citra ber- <i>noise</i> 'salt & pepper', (b) Citra ber- <i>noise</i> <i>speckle</i> , dan (c) Citra ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> 12
Gambar 3.1	(a) Citra uji 1, (b) Citra uji 2, dan (c) Citra uji 3..... 17
Gambar 3.2	Diagram alir tahapan penelitian..... 19
Gambar 3.3	Citra uji <i>grayscale</i> : (a) Citra uji 1, (b) Citra uji 2, dan (c) Citra uji 3..... 20
Gambar 3.4	(a) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.005$, (b) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$22
Gambar 3.5	(a) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.005$, (b) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$22
Gambar 3.6	(a) Citra uji 3 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.005$, (b) Citra uji 3 ber- <i>noise</i> <i>Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$23
Gambar 3.7	(a) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 5\%$, (b) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 10\%$23
Gambar 3.8	(a) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 5\%$, (b) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 10\%$24
Gambar 3.9	(a) Citra uji 3 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 5\%$, (b) Citra uji 3 ber- <i>noise</i> 'Salt & Pepper' dengan $d = 10\%$24
Gambar 3.10	(a) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> 'Speckle' dengan $\sigma^2 = 0.05$, (b) Citra uji 1 ber- <i>noise</i> 'Speckle' dengan $\sigma^2 = 0.1$25
Gambar 3.11	(a) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> 'Speckle' dengan $\sigma^2 = 0.05$, (b) Citra uji 2 ber- <i>noise</i> 'Speckle' dengan $\sigma^2 = 0.1$25

Gambar 3.12	(a) Citra uji 3 ber-noise ‘ <i>Speckle</i> ’ dengan $\sigma^2 = 0.05$, (b) Citra uji 3 ber-noise ‘ <i>Speckle</i> ’ dengan $\sigma^2 = 0.1$	26
Gambar 3.13	Grafik fungsi g_{31}	31
Gambar 3.14	Grafik fungsi g_{32}	32
Gambar 3.15	Grafik fungsi g_3	33
Gambar 3.16	Grafik fungsi g_1 , g_2 , dan g_3	34
Gambar 3.17	(a) Gradien citra uji 1 di arah W , (b) fungsi koefisien difusi g_1 pada arah W , (c) fungsi koefisien difusi g_2 di arah W , dan (d) fungsi koefisien difusi g_3 di arah W	35
Gambar 3.18	Diagram alir model ADF.....	38
Gambar 3.19	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 1 ber-noise <i>Gaussian</i>	42
Gambar 3.20	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 1 ber-noise ‘ <i>Salt & Pepper</i> ’.....	44
Gambar 3.21	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 1 ber-noise ‘ <i>Speckle</i> ’.....	46
Gambar 3.22	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 2 ber-noise <i>Gaussian</i>	48
Gambar 3.23	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 2 ber-noise ‘ <i>Salt & Pepper</i> ’.....	50
Gambar 3.24	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 2 ber-noise ‘ <i>Speckle</i> ’.....	52
Gambar 3.25	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 3 ber-noise <i>Gaussian</i>	54
Gambar 3.26	Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 3 ber-noise ‘ <i>Salt & Pepper</i> ’.....	56

Gambar 3.27 Nilai fungsi koefisien difusi: (a) g_{NE} model 1, (b) g_{NE} model 2, (c) g_{NE} model 3 uji denoising citra uji 3 ber-noise 'Speckle'58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Nilai MSE dan PSNR citra uji ber-noise	26
Tabel 3.2 Hasil estimasi parameter k awal untuk masing-masing citra uji ber-noise.	39
Tabel 3.3 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> pada citra uji 1 ber-noise <i>Gaussian</i>	41
Tabel 3.4 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> pada citra uji 1 ber-noise ' <i>Salt & Pepper</i> '.	43
Tabel 3.5 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> pada citra uji 1 ber-noise ' <i>Speckle</i> '.	45
Tabel 3.6 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> pada citra uji 2 ber-noise <i>Gaussian</i>	47
Tabel 3.7 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> pada citra uji 2 ber-noise ' <i>Salt & Pepper</i> '.	49
Tabel 3.8 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> citra uji 2 ber-noise ' <i>Speckle</i> '.	51
Tabel 3.9 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> citra uji 3 ber-noise <i>Gaussian</i>	53
Tabel 3.10 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> citra uji 3 ber-noise ' <i>Salt & Pepper</i> '.	55
Tabel 3.11 Nilai MSE dan PSNR hasil uji <i>denoising</i> citra uji 3 ber-noise ' <i>Speckle</i> '.	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Nilai fungsi koefisien difusi.....63
Lampiran 2	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 20 iterasi pada citra uji 1 ber- <i>noise Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$65
Lampiran 3	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 1 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i> dengan $d = 10\%$67
Lampiran 4	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 1 ber- <i>noise 'Speckle'</i> dengan $\sigma^2 = 0.1$69
Lampiran 5	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 20 iterasi pada citra uji 2 ber- <i>noise Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$71
Lampiran 6	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 2 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i> dengan $d = 10\%$73
Lampiran 7	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 2 ber- <i>noise 'Speckle'</i> dengan $\sigma^2 = 0.1$75
Lampiran 8	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 20 iterasi pada citra uji 3 ber- <i>noise Gaussian</i> dengan $\sigma^2 = 0.015$77
Lampiran 9	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 3 ber- <i>noise 'Salt & Pepper'</i> dengan $d = 10\%$79
Lampiran 10	Nilai fungsi koefisien difusi uji <i>denoising</i> 10 iterasi pada citra uji 3 ber- <i>noise 'Speckle'</i> dengan $\sigma^2 = 0.1$81

