

**TRANSFORMASI WARNA PADA CITRA GREYSCALE
DENGAN METODE GENERATIVE ADVERSARIAL
NETWORKS**

SKRIPSI



Oleh:

FAJAR ANDHIKA PUTRA

NPM. 17081010054

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2021

**TRANSFORMASI WARNA PADA CITRA GREYSCALE
DENGAN METODE GENERATIVE ADVERSARIAL
NETWORKS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Program Studi Informatika



Oleh:

FAJAR ANDHIKA PUTRA

NPM. 17081010054

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2021

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**


Judul : TRANSFORMASI WARNA PADA CITRA GREYSCALE
DENGAN METODE GENERATIVE ADVERSARIAL
NETWORKS
Oleh : FAJAR ANDHIKA PUTRA
NPM : 17081010054

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:
Hari Jumat, Tanggal 18 Desember 2020

Mengetahui:

1. **Dosen Pembimbing**

1.

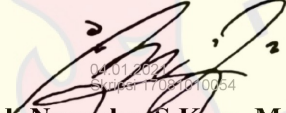

Eva Yulia L. S. Kom, M.Kom
NPT. 3 890 13 0346 1

2.



Wahyu S.J. Saputra, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8608 10 0295 1

1. **Dosen Penguji**

1.


Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

2.



Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 201198 31 223248

Menyetujui:

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer,

Koordinator Program Studi
Informatika,


Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.I
NIP. 19550731 199203 2 001


Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1



SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa program studi Informatika UPN "Veteran" Jawa Timur,
yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FAJAR ANDHIKA PUTRA

NPM : 17081010054

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang
berjudul:

**"TRANSFORMASI WARNA PADA CITRA GREYSCALE DENGAN
METODE GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS"**

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan
juga bukan merupakan produk dan atau *software* yang saya beli dari pihak lain.
Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang
dinyatakan dalam daftar pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat
memperoleh gelar di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan
lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka
Saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 14 Januari 2021
Penulis,



FAJAR ANDHIKA PUTRA
NPM. 17081010054

Trasnformasi Warna pada Citra Greyscale dengan Metode Generative Adversarial Networks

Nama Mahasiswa : Fajar Andhika Putra
NPM : 17081010054
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Eva Yulia Puspaningrum, S. Kom, M. Kom
Wahyu S.J. Saputra S. Kom, M. Kom

ABSTRAK

Sejak pertama kali diperkenalkan fotografi telah berkaitan erat dengan perkembangan teknologi. Pada awal kemunculannya teknik cetak pada pemotretan masih terbatas pada jenis warna *monochrome* sehingga mengakibatkan citra yang dihasilkan tidak sesuai dengan persepsi manusia, dari jaman dahulu telah banyak metode yang dikembangkan untuk melakukan transformasi warna pada citra *monochrome* tersebut, beberapa diantaranya adalah dengan menggunakan cara manual, berbagai bahan kimia, hingga yang lebih moderen menggunakan perangkat lunak desain grafis, namun seluruh metode tersebut memerlukan kemampuan khusus serta waktu yang cukup lama, untuk itu diperlukan sebuah sistem yang mampu melakukan transformasi warna pada citra *monochrome* secara otomatis. Pembuatan sistem pada penelitian ini menggunakan algoritma *Generative Adversarial Network* (GAN) yang bertujuan untuk melakukan transformasi pada citra *greyscale* warna secara otomatis, metode GAN dipilih karena metode ini dapat menyelesaikan berbagai masalah *image-to-image translation*. Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua macam *epoch* yaitu 20 dan 50, serta terdapat 2 macam fungsi loss yang digunakan yaitu menggunakan SSIM Loss, dan tanpa Menggunakan SSIM Loss. Nilai PSNR tertinggi yang didapatkan selama penelitian ini adalah 58,9.

Kata Kunci: SAGAN, transformasi warna, citra, *Deep Learning*, SSIM.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan kesabaran, kekuatan, rahmat serta hidayah-Nya karena atas izin dan keridhoan-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian skripsi beserta laporan hasil yang berjudul “Transformasi Warna pada Citra *Greyscale* dengan Metode *Generative Adversarial Networks*”. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad shallallahu ‘alaihi wa sallam, keluarga, serta para sahabat.

Banyak dukungan maupun bantuan yang didapatkan selama proses pelaksanaan penelitian skripsi ini. Dengan rasa hormat beserta ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah ikut serta membantu proses penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada penelitian ini mengingat keterbatasan pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik maupun saran dari semua pihak dalam penyempurnaan laporan skripsi ini.

Surabaya, 14 Januari 2021

Penulis,



Fajar Andhika Putra

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penelitian ini secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik berupa moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Eva Yulia P., S.Kom, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi serta memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Wahyu S.J. Saputra, S.Kom, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar, serta ikhlas meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan yang berharga kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Dosen serta staf pada Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, arahan, serta pengalaman selama perkuliahan.
6. Orang Tua, dan Saudara yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan berbagai dukungan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
7. Teman-teman penulis yang tergabung dalam Kelompok Pencari Makna Hidup (PMH) yang telah memberikan inspirasi serta saran dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Program Studi Informatika angkatan 2017 yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

9. Teman dekat penulis yang pada pembuatan skripsi ini masih menjalani proses studi di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan semangat.
10. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga Allah subhanahu wa ta'ala memberikan balasan yang berlipat ganda atas kebaikan yang telah diberikan.

Surabaya, 14 Januari 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fajar Andhika Putra', written over a faint, stylized graphic element that resembles a triangle or a mountain peak.

Fajar Andhika Putra

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR PERSAMAAN	ix
DAFTAR KODE.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2 Machine Learning	11
2.3 LAB <i>Color Space</i>	13
2.4 Jaringan Saraf Tiruan	15
2.5 Convolution Neural Network.....	17
2.6 Lapisan Konvolusi	19
2.7 Batch Normalization	21
2.8 Dropout	23
2.9 Self Attention	25
2.10 Spectral Normalization.....	27
2.11 Generative Adversarial Network.....	28
2.12 Structural Similarity Index Measure Loss.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Prosedur Penelitian dan Objek Penelitian	32
3.2 Akuisisi Data.....	32
3.3 Proses Penelitian	33
3.4 Pra-Pemrosesan	34

3.5	Arsitektur Self-Attention GAN.....	36
3.6	Skenario Pengujian.....	41
3.7	Perhitungan Performa Sistem.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Pra-Pemrosesan	46
4.2	Arsitektur Model	50
4.3	Fungsi Loss	57
4.4	Proses Pelatihan dan Pengujian.....	58
4.5	Hasil Pengujian	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		69
BIODATA PENULIS		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pendekatan pada <i>Machine Learning</i>	11
Gambar 2. 2 LAB <i>Color Space</i>	14
Gambar 2. 3 Ilustrasi Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan.	15
Gambar 2. 4 Ilustrasi CNN (<i>Cai, 2016</i>).	17
Gambar 2. 5 Proses Konvolusi.	19
Gambar 2. 6 Contoh Proses <i>Padding</i>	20
Gambar 2. 7 Grafik Fungsi Sigmoid (a), ReLU (b), Leaky ReLU (c).	20
Gambar 2. 8 Proses Dropout.	24
Gambar 2. 9 Perkembangan Mekanisme <i>Attention</i>	26
Gambar 2. 10 Arsitektur <i>Self-attention</i> pada GAN (<i>H. Zhang et al., 2019</i>).	27
Gambar 2. 11 Ilustrasi Cara Kerja GAN (<i>Salvaris et al., 2018</i>)	29
Gambar 3. 1 Contoh Data pada <i>Dataset</i>	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Penelitian.	34
Gambar 3. 3 Contoh Proses Interpolasi dengan <i>Nearest Neighbor</i>	36
Gambar 3. 4 Arsitektur <i>Generator</i>	37
Gambar 3. 5 Ilustrasi Arsitektur <i>Generator</i>	38
Gambar 3. 6 Arsitektur pada <i>Discriminator</i>	40
Gambar 4. 1 Keluaran Fungsi <i>load_image</i>	48
Gambar 4. 2 Contoh Perubahan Setelah Proses <i>resize</i>	48
Gambar 4. 3 Contoh Keluaran Fungsi <i>random_jitter</i>	49
Gambar 4. 4 Contoh Keluaran Fungsi <i>Upsample</i>	51
Gambar 4. 5 Contoh Keluaran Fungsi <i>Downsample</i>	53
Gambar 4. 6 Contoh Citra yang Tidak Terkonversi Sempurna.	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Uji Coba Model Pembelajaran Mesin.	63
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Konversi yang Berhasil.	64
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Konversi yang Gagal.	65

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1.....	16
Persamaan 2.2.....	21
Persamaan 2.3.....	21
Persamaan 2.4.....	21
Persamaan 2.5.....	23
Persamaan 2.6.....	28
Persamaan 2.7.....	28
Persamaan 2.8.....	38
Persamaan 2.9.....	30
Persamaan 2.10.....	30
Persamaan 2.11.....	30
Persamaan 2.12.....	31
Persamaan 2.13.....	31
Persamaan 3.1.....	35
Persamaan 3.2.....	35
Persamaan 3.3.....	35
Persamaan 3.4.....	35
Persamaan 3.5.....	35
Persamaan 3.6.....	42

DAFTAR KODE

Kode 4. 1 Import Modul dan Berkas yang Dibutuhkan.....	45
Kode 4. 2 Nilai Variabel Konstan.....	46
Kode 4. 3 Tahap Pra-pemrosesan.....	46
Kode 4. 4 Pembuatan <i>Input Pipeline</i>	50
Kode 4. 5 Implementasi Fungsi <i>Upsample</i>	50
Kode 4. 6 Implementasi Fungsi <i>Downsample</i>	52
Kode 4. 7 Implementasi Arsitektur <i>Generator</i>	53
Kode 4. 8 Implementasi Arsitektur <i>Discriminator</i>	55
Kode 4. 9 Implementasi Fungsi <i>Loss Generator</i>	57
Kode 4. 10 Implementasi Proses Pelatihan.....	58
Kode 4. 11 Implementasi Proses Pengujian.....	61