

**PENERAPAN KOMBINASI POLA DUA GAMBAR  
DENGAN METODE  
*NEURAL STYLE TRANSFER* UNTUK APLIKASI  
*MOBILE***

**Tugas Akhir**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat  
Sarjana Teknik Informatika**



Dibuat Oleh:

**SATRIA NUSA PARADILAGA**

**160708970**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PENERAPAN KOMBINASI POLA DUA GAMBAR DENGAN METODE NEURAL STYLE  
TRANSFER UNTUK APLIKASI MOBILE

yang disusun oleh

SATRIA NUSA PARADILAGA

160708970

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 19 Mei 2020

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Dr. Alb. Joko Santoso, MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah menyetujui
Penguji 2	: B. Yudi Dwiandiyanta, ST., MT.	Telah menyetujui
Penguji 3	: Paulus Mudjihartono, ST., MT., PhD	Telah menyetujui

Yogyakarta, 19 Mei 2020

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc



# PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Satria Nusa Paradilaga  
NPM : 160708970  
Program Studi : Teknik Informatika  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Penelitian : Penerapan Kombinasi Pola Dua Gambar dengan  
Metode *Neural Style Transfer* untuk Aplikasi *Mobile*

Menyatakan dengan ini:

1. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan salinan sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
2. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
3. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 19 Mei 2020

Yang menyatakan,

Satria Nusa Paradilaga

160708970

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:**

**Tuhan Yang Maha Esa**

**Bunda Maria**

**Bapak, ibu, kakak, semua keluarga Klaten dan Lombok, teman-teman, dan orang yang saya cinta yang telah memberikan dukungan serta doa.**



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir “Penerapan Kombinasi Pola Dua Gambar dengan Metode *Neural Style Transfer* untuk Aplikasi *Mobile*” ini dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana Teknik Informatika dari Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria atas segala berkatnya yang selalu membimbing dalam iman-Nya, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis selalu.
2. Sudirman dan Dwiatun Hastutiningsih sebagai ayah dan ibu yang telah merawat dan membesarkan saya dengan penuh cinta kasih. Orang yang telah memberikan dukungan motivasi, serta doa saat penulis mengalami kesulitan.
3. Dirtya Sunyi Paradewari sebagai kakak yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa dikala penulis mengalami kesulitan.
4. Dr. Pranowo, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah mempercayakan judul skripsi ini kepada penulis.
5. Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah mempercayakan judul skripsi ini kepada penulis.
6. B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia menguji skripsi ini.
7. Paulus Mudjihartono, S.T., M.T., PhD selaku Dosen Penguji II yang telah bersedia menguji skripsi ini.

8. Girlband Oh My Girl yang telah memberikan saya semangat dalam mempelajari dan mengerjakan skripsi ini.
9. Untuk semua teman-teman yang berasal dari SMA yang sama dan teman-teman kuliah, terkhusus Geo, Rio, Riandy, Krisna, Bayu, Andre, Depin, Yudho, Suma, Cakra, Veca, Krisna, Abel serta teman-teman lainnya, yang telah mendukung saat penulis mengalami kesulitan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Rekan-rekan himpunan dan kepanitiaan yang telah memberikan banyak hal baru kepada penulis.
11. Teman-teman asdos yang telah berjuang bersama dalam menuntaskan tugas sebagai asdos.
12. Kim Da Mi, Kim So Hyun, Kim Sae Ron, Blackpink, Red Velvet, Kpop, dan Kdrama yang telah memberikan semangat saat penulis merasa kesulitan.
13. Anasthasia Devithania seseorang yang membuat saya ingin terus menjadi pribadi yang lebih baik dan seseorang yang spesial di hati saya.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

**Yogyakarta, 19 Mei 2020**

Satria Nusa Paradilaga

160708970

# DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Metode Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III. LANDASAN TEORI.....	10
3.1. <i>Artificial Intelligence</i> .....	10
3.2. <i>Machine Learning</i> .....	10
3.3. <i>Deep Learning</i> .....	10
3.4. <i>Computer Vision</i> .....	11
3.5. Tekstur.....	11
3.6. <i>Convolution Neural Network</i> .....	12
3.7. VGG19 .....	13
3.8. <i>Transfer Learning</i> .....	14
3.9. Gram Matrix.....	15
BAB IV. DATA TESTING DAN PENGEMBANGAN MODEL.....	16
4.1. Deskripsi Problem.....	16
4.2. <i>Data Testing</i> .....	17
4.2.1. Analisis data .....	19
4.2.2. <i>Preprocessing</i> data .....	23
4.3. Pengembangan Model.....	24
4.3.1. Pelatihan dan Evaluasi Model.....	28
4.3.2. Pengujian Model .....	35
BAB V. IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM.....	42
5.1. Implementasi Model.....	42
5.1.1. Pengujian Model .....	43
5.1.2. Pengujian Model .....	44
5.2. Implementasi Sistem .....	46
5.3. Pengujian Sistem.....	49
5.3.1 Menggunakan Tensorflow Hub.....	49

5.3.2 Tanpa Menggunakan Tensorflow Hub.....	52
BAB VI. PENUTUP .....	54
6.1. Kesimpulan .....	54
6.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	55





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil dari percobaan yang dilakukan Gatys[3]	6
Gambar 2.2. Hasil dari percobaan yang dilakukan Selim[6]	7
Gambar 3.1. Arsitektur CNN	12
Gambar 3.2. Arsitektur VGG-19 [16]	13
Gambar 3.3. Ilustrasi Penggunaan <i>Transfer Learning</i> [21]	15
sGambar 4.1. Alur pengembangan Model	16
Gambar 4.2. Anjing Yellow Labrador	20
Gambar 4.3. Mobil Buggati Veyron	21
Gambar 4.4. Gunung Fuji	21
Gambar 4.5. Wajah	22
Gambar 4.6. <i>Code</i> untuk mengambil <i>style</i> dan konten pada gambar	23
Gambar 4.7. Type, shape , dan dtype dari gambar konten Anjing Yellow Labrador sebelum dan sesudah <i>resize</i>	24
Gambar 4.8. Type, shape , dan dtype dari gambar <i>style</i> Lukisan <i>Wassily Kandinsky Composition VII</i> sebelum dan sesudah <i>resize</i>	24
Gambar 4.9. <i>Intermediate layer</i> yang dipilih, berdasarkan layer yang terdapat pada VGG19	25
Gambar 4.10. Fungsi pembuatan model	25
Gambar 4.11. <i>Code</i> pembuatan model	26
Gambar 4.12. Beberapa feature maps yang menangkap pola garis <i>vertical pattern</i> (1), garis <i>cross pattern</i> (2), gabungan <i>pattern 1&amp;2</i> , dan <i>hair pattern</i> (3)[22]	27
Gambar 4.13. Fungsi Gram Matriks	27
Gambar 4.14. <i>Code extractor</i>	27
Gambar 4.15. <i>Code</i> untuk mengambil <i>style</i> dan konten pada gambar	28
Gambar 4.16. <i>Code image</i>	28
Gambar 4.17. Fungsi <i>style_content_loss</i> dan <i>clip_0_1</i>	29
Gambar 4.18. <i>Optimize algorithm</i> dan kombinasi dua <i>weight</i> yang dipilih	29
Gambar 4.19. Prosedur <i>train</i>	29

Gambar 4.20. Code <i>training</i> model .....	30
Gambar 4.21. Hasil <i>training</i> model .....	33
Gambar 4.22. Peningkatan <i>high frequency components</i> .....	33
Gambar 4.23. Code hasil modifikasi prosedur pelatihan dan <i>weight total variation</i> .....	34
Gambar 4.24. Hasil modifikasi <i>training</i> model .....	37
Gambar 4.25. Diagram hasil modifikasi <i>training</i> model .....	38
Gambar 4.26. Perbandingan sebelum dan sesudah modifikasi <i>training</i> model ....	39
Gambar 4.27. Hasil yang lebih baik sebelum dimodifikasi <i>training</i> model .....	39
Gambar 4.28. Pebandingan <i>total variation weight</i> 1,30, 100, dan 1000 .....	40
Gambar 4.29. Perbandingan tekstur sebelum dan sesudah modifikasi <i>training</i> model .....	40
Gambar 4.30. Ratio perbandingan <i>style loss</i> dengan <i>content loss</i> [3] .....	41
Gambar 5.1. Code yang menggunakan tensorflow hub .....	43
Gambar 5.2. Fungsi <code>tensor_to_image</code> .....	44
Gambar 5.3. Code fungsi <code>transfer_style</code> .....	45
Gambar 5.4. Fungsi untuk menerima gambar konten dan gambar style pada <i>webservice</i> .....	46
Gambar 5.5. Prosedur memilih gambar dari <i>gallery smartphone</i> .....	47
Gambar 5.6. Fungsi dan prosedur untuk memfoto dengan menggunakan kamera <i>smartphone</i> .....	47
Gambar 5.7. Prosedur untuk upload gambar .....	48
Gambar 5.8. Potongan code untuk prosedur <i>transfer style</i> pada <i>mobile</i> .....	48
Gambar 5.9. Fungsi mengirim hasil gambar pada bagian <i>webservice</i> .....	48
Gambar 5.10. Fungsi menerima hasil gambar pada bagian aplikasi <i>mobile</i> .....	49
Gambar 5.11. Tampilan awal aplikasi <i>moblie</i> .....	49
Gambar 5.12. Tampilan upload gambar konten .....	50
Gambar 5.13. Tampilan upload gambar <i>style</i> .....	50

Gambar 5.14. Proses neural <i>transfer style</i> berhasil .....	51
Gambar 5.15. Menampilkan hasil proses <i>transfer style</i> .....	51
Gambar 5.16. Upload gambar konten ke <i>webservice</i> .....	52
Gambar 5.17. Upload gambar <i>style</i> ke <i>webservice</i> .....	52
Gambar 5.18. <i>Request</i> proses <i>transfer style</i> .....	53
Gambar 5.19. Menampilkan hasil proses <i>transfer style</i> .....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. Perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya .....	9
Tabel 4.1 Gambar yang digunakan sebagai gambar konten .....	18
Tabel 4.2 Gambar yang digunakan sebagai gambar <i>style</i> .....	19
Tabel 4.3 Gambar hasil <i>train</i> dalam tahap kelipatan 200 <i>train step</i> .....	32
Tabel 4.4 Gambar hasil modifikasi <i>train</i> dalam tahap kelipatan 200 <i>train step</i> ....	37



# INTISARI

## PENERAPAN KOMBINASI POLA DUA GAMBAR DENGAN METODE *NEURAL STYLE TRANSFER* UNTUK APLIKASI *MOBILE*

Intisari

Satria Nusa Paradilaga

160708970

*Computer vision* semakin berkembang dengan adanya metode *deep learning*. Mensintesis tekstur gambar untuk dimasukkan kedalam gambar lain merupakan pekerjaan yang sulit, sehingga perlu metode *Neural Transfer Style*. Penelitian ini meneliti cara kerja *Neural Transfer Style* dan mengimplementasikannya pada aplikasi *mobile*. Penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dalam mengidentifikasi fitur/konten pada suatu gambar dengan menggunakan *intermediate layer* pada arsitektur VGG19. *Style* pada gambar tidak dapat diekstraksi dengan baik menggunakan *intermediate layer*, tapi dengan mencari korelasi fitur yang didapat dengan menggunakan metode gram matriks. Model berperan sebagai hasil ekstraksi konten dan *style*. Hasil ekstraksi lalu diimplementasikan *style transfer* algoritma dengan menghitung loss dari konten dan *style* pada gambar dengan model, lalu *train*. Hasil *train* akan dievaluasi untuk menghasilkan *train step* yang lebih baik. Hasil *train step* tersebut lalu diimplementasikan pada aplikasi *mobile* dengan dibuat sebagai *webservice* yang nantinya akan dikonsumsi oleh aplikasi *mobile*. Pemilihan *weight* untuk *total variation*, konten, dan *style* sangat berpengaruh terhadap hasil gambar.

**Kata Kunci:** *Neural Style Transfer, VGG19, Deep Learning, Convolution Neural Network, Gram Matriks.*

Dosen Pembimbing I : Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T.

Jadwal Sidang Tugas Akhir : 19 Mei 2020

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

*Computer vision* semakin berkembang pesat, hal ini dibuktikan dengan munculnya metode dan algoritma baru dalam mengolah suatu gambar atau video [1]. Perkembangan teknologi ini dapat dilihat dengan munculnya metode *artificial neural network* yang mengikuti cara kerja neuron dalam otak manusia dalam menangani persepsi visual seperti *Covolutional Neural Network*. Munculnya metode CNN merubah cara kerja bidang *computer vision* dalam mengelolah gambar. Metode CNN memudahkan komputer dalam mengerti atau memahami suatu gambar.

*Deep Learning* merupakan teknik dalam penggunaan *Neural Network* yang menggunakan teknik tertentu untuk mengurangi waktu, meningkatkan akurasi, dan kualitas dari *output* yang dihasilkan[2]. Salah satu metode *Deep Learning* yang menggunakan CNN adalah *Neural Style Transfer*. Menggunakan metode *Neural Style Transfer* mensintesis tekstur dari satu gambar ke gambar yang lain menjadi mungkin[3]. *Neural Style Transfer* dapat memasukkan *style* suatu lukisan/gambar ke dalam suatu foto/gambar/video[4].

Perkembangan teknologi yang semakin pesat memungkinkan penerapan *Neural Transfer Style* pada perangkat *smartphone*. Perangkat *smartphone* digunakan agar aplikasi ini mudah untuk diakses dan nyaman untuk digunakan. Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman python dengan *framework* tensorflow sebagai *backend* yang akan menjalankan metode *Neural Transfer Style*. Aplikasi *mobile* menggunakan bahasa pemrograman java, sebagai *frontend* atau *user interface*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, masalah yang akan dihadapi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menggabungkan pola dua gambar dengan metode *Neural Style Transfer*?
2. Bagaimana membangun aplikasi *mobile* yang dapat menerapkan metode *Neural Style Transfer*?

## 1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki pembatas masalah sebagai berikut:

1. Ukuran gambar yang digunakan dibatasi maksimal 512 pixel.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Menggabungkan pola dua gambar dengan metode *Neural Style Transfer*.
2. Membangun aplikasi *mobile* yang dapat menerapkan metode *Neural Style Transfer*.

## 1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini seperti berikut:

1. Studi Literatur

Metodologi studi literatur digunakan untuk menemukan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh pihak lain yang memiliki topik serupa atau berhubungan dengan topik penulis dan untuk mengetahui ilmu-ilmu yang berkaitan dengan topik penulis. Literatur yang digunakan oleh penulis dalam mendukung penelitian ini adalah tesis, artikel, jurnal, dan halaman web yang dapat dipercaya. Literatur tersebut didapat secara legal dari situs jurnal, artikel, dan tesis yang berskala nasional maupun internasional yang sifatnya terbuka.

2. Analisis

Penulis menganalisis kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan

untuk membuat program. Pertama-tama penulis menganalisis penelitian yang menjadi bahan literatur. Hal yang dianalisis mencakup perangkat keras yang digunakan, bahasa pemrograman yang digunakan dan *library* pendukungnya, teori-teori yang digunakan, database dan relasinya, antarmuka, serta proses yang terjadi didalam perangkat lunak.

### 3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini penulis merancang perangkat lunak berdasarkan hasil kajian yang dilakukan ditahap analisis. Tahap ini digunakan untuk mendapatkan deskripsi antarmuka, fungsional, serta proses bisnis yang akan digunakan dalam penelitian.

### 4. Implementasi Perangkat Lunak

Penulis akan mengimplementasikan hasil rancangan dan analisis perangkat lunak. Penulis menggunakan bahasa pemrograman python untuk memproses gambar, membuat model, dan menggabungkan pola gambar yang satu ke gambar yang lain. Membuat aplikasi *mobile* dengan bahasa pemrograman java untuk memilih gambar dan menampilkan hasil pemrosesan pada gambar.

### 5. Pengujian Perangkat Lunak

Tahap pengujian dilakukan setelah tahap analisis, perancangan, dan implementasi perangkat lunak selesai dilakukan. Pada tahap pengujian, penulis menguji program yang sudah dibangun untuk memastikan bahwa program sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan. Metode yang digunakan dalam pengujian menggunakan *black box*. Pengujian terus berlangsung selama program tidak berjalan sesuai yang diharapkan dan akan berhenti ketika program yang digunakan sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan.



## 1.6. Sistematika Penulisan

Laporan ini ditulis dengan sistematika:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab pertama berisi latar belakang dari penelitian, rumusan masalah yang ada dalam penelitian, batasan masalah yang dialami dalam penelitian, tujuan dari penelitian, metode penelitian yang digunakan dalam penelitian, dan sistematika penulisan yang dibuat.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTKA**

Bab kedua berisi penjelasan dan hasil dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti-peneliti lain dan akan digunakan sebagai dasar untuk memecahkan masalah dari penelitian ini.

### **BAB III : LANDASAN TEORI**

Bab ketiga berisi dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB IV : METEDOLOGI PENELITIAN**

Bab keempat berisi tentang masalah yang akan diteliti, data *testing* yang akan digunakan, analisis data, *preprocessing* data, pengembangan model, evaluasi dan pelatihan model, serta pengujian model.

### **BAB V : IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM**

Bab kelima berisi tentang implementasi model, implementasi model ke sistem, serta pengujian sistem.

### **BAB VI : PENUTUP**

Bab keenam berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini akan menjelaskan dan menganalisa beberapa *paper* yang sudah dilakukan sebelumnya oleh pihak lain dalam meneliti ekstraksi *style* dan konten gambar dengan menggunakan *Neural Style Transfer*. *Paper* yang digunakan penulis dalam melakukan analisis menggunakan bahasa Inggris. *Paper* ini akan digunakan penulis sebagai dasar dalam pembuatan program *Neural Style Transfer* dan akan mempelajari kesamaan dari program-program yang akan dibuat.

*Neural style transfer* merupakan teknik yang memungkinkan untuk menyalin *style* dari suatu gambar dan menerapkannya ke dalam konten gambar yang akan menghasilkan gambar yang bervariasi dan menarik [5]. Tujuan dari penggunaan *Neural style transfer* pada *paper* ini untuk mempelajari konsep dan abstrak dari “bagaimana komputer dapat mengenal kreativitas” [5]. *Paper* milik Kapur [5] menganalisis algoritma *neural style transfer* dalam pengimplementasiannya. *Neural style transfer* menggunakan representasi neural untuk memisahkan dan mengkombinasikan konten dan *style* dari gambar *arbitrary*. Kesimpulan yang didapat dari *paper* Kapur [5] bahwa dengan menggunakan algoritma yang benar komputer dapat memahami gambar sama seperti cara manusia memahami sebuah gambar. *Neural network* membuat pengenalan pola pada gambar tersebut menjadi lebih baik. Berdasarkan survei yang terdapat pada *paper* ini, lebih dari 60% partisipan menganggap bahwa gambar yang dihasilkan oleh komputer dalam menggabungkan pola, diciptakan oleh manusia dan bukan oleh mesin.

*Paper* Gatys [3] membahas tentang penggunaan *neural a algorithm of artistic style* dalam mengenali pola dengan menggunakan *Convolution Neural Network* untuk mengoptimalkan pengenalan objek gambar. Algoritma *neural a algorithm of artistic style* dapat memisahkan konten dan *style* gambar alami dan menghasilkan gambar baru dengan menggabungkan pola kedua gambar tersebut. *Paper* Gatys [3] mencoba untuk menggabungkan *style* antara gambar

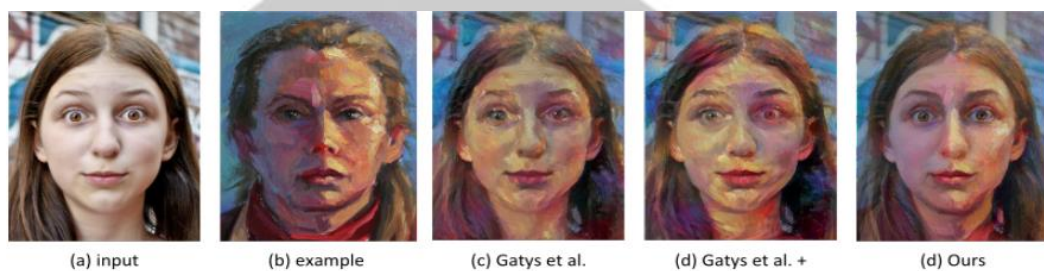
*arbitrary* dengan resolusi 512 x 512 *pixel* dengan lama waktu pengerjaan hingga satu jam dengan menggunakan Nvidia K40 GPU. Masalah yang dihadapi pada *paper* ini adalah ketika gambar yang digunakan adalah gambar fotografi dan fotorealisme dengan *low-level noise*. *Paper* Gatys [3] menjelaskan bahwa memisahkan konten pada gambar tidak selalu menjadi pilihan yang baik, karena sangat sulit dalam mendefinisikan gaya pada suatu gambar. Mustahil komputer dapat membuat gambar dengan gaya van Gogh's "*Starry Night*" tanpa memiliki struktur gambar yang memiliki gaya bintang-bintang tersebut. Komputer tidak dapat menciptakan polanya sendiri tanpa ada gambar yang menjadi referensi. Gatys et al [3] menemukan hal yang menarik dalam penelitian mereka. pembelajaran mandiri oleh *neural network* membuat penelitian ini dapat mengidentifikasi gambar dengan lebih baik sehingga, aplikasi yang mereka buat dapat dicoba untuk segala variasi gambar.



**Gambar 2.1** Hasil dari percobaan yang dilakukan Gatys [3]

*Paper* Selim [6] meneliti tentang teknik *transfer* lukisan potret wajah. Pada penelitian ini inputan yang diterima adalah gambar wajah dan gambar lukisan. Penelitian menggunakan *Convolution Neural Network* dalam mengidentifikasi gambar, khususnya bentuk wajah pada suatu gambar. *Paper* Selim [6] pada penelitiannya menggunakan fotografi yang sudah disediakan oleh penulis lain dan penelitian ini menggunakan 108 lukisan yang berbeda dari berbagai seniman. Algoritma yang digunakan mengacu pada algoritma yang digunakan

pada *paper* Gatys[3] dan algoritma yang sama yang sudah dikembangkan. Iterasi dilakukan sebanyak 1000 kali dengan menggunakan ukuran gambar 450 x 450 *pixel*. Algoritma yang dipakai sudah dimodifikasi sendiri oleh penulis sehingga hasil yang didapat lebih baik dalam menangkap tekstur dari gaya lukisan. Algoritma tersebut dapat mengenali wajah dengan berbagai gerakan wajah seperti menghadap ke kamera, wajah agak kesamping kiri, dan gerakan wajah yang lainnya.



**Gambar 2.2** Hasil dari percobaan yang dilakukan Selim[6]

Pada *paper* Li [7], memperbaiki kekurangan yang dimiliki oleh *paper* Gatys [3] yaitu tidak menjelaskan mengapa matriks Gram dapat mewakili *style*, sehingga penulis mengusungkan interpretasi baru dengan memperlakukan *neural transfer style* sebagai masalah adaptasi domain. Penulis menunjukkan bahwa mencocokkan matriks Gram dari peta fitur digunakan untuk meminimalkan *Maximum Mean Discrepancy* (MMD) dengan polinomial orde kedua. Kesimpulan yang didapat pada *paper* Li [7] adalah bahwa mencocokkan matriks Gram setara dengan proses *Maximum Mean Discrepancy* (MMD) tertentu. Dengan begitu *style* dalam *neural transfer style* secara intrinsik diwakili oleh distribusi deaktivasi dalam CNN. Hasil percobaan pada berbagai metode *neural transfer style* didapatkan kesimpulan bahwa metode ini pada dasarnya adalah masalah adaptasi domain khusus baik secara teoritis maupun empiris.

No	Pembanding	Kapur et al [5]	Gatys et al [3]	Selim et al [6]	Li et al [7]	Penulis
1	Judul	<i>Concepts, Methods and Applications of Neural Style Transfer : A review Article</i>	<i>Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks</i>	<i>Painting Style Transfer for Head Portraits using Convolutional Neural Networks</i>	<i>Demystifying Neural Style Transfer</i>	Penerapan Kombinasi Pola Dua Gambar dengan Metode <i>Neural Style Transfer</i> untuk Aplikasi Mobile
2	Tujuan	Memahami <i>neural transfer style</i> milik Gatys	Menciptakan <i>transfer style</i> gambar dengan CNN	Menggunakan <i>transfer style</i> untuk potret wajah	Memperbaiki metode <i>transfer style</i> yang ada	Mengimplementasikan <i>transfer style</i> dengan menggunakan tensorflow

3	Metode	<i>Neural transfer style</i> milik Gatys	<i>Neural transfer style</i> buatan sendiri	Pendeteksi bentuk wajah dan <i>neural transfer style</i> modifikasi dari milik Gatys	<i>neural transfer style</i> modifikasi dari milik Gatys	<i>Neural transfer style</i> dasar milik tensorflow
4	Platform	Desktop	Desktop	Desktop	Desktop	Mobile
5	Objek yang diproses	Berbagai gambar fotografi dan lukisan	Berbagai gambar fotografi, lukisan, dan fotorealisme	Berbagai gambar fotografi wajah dan lukisan	Berbagai gambar fotografi dan lukisan	Berbagai gambar fotografi dan lukisan

**Tabel 2** Perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya

## BAB VI. PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

Menggabungkan pola gambar yang satu ke gambar yang lain itu memungkinkan dengan menggunakan metode *neural transfer style*. Perlu untuk mengetahui konten dan *style* pada masing-masing gambar dengan *intermediate layer*, pemilihan layer berpengaruh terhadap kemampuan program untuk merepresentasikan konten dan *style* pada gambar yang akan diuji. *Style* pada *intermediate layer* memiliki kekurangan dalam mengenali *style* sehingga digunakan matriks gram untuk mencari korelasi antar *feature map* sehingga *style* dari gambar tersebut dapat diinterpretasikan lebih baik. Model yang digunakan bertindak sebagai ekstraksi konten dan *style* dari gambar, menyimpan nilai konten dan *style*. Pada tahap pelatihan perlu untuk memilih total *variant* yang benar serta total *loss* konten dan *style* yang sesuai, karena untuk setiap gambar memiliki total *variant weight* serta *loss* konten dan *style weight* yang berbeda-beda, untuk menghasilkan hasil *neural transfer style* yang terbaik. Metode ini diterapkan pada aplikasi *mobile* dengan menggunakan *webservice* sehingga aplikasi hanya perlu untuk menginputkan data serta menerima hasilnya,

### 6.2. Saran

Terdapat beberapa hal yang bisa dilakukan untuk mengembangkan model menjadi lebih baik lagi:

1. Menggunakan model VGGFace dalam melakukan *neural transfer style* pada gambar wajah, agar hasilnya untuk gambar wajah lebih baik.
2. Menggunakan *optimizer* algoritma Adam yang sudah dikembangkan seperti Nadam.
3. Mencari total *variation weight*, konten *loss*, *style loss*, serta *intermediate layer* yang tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. N. Prastowo, N. A. S. Putro, O. A. Dhewa, and A. M. H. Yusuf, "Pengenal Personal Menggunakan Citra Tampak Atas pada Lingkungan Cashierless Store," *J. Buana Inform.*, vol. 10, no. 1, p. 19, 2019.
- [2] A. Ahmad, "Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning," *J. Teknol. Indones.*, no. October, p. 3, 2017.
- [3] L. A. Gatys, A. S. Ecker, and M. Bethge, "Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2016-Decem, pp. 2414–2423, 2016.
- [4] O. Jamriška *et al.*, "Stylizing video by example," *ACM Trans. Graph.*, vol. 38, no. 4, pp. 1–11, 2019.
- [5] A. Kapur, "Concepts , Methods and Applications of Neural Style Transfer : A review Article," no. June, pp. 2353–2359, 2019.
- [6] A. Selim, M. Elgharib, and L. Doyle, "Painting style transfer for head portraits using convolutional neural networks," *ACM Trans. Graph.*, vol. 35, no. 4, pp. 1–18, 2016.
- [7] Y. Li, N. Wang, J. Liu, and X. Hou, "Demystifying neural style transfer," *IJCAI Int. Jt. Conf. Artif. Intell.*, pp. 2230–2236, 2017.
- [8] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence A Modern Approach; PearsonEducation*. 2003.
- [9] C. M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning Springer Mathematical notation Ni," *Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA*, p. 9, 2006.
- [10] L. Deng, D. Yu, L. Deng, and D. Yu, "the essence of knowledge Deep Learning Methods and Applications Foundations and Trends ® in Signal Processing Deep Learning Methods and Applications Deep Learning: Methods and Applications," *Found. Trends R Signal Process.*, vol. 7, no. 2013, pp. 197–387, 2013.



- [11] B. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks," 2012.
- [12] C. Sun and K. Murphy, "Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors."
- [13] Pengertian Tekstur, Jenis, Gambar (Seni Rupa, Desain, Musik, Unsur Lain)". *BISAPINTER*. Retrieved am 01.10.2019 from <https://bisapinter.com/pengertian-tekstur/>, 2018.
- [14] R. D. Nurfitra and G. Ariyanto, "Implementasi Deep Learning Berbasis Tensorflow," *J. Emit.*, vol. 18, no. 01, pp. 22–27, 2018.
- [15] A. Chandra, "Pemahaman Dasar Convolutional Neural Networks," *Medium*, 15-Apr-2019. [Online]. Available: <https://medium.com/data-folks-indonesia/pemahaman-dasar-convolutional-neural-networks-bfa1bf0b06e1>. [Accessed: 19-Apr-2020].
- [16] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," *3rd Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2015 - Conf. Track Proc.*, pp. 1–14, 2015.
- [17] M. Hussain, J. J. Bird, and D. R. Faria, "A study on CNN transfer learning for image classification," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 840, no. June, pp. 191–202, 2019
- [18] Hopfield, J. J., *Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1982. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.79.8.2554>
- [19] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149, 2017.
- [20] A. C. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, *Deep Learning (Adaptive*

*Computation and Machine Learning series*), vol. 521, no. 7553. 2017.

- [21] P. Gudikandula, *Deep view on Transfer learning with Image classification Pytorch*, mc.ai , March 2019. Accessed on: March. 2, 2020. [Online]. Available:<https://mc.ai/deep-view-on-transfer-learning-with-image-classification-pytorch/>.
- [21] A. Agrawal, “How does Gram Matrix encode the Style of an Image?,” *Play Deliberately*, 01-Dec-2017. [Online]. Available: <https://www.amitagrawal.org/blog/2017/12/1/how-does-gram-matrix-encode-the-style-of-an-image>. [Accessed: 24-Apr-2020].

