

Evaluasi Hasil *Neural Style Transfer* Berbagai Gambar Pola Menggunakan *Feature Similarity Index*

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v10i2.9380>

Riwayat Artikel

Received: 09 Juli 2024 | Final Revision: 19 Juli 2024 | Accepted: 24 Juli 2024

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Vanessa Metayani^{✉#1}, Swat Lie Liliawati^{*2}, Andreas Widjaja^{#3}

[#] Magister Ilmu Komputer, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Surya Sumantri, M.P.H. No.65, Bandung, 40164, Indonesia

¹2279803@maranatha.ac.id

²swat.ll@maranatha.ac.id

³andreas.widjaja@maranatha.ac.id

[✉]Corresponding author: 2279803@maranatha.ac.id

Abstrak — Penelitian ini dilakukan dengan mengaplikasikan metode *Neural Style Transfer* pada berbagai set gambar konten dan gaya, kemudian menghitung nilai FSIM untuk setiap pasangan gambar hasil dan gambar asli. Analisis dilakukan terhadap faktor-faktor seperti kompleksitas gaya seni, resolusi dan karakteristik khusus lainnya seperti warna dan tekstur yang dapat mempengaruhi nilai FSIM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi apakah terdapat faktor yang mempengaruhi kinerja FSIM seperti kompleksitas gaya seni, resolusi, atau karakteristik khusus lainnya seperti warna dan tekstur. Penelitian ini diharapkan mampu membantu seniman yang ingin mengubah gaya seni dengan *Neural Style Transfer* namun tetap mempertahankan keaslian gambar dan tetap dikenali dengan mengevaluasi hasilnya menggunakan FSIM serta membantu seniman untuk mengembangkan dan menghasilkan karya seni digital artistik dengan kualitas yang baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai FSIM yang bervariasi dapat bergantung pada kompleksitas gaya seni dan resolusi gambar. Gaya seni sederhana dan gambar dengan resolusi tinggi cenderung menghasilkan nilai FSIM yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa struktur gambar mudah dipertahankan. Selama resolusi dan warna maupun tekstur tidak merubah struktur utama, hasil FSIM tidak akan menurun secara signifikan. Untuk mendukung analisis penelitian, digunakan uji statistik *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengukur signifikansi pengaruh kompleksitas dan resolusi terhadap FSIM dan uji *Cronbach's Alpha* untuk menguji keandalan survei masyarakat umum dan ahli. Berdasarkan hasil pengujian statistik ANOVA, tidak cukup bukti untuk menolak hipotesis nol, sehingga kompleksitas dan resolusi tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap FSIM. Dari hasil uji *Cronbach's Alpha*, survei penilaian kepada masyarakat mendapat hasil 0.94 dan 0.91 untuk survei penilaian kepada ahli. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil dari survei-survei tersebut dapat diandalkan sebagai data subjektif penelitian.

Kata kunci— *Convolution Neural Network*; *Feature Similarity Index*; *Image Quality Assessment*; *Neural Style Transfer*; *Visual Geometric Group*.

Evaluation of Neural Style Transfer Results of Various Pattern Images Using Feature Similarity Index

Abstract— This research was conducted by applying the Neural Style Transfer method to various sets of content and style images, and then calculating the FSIM value for each pair of result and original images. Analysis was done on factors such as art style complexity, resolution and other special characteristics such as colour and texture that can affect the FSIM value. The purpose of this research is to identify whether there are factors that affect FSIM performance such as art style complexity, resolution, or other special characteristics such as colour and texture. This research is expected to be able to help artists who want to change the art style with Neural Style Transfer but still maintain the originality of the image and still be recognised by evaluating the results using FSIM and help artists to develop and produce artistic digital artworks with good quality. The results show that varying FSIM values can depend on the complexity of the art style and image resolution. Simple art styles and high-resolution images tend to produce higher FSIM values, indicating that the image structure is easily preserved. As long as the resolution and colours or textures do not change the main structure, the FSIM results will not decrease significantly. To support the research analysis, the Analysis of Variance (ANOVA) statistical test was used to measure the significance of the effect of complexity and resolution on FSIM and the Cronbach's Alpha test to test the reliability of the general public and expert surveys. Based on the ANOVA statistical test results, there was insufficient evidence to reject the null hypothesis, so complexity and resolution did not have a significant influence on FSIM. From the Cronbach's Alpha test results, the public assessment survey received a result of 0.94 and 0.91 for the expert assessment survey. These results indicate that the results from the surveys are reliable as subjective data for the research.

Keywords— Convolution Neural Network; Feature Similarity Index; Image Quality Assessment; Neural Style Transfer; Visual Geometric Group.

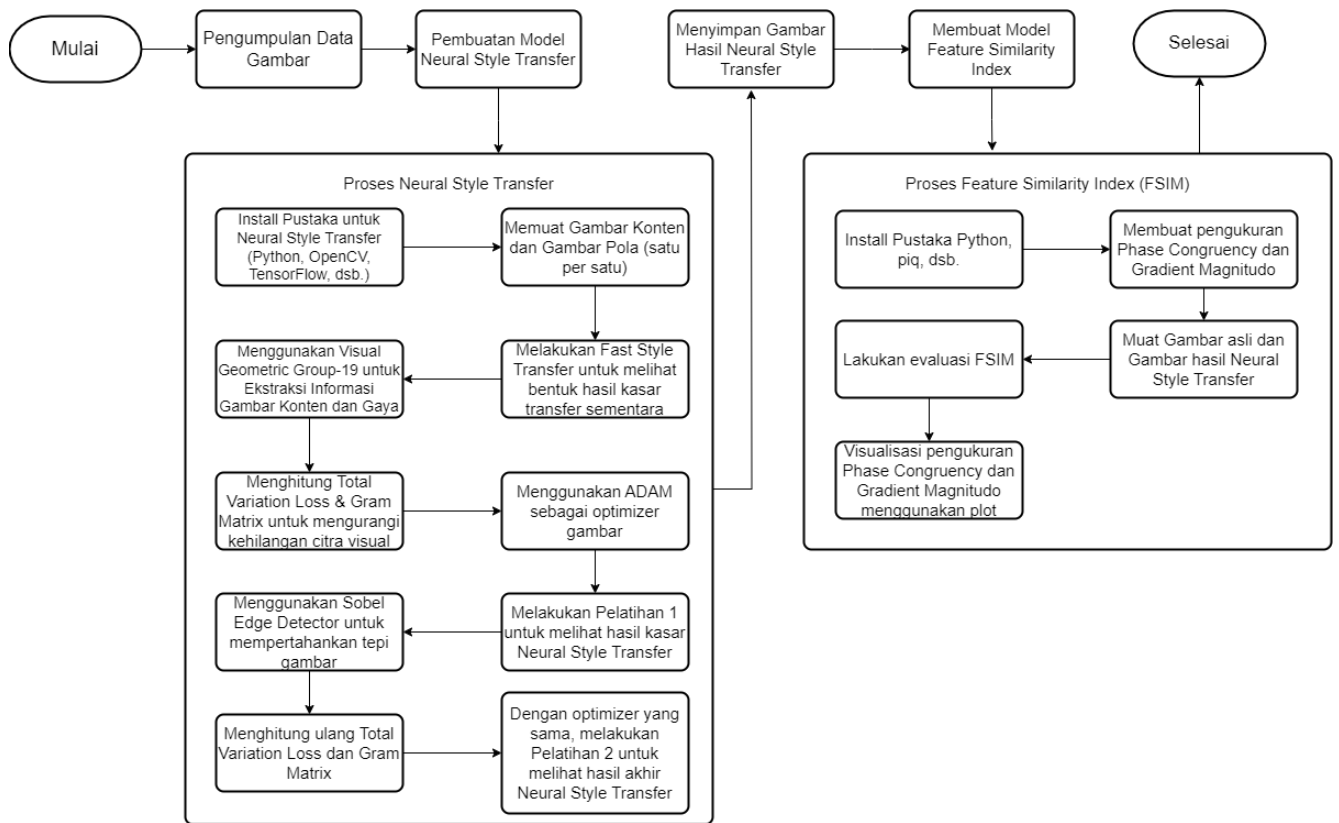
I. PENDAHULUAN

Neural Style Transfer merupakan teknik optimasi yang digunakan untuk mengambil dua gambar: gambar konten dan gambar referensi gaya (seperti karya pelukis terkenal), kemudian menggabungkannya sehingga gambar keluaran terlihat seperti gambar konten, tetapi “dilukis” dengan gaya dari gambar referensi gaya [1][1]. Metode ini melibatkan penggunaan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu *Visual Geometric Group-19* (VGG-19) untuk mengekstraksi statistik gambar [2] [2]. Gatys *et al.* yang menggunakan implementasi *Neural Style Transfer* untuk memindahkan gaya dari gambar pelukis terkenal ke gambar lain [3]. Sebelum teknik *Neural Style Transfer*, Efros dan Leung melakukan penelitian pemindahan tekstur yang dikenal dengan sebutan *Texture Synthesis* [4]. Kemudian diteliti kembali bersama dengan Freeman dengan pendekatan berbeda dan menghasilkan algoritma *quilting* untuk menciptakan hasil yang lebih alami [5]. Eksplorasi Gatys *et al.* setelah penelitian pertamanya berlanjut pada fokus pelestarian warna selama proses *Style Transfer* sehingga dapat mempertahankan warna dengan baik sambil tetap memperhatikan struktur luminansi [6]. Johnson *et al.* juga meneliti *Neural Style Transfer* menggunakan pendekatan *Perceptual Losses* dengan membandingkan fitur-fitur yang diekstraksi dari jaringan saraf konvolusi pada gambar hasil dan target [7]. Dalam metode *Neural Style Transfer* ternyata tidak terbatas hanya gaya lukisan, tetapi berbagai gaya maupun pola seperti abstrak, batik, flora dan fauna, karakter, dan geometri juga dapat digunakan sebagai media gambar referensi gaya untuk menghasilkan karya yang lebih beragam. Untuk mengevaluasi kualitas gambar selain dari sisi subjektif, evaluasi objektif terhadap kualitas hasil transfer tetap diperlukan untuk memastikan bahwa gambar yang dihasilkan tidak hanya memuat gaya yang diinginkan tetapi juga mempertahankan konten asli sehingga dapat tetap dikenali. *Image Quality Assessment* (IQA) adalah bidang studi dalam pemrosesan citra dan visi komputer yang berfokus pada pengukuran dan evaluasi kualitas gambar [8]. Salah satu metrik pengukuran yang dapat digunakan untuk evaluasi adalah *Feature Similarity Index* (FSIM). FSIM merupakan metrik yang digunakan untuk mengukur kesamaan antara dua gambar berdasarkan struktur fitur [9]. Memberikan penilaian yang lebih mendekati persepsi visual manusia. Penggunaan FSIM dapat membantu pengguna dalam menilai seberapa baik hasil *Neural Style Transfer* dalam mempertahankan struktur konten asli sambil mengadopsi gaya artistik yang diinginkan.

Penelitian ini menggunakan metode *Neural Style Transfer* untuk menghasilkan gambar yang kemudian akan dievaluasi menggunakan *Feature Similarity Index*. Untuk memperkuat hasil penelitian dilakukan uji statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) [10] untuk mengukur signifikansi pengaruh faktor kompleksitas dan resolusi terhadap FSIM dan uji *Cronbach's Alpha* [11] untuk menguji keandalan survei pada masyarakat umum dan ahli. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi apakah terdapat faktor yang mempengaruhi kinerja FSIM seperti kompleksitas gaya seni, resolusi, atau karakteristik khusus lainnya seperti warna dan tekstur.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 4 gambar konten campuran (gambar karakter dan pemandangan) dan 6 gambar pola (abstrak, batik, flora & fauna, karakter dan 2 gambar geometri berbeda warna: kuning dan biru). Gambar konten dan pola akan melalui proses *Neural Style Transfer* satu per satu sehingga akan menghasilkan gambar baru, kemudian hasilnya akan diunduh dan disimpan ke *drive*. Bahan gambar yang digunakan hanya 4 gambar konten dan 6 gambar pola karena keterbatasan dalam penggunaan *Graphic Processing Unit* pada Google Colab. Alur penelitian digambarkan dengan diagram alir seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.

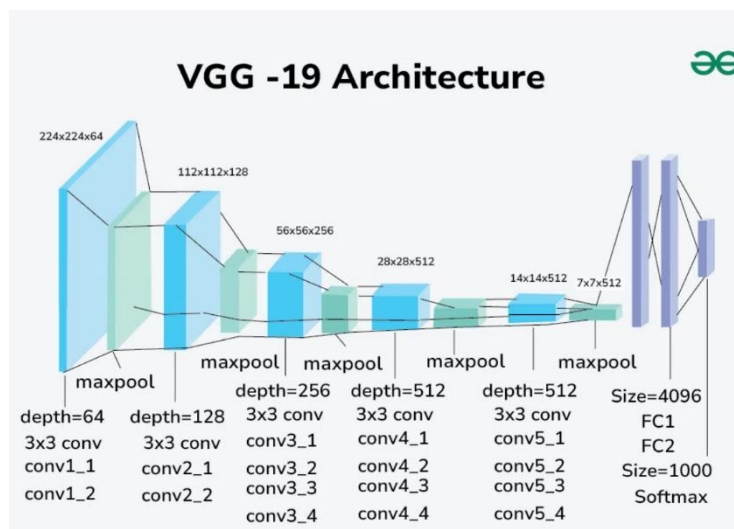


Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Gambar yang telah dikumpulkan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2, kemudian diproses dengan *Neural Style Transfer*. Dalam pembuatan model *Neural Style Transfer*, diperlukan pustaka python, opencv, dan tensorflow sebagai konfigurasi awal. Kemudian, melakukan pembacaan gambar konten dan gambar pola. Gambar kemudian akan diproses Fast Style Transfer untuk melihat pola bentuk transfer sementara, lalu informasi gambar konten dan gaya akan diekstrak melalui *Visual Geometric Group*. Penelitian ini menggunakan arsitektur *Visual Geometric Group-19* dengan lapisan sejumlah 19 buah yang terdiri dari 16 lapisan konvolusi dan 3 lapisan terhubung, seperti pada Gambar 3.



Gambar 2 Gambar konten dan pola yang digunakan



Gambar 3 Arsitektur VGG-19

Arsitektur VGG-19 seperti pada Gambar 3 digunakan untuk mengekstraksi fitur-fitur gambar dan memisahkan konten dari gaya. Kemudian dilakukan perhitungan *gram matrix* dan *total variation loss* untuk mengurangi kehilangan citra visual. Adam digunakan sebagai optimizer karena efisiensi komputasi dan penggunaan pada unit pemrosesan grafis untuk masalah optimasi pembelajaran mesin dan mengurangi *overhead* perhitungan *Neural Style Transfer* [12]. *Sobel Edge Detector* juga digunakan sebagai upaya untuk mempertahankan garis tepi gambar sehingga pada saat *Neural Style Transfer*, hasil gambar masih memiliki garis yang jelas. Kemudian, melakukan proses *Neural Style Transfer* dan menyimpan hasil.

Setelah *Neural Style Transfer*, evaluasi gambar hasil menggunakan model evaluasi *Feature Similarity Index*. Diperlukan pustaka *torch*, *piq*, dan *cv2* untuk konfigurasi awal. Kemudian, *input* data gambar asli dan gambar hasil *Neural Style Transfer* melalui akses jalur penyimpanan data gambar dan mengubahnya dalam format yang sesuai. Lakukan normalisasi tensor ke rentang [0, 1] karena rentang tersebut merupakan rentang hasil *Feature Similarity Index*. Semakin mendekati 1 maka, hasil mendekati asli sedangkan semakin mendekati ke 0, maka hasil tidak mendekati asli. Kemudian, jalankan evaluasi FSIM. Hasil dapat diubah ke bentuk persen untuk memudahkan pembacaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan. Model *Neural Style Transfer* dibuat terlebih dahulu untuk melakukan proses penggabungan gambar konten dan gambar pola, dengan proses pembuatan model seperti penjelasan pada Gambar 1. Gambar konten dan pola akan melalui tahap *preprocessing* dengan ekstraksi data gambar konten dan gambar pola melalui VGG-19. Gambar konten dan pola pada saat *Neural Style Transfer* akan melalui proses *training* sebanyak 2 kali. *Training* pertama untuk melihat hasil kasar dan *training* kedua untuk proses penghalusan hasil gambar (mengurangi *noise* dan mempertahankan tepi gambar) serta finalisasi gambar dengan Adam sebagai optimizer untuk proses waktu yang lebih cepat. Evaluasi kemudian dilakukan dengan membandingkan gambar hasil *Neural Style Transfer* dan gambar asli sebelum perubahan menggunakan model *Feature Similarity Index* yang telah dibuat. Gambar-gambar hasil *Neural Style Transfer* ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 24 Gambar hasil Neural Style Transfer

Dari hasil uji coba evaluasi terhadap 24 gambar hasil *Neural Style Transfer* menggunakan *Feature Similarity Index* (FSIM) yang dilakukan serta melakukan survei kepada 8 responden masyarakat umum dan survei kepada 4 orang ahli bidang seni (mahasiswa dan dosen desain komunikasi visual), didapatkan hasil evaluasi dengan pembahasan sebagai berikut.

A. Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian dengan *Feature Similarity Index* (FSIM), didapatkan hasil seperti pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa hasil *Neural Style Transfer* gambar 4 dengan pola karakter mendapat hasil tertinggi sebesar 82.63% dan paling rendah didapatkan oleh hasil gambar 1 dengan pola flora-fauna sebesar 29.48%.

TABEL 1
HASIL EVALUASI FSIM

Gambar Pola	Gambar 1	Gambar 2	Gambar 3	Gambar 4
Abstrak	44.78%	71.43%	60.80%	73.18%
Batik	38.40%	66.58%	61.04%	71.59%
Karakter	45.57%	70.34%	64.92%	82.63%
Flora-Fauna	29.48%	56.88%	63.71%	65.71%
Geometri 1 (Kuning)	59.21%	70.26%	60.47%	68.45%
Geometri 2 (Biru)	58.81%	69.15%	60.04%	65.13%

Tidak hanya melalui penilaian FSIM, dilakukan juga penilaian terhadap hasil *Neural Style Transfer* melalui survei. Terdapat 4 pertanyaan untuk masing-masing 24 gambar, dan 5 pertanyaan tambahan sehingga total mencapai 101 pertanyaan dan telah dijawab oleh 8 responden masyarakat umum. Pertanyaan untuk masing-masing gambar meliputi: pengenalan bentuk gambar dapat dikenali atau tidak, gambar hasil layak dipajang atau tidak, alasan layak dan tidak layak pajang serta penilaian untuk masing-masing gambar. Kemudian terdapat 5 pertanyaan tambahan untuk mencari gambar hasil *Neural Style Transfer* terbaik, alasan pemilihan gambar hasil, gambar pola yang menghasilkan terbaik, alasan pemilihan gambar pola dan kriteria gambar yang menurut responden baik. Pertanyaan yang ditanyakan pada masyarakat umum dan pakar semua sama, dengan daftar pertanyaan sebagai berikut:

Terdapat empat pertanyaan utama:

1. Apakah masih dapat mengenali bentuk gambar?
2. Menurut pendapat Anda, apakah gambar layak pajang untuk dinikmati publik?
3. Berikan alasan mengapa gambar dianggap layak atau tidak layak.
4. Dari 0 sampai dengan 100, berapakah nilai yang akan diberikan untuk gambar tersebut?

Terdapat lima pertanyaan tambahan:

1. Dari 24 gambar hasil, pilihlah gambar mana saja yang dianggap baik.
2. Apa ada alasan lain mengapa memilih gambar-gambar tersebut?
3. Dari semua 6 pola yang ada, pilihlah pola mana saja yang menghasilkan gambar paling baik.
4. Apakah ada alasan lain mengapa memilih pola-pola tersebut?
5. Menurut Anda kriteria gambar seperti apa yang dianggap layak atau baik?

Dari pertanyaan penilaian gambar dari 0 hingga 100, telah kumpulkan hasil dari 8 responden masyarakat umum dan dihitung rata-ratanya. Penilaian terhadap gambar merupakan hasil rata-rata dengan hasil seperti pada Tabel 2.

TABEL 2
HASIL EVALUASI PENILAIAN RATA-RATA GAMBAR HASIL (SURVEI PADA MASYARAKAT UMUM)

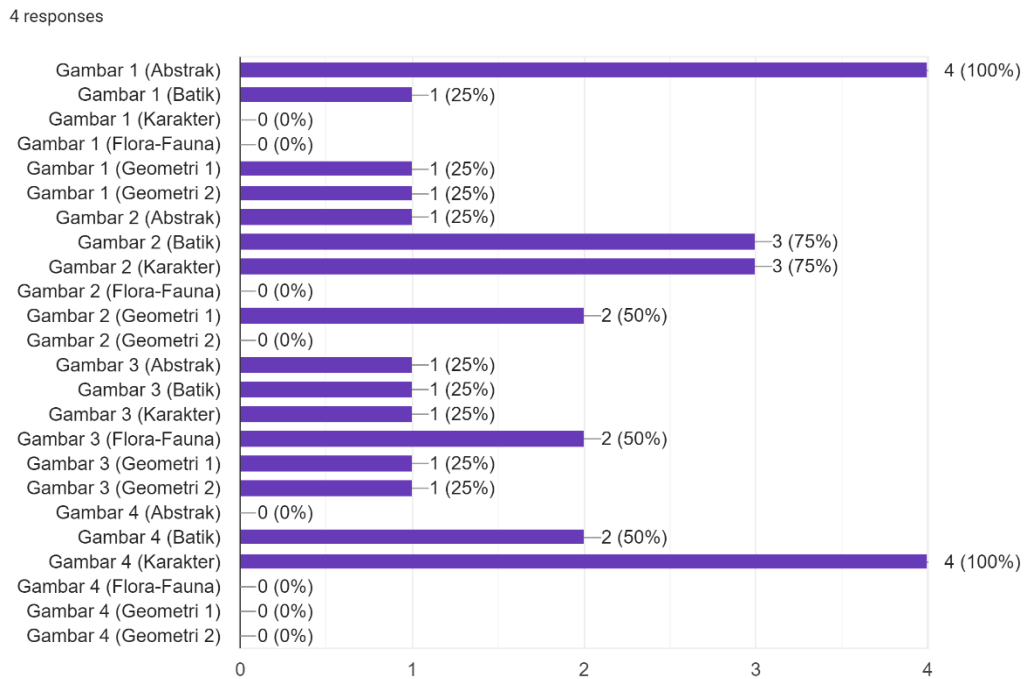
Gambar Pola	Gambar 1	Gambar 2	Gambar 3	Gambar 4
Abstrak	73.57	68.37	49.25	74.12
Batik	66.00	70.87	58.00	61.00
Karakter	67.12	81.50	56.12	84.12
Flora-Fauna	72.25	50.25	84.25	65.37
Geometri 1 (Kuning)	70.42	60.87	59.87	56.00
Geometri 2 (Biru)	73.50	54.62	66.75	56.00

Menurut hasil survei pada Tabel 2, hasil terbesar didapatkan oleh gambar 3 gabungan pola flora-fauna sebesar 84.25, gambar 4 gabungan pola karakter sebesar 84.12 dan gambar 2 gabungan pola karakter sebesar 81.50. Dari hasil survei kepada 8 masyarakat umum, sebanyak 19 gambar dinyatakan layak untuk dipajang/ dipamerkan ke publik karena berbagai alasan, diantaranya: gambar hasil menarik perhatian, gambar asli dan pola menyatu dengan baik, gambar terlihat unik, hasil penggabungan yang rapi dan tone warna yang netral, hasil seperti digambar menggunakan tangan dan hasil dengan pola konsisten seperti lukisan cat minyak. Sedangkan 5 gambar dianggap tidak layak karena bentuk geometri atau motif yang kurang rapi, bentuk geometri atau motif yang terlalu banyak dan tidak beraturan sehingga menyebabkan gambar menjadi tidak jelas, penggabungan gambar asli dan gambar pola yang kurang seimbang, efek pola atau warna yang tidak sesuai untuk tema gambar, pewarnaan dengan pola yang digunakan kurang menarik, gambar terlihat blur dan usang.

TABEL 3
HASIL PENILAIAN MENURUT AHLI BIDANG SENI

Gambar Pola	Gambar 1	Gambar 2	Gambar 3	Gambar 4
Abstrak	80.00	61.25	43.75	47.50
Batik	62.50	66.25	46.25	65.00
Karakter	52.50	72.50	46.25	78.75
Flora-Fauna	50.00	30.00	72.50	42.50
Geometri 1 (Kuning)	52.50	52.50	58.75	47.50
Geometri 2 (Biru)	53.75	52.25	52.50	45.00

Berdasarkan penilaian rata-rata hasil gambar kepada 4 ahli bidang seni yang ditunjukkan Tabel 3, nilai terbesar didapatkan oleh gambar 1 gabungan pola abstrak dan nilai terkecil didapatkan gambar 2 gabungan pola flora-fauna. Menurut hasil dalam segi kelayakan gambar pada Gambar 5, sebanyak 16 gambar dianggap layak pajang dan 8 lainnya tidak.



Gambar 5 Gambar Hasil yang dianggap Layak Pajang dan Tidak

Beberapa alasan dianggap layak nya gambar hasil *Neural Style Transfer* oleh ahli adalah karena detail gambar yang terlihat lebih jelas dan tidak terkesan kusam, visual dan komposisi yang pas sehingga enak dilihat, pemilihan warna yang cocok dan saling berbaaur membuat gambar semakin enak dilihat, terlihat jelas terhadap *focal point* dan komposisi, dan menarik secara visual. Elemen-elemen dalam gambar dapat dikatakan serasi satu dengan yang lain namun, semua dikembalikan kepada selera masing-masing orang. Untuk 8 gambar sisanya tidak terpilih layak dengan alasan gambar dengan gabungan motif flora-fauna yang terlihat berantakan dan secara warna tidak enak di mata dan gambar gabungan motif-motif lain terkesan kusam atau kotor, komposisi warna dan tata letak yang terlihat acak-acakan sehingga sulit dilihat secara visual, kurang cocok, dan tidak menarik untuk dilihat karena tidak serasi antara elemen yang satu dengan elemen lainnya dalam gambar.

B. Pembahasan

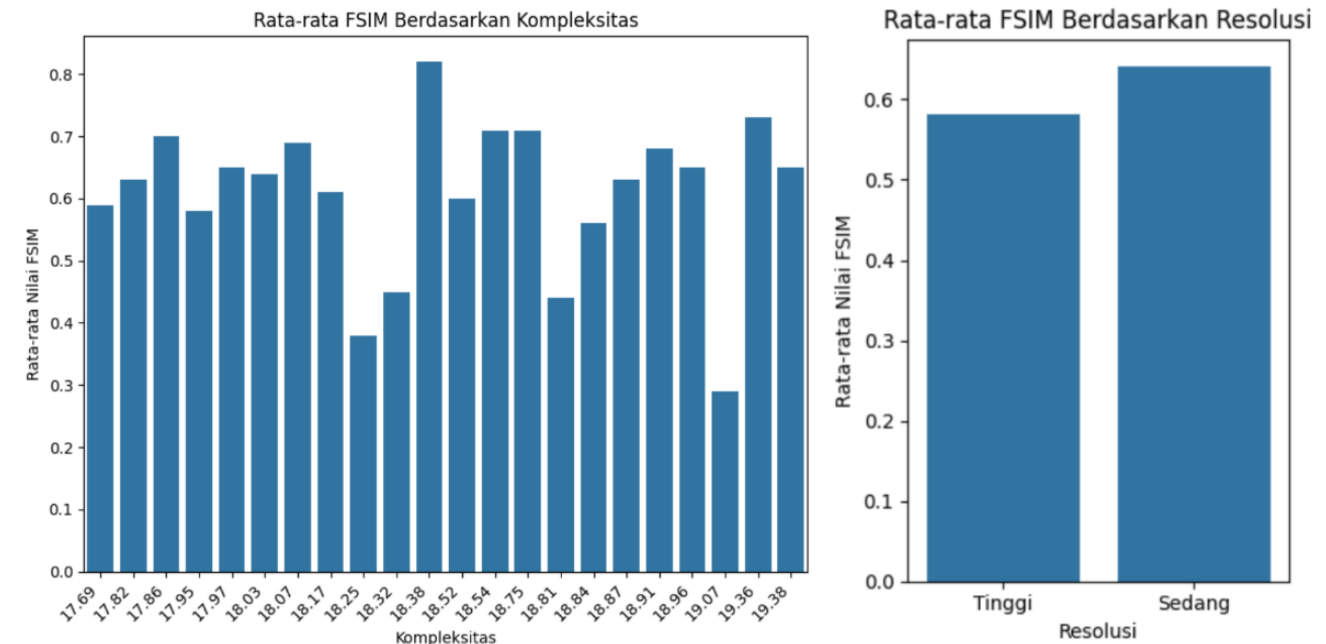
Hasil *Feature Similarity Index* (FSIM) pada Tabel 1 yang didapatkan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: kompleksitas gaya seni, resolusi gambar dan karakteristik khusus lainnya seperti warna dan tekstur. Gaya seni yang kompleks atau rumit, baik pada gambar konten asli maupun gambar pola akan sulit diadopsi oleh *Neural Style Transfer* karena akan banyak mengorbankan struktur dari gambar asli sehingga hasil FSIM akan cenderung rendah. Jadi, akan lebih baik jika menggunakan gaya seni yang sederhana agar mudah diadopsi dan struktur gambar asli akan lebih banyak bertahan. Faktor resolusi gambar dapat memberikan pengaruh terhadap penilaian FSIM karena ketidaksesuaian ukuran gambar asli maupun gambar hasil. Perbedaan resolusi dapat menyebabkan perubahan dalam struktur dan detail gambar serta karena fitur visual antara kedua gambar tidak konsisten dapat menyebabkan penurunan nilai FSIM. Namun, selama fitur utama dari gambar asli pada gambar hasil masih tetap terjaga, nilai FSIM tidak akan turun secara drastis.

Berdasarkan survei, dari 24 gambar hasil *Neural Style Transfer*, gambar hasil *Neural Style Transfer* yang paling baik diraih oleh hasil gambar 4 gabungan pola karakter dengan perolehan nilai rata-rata sebesar 87.50, gambar 3 gabungan pola flora-fauna sebesar 75%, gambar 1 pola flora-fauna dan gambar 2 gabungan pola karakter mendapat hasil sama sebesar 50%. Sisanya mendapatkan hasil di bawah 50%. Untuk pola yang menghasilkan gambar paling baik berdasarkan hasil survei, pola flora-fauna menghasilkan gambar hasil paling baik dengan perolehan sebesar 62.5%, pola karakter memperoleh 50%, pola batik memperoleh 37.5%, pola abstrak memperoleh 25% dan 2 pola geometri (kuning dan biru) mendapat hasil 12.5%. Menurut survei pada ahli, hasil *Neural Style Transfer* yang paling baik diraih oleh gambar 1 gabungan pola abstrak dengan nilai sebesar 80. 16 Gambar dinyatakan layak pajang dan 8 tidak layak karena gambar dengan gabungan motif flora-fauna yang terlihat berantakan dan secara warna tidak enak di mata dan gambar gabungan motif-motif lain terkesan kusam atau kotor, komposisi warna dan tata letak yang terlihat acak-acakan sehingga sulit dilihat secara visual, kurang cocok, dan tidak

menarik untuk dilihat karena tidak serasi antara elemen yang satu dengan elemen lainnya dalam gambar. Pola abstrak, karakter, batik dan flora-fauna menjadi pola yang dipilih karena menciptakan gambar hasil yang baik.

Untuk memperkuat hasil pengamatan, penelitian menggunakan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk melihat seberapa signifikan pengaruh kompleksitas dan resolusi terhadap FSIM dan uji *Cronbach's Alpha* untuk menguji keandalan survei pada masyarakat umum dan ahli. Dari pengujian ANOVA pengaruh kompleksitas dan resolusi terhadap FSIM didapatkan hasil sebagai berikut.

ANOVA untuk Kompleksitas: F-value = 0.11764705882352895, p-value = 0.7642977396044837
ANOVA untuk Resolusi: F-value = 1.6034081895019006, p-value = 0.2186650298182511



Gambar 6 Grafik Uji ANOVA Kompleksitas dan Resolusi Terhadap FSIM

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian ANOVA untuk kompleksitas dan resolusi. Berdasarkan hasil untuk pengujian ANOVA terhadap kompleksitas, F-value sebesar 0.117 dan p-value sebesar 0.764 jauh lebih besar dari tingkat signifikansi umum yang biasa digunakan ($\alpha = 0.05$). Artinya, tidak cukup bukti untuk menolak hipotesis nol (H_0), jadi kompleksitas gaya seni tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap FSIM dalam evaluasi *Neural Style Transfer*. Untuk resolusi, p-value sebesar 0.2187 juga lebih besar dari $\alpha = 0.05$ sehingga sama seperti kompleksitas gaya seni, bahwa resolusi juga tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap FSIM dalam evaluasi *Neural Style Transfer*.

Uji reabilitas survei dalam penelitian ini menggunakan Uji *Cronbach's Alpha*. Uji *Cronbach's Alpha* merupakan metode untuk mengukur konsistensi internal dari sejumlah pengukuran yang mewakili berbagai hal seperti item kuesioner atau tes. *Cronbach's Alpha* menggambarkan seberapa konsisten dan dapat diandalkan pengukuran tersebut. Rentang penilaian konsistensi internal *Cornbach Alpha* ditunjukkan seperti pada Tabel 4.

TABEL 4
RENTANG KONSISTENSI INTERNAL *CRONBACH'S ALPHA*

<i>Cronbach's Alpha</i>	Konsistensi Internal
$0.9 \leq \alpha$	Sangat Baik
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Baik
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Dapat diterima
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Dipertanyakan
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Kurang
$\alpha < 0.5$	Tidak dapat diterima

Dalam penelitian ini, dilakukan Uji *Cronbach's Alpha* terhadap survei penilaian 24 gambar hasil *Neural Style Transfer* untuk umum kepada 8 responden. Pengujian *Cronbach's Alpha* dilakukan menggunakan excel untuk memastikan 192 jawaban (dari 8 responden dan 24 pertanyaan) skor yang diberikan terhadap hasil gambar sesuai rumus *Cronbach's Alpha*:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right) \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan rumus *Cronbach's Alpha* dengan K merupakan total jumlah pertanyaan dibagi dengan total pertanyaan dikurangi 1 lalu dikalikan dengan 1 dikurangi total variansi pertanyaan dibagi variansi dari total seluruh jawaban.

TABEL 5
VARIANSI JAWABAN UNTUK MASING-MASING PERTANYAAN (SURVEI UMUM)

Pertanyaan	Variansi
Q1	242
Q2	188,25
Q3	266,6094
Q4	617,9375
Q5	129,7344
Q6	98,25
Q7	384,7344
Q8	361,6094
Q9	133,25
Q10	1094,188
Q11	822,8594
Q12	569,7344
Q13	495,1875
Q14	1050,5
Q15	898,8594
Q16	85,1875
Q17	688,8594
Q18	790,1875
Q19	204,1094
Q20	812
Q21	102,8594
Q22	555,9844
Q23	759,5
Q24	703,25

Tabel 5 merupakan total variansi dari seluruh jawaban 8 responden terhadap masing-masing pertanyaan (Q1 hingga Q24) menggunakan fungsi *var.p* pada excel. Kemudian seluruh jawaban responden dijumlahkan seluruhnya menggunakan fungsi *sum* untuk mendapatkan nilai total jawaban yang diberikan masing-masing responden dengan hasil ditunjukkan oleh Tabel 6.

TABEL 6
JUMLAH TOTAL JAWABAN TERHADAP MASING-MASING PERTANYAAN (SURVEI UMUM)

Responden	Total
1	1745
2	1426
3	925
4	1785
5	2175
6	1420
7	1335
8	1840

TABEL 7
HASIL *CRONBACH'S ALPHA* (SURVEI UMUM)

Item/questions/components	24
Sum of the item variances	12055,64
Variances of Total Scores	128653,2
<i>Cronbach's Alpha</i>	0,945698

Tabel 7 menunjukkan jumlah komponen pertanyaan, total variansi dari keseluruhan komponen dari Tabel 5, variansi total skor dari hasil Tabel 6 dan hasil uji *Cronbach's Alpha* didapatkan sebesar 0.94. Angka tersebut diperoleh dari jumlah komponen pertanyaan dibagi komponen pertanyaan dikurangi 1, lalu dikalikan dengan 1 dikurangi total variansi dari keseluruhan komponen dibagi variansi total skor. Hasil *Cronbach's Alpha* sebesar 0.94 menunjukkan bahwa survei penilaian gambar hasil *Neural Style Transfer* dengan responden masyarakat umum, masuk dalam kategori reabilitas sangat baik dan konsisten. Untuk menguji reabilitas survei penilaian dengan responden khusus ahli bidang seni juga dilakukan dengan *Cronbach's Alpha* dengan hasil sebagai berikut.

TABEL 8
VARIANSI JAWABAN UNTUK MASING-MASING PERTANYAAN (SURVEI PAKAR)

Pertanyaan	Variansi
Q1	37,5
Q2	468,75
Q3	631,25
Q4	50
Q5	368,75
Q6	392,1875
Q7	354,6875
Q8	142,1875
Q9	168,75
Q10	250
Q11	568,75
Q12	279,6875
Q13	1217,188
Q14	917,1875
Q15	742,1875
Q16	331,25
Q17	79,6875

Pertanyaan	Variansi
Q18	218,75
Q19	318,75
Q20	237,5
Q21	79,6875
Q22	368,75
Q23	156,25
Q24	262,5

Tabel 8 merupakan total variansi dari seluruh jawaban 4 responden ahli terhadap masing-masing pertanyaan (Q1 hingga Q24) menggunakan fungsi var.p pada excel. Kemudian seluruh jawaban responden dijumlahkan seluruhnya menggunakan fungsi sum untuk mendapatkan nilai total jawaban yang diberikan masing-masing responden dengan hasil ditunjukkan oleh Tabel 9.

TABEL 9
JUMLAH TOTAL JAWABAN TERHADAP MASING-MASING PERTANYAAN (SURVEI PAKAR)

Responden	Total
1	1745
2	1426
3	925
4	1785

TABEL 10
HASIL *CRONBACH'S ALPHA* (SURVEI PAKAR)

Item/questions/components	24
Sum of the item variances	8642,188
Variations of Total Scores	68929,69
<i>Cronbach's Alpha</i>	0,91265

Tabel 10 menunjukkan jumlah komponen pertanyaan, total variansi dari keseluruhan komponen dari Tabel 8, variansi total skor dari hasil Tabel 9 dan hasil uji *Cronbach's Alpha* didapatkan sebesar 0.91. Hasil *Cronbach's Alpha* sebesar 0.91 menunjukkan bahwa survei penilaian gambar hasil Neural Style Transfer dengan responden pakar bidang seni, masuk dalam kategori reabilitas sangat baik dan konsisten. Berdasarkan hasil *Cronbach's Alpha*, maka survei untuk penilaian terhadap gambar hasil Neural Style Transfer menurut masyarakat umum dan pakar dinyatakan dapat dipercaya.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian hipotesis dalam penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa evaluasi kualitas gambar hasil *Neural Style Transfer* menggunakan *Feature Similarity Index* (FSIM) tidak dipengaruhi secara signifikan oleh kompleksitas gaya seni, resolusi maupun karakteristik lain seperti warna dan tekstur. Resolusi yang kurang sesuai atau tidak cocok antara gambar asli dan gambar hasil *Neural Style Transfer* mungkin dapat menyebabkan kurangnya penilaian FSIM karena ketidaksesuaian pixel antar gambar. Namun, jika struktur pada gambar hasil tidak berubah jauh dari gambar aslinya, maka hasil FSIM tidak akan mengalami penurunan drastis. Perubahan warna dan tekstur juga dapat mempengaruhi FSIM jika struktur tepi dan kontur gambar berubah. Menurut hasil survei kepada masyarakat umum, terdapat beberapa gambar hasil *Neural Style Transfer* yang tidak dapat dikenali lagi bentuk aslinya dan tidak layak untuk dipajang karena terdapat bentuk-bentuk yang error, warna yang terlalu mencolok, penggabungan yang kurang baik dan gambar hanya terlihat seperti garis-garis yang kurang beraturan. Untuk hasil *Neural Style Transfer* yang paling baik, hasil gambar 4 pola karakter banyak dipilih responden. Sedangkan untuk pola, pola flora-fauna dan karakter banyak dipilih sebagai pola yang menghasilkan gambar paling baik menurut responden masyarakat umum. Berbeda dari hasil survei masyarakat umum, menurut hasil survei terhadap pakar, nilai terbesar didapatkan oleh gambar 1 gabungan pola abstrak dan nilai terkecil didapatkan gambar 2 gabungan pola flora-fauna. Sebanyak 16 gambar hasil dinyatakan layak pajang dan 8 sisanya tidak dikarenakan gambar dengan gabungan motif flora-fauna yang terlihat berantakan dan secara warna tidak enak di mata dan gambar gabungan motif-motif lain

terkesan kusam atau kotor, komposisi warna dan tata letak yang terlihat acak-acakan sehingga sulit dilihat secara visual, kurang cocok, dan tidak menarik untuk dilihat karena tidak serasi antara elemen yang satu dengan elemen lainnya dalam gambar. Gambar pola abstrak, karakter, batik dan flora-fauna menjadi pilihan responden ahli karena banyak hasil yang bagus atau menarik dihasilkan dari pola tersebut. Untuk memperkuat penelitian, dilakukan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk melihat apakah terdapat pengaruh signifikan pada FSIM dari sisi kompleksitas dan resolusi, dan uji *Cronbach's Alpha* untuk menguji kredibilitas survei pada masyarakat umum dan ahli. Berdasarkan hasil uji statistik ANOVA, tidak ditemukan bukti cukup untuk menolak (H_0). Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti kompleksitas gaya seni dan resolusi gambar tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap FSIM dalam evaluasi *Neural Style Transfer*. Melihat dari hasil FSIM dan hasil survei, evaluasi hasil *Neural Style Transfer* menggunakan FSIM memberikan hasil yang memuaskan. Untuk pengujian *Cronbach's Alpha* survei penilaian gambar hasil *Neural Style Transfer* pada masyarakat umum dihasilkan nilai 0.94 dan nilai 0.91 untuk survei pada ahli seni. Berdasarkan kedua hasil tersebut, maka survei penilaian terhadap hasil *Neural Style Transfer* dapat dipercaya dan diandalkan. Untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, penelitian dapat menggunakan data gambar yang lebih banyak untuk memaksimalkan hasil penelitian, memperhatikan kompleksitas gaya seni dan resolusi pada data gambar yang digunakan, menggunakan gambar-gambar dengan gradasi warna yang halus, dan mengubah resolusi gambar hasil *Neural Style Transfer* sebelum evaluasi dengan FSIM atau tetap menggunakan resolusi asli saat *Neural Style Transfer*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dosen pembimbing, orang tua dan teman-teman yang mendukung proses penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada seluruh pihak baik kepada masyarakat umum, Dosen dan mahasiswa Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif yang telah banyak membantu meluangkan waktunya mengisi survei sebagai bagian yang diperlukan dalam proses analisis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] TensorFlow, "Neural Style Transfer," TensorFlow, 07 Mei 2024. [Online]. Available: https://www.tensorflow.org/tutorials/generative/style_transfer. [Accessed 05 Juli 2024].
- [2] G. Boesch, "Very Deep Convolutional Networks (VGG) Essential Guide," Viso, 6 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://viso.ai/deep-learning/vgg-very-deep-convolutional-networks>. [Accessed 15 Januari 2024].
- [3] L. A. Gatys, A. S. Ecker and M. Bethge, "A Neural Algorithm of Artistic Style," 2 September 2015. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1508.06576>. [Accessed 15 Januari 2024].
- [4] A. A. Efros and T. K. Leung, "Texture Synthesis by Non-parametric Sampling," in *Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision*, Kerkyra, Greece, 2001.
- [5] A. A. Efros and W. T. Freeman, "Image Quilting for Texture Synthesis and Transfer," in *SIGGRAPH '01: Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, Cambridge, Massachusetts, 2001.
- [6] L. A. Gatys, M. Bethge, A. Hertzmann and E. Shechtman, "Preserving Color in Neural Artistic Style Transfer," Cornell University, 19 Juni 2019. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1606.05897>. [Accessed 15 Januari 2024].
- [7] J. Johnson, A. Alahi and F. F. Li, "Perceptual Losses for Real-Time Style Transfer and Super-Resolution," in *Computer Vision - ECCV 2016 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11-14, 2016, Proceedings, Part II*, Amsterdam, 2016.
- [8] U. Sara, M. Akter and M. Shorif Uddin, "Image Quality Assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR - A Comparative Study," *Journal of Computer and Communications*, vol. 7, pp. 8-18, 2019.
- [9] L. Zhang, L. Zhang, X. Mou and D. Zhang, "FSIM: A Feature Similarity Index for Image Quality Assessment," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 20, no. 8, pp. 2378-2386, 2011.
- [10] P. S. Vulimiri, H. Deng, F. Dugast, X. Zhang and A. C. To, "Integrating Geometric Data into Topology Optimization via Neural Style Transfer," *materials*, vol. 14, no. 16, pp. 1-16, 13 Agustus 2021.
- [11] D. C. Montgomery, "3.2 The Analysis of Variance," in *Design and Analysis of Experiments 8th Edition*, Arizona, John Wiley & Sons, 2013, pp. 68-70.
- [12] B. Griffin, "Calculating Cronbach's Alpha in Excel," *Psychology of Business*, 17 Juni 2023. [Online]. Available: <https://psychologyofbusiness.beehiiv.com/p/calculating-cronbachs-alpha-excel>. [Accessed 6 Juli 2024].