PENERAPAN TEKNIK NON PHOTOREALISTIC RENDERING DALAM PEMBUATAN EFEK WARNA GORESAN PENSIL PADA CITRA

Afnan Rosyidi[1)], M. Suyanto[2)], Amir Fatah Sofyan[3)]
[1,2,3)]Magister Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta
Jl. Ring Road Utara, Condong Catur, Sleman, Yogyakarta. Telp. (0274) 884201
e-mail : afnanrosyidi@amikomsolo.ac.id[1)], yanto@amikom.ac.id[2)], amir@amikom.ac.id[3)]

Intisari

Banyaknya kebutuhan terhadap beragam bentuk model citra menyebabkan semakin bertambahnya kebutuhan masyarakat dalam melakukan manipulasi pada citra (image), beragam model citra yang dihasilkan dibutuhkan adanya inovasi serta kreativitas para perancang model citra dalam melakukan pengolahan citra digital termasuk didalamnya proses pembuatan efek warna goresan pensil pada citra. Pada kasus yang terjadi, bentuk model citra atau efek citra yang dihasilkan belum sesuai yang diharapkan, karena aplikasi pengolahan citra yang dipakai masih terbatas seperti misalnya Adobe Photoshop ataupun sejenisnya. Sebagai upaya peningkatan beragam model citra, penelitian ini menerapkan suatu metode dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra dengan teknik Non Photorealistic Rendering yang mudah dipelajari, hemat waktu, mudah diingat, jauh dari kesalahan serta nyaman bagi pengguna. Non Photorealistic Rendering adalah teknik untuk memanipulasi sebuah citra atau gambar realis menjadi tidak realis, dapat menciptakan sebuah citra yang berbeda dari aslinya. Analisis program aplikasi menggunakan usability testing (uji ketergunaan) dengan kuesioner yang terdiri dari learnability, efficiency, memorability, error, dan satisfaction. Hasil uji ketergunaan (usability testing) penelitian ini menunjukkan 81,77% ditemukan jawabannya dan 18,22% tidak ditemukan. Kesimpulan berdasarkan persentase kategori tingkat validitas kelayakan sistem, maka program aplikasi yang telah dibuat dinilai sangat baik dan layak digunakan.

Kata Kunci : *Non Photorealistic Rendering*, efek warna goresan pensil pada citra

Abstract

The many needs of the diverse forms of image models lead to the increasing needs of the community in doing manipulations on the image, a variety of models generated imagery takes the innovation and creativity of the designers of the model image in performing digital image processing including the manufacturing process color pencil effect on image. In the case, the model image or images generated effects have not been as expected, due to the use of image processing applications is still limited, such as Adobe Photoshop or the like. As an effort to improve the image of diverse models, this study applied a method in the manufacture of pencil color effects to images with Non Photorealistic Rendering techniques are easy to learn, time - saving, easy to remember, much of the fault as well as convenient for the user. Non Photorealistic Rendering is a technique for manipulating an image be realist became to no realist, can create an image that is different from the original. Analysis of application programs using usability testing (interoperability test) with a questionnaire consisting of learnability, efficiency, memorability, errors, and satisfaction. The results of interoperability testing (usability testing), this study showed 81.77 % found the answer and 18.22 % not found the answer. Conclusions based on the percentage of category validity feasibility level system, the application program that has been created is considered very good and fit for use.

Keywords: *Non Photorealistic Rendering, color pencil effect on image*

1. PENDAHULUAN

Para perancang model citra memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kuantitas bentuk model citra/*image*. Kebutuhan masyarakat terhadap berbagai model citra sangat ditentukan dari kualitas hasil pengolahan citra, dalam hal ini dapat berupa kualitas model citra yang dihasilkan. Untuk menghasilkan model citra yang inovatif para perancang model citra harus memiliki kemampuan daya saing yang tinggi dibidang pengolahan citra. Beberapa faktor yang menjadi kendala pengolahan citra dikarenakan kuantitas model citra yang dihasilkan belum memenuhi kriteria yang diharapkan dan juga proses pembuatan berbagai model citra masih membutuhkan waktu yang lama. Berdasarkan dengan permasalahan tersebut, diperlukan metode dalam peningkatan kuantitas model citra yaitu pembuatan efek warna goresan pensil pada citra dengan teknik *Non Photorealistic Rendering*.

Beberapa penelitian mengenai penerapan teknik *Non Photorealistic Rendering* yang dilakukan oleh Astie Darmayantie (2012); Nugrahardi Ramadhani (2012); Moch. Yordan Rismarinandyo Siagian (2011); belum menghasilkan penelitian secara optimal. Hasil penelitian sebelumnya diperoleh kesimpulan bahwa penerapan teknik *Non Photorealistic Rendering*, masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan, hal ini ditunjukkan dari perbedaan pada waktu proses yang dihasilkan, kemudahan penggunaan program aplikasi yang digunakan, kemudahan untuk diingat kembali, jauh dari kesalahan dan nyaman bagi penggunanya. Adanya perbedaan hasil penelitian sebelumnya mendorong dan memotivasi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Terkait dengan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan program aplikasi yang yang mudah dipelajari, hemat waktu, mudah diingat, jauh dari kesalahan serta nyaman bagi penggunanya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Astie Darmayantie (2012) dengan judul "Penerapan Teknik *Painterly Rendering*: Penggunaan *Brush Stroke* untuk Menciptakan Jenis *Painting Style*", menganalisis tentang *painterly rendering* menggunakan pendekatan yang dapat digunakan untuk menghasilkan sebuah *painterly rendering*, salah satunya yang paling populer adalah *stroke-based rendering* (metode rendering gambar yang berbasis pada kuas). Hasil temuan penelitian ini yaitu memanipulasi citra realis menjadi tidak realis. Sistem ini memanipulasi citra menjadi tampak seperti lukisan.

Penelitian yang dilakukan Nugrahardi Ramadhani (2012) dengan judul "*Non Photorealistic Rendering* untuk *Scene* Animasi 3D Menggunakan Algoritma *Cel-Shading*". Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi *Non Photorealistic Rendering* dengan menggunakan algoritma *cel-shading* pada *scene* animasi tiga dimensi. Hasil dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui proses render *Non Photorealistic* pada *scene* animasi 3D yang efisien dengan menggunakan algoritma *cel-shading* dan membantu proses rendering berbagai objek animasi khususnya pada karakter dan *environment background* pada game. Salah satu dari beberapa bentuk *Non Photorealistic Rendering* adalah membuat citra menyerupai teknik ilustrasi, simulasi gaya lukisan atau media alam, misalnya, pena, tinta dan arang.

Penelitian yang dilakukan Moch. Yordan Rismarinandyo Siagian (2011) dengan judul "Animasi Obyek Tiga Dimensi Dengan Teknik *Non Photorealistic Rendering* Untuk *Augmented Reality* Menggunakan *Logika Fuzzy*". Penelitian ini memaparkan tentang *Augmented Reality* (AR) sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata yang berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. Teknik yang digunakan adalah menggunakan *logika fuzzy* untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa *(linguistic).*

b. *Non Photorealistic Rendering*

Non Photorealistic Rendering pertama kali diperkenalkan oleh David Salesin dan Georges Winkenbach di kertas tahun 1994. Menurut David Salesin dan Georges Winkenbach, *Non Photorealistic Rendering* merupakan sebuah bagian dari komputer grafik yang memungkinkan gaya ekspresif untuk diterapkan dalam seni *digital art*. Berbeda dengan komputer grafik tradisional yang berfokus pada *photorealism*. *Non Photorealistic Rendering* terinspirasi dari *style artistic* seperti lukisan, sketsa, ilustrasi, dan gambar kartun yang diterapkan pada film maupun video game berupa *toon shader*. Selain *toon shader*, *Non Photorealistic Rendering* juga mencakup bidang-bidang lain pada komputer grafik seperti teknik untuk mengubah *style* sebuah foto menjadi lukisan, sketsa dan kartun sampai *caricature generation*. Pendapat Stuart Green *Non Photorealistic rendering* adalah "*A means of creating image that does not aspire to realism"*, atau dengan kata lain menciptakan sebuah citra yang berbeda dari aslinya (Frank Pfenning, 2003). Beberapa jenis *Non Photorealistic rendering* antara lain (Frank Pfenning, 2003):

a) *Pen-and-Ink illustration*, meliputi teknik: *cross-hatching*, *outlines*, *line art*.
b) *Painterly Rendering*, *Style*: *Impressionist*, *expressionist*, *pointilist*.
c) *Cartoons*, mencakup efek: kartun *shadding*, *distortion*, dan lain-lain.
d) *Technical Illustrations*, meliputi karakteristik: *Matte Shadding*, *edge lines*.
e) *Scientific Visualization*, metode: *Splatting*, *hedgehog*, dan lain-lain.

c. Proses *Tresholding* Citra

Pada proses ini citra yang ditampilkan akan dilakukan pemberian nilai *threshold* dengan menggunakan rentang keabuan antara 0-255. Pemberian nilai threshold ini bertujuan untuk membatasi intensitas keabuan yang akan dipakai. Proses *threshold* ini terdiri dari 5 (lima) jenis untuk memberikan kesan efek warna goresan pensil hitam/putih *(monochrome),* diantaranya:

tresholding sinyal merah, *tresholding* sinyal hijau, *tresholding* sinyal biru, *tresholding grayscale* dan *tresholding* untuk membalik citra *(invert).*

d. Deteksi Tepi *(Edge Detection)*

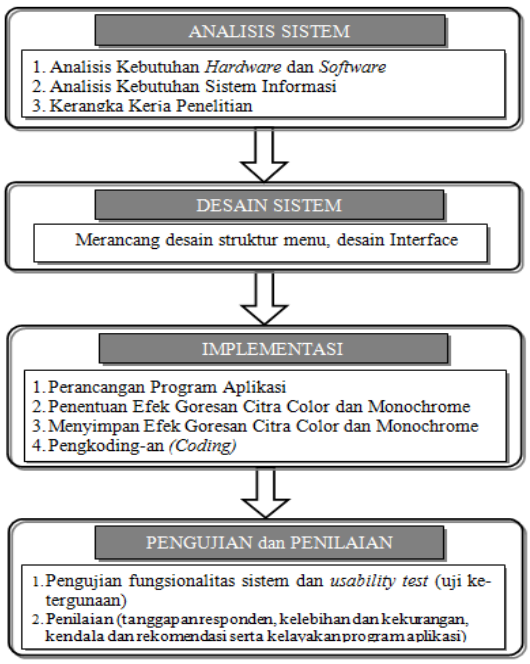
Definisi tepi adalah "himpunan piksel yang terhubung yang terletak pada batas dua area" (Gonzalez & Woods, 2002). Deteksi tepi *(Edge Detection)* berfungsi memperoleh tepi objek citra, dengan memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua area. Pada umumnya, deteksi tepi menggunakan dua macam detektor, yaitu detektor baris (Hy) dan detektor kolom (Hx). Deteksi tepi *(Edge Detection)* dibagi menjadi dua golongan, pertama disebut deteksi tepi orde pertama, yang bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama, misalnya operator *Roberts*, *Prewitt*, dan *Sobel*, kedua dinamakan deteksi tepi orde kedua, menggunakan turunan orde kedua, contoh *Laplacian of Gaussian* (LoG).

e. Segmentasi Warna

Segmentasi merupakan proses yang ditujukan untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung di dalam citra atau membagi citra ke dalam beberapa daerah dengan setiap objek atau daerah memiliki kemiripan atribut. Pada citra yang mengandung hanya satu objek, objek dibedakan dari latar belakangnya (Abdul Kadir Adi Susanto, 2012). Segmentasi adalah proses mempartisi citra menjadi daerah-daerah *(region)*, memecah suatu citra ke dalam beberapa *segmen* dengan suatu kriteria tertentu untuk pengenalan pola. Langkah ini dilakukan dengan tujuan membantu fungsi batas ambang untuk memudahkan indentifikasi deteksi tepi (Nugrahardi Ramadhani, 2012).

3. METODE PENELITIAN

Menurut Sugiyono (2002) metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Terdapat empat kunci yang perlu diperhatikan dalam metode penelitian yaitu cara ilmiah, rasional, empiris, dan sistematis. Penelitian secara umum merupakan suatu proses dengan langkah-langkah sistematis guna mendapatkan pemecahan atau jawaban terhadap permasalahan yang dirumuskan.Untuk menjawab masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini menggunakan cara melalui tahapan penelitian yang dijabarkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Adapun tahap-tahap penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap Analisis Sistem

Kegiatan yang dilakukan pada tahap Analisis Sistem adalah:

(1) Menganalisis kebutuhan *hardware* dan *software*

(2) Mengalisis kebutuhan sistem informasi

(3) Kerangka kerja penelitian

b. Tahap Desain Sistem

Tahap desain sistem kegiatan yang dilakukan adalah mendesain struktur menu dan desain *interface* (antar muka).

c. Tahap Implementasi

Setelah melakukan tahap desain sistem, kegiatan berikutnya adalah melakukan tahap implemenentasi yang mencakup empat kegiatan sebagai berikut :

(1) Perancangan program aplikasi

(2) Penentuan efek goresan citra color dan monochrome

(3) Penyimpanan efek goresan citra color dan monochrome

(4) Pengkodingan *(Coding)*

d. Tahap Pengujian

Tahap akhir dari kegiatan penelitian ini adalah melakukan pengujian program aplikasi pada citra dengan menerapkan teknik Non Photorealistic Rendering dalam pembuatan efek warna goresan pensil yang telah ditetapkan. Hasil pengujian terhadap sampel data citra akan digunakan sebagai landasan untuk menjawab masalah yang telah dirumuskan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Tahap Pengumpulan Data

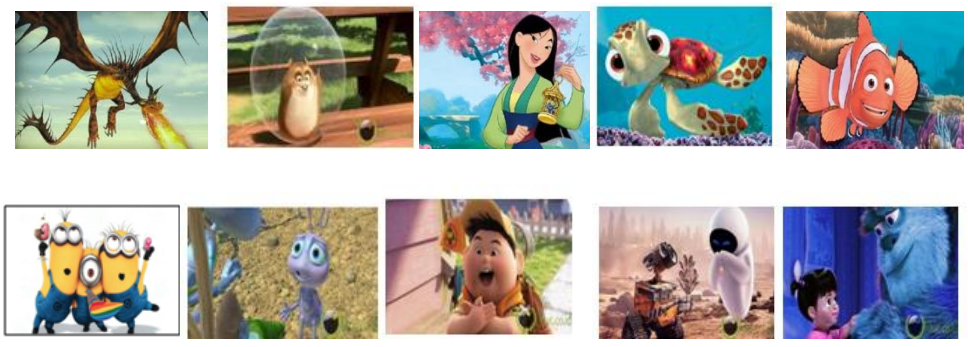
Terkait dengan kebutuhan dalam penerapan aplikasi maka dibutuhkan peralatan teknologi dan pendukungnya yaitu meliputi pengguna, peralatan dan perlengkapannya. Adapun kebutuhan hardware dan software yang direkomendasikan oleh peneliti untuk membangun dan menjalankan program aplikasi ini adalah:

1) Kebutuhan Hardware dan Software :

Kebutuhan *hardware* menggunakan : Pentium® Dual-Core CPU 3.00 GHz, Ram 2 Gigabyte, Harddisk 250 Gigabyte, LCD Monitor 14 Inchi, Mouse dan Keyboard. Sedangkan kebutuhan *Software* menggunakan menggunakan SharpDevelop Ver 3.0 dan *framework (Microsoft .NET Farmework Version 3.5 Redistributable Package* serta sistem operasi Microsoft Windows 7 Ultimate.

2) Populasi dan Data Sampel

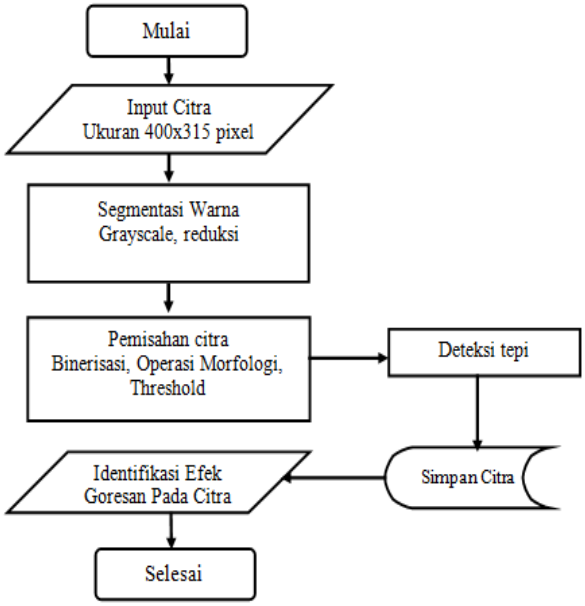
Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa AMIK Cipta Darma Surakarta yang berjumlah 200 mahasiswa, peneliti mengambil populasi sebanyak 100 mahasiswa untuk dijadikan sebagai responden. Sedangkan data sampel yang diuji dalam penelitian ini adalah citra *color* atau *grayscale* yang berukuran 400x315 pixel dengan format BMP atau JPEG. Data citra diambil sebanyak 10 sampel, dari 10 data citra akan dibedakan menjadi 2 jenis proses data. Jenis proses data pertama adalah 10 citra diproses untuk menghasilkan efek warna goresan pensil berwarna/*color*, sedangkan jenis proses data kedua adalah 10 citra diproses untuk menghasilkan efek warna goresan pensil *monochrome*. Berikut adalah adalah contoh citra dari data uji tersebut.



Gambar 2. Citra sebagai Sampel Data Uji

3) Rancangan Algoritma

Rancangan algoritma secara umum diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Algoritma Penelitian

4) Penilaian kelayakan program aplikasi.

Sama seperti instrumen validasi, instrumen penilaian kelayakan program aplikasi harus ditransformasikan dulu ke dalam bentuk angka. Karena instrumen ini menggunakan skala *Likert*, Sugiyono (2009: 246) menjelaskan bahwa pertama-tama ditentukan terlebih dahulu skor ideal atau kriterium. Skor ideal adalah skor yang ditetapkan dengan asumsi bahwa setiap responden pada setiap pertanyaan memberi jawaban dengan skor tertinggi. Selanjutnya dilakukan pembagian jumlah skor hasil penelitian dengan skor ideal. Bisa disimpulkan bahwa penghitungan angket dengan menggunakan skala *Likert* untuk melihat tingkat persetujuan dari responden, bisa dilakukan dengan rumus berikut:

$$P = \frac{Skor\ Hasil\ Penilaian}{Skor\ Ideal}\ x\ 100\ \%$$

Keterangan:

P	=	angka persentase
Skor ideal	=	skor tertinggi tiap butir x jumlah responden x jumlah butir.

Selanjutnya tingkat penilaian kelayakan aplikasi dalam penelitan ini digolongkan dalam empat kategori dengan menggunakan bagan *rating scale* bila dijelaskan dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut, Sugiyono (2009: 50):

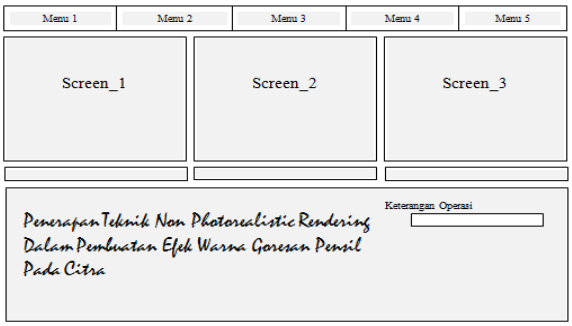
Tabel 1. Tabel Kategori Tingkat Validitas

SKOR PERSENTASE(%)	INTERPRETASI
0 % - 24,99 %	**Tidak Baik**

25 % - 49,99 %	**Kurang Baik**
50 % - 74,99 %	**Baik**
75 % - 100 %	**Sangat Baik**

b. Desain Perancangan Sistem

Desain *interface* penerapan teknik *Non Phorealistic Rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra ini terdiri dari menu utama, menu dan sub menu seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Desain Perancangan Sistem

c. Implementasi

Program aplikasi dibuat dengan menggunakan SharpDevelop Ver.3.2 sebagai *software*nya dan Windows 7 Ultimate sebagai sistem operasinya. Tampilan menu utama dan proses penentuan efek goresan citra color dan monochrome sebagai berikut:

Gambar 5. Proses penentuan warna efek goresan pencil color dan monochrome

d. Tahap Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua tahap, yaitu uji fungsionalitas sistem dan uji ketergunaan (usability testing), adapun tahapan pengujian sebagai berikut:

(1) Uji Fungsionalitas Sistem

Untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai tujuan awal, maka dilakukan pengujian fungsionalitas sistem. Pengujian ini dilakukan pada citra yang telah di *input*-kan,

kemudian disimpan dalam format *bmp* atau *jpeg*, langkah berikutnya adalah memproses dengan aplikasi yang sudah dibuat. Pengujian fungsionalitas sistem terdiri dari:

(a) Pengujian pada Pembuatan Efek Warna Goresan Pensil berwarna *(Color)*

Proses pengujian pembuatan efek warna goresan pensil berwarna *(color*) dilakukan untuk mengetahui apakah efek warna goresan pensil yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau bahkan sebaliknya tidak sama sekali. Pengujian pada pembuatan efek warna goresan pensil berwarna *(color*) dapat dilihat pada tabel 3.

(b) Pengujian pada Pembuatan Efek Warna Goresan Pensil Hitam Putih (Monochrome.)

Proses pengujian pembuatan efek warna goresan pensil hitam puth *(monochrcme*) dilakukan untuk mengetahui apakah efek warna goresan hitam putih *(monochrcme*) yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau bahkan sebaliknya, pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

(2) Uji Ketergunaan *(Usability Testing)*

Pengujian ketergunaan terbagi menjadi beberapa tahap:

(a) Mengevaluasi data dari Uji Ketergunaan

Pengelompokan data untuk kuesioner berdasarkan *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors*, dan *satisfaction*. Perhitungan kuesioner dilakukan dengan menentukan waktu rata-rata yang digunakan responden dalam mengerjakan dan menjawab *Task* yang diberikan.

(b) Menyusun Laporan Hasil dan Efektivitas Produk

Menghitung prosentase pada *Task* pada "Form Uji Ketergunaan". Perhitungan ini dilakukan dengan merubah kedalam bentuk angka dari setiap jawaban dengan aturan angka 1 (satu) apabila jawaban "bisa ditemukan" atau diberikan tanda centang (√) dan angka 0 (nol) diberikan kepada jawaban yang "tidak bisa ditemukan" atau yang diberi tanda silang (X). Dari setiap point *Task* dihitung prosentasenya, berapa persen yang ketemu dan berapa persen yang tidak ketemu. Dari setiap point *Task* pada setiap subbagian dihitung subtotal prosentasenya dan yang terakhir adalah menghitung total prosentase dari keseluruhan jawaban yang diberikan responden baik dari jawaban yang bisa dijawab maupun jawaban yang tidak bisa dijawab

(c) Hasil Produk

Dari hasil implementasi dan pegujian fungsionalitas sistem, maka didapat persentase dari uji ketergunaan yang dapat dilihat pada table 2, sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase Uji Ketergunaan *(Usability Testing)*

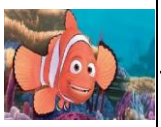
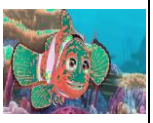
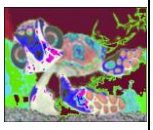
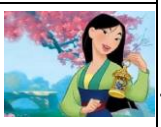
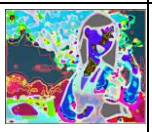
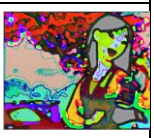
No	Persentase	Ditemukan	Tidak
1	*Learnability*	88.88 %	11.11 %
2	*Eficiency*	66.66 %	33.33 %
3	*Error*	73.33 %	26.66 %
4	*Memorability*	86.67 %	13.33 %
5	*Satisfaction*	93.33 %	6.67 %
Total Rata-rata		**81.77 %**	**18.22 %**

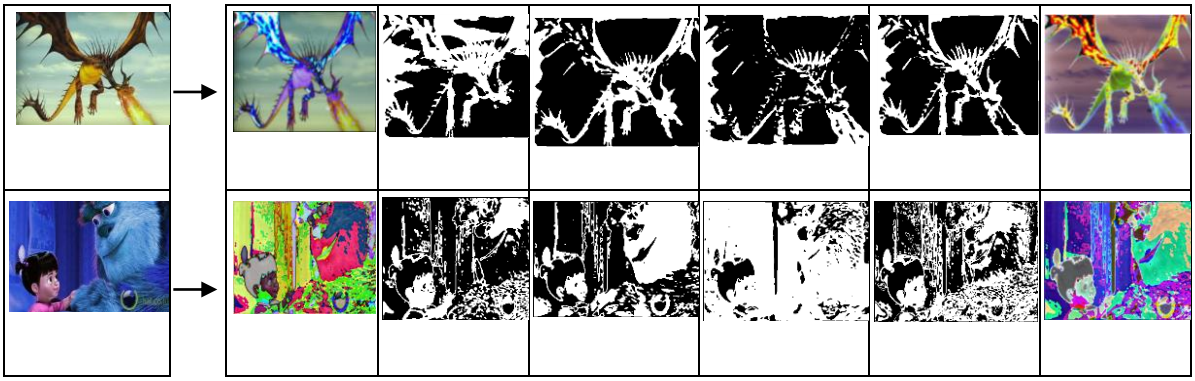
Tabel 3. Pengujian Pembuatan Efek Warna Goresan Pensil berwarna *(Color)* pada Citra

No	Citra Masukan	Proses Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	 Citra asli dari film Finding Nemo, kemudian dibuka dan diproses menggunakan aplikasi yang dibuat.	 Efek warna yang dihasilkan bisa disesuaikan dengan keinginan user dengan menekan atau klik beberapa kali pada submenu buat efek.	Tampak Efek warna goresan pensil berwarna /color diproses dengan mudah lewat aplikasi teknik *Non Photorealistic Rendering.*	 Muncul Efek warna goresan pensil pada citra Sesuai harapan	Citra yang akan diproses efek-nya harus dalam bentuk format *.jpg atau *.bmp. Format citra yang dapat dibuka adalah *.jpg atau *.bmp dengan ukuran maximal adalah 400 x 315 pixels. Ditemukan
4	 Citra asli dari film Mulan	 Proses efek warna goresan pensil berwarna/color.	Tampak Efek warna goresan pensil berwarna /color diproses dengan mudah lewat aplikasi teknik *Non Photorealistic Rendering.*	 Muncul Efek warna goresan pensil pada citra, Sesuai harapan.	Citra yang akan diproses efek-nya harus dalam bentuk format *.jpg atau *.bmp. Format citra yang dapat dibuka adalah *.jpg atau *.bmp dengan ukuran maximal adalah 400 x 315 pixels.

					Ditemukan
3	 Citra asli dari film How to Train Your Dragon	 Proses efek warna goresan pensil berwarna/colour .	Tampak Efek warna goresan pensil berwarna /color diproses dengan mudah lewat aplikasi teknik *Non Photorealistic Rendering*	 Muncul Efek warna goresan pensil pada citra. Sesuai harapan	Citra yang akan diproses efek-nya harus dalam bentuk format *.jpg atau *.bmp. Format citra yang dapat dibuka adalah *.jpg atau *.bmp dengan ukuran maximal adalah 400 x 315 pixels. Ditemukan

Tabel 5. Hasil Input/Output Penerapan Teknik Non Photorealistic Rendering

INPUT	**OUTPUT**					
Citra Masukan	**Efek Color**	**Threshold Sinyal Merah**	**Threshold Sinyal Hijau**	**Threshold Sinyal Biru**	**Grayscale**	**Invert**
						
						
						



5. ANALISIS HASIL

Dari hasil keseluruhan pengujian baik pengujian fungsionalitas sistem maupun dari pengujian ketergunaan *(usability testing)*, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra berdasarkan persentase tabel 1 kategori tingkat validitas kelayakan sistem yang, maka program aplikasi yang telah dibuat dinilai sangat baik dan layak digunakan. Aplikasi ini digunakan untuk menghasilkan output citra yang berbeda dengan aslinya.

Penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra merupakan salah satu penerapan teknologi yang saat ini masih dibutuhkan di bidang teknologi media digital, maka kebutuhan akan edukasi kepada pengguna sangat diperlukan, agar penerapan media ini dapat benar-benar bermanfaat. Jika dilihat dari sisi kekurangan atau kelemahan pada penelitian ini, khususnya penerapan teknik *non photorealistic rendering* maka dapat dikatakan bahwa penerapan media ini masih sangat membutuhkan edukasi, penjelasan dan informasi lebih lanjut.

Aplikasi ini diharapkan mudah digunakan bagi pengguna, sebagai bentuk inovasi baru dan pengguna mendapatkan beragam efek citra yang dihasilkan, sehingga menambah literatur efek pengolahan citra.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian keterguaan dari penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra obyek yang di-*input*-kan harus berupa file citra dengan format bmp atau jpg dengan ukuran 400 x 315 pixel.

2. Aplikasi program penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra yang sudah dikembangkan dapat dipelajari dengan mudah, efisien, minim dari kesalahan, mudah diingat dan mememuaskan pengguna.
3. Pada pengujian ketergunaan *(usability testing)* persentase jawaban dari responden rata-rata menunjukkan 81,77% ditemukan dan 18,22% tidak ditemukan. Berdasarkan persentase kategori tingkat validitas kelayakan sistem, maka program aplikasi yang telah dibuat dinilai sangat baik dan layak digunakan.

b. Saran

Aplikasi program penerapan teknik *non photorealistic rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra yang dikembangkan peneliti masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dari peneliti adalah:

1. Terima kasih kepada Institusi yang telah memberikan bantuan untuk penelitian dan pengkajian dalam hal ini Akademi Manajemen dan Informatika Cipta Darma Surakarta berupa mahasiswa sebagai responden dan ruang laboratorium sebagai tempat penelitian dan pengkajian tentang penerapan teknik *Non Photorealistic Rendering* dalam pembuatan efek warna goresan pensil pada citra pada penelitian ini dengan harapan penerapan teknologi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.
2. Program aplikasi ini masih terfokus pada citra diam atau tidak bergerak, sehingga sangat mungkin bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan lagi ke arah yang lebih baik yaitu dapat menerapkan pada citra bergerak atau animasi, sehingga efek yang dihasilkan dapat lebih menarik.

7. DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir Adisusanto, 2012. *Pengolah Citra Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Ahmad Jaenuri, 2012. *Evaluasi Hospital Information System Pada Bagian Rekam Medik Berdasarkan Perspektif Pengguna.* Tesis Universitas Bina Darma.

Amir F. Sofyan dan Agus Purwanto, 2008. DIGITAL MULTIMEDIA : *Animasi, Sound Editing, dan Video Editing*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Astie Darmayantie, (2012). *Penerapan Teknik Painterly Rendering: Penggunaan Brush Stroke untuk Menciptakan Jenis Painting Style.* Tesis Universitas Gunadarma.

Badre, A. N. (2002*). Shaping Web usability: interaction design in context*. Boston: Addison-Wesley.

Borg, W. R. & Gall, M. D, 2003. *Educational research: an introduction (7th ed.),* Longman, Inc, New York

Cabral, B., and Leedom, L. 1993. *Imaging Vector Field Using Line Integral Convolution*. SIGGRAPH93 ConferenceProceeding.

David Cohn, *Photorealistic Rendering Techniques in AutoCAD®3D*, Autodesk University, 2009.

Eko Nugroho, 2008, *Pengenalan Teori Warna,* Penerbit Andi, Yogyakarta

Eko Prasetyo, 2011, *Pengolahan Citra Digital dan Algoritmanya menggunakan Matlab*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Erick Wijaya, (2012). *Analisis Intensitas Metode Pendeteksian Tepi Sobel*. Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA) Edisi. I Volume. 1, Maret 2012.

Frank Pfenning. *Non-Photorealistic Rendering*. Carnegie Mellon University, April 17 2003.

Hertzmann, A. 1998. *Panterly Rendering With Curved Brush Stroke of Multiple Sizes*, Proceeding of the 25th annual conference on Computer Graphics and Interactive Techniques.

Imamiya, A., Tanii. K., Yamamoto, S., and Mao, X. 2004. *Enhanced LIC Pencil Filter*, Computer Graphics, Imaging and Visualization Proceeding.

Jin Hanjun, Mei Shidong, Yang Zhi. *"A method based on crayon style of non-photorealistic rendering"*, International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling. 978-0-7695-3488-6/08. IEEE 2008

Moch. Yordan Rismarinandyo Siagian, 2011. *Animasi Obyek Tiga Dimensi Dengan Teknik Non-Photorealistic Rendering Untuk Augmented Reality Menggunakan Logika Fuzzy*.Tesis Magister Teknik Elektro ITS.

Moleong, Lexy J., *2007*. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Penerbit PT Remaja Rosdakarya. Offset, Bandung.

Munir, 2008, Kurikulum Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi, SPS Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

M. Suyanto dan Aryanto Yuniawan, 2006, *Merancang Film Kartun Kelas Dunia*, Yogyakarta : Penerbit Andi.

Nugrahardi Ramadhani, 2012. *Non-Photorealistic Rendering untuk scene animasi 3D menggunakan algoritma cel-shading.* ITS-Master-10524-Paper.

Rezwan Sayeed and Toby Howard, *State of the Art Non-Photorealistic Rendering*(NPR)

R. Zeleznik, K. Herndon, and J. F. Hughes. Sketch: *An Interface For Sketching 3d Scenes*. In Proceedings of SIGGRAPH '96, pp. 163–170, August 1996.

Setiaji, Bambang, 2005. *Jalan Mudah ke Analisis Kuantitatif. Surakarta*: Muhammadiyah University Press.

Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*, Alfabita, Bandung.

Suparmo P., 2007, *Uji Ketergunaan Situs Web jaringan Perpustakaan Asosiasi Perguruan Tinggi Khatolik Di Indonesia (APTIK) bagi Mahasiswa Yang Sedang Menulis Skripsi Pada tahun Akademik 2006/2007 Di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, Tesis Magister, Universitas Indonesia.

Sura Andi Nugroho, (2012). *Efek Warna Crayon Pada Rendering Animasi 3D*. ITS-Master-15542-Paper.

Suyanto,M., 2005. *MULTIMEDIA Alat untuk Meningkatkan Keungulan Bersaing*, Yogyakarta: ANDI

Umar, Husein, 2005. *Metode Riset Perilaku Konsumen Jasa*. Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta.