

# Perancangan Perangkat Lunak Untuk Kebutuhan Manipulasi Sebuah Objek Citra Digital

Ari Kurniawan<sup>\*1</sup>, Hasan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Informatika; STMIK Pontianak. Jl. Merdeka No.372 Pontianak, 0561-735555  
e-mail: <sup>\*1</sup>boyaryblack@gmail.com, hasan@stmikpontiana.ac.id

## Abstrak

Penulis melakukan penelitian tentang citra atau gambar menggunakan metode konvolusi. Dimana bertujuan untuk mempermudah pengguna atau user melakukan perbaikan citra (Image Processing) dalam gambar yang memiliki noise. Bentuk penelitian yang penulis lakukan adalah dengan menggunakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan studi literature online, observasi dan juga mengumpulkan serta memperoleh data untuk dilakukan dalam penelitian. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode riset eksperimental, yaitu melakukan percobaan (uji coba) serta manipulasi objek secara langsung, untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Metode perancangan perangkat lunak yang digunakan penulis adalah metode RAD yang memiliki lima fase yaitu business modeling, data modeling, processing modeling, application generation, testing and turnover. Alat desain yang penulis gunakan dalam meelakukan desain perangkat lunak yaitu Visual Basic .NET (Visual Studio 2008) dengan instrumen penelitian berupa algoritma, flowchart dan pseudocode. Hasil perancangan yang diusulkan ini berupa aplikasi yang bisa melakukan pelembutan citra (Image Smoothing) dan penajaman citra (Image Sharpening).

**Kata kunci :** Citra, Konvolusi, RAD, Visual Basic .NET, Image Smothing, Image Sharpening

## Abstract

The author conducts research on imagery or images using the convolution method. Where the aim is to make it easier for users or users to make image improvements in images that have noise. The research form that the writer did was by using data collection techniques that were carried out by online literature study, observation and also collecting and obtaining data to be carried out in the research. The research method used in this study is experimental research methods, namely conducting experiments (testing) and direct object manipulation, to get satisfactory results. The software design method used by the author is the RAD method which has five phases, namely business modeling, data modeling, processing modeling, application generation, testing and turnover. The design tool that the author uses in implementing the software design is Visual Basic .NET (Visual Studio 2008) with research instruments in the form of algorithms, flowcharts and pseudocodes. The results of the proposed design are in the form of applications that can do image smoothing and image sharpening.

**Keywords :** Image, Convolution, RAD, Visual Basic .NET, Image Smothing, Image Sharpening

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi semakin berkembang pesat disegala bidang kehidupan. Digital image processing atau yang sering disebut dengan pengolahan citra digital sudah banyak diterapkan di berbagai aspek kehidupan umat manusia terutama dalam bidang ilmu komputer.

Citra sendiri merupakan representasi dari suatu objek yang dapat diabadikan dengan menggunakan berbagai media. Salah satunya dengan menggunakan kamera dalam wujud 2 dimensi dan kemudian menyimpan citra 2 dimensi tersebut dalam bentuk data yang terdiri dari pixel-pixel. Dalam pengolahan citra digital, ada banyak hal yang dapat dilakukan pada sebuah citra, misalnya sharpening, smoothing dan lain-lain yang dapat diterapkan pada citra yang buruk sehingga menjadi lebih baik untuk dilihat[1].

Perkembangan teknologi saat ini membuat perubahan yang besar pada dunia fotografi. Pada awalnya, dunia fotografi identik dengan kamera SLR (*Single Lens Reflek*) ataupun kamera saku. Namun saat ini sudah banyak sekali *device* yang terintegrasi dengan kamera sehingga mampu mengabadikan suatu objek dengan cara yang lebih mudah. Salah satu *device* tersebut adalah telepon seluler. Telepon seluler tidak bisa jauh dari pemiliknya, hal ini pula yang mendukung perkembangan telepon seluler yang begitu pesat, salah satunya perkembangan teknologi pengambilan citra. *Mobile Photography* saat ini sudah sangat berkembang, semakin tinggi teknologi dari kamera yang dibenamkan pada telepon seluler tersebut, maka semakin bagus pula citra yang dihasilkan[2].

Namun dalam proses pengambilan suatu citra digital menggunakan teknologi *Mobile Photography* yang sudah sangat maju, tetapi tetap saja seringkali terjadi gangguan pada hasil citra yang diambil. Gangguan ini dapat berupa adanya noise pada citra, pencahayaan yang kurang baik sehingga menghasilkan citra yang terlalu gelap ataupun terlalu terang. Gangguan-gangguan tersebut dapat kita kurangi dengan memperbaiki citra tersebut dengan cara memanipulasi nilai-nilai pixel pada citra tersebut sehingga hasilnya lebih baik daripada sebelumnya[3].

Untuk memanipulasi nilai-nilai pixel pada citra yang ingin diubah penampakannya, kita dapat menggunakan teknologi logika konvolusi. Logika konvolusi ini mampu memanipulasi nilai-nilai pixel pada suatu citra sehingga dapat digunakan untuk mengubah tampilan citra menjadi lebih baik. Dengan menggunakan nilai-nilai matrix yang sudah tersedia ataupun yang dicoba-coba sendiri, kita dapat memperjelas ataupun memperhalus citra sehingga menjadi lebih enak dipandang dan memiliki kualitas yang lebih baik[4].

Penelitian ini akan mencoba merancang sebuah perangkat lunak image processing yang berbeda, yaitu melakukan peningkatan kualitas dan perbaikan citra dengan menggunakan metode konvolusi. Perangkat lunak yang dirancang bertujuan untuk mengubah pixel pada citra dengan mask atau kernel matriks yang tersedia dengan ukuran yang telah ditetapkan[5].

Penelitian ini akan mencoba merancang sebuah perangkat lunak image processing yang berbeda, yaitu melakukan peningkatan kualitas dan perbaikan citra dengan menggunakan metode konvolusi. Perangkat lunak yang dirancang bertujuan untuk mengubah pixel pada citra dengan mask atau kernel matriks yang tersedia dengan ukuran yang telah ditetapkan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metode Perancangan Perangkat Lunak

Rapid Application Development (RAD) adalah sebuah metode pengembangan software yang diciptakan untuk menekan waktu yang dibutuhkan untuk mendesain serta mengimplementasikan sistem informasi sehingga dihasilkan siklus pengembangan yang sangat pendek. Model RAD ini merupakan adaptasi dari model sekuensial linier dimana perkembangan yang cepat dicapai dengan menggunakan pendekatan konstruksi berbasis komponen. Sehingga, jika kebutuhan dipahami dengan baik, proses RAD memungkinkan developer menciptakan sistem fungsional yang utuh dalam periode waktu yang sangat pendek ( $\pm 60$  sampai 90 hari).

Berikut ini adalah kelebihan metodologi RAD[4]:

1. Penghematan waktu dalam keseluruhan fase proyek dapat dicapai.
  2. RAD mengurangi seluruh kebutuhan yang berkaitan dengan biaya proyek dan sumber daya manusia.
-

3. RAD sangat membantu pengembangan aplikasi yang berfokus pada waktu penyelesaian proyek.
4. Sudut pandang user disajikan dalam akhir baik melalui fungsi-fungsi atau antarmuka pengguna.
5. RAD menciptakan rasa kepemilikan yang kuat di antara seluruh pemangku kebijakan proyek.

UML (*Unified Modelling Language*) merupakan satu kumpulan konvensi pemodelan yang digunakan untuk merincikan atau menjelaskan sistem piranti lunak yang dijadikan sebagai standar pemodelan objek. UML dapat dijadikan panduan bagi developer dalam mengetahui sudut pandang sebuah sistem dan dikomunikasikan kepada pihak-pihak yang terkait dengan sistem dalam bentuk diagram. UML merupakan bahasa kesatuan yang mendeskripsikan model sebuah sistem secara efektif. Dalam menggambarkan suatu bagan alir terdapat pedoman-pedoman sebagai berikut[6] :

1. *Use Case Diagram*

*Use Case Diagram* merupakan diagram yang menggambarkan interaksi antara sistem, pengguna atau dengan sistem eksternal lainnya. Dengan kata lain, menggambarkan siapa pengguna sistem dan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem

2. *Activity Diagram*

*Activity diagram* digambarkan untuk memperlihatkan proses alur bisnis, langkah – langkah *use case*, atau logika perilaku objek. *Activity diagram* serupa dengan flow chart diagram dalam menggambarkan alur aktivitas yang berurutan dari proses bisnis atau *use case*.

3. *Sequence Diagram*

*sequence diagram* menggambarkan interaksi antar-objek melalui pesan di dalam eksekusi sebuah *use case* atau operasi. Sistem *sequence diagram* membantu mengidentifikasi pesan *high level* yang masuk dan keluar dari sistem. Kemudian, pesan ini akan digunakan masing-masing objek untuk berkomunikasi dengan objek-objek lainnya.

## 2.2 Teknik Perancangan Perangkat Lunak

### a. Algoritma

Menurut Clifford (2007:11), Algoritma adalah “Suatu metode atau proses lanjutan untuk menyelesaikan masalah. Jika masalah tersebut digambarkan sebagai suatu fungsi maka suatu algoritma mengambil masukan dengan mengubah menjadi keluaran”. Sedangkan menurut Suryadi (1998:4), Algoritma merupakan “Suatu himpunan hingga instruksi yang secara jelas mempunyai langkah-langkah proses pelaksanaan secara mekanik”.

Algoritma merupakan suatu cara menuangkan permasalahan dan ide-ide penyelesaian dan pemecahan secara terstruktur. Jadi dari uraian yang ada diatas maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa algoritma adalah suatu metode atau proses yang menggambarkan permasalahan tertentu dan mempunyai langkah-langkah instruksi yang jelas dalam pemecahan masalah serta dilaksanakan secara mekanik.

Dalam pembuatan sebuah algoritma yang baik, harus diperhatikan beberapa properti agar nantinya algoritma tersebut dapat diimplementasikan dengan benar dalam suatu program. Menurut Clifford (2007:12-13) properti atau hal-hal yang harus diperhatikan dalam merancang suatu algoritma adalah:

1. Sebuah algoritma harus benar.
2. Sebuah algoritma disusun oleh serangkaian yang konkrit.
3. Tidak bersifat dua arti (*ambiguity*) terhadap langkah selanjutnya yang akan dilaksanakan.
4. Sebuah algoritma harus disusun dalam sejumlah langkah tertentu atau terhingga.
5. Sebuah algoritma harus dapat berakhir.

### b. Bagan Alir (Flowchart)

Bagan alir (flowchart) adalah bagan (chart) yang menunjukkan alir (flow) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Bagan alir program merupakan bagan yang menjelaskan secara rinci langkah-langkah dari proses program. Dalam menggambarkan suatu bagan alir terdapat pedoman-pedoman sebagai berikut[6] :

1. Bagan alir sebaiknya digambar dari atas ke bawah dan mulai dari bagian kiri dari suatu halaman.
2. Kegiatan di dalam bagan alir harus ditunjukkan dengan jelas.
3. Harus ditunjukkan dari mana kegiatan akan dimulai dan di mana akan berakhirnya.
4. Masing-masing kegiatan di dalam bagan alir sebaiknya digunakan suatu kata yang mewakili suatu pekerjaan.
5. Masing-masing kegiatan di dalam bagan alir harus di dalam urutan yang semestinya.
6. Kegiatan yang terpotong dan akan disambung ke tempat lain harus ditunjukkan dengan jelas menggunakan symbol penghubung.
7. Gunakanlah simbol-simbol bagan alir yang standar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Business Modeling

Pada tahap ini, mendaftarkan dan mendefinisikan fungsi-fungsi yang akan dipakai dalam pembuatan aplikasi. Penelitian bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat melakukan manipulasi terhadap sebuah citra digital dengan menggunakan metode konvolusi. Mengumpulkan teori-teori yang berhubungan dengan masalah image processing, pengenalan citra, pornografi, dan logika fuzzy. Teori-teori ini dikumpulkan dari beberapa sumber seperti buku-buku dipergustakaan, artikel diinternet serta referensi dari paper yang berhubungan masalah yang dihadapi. Selain mengumpulkan teori-teori, juga dikumpulkan contoh-contoh kasus dalam bentuk jurnal penelitian sebagai referensi dalam memecahkan masalah pengenalan manipulasi citra khususnya yang menggunakan metode konvolusi dan bahasa pemrograman yang dipilih dalam implementasi rancangan program adalah visual basic .NET (Visual Studio 2008).

#### 3.2 Data Modeling

Setelah teori-teori dan contoh-contoh kasus penunjang dirasakan cukup, langkah selanjutnya dilakukan perancangan terhadap program. Program dirancang untuk dapat melakukan manipulasi citra terhadap sebuah citra digital yang diinputkan user dengan menggunakan metode Konvolusi. Langkah pertama dalam perancangan program ini adalah merancang proses kerja sistem. Proses kerja sistem dirancang menggunakan Flowchart (bagan alir) yang menjelaskan secara rinci proses-proses yang akan dilakukan program dalam melakukan manipulasi citra pada sebuah citra digital dengan menggunakan metode Konvolusi. Langkah berikutnya adalah merancang bentuk tampilan program. Bentuk tampilan program yang dirancang adalah sebuah form dengan tombol-tombol yang dapat digunakan user untuk berinteraksi dengan program yang dirancang. Dalam langkah ini juga dirancang algoritma pemrograman yang akan digunakan dalam implementasi rancangan program dalam bahasa pemrograman yang digunakan.

Kemudian dengan menggunakan informasi yang didapat dalam tahap di atas untuk menentukan banyaknya modul dan form yang akan digunakan dalam program tersebut. Jumlah komponen yang akan terdapat dalam suatu komponen modul dan form akan ditentukan juga. Pada bagian ini, ditampilkan terdapat beberapa pembahasan mengenai tool-tool yang digunakan untuk membuat dan menjalankan kode sumber dari perangkat lunak yang akan dibuat dan diimplementasi, proses yang utama dalam koding tersebut serta rancangan aplikasi program yang akan dibuat.

### 3.3 Process Modeling

Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta intruksinya. Gambar ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

Flowchart ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya flowchart urutan proses kegiatan menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses maka dapat dilakukan dengan mudah. Setelah flowchart selesai disusun, selanjutnya pemogram (programer) menerjemahkannya ke bentuk program dengan bahasa pemograman.

Form dan modul yang sudah didefinisikan sebelumnya beserta komponennya disatukan untuk membentuk suatu program utuh. Hubungan antar modul dengan form juga didefinisikan. Pembuatan flowchart (bagian alir) ini untuk mempermudah dalam perancangan perangkat lunak image processing manipulasi citra dengan metode konvolusi ini dan untuk lebih mudah dipahami flowchart tersebut maka akan dituliskan algoritma untuk menjelaskan proses flowchart tersebut.

### 3.4 Testing and Trunover

Setelah mendapatkan hasil tampilan perangkat lunak, tahap selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem tersebut. Adapun metode pengujian sistem yang dilakukan adalah metode statis ( static technique) dimana pengujian dibagi dalam beberapa tahapan, sebagai berikut:

#### a. Menetapkan parameter pengujian

Adapun parameter pengujian yang digunakan dalam pengujian sistem ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Kestabilan sistem

Parameter ini digunakan untuk menguji apakah sistem masih mengalami error pada saat dieksekusi.

##### 2. Ketepatan hasil

Parameter ini digunakan untuk menguji apakah sistem telah dapat bekerja seperti apa yang diharapkan dalam perancangan.

#### b. Menyiapkan perangkat pengujian

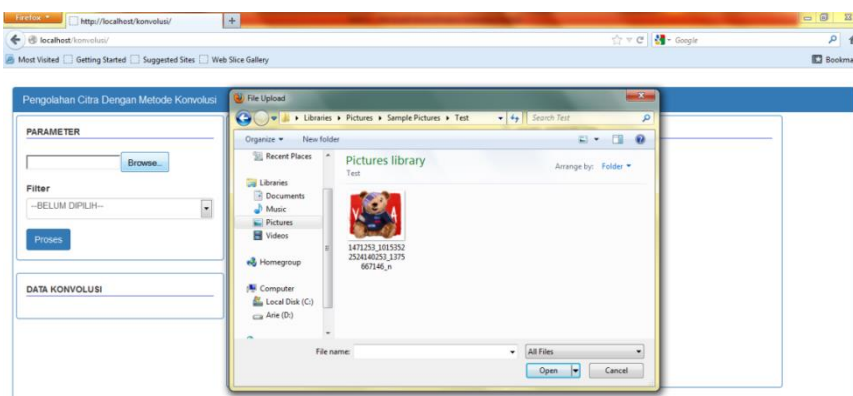
Untuk citra yang akan dijalankan data pengujian dipilih gambar dengan tipe yang umum digunakan dalam praktek penggunaan komputer sehari-hari. Tipe file yang akan diuji adalah jpg (jpeg). Dalam tahap ini, telah disispkan sebuah citra digital yang mempunyai dimensi 480x320 pixel. Adapun tampilan dari salah satu citra digital yang dijalankan perangkat lunak pengujian ini terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 4.14 Citra digital pengujian dengan format JPG

c. Melakukan pengujian load gambar

Dalam tahap ini, dilakukan pengujian terhadap kemampuan sistem dalam me-load citra digital yang telah disisipkan. Peengujian ini untuk melihat kestabilan sistem dalam me-load citra digital dimana akan dilihat pesan-pesan error yang muncul pada saat pengujian berlangsung. Adapun hasil pengujian kestabilansistem seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 4.15 Pngujian load citra digital

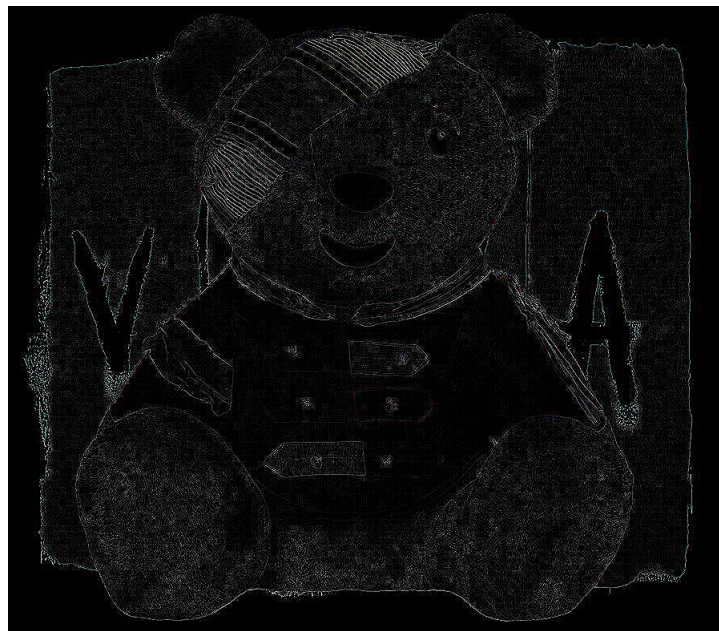
Dari pengujian yang dilakukan, sistem terlihat stabil pada saat melakukan loas terhadap citra digital yang disisipkan, tidak ada pesan error yang muncul, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem telah stabil dalam melakukan proses load terhadap sebuah citra digital.

### d. Melakukan pengujian manipulasi citra dengan metode konvolusi

Dalam tahap ini, dilakukan pengujian terhadap kemampuan sistem dalam melakukan manipulasi terhadap suatu citra dengan metode konvolusi. Pada tahap ini, akan diuji parameter kestabilan sistem ini, adapun hasil pengujian yang diperoleh seperti yang terlihat pada gambar 4.21, 4.22, 4.23, 4.24. pada pengujian ini, terlihat sistm telah dapat melakukan manipulasi terhadap citra. Berdasarkan hasil tampilan pada gambar yang dibawah ini, deteksi tepi citra telah dapat dilakukan dengan sempurna, sehingga diambil kesimpulan bahwa perangkat lunak ini tidak memiliki masalah dalam melakukan manipulasi terhadap suatu citra. Berikut adalah hasil konvolusi dan mask yang digunakan.

#### 1. Hasil deteksi tepi

Berikut ini adalah hasil dari deteksi tepi pada citra:



Gambar 4.16 Pengujian deteksi tepi citra

Matriks konvolusinya adalah sebagai berikut:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

#### 2. Hasil Emboss

Berikut ini adalah hasil dari pngujian emboss pada citra:



Gambar 4.17 Hasil Emboss pada citra

Matriks konvolusinya adalah sebagai berikut:

-2	-1	0
-1	1	1
0	1	2

### 3. Hasil Sharpen

Berikut ini adalah hasil dari pengujian sharpen pada citra:



Gambar 4.18 Hasil Sharpen pada citra

Matriks konvolusinya adalah sebagai berikut:

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

#### 4. Hasil Blur

Berikut ini adalah hasil dari pengujian blur pada citra:



Gambar 4.19 Hasil Blur pada citra

Matriks konvolusinya adalah sebagai berikut:

1	1	1
1	1	1
1	1	1

#### b. Hasil Pengujian Pada Citra

Penelitian ini menggunakan parameter kecepatan hasil. Dengan menggunakan parameter ini, dapat dilihat perbandingan dalam proses waktu yang diperlukan untuk eksekusi citra. Dalam penelitian ini akan diberikan tiga citra sebagai pengujian, yaitu citra berdimensi 1024 x 768, 750 x 659 dan 600 x 464. Kecepatan proses dapat dihitung dengan :

$$\text{executionTime} = \text{selesai} - \text{mulai}$$

Dengan executionTime merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan setiap proses manipulasi citra, selesai merupakan waktu berakhir dan mulai merupakan waktu mulai dalam proses manipulasi citra.

Dengan hasil pengujian yang dilakukan pada tiga jenis dengan dimensi yang berbeda-beda yang telah disiapkan untuk setiap proses pengenalan citra pornografi, hasil perbandingannya yaitu sebagai berikut:

**Hasil Pengujian Kecepatan Proses**

Dimensi	Konvolusi (detik)
<b>1024 x 768</b>	7,35
<b>750 x 659</b>	4,21
<b>600 x 464</b>	2,11

Dari hasil pengujian kecepatan proses pengolahan citra diatas dapat disimpulkan bahwa besarnya dimension citra mempengaruhi proses konvolusi. Hal ini dikarenakan proses konvolusi merupakan pengolahan citra yang mengambil setiap pixel pada citra dan secara otomatis besarnya dimension sangat mempengaruhi proses waktu eksekusi citra.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Pengolahan citra (image processing) dilakukan dengan beberapa tahapan secara beruntun, pengambilan jumlah pixel adalah tahap pertama dalam pengolahan citra yang berfungsi untuk menentukan jumlah pergerakan pada mask/kernel untuk memenuhi seluruh citra dan kemudian dilanjutkan dengan penentuan mask yang berperan dalam hasil manipulasi citra yang akan terjadi, sebab hasil konvolusi sebuah citra akan bergantung pada nilai mask yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian pembagian nilai RGB pada tiap pixel yang nantinya akan dikonvolusikan satu per satu dan kemudian disatukan kembali kombinasi RGB yang telah dikonvolusikan tersebut menjadi sebuah warna baru yang nantinya akan menempati pixel yang bersangkutan kemudian setelah seluruh proses konvolusi pada tiap pixel selesai dilakukan, citra baru akan tercipta.
- Untuk kerja sistem diukur berdasarkan metode statis (static technique), parameter yang digunakan yaitu kestabilan sistem dan ketepatan hasil, kestabilan sistem digunakan untuk menguji apakah sistem masih mengalami error pada saat dieksekusi, sedangkan ketepatan hasil digunakan untuk menguji apakah sistem telah dapat bekerja seperti apa yang diharapkan dalam perancangan.
- Pengolahan citra dan metode konvolusi dapat diimplementasikan untuk memanipulasi citra dari mask/kernel matriks yang tersedia

#### 5. SARAN

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut :

- a. Aplikasi ini dapat dikembangkan dengan memberikan panduan sejumlah matriks yang dapat digunakan untuk konvolusi, sehingga pengguna tidak perlu mencari matrix yang diinginkan lagi secara manual.
- b. Sistem ini masih berupa aplikasi desktop sehingga pada pengembangan lebih lanjut dapat dicoba dengan implementasi pada jaringan internet untuk manipulasi citra, baik itu website, iklan dan jejaring sosial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, Balza, Firadusy., Kartika. 2005. Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] Ganzalez, Rafael C., Woods, Richard E., 2002. Digital Image Processing. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- [3] Jogyianto., 2005. Analisis dan Desain Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur, Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [4] Kendall, Kenneth E., and Julie E., Kendall 2003, Analisis dan Perancangan Sistem, Jilid Kedua, Penerjemah: Thamir Abdul Hafedh AI. Hamdany, PT. Prenhalindo, Jakarta.
- [5] Jati Sasongko, 2005., "Pangamanan Data Informasi menggunakan Kriptografi Klasik," DINAMIK, vol. X, no.3, pp.160-167, September 2005.
- [6] Kendal E, Kendall J, 2007, *Analisis Perancangan Sistem*, PT Index. Klaten.
- [7] Murinto, dkk., 2008. Analisis Perbandingan Histogram Qualization dan Model Logarithmic Image Processing (LIP).
- [8] Anindita Septiarini dan Hamdani, 2011., *Sistem Kriptografi untuk Text Message Menggunakan Metode Affine*, Jurnal Informatika Mulawarman, Vol. 6 No.1 Febuari 2011, pp50-53
- [9] Presman, Roger S, 2002. Rekayasa Perangkat Lunak (Buku Satu). CN Harnaningrum. Andi.