

# **ALGORITMA RUBIC'S CUBE ENKRIPSI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN**

## **SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
untuk mencapai gelar Sarjana Komputer**



**Disusun Oleh:**

**Wijayadi Saputra**

**0810962012**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER**

**MALANG**

**2013**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ENKRIPSI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUBIC'S CUBE

#### SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk  
mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh:

**WIJAYADI SAPUTRA**

**0810962012**

Telah diperiksa dan disetujui oleh

**Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ahmad Afif Supianto, SSi., M.Kom**  
**NIP. 820623 16 1 1 0425**

**Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom**  
**NIP. 19730619 200212 2 001**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ENKRIPSI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUBIC'S CUBE

Disusun Oleh:

**WIJAYADI SAPUTRA**

**0810962012**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus tanggal 30 Juli 2013.

Penguji 1,

Penguji 2,

**Edy Santoso, S.Si., M.Kom**  
**NIP. 19740414 200312 1 004**

**Budi Darma Setiawan, S.kom., M.Cs**  
**NIK. 841015 06 1 1 0090**

Penguji 3,

**Denny Sagita Rusdianto, S.kom., M.Kom**  
**NIK. 851124 06 1 1 0250**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika

**Drs. Marji, MT**  
**NIP. 196708011992031001**

## PERNYATAAN

### ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

**Malang, 17 Agustus 2013**

**Mahasiswa,**

**Wijayadi Saputra**  
**NIM. 0810962012**

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi komputer yang semakin canggih, hal ini juga diikuti dengan peningkatan kebutuhan akan teknologi baik perangkat keras ataupun perangkat lunak. Namun tidak semua perkembangan teknologi komunikasi memberikan dampak yang positif dan menguntungkan. Salah satu dampak negatif dalam perkembangan teknologi adalah penyalahgunaan informasi dari konten multimedia (dalam hal ini citra digital atau foto). Sebagai contoh adalah tindak kejahatan penyebaran citra digital yang bersifat pribadi ke media jaringan internet, dengan tujuan untuk pemerasan atau merusak nama baik. Hal tersebut bisa terjadi karena dalam penyajiannya, citra digital tidak mengalami proses enkripsi atau pengamanan terhadap informasi yang dimilikinya. Oleh sebab itu, diperlukan pengamanan terhadap informasi dari citra digital agar dalam penyajiannya, informasi dari citra digital hanya bisa dilihat oleh pemiliknya atau pihak yang mempunyai kunci akses pada citra digital tersebut. Sedangkan pengguna lain hanya bisa melihat citra digital dengan informasi piksel citra yang bersifat acak. Pada penelitian sebelumnya oleh K. Loukhaoukha, telah dilakukan pengamanan informasi pada citra digital dengan pengacakan piksel pada citra hitam putih menggunakan prinsip kerja kubus permainan rubik. Pada serangan penambahan noise salt and pepper dan diperoleh nilai MSE  $3.42 \times 10^3$  untuk citra dengan dimensi 64x64 piksel.

Pada algoritma *rubic's cube*, untuk melakukan pengacakan pada piksel citra asli, digunakan prinsip kubus rubik, yakni dengan cara memindah posisi piksel pada citra. Selain itu digunakan dua buah kunci. Kunci untuk proses operasi xor dengan piksel citra asli dan kunci untuk melakukan proses rotasi atau pergeseran piksel pada citra.

Pada penelitian ini, untuk pengujian digunakan citra *bitmap* dengan dimensi 512x512 piksel. Teknik pengujian yang dilakukan yakni pengujian dengan serangan dan pengujian tanpa serangan. Serangan yang digunakan yakni pemotongan pada bagian tengah citra (*center cropping*) sebesar 10%, 20%, dan 30%. Penambahan noise dengan amount 10%, 20%, 30% untuk *gaussian noise*. Dan penambahan efek *blur* dengan radius 1, 1.5 dan 2 piksel *gaussian blur*.

Pada pengujian tanpa serangan, hasil citra dekripsi tidak mengalami perubahan jika dibandingkan dengan citra asli sebelum proses enkripsi, dan hal ini dibuktikan dengan nilai MSE=0 dan PSNR=0. Citra hasil dari proses dekripsi memiliki korelasi dengan tingkat hubungan sangat kuat, dengan citra asli sebelum proses dekripsi, dan hal ini dibuktikan dengan nilai analisis korelasi =1 pada pengujian tanpa serangan. Hasil pengujian dengan serangan pada citra terenkripsi dengan menggunakan *center cropping*, *noise* dan *blur*, diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan kunci 100 untuk tiap-tiap iterasi maksimal, akan diperoleh nilai kerusakan pada piksel pada citra yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan kunci yang lainnya. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai PSNR=-72.21 dan korelasi =0,9508 yang memiliki nilai paling besar proses kunci 100 dan MSE=2043.450 yang memiliki nilai terkecil.

**Keyword :** enkripsi, dekripsi, citra digital, kunci rahasia, serangan.

## ABSTRACT

The development of increasingly sophisticated computer technology, it is also followed by peningkatan need for better technology hardware or software. But not all developments of communication technologies have a positive impact and profitable. One of the negative impacts of the development of information technology is the misuse of multimedia content (in this case a digital image or picture). An example is the spread of crime digital images that are personal to the Internet media, with a view to blackmail or libel. This can happen because the penyajiannya, digital images do not undergo the process of encryption or security of the information it has. Therefore, the necessary safeguards against information from the digital image in order for presentation, information from the digital image can only be seen by the owner or the party who has an access key on the digital image. While other users can only see the image with the digital image pixel information that is random. In the previous study by K. Loukhaoukha, information security has been performed on digital images with pixel randomization on a black and white image use the working principle rubik cube game. In the attack the addition of salt and pepper noise and MSE values obtained for the  $3:42 \times 103$  image with dimensions of  $64 \times 64$  pixels.

In the Rubic's cube algorithms, to perform randomization on the original image pixel, used rubik cube principle, namely by moving the position of pixels in the image. Also used two keys. The key to the xor operation with the original image pixel and the key to make the process of rotation or shifting of pixels in the image.

In this case, for testing purposed, we use a bitmap image with dimensions  $512 \times 512$  pixels. Testing techniques that do the testing with assault and testing without an attack. The attack used a cut in the middle of the image (center cropping) by 10%, 20%, and 30%. The addition of noise to the amount of 10%, 20%, 30% for gaussian noise. And adding blur effect with a radius of 1, 1.5 and 2 pixel gaussian blur.

On testing without attacks, the image decryption results unchanged compared to the original image before the encryption process, and this is evidenced by the value of MSE and PSNR = 0 = 0. Image results from the decryption process has a correlation with the level of relationship is very strong, with the original image before the decryption process, and this is evidenced by the value of the correlation analysis = 1 on test without an attack. Test results with the attack on the encrypted image using the center cropping, noise and blur, it is concluded that by using the key 100 for each iteration maximum value will be damage to the pixels in the image are relatively small when compared with the other key. This is evidenced by PSNR = -72.21 and correlation = 0.9508 which has the highest value of key processes and MSE = 100 2043,450 which has the smallest value.

**Keyword** : encryption, decryption , digital images, secret keys, attack.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil'alamin.* Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas segala rahmat dan limpahan hidayah-Nya, Skripsi yang berjudul **“ENKRIPSI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RUBIC’S CUBE”** ini dapat berjalan dengan baik. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Ilmu Komputer, Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIIK), Universitas Brawijaya Malang.

Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu ‘alaihi wasallam*, makhluk paling mulia yang senantiasa memberikan cahaya petunjuk, seorang uswatun hasanah yang telah membawa agama Allah yaitu agama Islam menjadi agama yang *Rahmatan Lil ‘Alamin*.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis telah mendapat begitu banyak bantuan baik moral maupun materiil dari banyak pihak. Atas bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan dan masukan bagi penulis.
2. Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom., selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan serta bantuan.
3. Drs. Marji, MT., selaku ketua prodi informatika/ilmu komputer
4. Issa Arwani, S.Kom., M.Sc., selaku sekretaris jurusan.
5. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Informatika / Ilmu Komputer Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya.

6. Unit konseling Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya yang telah memberikan dukungan motivasi dan berbagai masukan terkait pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
7. Segenap staff dan karyawan di Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
8. Kepada istri tercinta, terima kasih atas semua doa, kasih sayang, perhatian yang tulus, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan.
9. Rekan-rekan di Program Studi Ilmu Komputer, Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuannya demi kelancaran pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
10. Dan semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sekalian. Akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan mengandung banyak kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca.

Malang, 30 Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                            |      |
|------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                                    | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                                     | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....                      | iii  |
| ABSTRAK .....                                              | iv   |
| ABTRACT .....                                              | v    |
| KATA PENGANTAR .....                                       | vi   |
| DAFTAR ISI .....                                           | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                         | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                                         | xiv  |
| BAB I : PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.3. Tujuan .....                                          | 3    |
| 1.4. Batasan Masalah .....                                 | 3    |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                               | 3    |
| 1.6. Metode Penelitian .....                               | 4    |
| 1.7. Sistematika Penulisan .....                           | 4    |
| BAB II : KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....               | 6    |
| 2.1. Konsep Dasar Kriptografi .....                        | 6    |
| 2.2. Algoritma Kriptografi.....                            | 7    |
| 2.2.1. Algoritma Simetris .....                            | 7    |
| 2.2.2. Algoritma Asimetri.....                             | 8    |
| 2.3. Konsep Dasar Citra Digital .....                      | 9    |
| 2.4. Warna dan Ruang Warna .....                           | 10   |
| 2.4.1. RGB ( <i>Read Green Blue</i> ) .....                | 10   |
| 2.4.2. HSI ( <i>Hue Saturion Intensity</i> ) .....         | 11   |
| 2.4.3. YCbCr ( <i>Luminance-Chrominance</i> ).....         | 11   |
| 2.5. Rubik's Cube.....                                     | 11   |
| 2.5.1. Dasar Algoritma <i>Rubic's Cube</i> .....           | 12   |
| 2.5.2. Proses Enkripsi Algoritma <i>Rubic's Cube</i> ..... | 13   |
| 2.5.3. Proses Dekripsi Algoritma <i>Rubic's Cube</i> ..... | 15   |
| 2.5.4. Operator XOR.....                                   | 17   |
| 2.6. <i>Mean Square Error</i> (MSE) .....                  | 18   |
| 2.7. <i>Peak Signal Noise to Ratio</i> (PSNR) .....        | 19   |

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| 2.8. Analisis Korelasi .....                            | 19        |
| <b>BAB III : METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....</b> | <b>21</b> |
| 3.1. Studi Literatur .....                              | 21        |
| 3.2. Analisis Kebutuhan .....                           | 21        |
| 3.2.1. Kebutuhan Perangkat Keras.....                   | 21        |
| 3.2.2. Kebutuhan Perangkat Lunak.....                   | 21        |
| 3.2.3. Kebutuhan Data.....                              | 22        |
| 3.3. Perancangan Perangkat Lunak .....                  | 22        |
| 3.3.1. Deskripsi Umum Sistem .....                      | 22        |
| 3.3.2. Perancangan proses .....                         | 23        |
| 3.3.3. Perancangan Proses Parameter input .....         | 24        |
| 3.3.4. Perancangan Proses Enkripsi .....                | 25        |
| 3.3.5. Perancangan Proses Dekripsi .....                | 29        |
| 3.3.6. Perancangan Proses Analisis.....                 | 32        |
| 3.3.7. Perancangan Halaman Antarmuka .....              | 33        |
| 3.4. Perancangan Uji Coba .....                         | 35        |
| 3.4.1. Citra Uji .....                                  | 35        |
| 3.4.2. Pengujian Kualitas Citra Hasil.....              | 35        |
| 3.4.3. Pengujian Terhadap Ketahanan Citra Enkripsi..... | 35        |
| 3.5. Contoh Kasus Proses Enkripsi dan Dekripsi .....    | 37        |
| <b>BAB IV : IMPLEMENTASI.....</b>                       | <b>46</b> |
| 4.1. Lingkungan Implementasi.....                       | 46        |
| 4.1.1. Lingkungan Perangkat keras.....                  | 46        |
| 4.1.2. Lingkungan Perangkat Lunak .....                 | 46        |
| 4.2. Implementasi Proses.....                           | 46        |
| 4.2.1. Implementasi Proses Parameter Input .....        | 47        |
| 4.2.2. Implementasi Proses Enkripsi .....               | 48        |
| 4.2.3. Implementasi Proses Dekripsi.....                | 52        |
| 4.2.4. Implementasi Proses Analisis .....               | 57        |
| 4.2.5. Implementasi Antarmuka.....                      | 59        |
| <b>BAB V : PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>              | <b>60</b> |
| 5.1. Bahan Pengujian .....                              | 60        |
| 5.2. Skenario Pengujian .....                           | 61        |
| 5.3. Pengujian Skenario .....                           | 61        |
| 5.3.1. Pengujian Tanpa Serangan.....                    | 61        |
| 5.3.2. Pengujian Dengan Serangan pada Citra .....       | 63        |
| 5.3.2.1. Serangan <i>Center Cropping</i> .....          | 63        |
| 5.3.2.2. Penambahan <i>Noise</i> .....                  | 74        |
| 5.3.2.3. Penambahan <i>Blur</i> .....                   | 85        |
| 5.4. Kesimpulan Pengujian.....                          | 96        |
| <b>BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>              | <b>99</b> |
| 6.1. Kesimpulan.....                                    | 99        |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 6.2. Saran..... | 99 |
|-----------------|----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 101 |
|---------------------|-----|



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Proses Enkripsi dan Dekripsi .....                       | 7  |
| Gambar 2.2. Algoritma Kriptografi Simetris .....                     | 7  |
| Gambar 2.3. Algoritma Kriptografi Asimetris .....                    | 8  |
| Gambar 2.4. Citra Digital.....                                       | 9  |
| Gambar 2.5. Ruang warna RGB.....                                     | 10 |
| Gambar 2.6. Ruang Warna Y C <sub>b</sub> C <sub>r</sub> .....        | 11 |
| Gambar 2.7. Rubik's Cube .....                                       | 12 |
| Gambar 3.1. Flowchart Sistem.....                                    | 23 |
| Gambar 3.2. Flowchart Proses Input .....                             | 24 |
| Gambar 3.3. Flowcart Proses Enkripsi .....                           | 29 |
| Gambar 3.4. Flowcart Proses Dekripsi .....                           | 33 |
| Gambar 3.5. Flowcart Proses Analisis.....                            | 33 |
| Gambar 3.6. Gambar Halaman Atarmuka.....                             | 34 |
| Gambar 3.7. Piksel Contoh .....                                      | 37 |
| Gambar 3.8. Kunci .....                                              | 37 |
| Gambar 3.9. Hasil Proses Baris dan Kolom.....                        | 39 |
| Gambar 3.10. Hasil Proses XOR pada Baris dan Kolom.....              | 40 |
| Gambar 3.11. Hasil Proses Iterasi Ke-1.....                          | 40 |
| Gambar 3.12. Hasil Citra Terenkripsi.....                            | 40 |
| Gambar 3.13. Citra Terenkripsi.....                                  | 41 |
| Gambar 3.14. Citra Terdekripsi.....                                  | 41 |
| Gambar 3.15. Citra Terdekripsi pada proses baris dan kolom.....      | 44 |
| Gambar 3.16. Citra Terdekripsi iterasi k-1 pada operasi bit XOR..... | 44 |
| Gambar 3.17. Citra Hasil Terdekripsi.....                            | 44 |
| Gambar 3.18. Piksel Asli .....                                       | 45 |
| Gambar 4.1. Proses Pemilihan Citra.....                              | 47 |
| Gambar 4.2. Proses Pembuatan Histogram.....                          | 48 |
| Gambar 4.3. Proses Pembentukan Kunci.....                            | 48 |
| Gambar 4.4. Proses Inisialisasi Parameter .....                      | 48 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.5. Proses Pembacaan Piksel .....                                                       | 49 |
| Gambar 4.6. Proses Enkripsi .....                                                               | 52 |
| Gambar 4.7. Proses Rotasi Piksel Kanan atau Bawah .....                                         | 52 |
| Gambar 4.8. Proses Rotasi Piksel Kiri atau Atas .....                                           | 52 |
| Gambar 4.9. Proses Inisialisasi Parameter .....                                                 | 53 |
| Gambar 4.10. Proses Pembacaan Piksel .....                                                      | 53 |
| Gambar 4.11. Proses Dekripsi .....                                                              | 56 |
| Gambar 4.12. Proses Rotasi Piksel Kanan atau Bawah .....                                        | 56 |
| Gambar 4.13. Proses Rotasi Piksel Kiri atau Atas .....                                          | 56 |
| Gambar 4.14. Proses Perhitungan MSE dan PSNR .....                                              | 57 |
| Gambar 4.15. Proses Perhitungan Analisis Korelasi .....                                         | 58 |
| Gambar 4.16. Halaman Atarmuka .....                                                             | 59 |
| Gambar 4.17. Proses Rotasi Piksel Kiri atau Atas .....                                          | 56 |
| Gambar 5.1. Grafik Waktu Terhadap Iterasi Maksimal .....                                        | 63 |
| Gambar 5.2. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 10% .....          | 65 |
| Gambar 5.3. Grafik Hasil Analisis MSE Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 10%... ..               | 65 |
| Gambar 5.4. Grafik Hasil Analisis PSNR Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 10% ..                 | 66 |
| Gambar 5.5. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 20% .....          | 68 |
| Gambar 5.6. Grafik Hasil Analisis MSE Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 20%... ..               | 68 |
| Gambar 5.7. Grafik Hasil Analisis PSNR Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 20% ..                 | 69 |
| Gambar 5.8. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 30% .....          | 72 |
| Gambar 5.9. Grafik Hasil Analisis MSE Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 30%.... ..              | 72 |
| Gambar 5.10. Grafik Hasil Analisis PSNR Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 30% ..                | 73 |
| Gambar 5.11. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 10%..... | 76 |
| Gambar 5.12. Grafik Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 10%.....      | 76 |
| Gambar 5.13. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 10%.....     | 77 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 5.15. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 20%.....              | 80 |
| Gambar 5.16. Gambar Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 20%.....                   | 80 |
| Gambar 5.17. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 20%.....                  | 83 |
| Gambar 5.18. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 30%.....              | 83 |
| Gambar 5.19. Gambar Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 30%.....                   | 84 |
| Gambar 5.20. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan noise dengan amount 30%.....                  | 84 |
| Gambar 5.21. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1 piksel.....   | 87 |
| Gambar 5.22. Gambar Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1 piksel.....        | 87 |
| Gambar 5.23. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1 piksel.....       | 88 |
| Gambar 5.23. Gambar Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1,5 piksel..... | 90 |
| Gambar 5.24. Gambar Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1,5 piksel.....      | 91 |
| Gambar 5.25. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 1,5 piksel.....     | 91 |
| Gambar 5.26. Grafik Hasil Analisis Korelasi Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 2 piksel.....   | 94 |
| Gambar 5.27. Gambar Hasil Analisis MSE Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 2 piksel.....        | 94 |
| Gambar 5.28. Gambar Hasil Analisis PSNR Citra Hasil Penambahan <i>blur</i> dengan amount 2 piksel.....       | 95 |
| Gambar 5.29. Grafik Hasil Analisis Rata-rata Korelasi.....                                                   | 97 |
| Gambar 5.30. Grafik Hasil Analisis Rata-rata MSE.....                                                        | 97 |
| Gambar 5.31. Grafik Hasil Analisis Rata-rata PSNR.....                                                       | 98 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1. Tabel Rancangan Tabel Hasil Pengujian Tanpa Serangan .....                                       | 35 |
| Tabel 3.2. Tabel Rancangan Tabel Hasil Pengujian Dengan Serangan.....                                       | 36 |
| Tabel 5.1. Tabel Citra Pengujian .....                                                                      | 60 |
| Tabel 5.2. Tabel Hasil Pengujian Tanpa Serangan.....                                                        | 62 |
| Tabel 5.3. Tabel Serangan <i>Ceter Cropping</i> 10%.....                                                    | 64 |
| Tabel 5.4. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 10% ...                          | 64 |
| Tabel 5.5. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Serangan <i>Ceter Cropping</i> 10%....                           | 67 |
| Tabel 5.6. Tabel Serangan <i>Ceter Cropping</i> 20%.....                                                    | 67 |
| Tabel 5.7. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 20% ...                          | 67 |
| Tabel 5.8. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Serangan <i>Ceter Cropping</i> 20%....                           | 70 |
| Tabel 5.9. Tabel Serangan <i>Ceter Cropping</i> 30%.....                                                    | 70 |
| Tabel 5.10. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil <i>Ceter Cropping</i> 30% ..                          | 71 |
| Tabel 5.11. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Serangan <i>Ceter Cropping</i> 30%...                           | 74 |
| Tabel 5.12. Tabel Hasil Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 10%.....                               | 74 |
| Tabel 5.13. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 10%..... | 75 |
| Tabel 5.14. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 10% .....          | 78 |
| Tabel 5.15. Tabel Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 20%.....                                     | 78 |
| Tabel 5.16. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 20%..... | 78 |
| Tabel 5.17. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 20% .....          | 81 |
| Tabel 5.18. Tabel Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 30%.....                                     | 81 |
| Tabel 5.19. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 30%..... | 82 |
| Tabel 5.20. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Serangan Penambahan <i>noise</i> dengan <i>amount</i> 30%.....  | 85 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 5.21. Hasil Penambahan blur dengan radius 1 piksel.....                                       | 85 |
| Tabel 5.22. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan blur dengan radius 1 piksel.....   | 86 |
| Tabel 5.23. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Penambahan blur dengan radius 1 piksel.....             | 89 |
| Tabel 5.24. Tabel Penambahan blur dengan radius 1,5 piksel.....                                     | 89 |
| Tabel 5.25. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan blur dengan radius 1,5 piksel..... | 89 |
| Tabel 5.26. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Penambahan blur dengan radius 1,5 piksel.....           | 92 |
| Tabel 5.27. Tabel Penambahan blur dengan radius 2 piksel.....                                       | 92 |
| Tabel 5.28. Tabel Hasil Analisis dekripsi Citra Hasil Penambahan blur dengan radius 2 piksel.....   | 93 |
| Tabel 5.29. Tabel Citra Hasil dekripsi dari Penambahan blur dengan radius 2 piksel.....             | 96 |

