# BAB 4
# IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Setelah melakukan tahapan analisis dan perancangan, maka yang harus dilakukan selanjutnya adalah mengimplementasikan apa-apa yang telah di analisis dan dirancang sebelumnya. Tahapan-tahapan implementasi tersebut berupa implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, implementasi antar muka, implementasi program dan pengujian program.

## 4.1 Implementasi Perangkat Keras

Implemantasi perangkat keras merupakan realisasi dari analisis dan perancangan kebutuhan perangkat keras. Implementasi perangkat keras merupakan salah satu syarat dalam implementasi perangkat lunak yang akan dilakukan pada tahap berikutnya. Implementasi perangkat keras yang dilakukan meliputi perangkat keras yang diperuntukan bagi komputer yang akan digunakan untuk aplikasi ini. Berikut ini merupakan spesifikasi perangkat kerasuntuk komputer yang akan digunakan.

Tabel 4.1 Spesifikasi Komputer

| No | Perangkat Keras | Spesifikasi |
|---|---|---|
| 1 | Processor | Intel(R) Core(TM) i3-2330M |
| 2 | RAM | 2 GB DDR 3 |
| 3 | Hardisk | 500 GB HDD |
| 4 | Layar Monitor | Resolusi 1366 x 768 piksel |

## 4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi Perangkat Lunak merupakan proses instalasi perangkat lunak, sehingga dapat beroperasi dengan benar. Proses implementasi perangkat lunak meliputi :

Tabel 4.2 Spesifikasi Komputer

| No | Perangkat Lunak | Spesifikasi |
|---|---|---|
| 1 | Sistem Operasi | Windows 7 Ultimate 32 bit |
| 2 | Bahasa Pemograman | Java |
| 3 | Perangkat Pendukung | Java Development Kit |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Aplikasi Tools | Java NetBeans IDE 6.8 |
| 5 | Picture Viewer | Windows Photo Viewer |
| 6 | Document Viewer | Notepad |

## 4.3 Implementasi Antarmuka

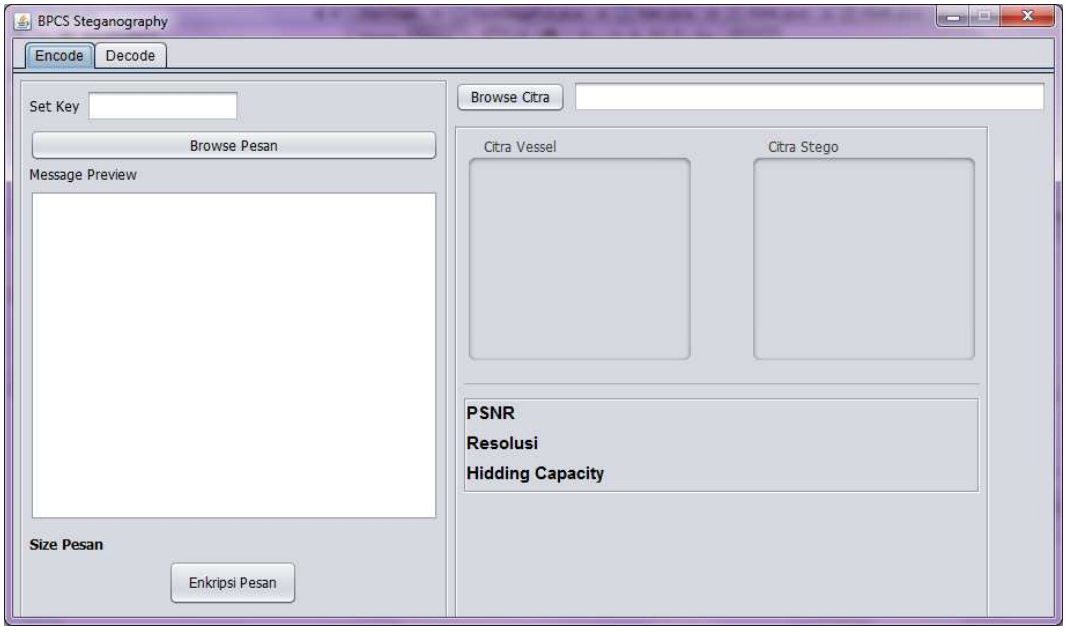
Dari hasil analisis perancangan antarmuka yang telah dilakukan sebelumnya, diimplementasikan dalam suatu antarmuka pada aplikasi steganografi.

Tabel 4.3 Form Perangkat Lunak

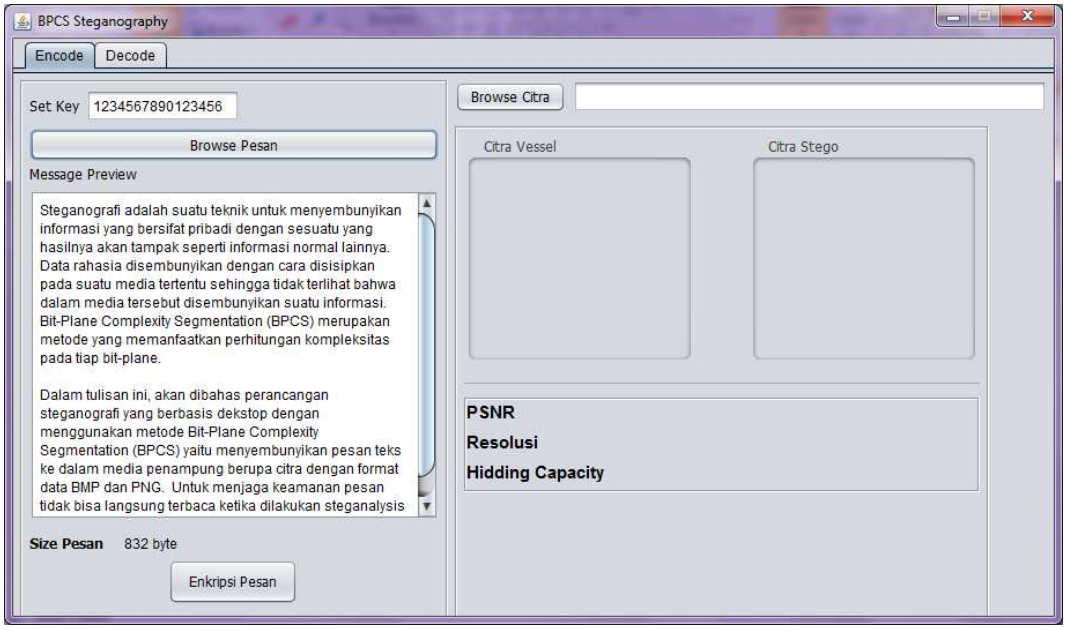
| No | Menu | Use Case | File |
|---|---|---|---|
| 1 | Encode | *Browse* Pesan, *Browse* Citra, Enkripsi Pesan, Penyisipan | EncodeStego.java, XTEA.java, PSNR.java, bitComplexity.java, segmentation.java, Process.java |
| 2 | Decode | *Browse* Citra Stego, Ekstrak, Dekripsi Pesan | DecodeStego.java, XTEA.java, bitComplexity.java, segmentation.java, Process.java |

### 1. Form Encode

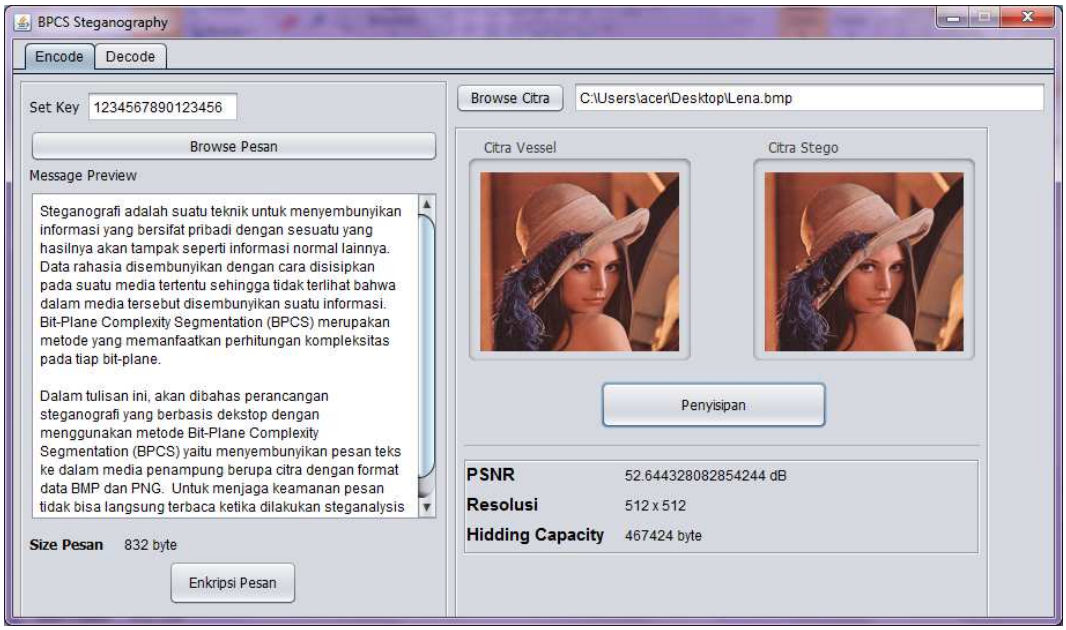
Di dalam form encode ini terdapat dua proses yaitu proses enkripsi pesan dan proses penyisipan pesan ke dalam citra.




Gambar 4.1 Antarmuka Form Encode




Gambar 4.2 Antarmuka Form Encode Proses Enkripsi



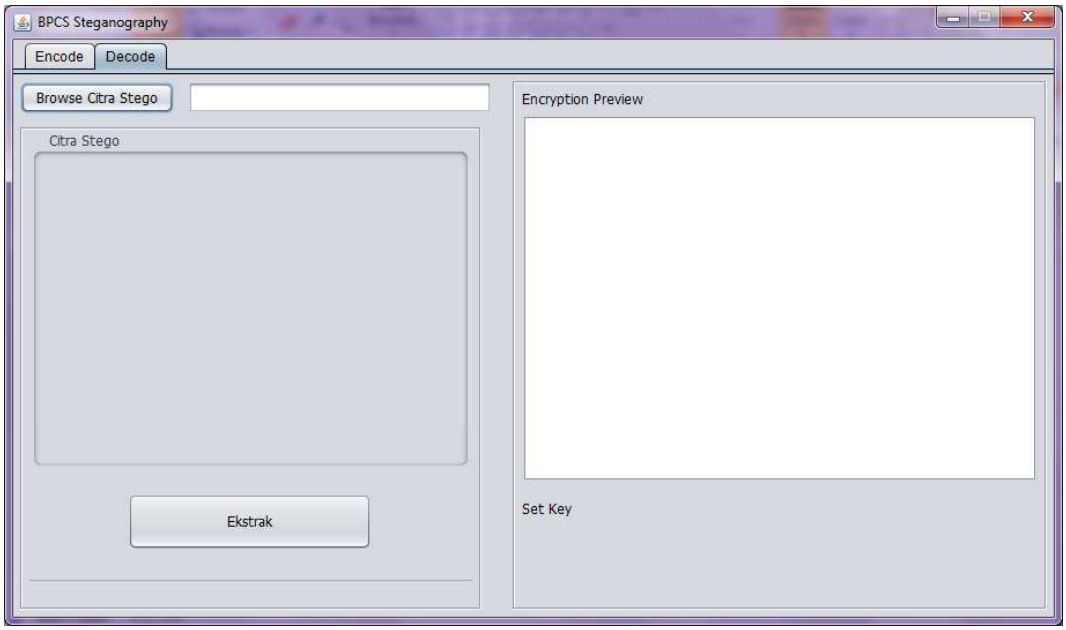

Gambar 4.3 Antarmuka Form Encode Proses Penyisipan

a. *Browse* Pesan : Memilih file pesan berupa file teks *.txt
b. Enkripsi Pesan : Men-enkripsi pesan yang sudah dipilih menjadi pesan yang tidak bisa dibaca.

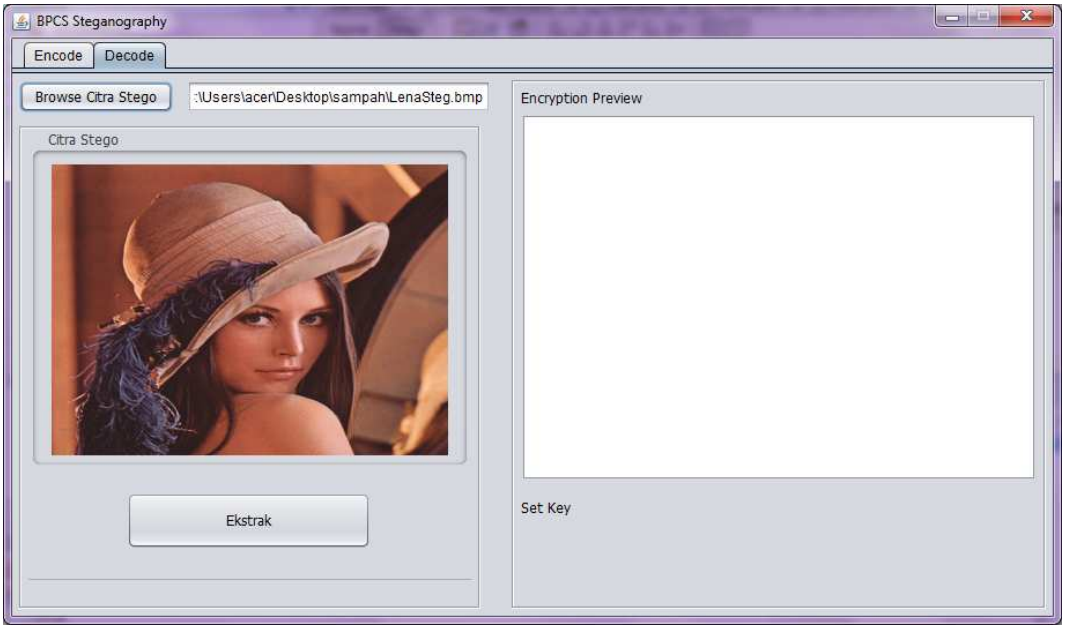
c. *Browse* Citra : Memilih file citra sebagai media penampung pesan berupa file gambar. Pesan gambar tersebut berupa *.bmp dan *.png,
d. Penyisipan : Melakukan penyisipan file pesan kedalam file citra yang digunakan sebagai media penampung.

**2. Form Decode**

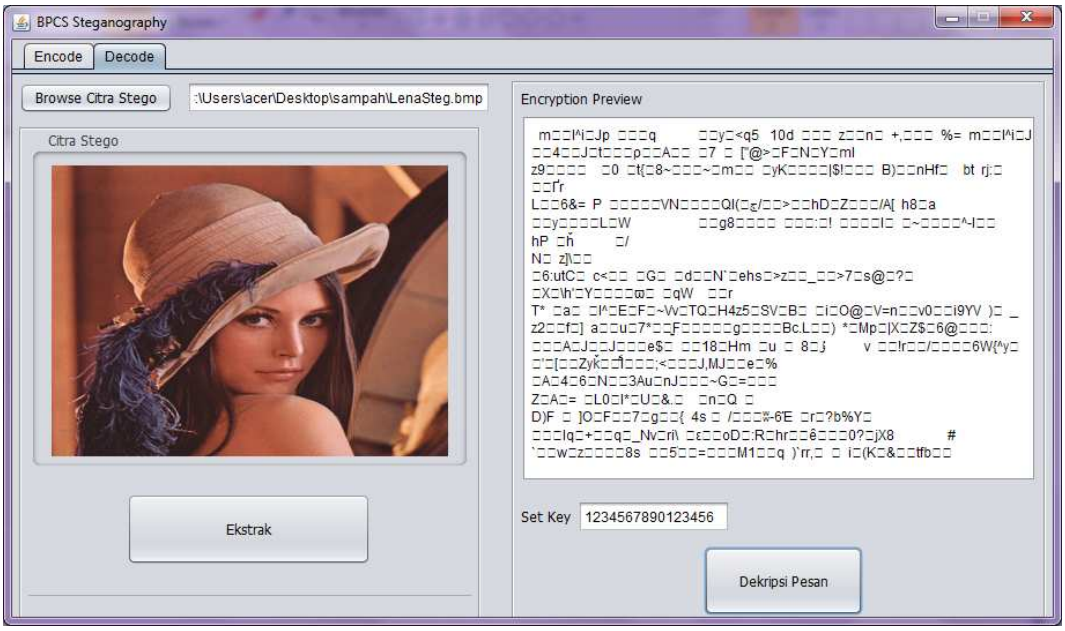
Di dalam form decode ini terdapat dua proses yaitu proses ekstraksi pesan dari dalam citra dan proses dekripsi pesan.




Gambar 4.4 Antarmuka Form Decode




Gambar 4.5 Antarmuka Form Decode Proses Ekstraksi




Gambar 4.6 Antarmuka Form Decode Proses Dekripsi

a. *Browse* Citra Stego : Memilih file citra stego yang merupakan file citra yang telah disisipi pesan.
b. Ekstraksi : Pengekstraksian file pesan dari file citra stego.
c. Dekripsi Pesan : Men-dekripsi pesan menjadi pesan yang bisa dibaca

## 4.4 Pengujian Program

Setelah melakukan tahapan implementasi, maka tahapan selanjutnya yaitu pengujian program yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan dan implementasi yang sudah dilakukan berjalan sesuai dengan prosedur yang diinginkan atau tidak.

### 4.4.1 Rencana Pengujian

Rencana pengujian yang akan dilakukan pada perangkat lunak steganografi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rencana Pengujian

| No | Proses | Jenis Pengujian |
|---|---|---|
| 1 | *Generate Key* | *White Box* |
| 2 | Enkripsi dan Dekripsi | *White Box* |
| 3 | Penyisipan Pesan | *Black Box* |
| 4 | Ekstraksi Pesan | *Black Box* |

### 4.4.2 Pengujian *White Box*

Pengujian *white box* bertujuan untuk mengetahui kinerja logika yang dibuat pada sebuah perangkat lunak apakah berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian *white box* akan digunakan pada algoritma enkripsi XTEA, untuk mengukur kinerja logika berdasarkan *flowgraph*. Algoritma yang akan diujikan pada pengujian *white box* ini yaitu *generate key* XTEA, enkripsi XTEA, dan dekripsi XTEA

Pengujian white box dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Langkah pertama ubah *pseudocode* menjadi *flowchart*.
2. Tahap pengujian, dimana tahap pengujian ini dilakukan dengan 5 cara yaitu, menghitung *region*, menghitung *Cyclomatic Complexity*, menghitung *independent path*, menggunakan *graph matriks*, menghitung *predicate node.*

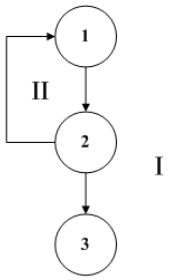
#### 4.4.2.1 Pengujian Pembangkit Kunci

Pengujian *generate key* XTEA dilakukan pada algoritma *generate key* pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Algoritma *Generate Key* XTEA

| Line | Source |
|---|---|
| 1 | for (int off = 0, i = 0; i < 4; i++) { |
| 2 | S[i] = ((key[off++] & 0xFF) << 24) \| ((key[off++] & 0xFF) << 16) \| ((key[off++] & 0xFF) << 8) \| ((key[off++] & 0xFF)); } |
| 3 | decrypt = decipher; |

1. *Flowgraph Generate Key* XTEA




Gambar 4.7 *Flowgraph Generate* Key XTEA

2. Tahap Pengujian
   a. Hitung Region = 2
   b. Hitung *cyclomatic complexity* yaitu sebagai berikut :

      $V_{(G)}$ = Edge – Node + 2

      = 3 – 3 + 2

      = 0 + 2

      = 2

   c. Berdasarkan pada hasil *cyclomatic complexity* maka didapat dua *independent path* yaitu :

      1 = 1,2,1,2,3

      2 = 1,2,3

   d. *Graph Matriks Generate Key* XTEA

      *Graph matriks Generate Key* XTEA terlihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 *Graph Matriks Generate Key* XTEA

| Node | 1 | 2 | 3 | sum |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1 | | 0 |
| 2 | 1 | | 1 | 1 |
| 3 | | | | 0 |
| **Total** | | | | 1 |

$V_{(G)}$ = Jumlah *Graph Matriks* + 1

= 1 + 1

= 2

e. *Predicate Node*

$V_{(G)}$ = Jumlah node yang memiliki lebih dari 1 jalur + 1

= 1 + 1

= 2

3. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pada setiap metode, dihasilkan nilai *Cyclomatic Complexity* yang sama yaitu 2. Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian *white box* pada proses *Generate Key* XTEA berjalan dengan baik, karena setiap pengujian menghasilkan nilai yang sama.

### 4.4.2.2 Pengujian Enkripsi dan Dekripsi XTEA

Pengujian Enkripsi dan Dekripsi XTEA dilakukan pada algoritma enkripsi dan dekripsi XTEA pada tabel 4.7

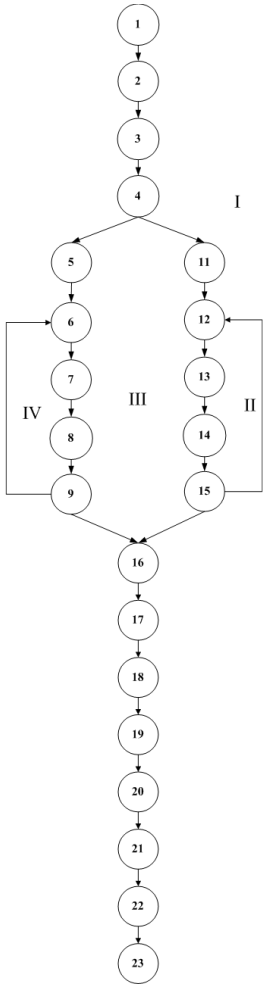
Tabel 4.7 Algoritma Enkripsi dan Dekripsi XTEA

| Line | Source |
|---|---|
| 1 | int v0 = ((in[inOffset] & 0xFF) << 24) \| ((in[inOffset + 1] & 0xFF) << 16) |
| | \| ((in[inOffset + 2] & 0xFF) << 8) \| ((in[inOffset + 3] & 0xFF)); |
| 2 | int v1 = ((in[inOffset + 4] & 0xFF) << 24) \| ((in[inOffset + 5] & 0xFF) << 16) |
| | \| ((in[inOffset + 6] & 0xFF) << 8)\| ((in[inOffset + 7] & 0xFF)); |
| 3 | int n = rounds, sum; |
| | // Encipher |
| 4 | if (!decrypt) { |
| 5 | sum = 0; |
| 6 | while (n-- > 0) { |
| 7 | v0 += ((v1 << 4 ^ v1 >>> 5) + v1) ^ (sum + S[sum & 3]); |
| 8 | sum += delta; |
| 9 | v1 += ((v0 << 4 ^ v0 >>> 5) + v0) ^ (sum + S[sum >> 11 & 3]); |
| | } |
| | // Decipher |
| 10 | }else { |

| | |
|---|---|
| 11 | sum = d_sum; |
| 12 | while (n-- > 0) { |
| 13 | v1 -= ((v0 << 4 ^ v0 >>> 5) + v0) ^ (sum + S[sum >> 11 & 3]); |
| 14 | sum -= delta; |
| 15 | v0 -= ((v1 << 4 ^ v1 >>> 5) + v1) ^ (sum + S[sum & 3]); |
| | } |
| | } |
| 16 | in[inOffset] = (byte) (v0 >>> 24); |
| 17 | in[inOffset + 1] = (byte) (v0 >>> 16); |
| 18 | in[inOffset + 2] = (byte) (v0 >>> 8); |
| 19 | in[inOffset + 3] = (byte) (v0); |
| 20 | in[inOffset + 4] = (byte) (v1 >>> 24); |
| 21 | in[inOffset + 5] = (byte) (v1 >>> 16); |
| 22 | in[inOffset + 6] = (byte) (v1 >>> 8); |
| 23 | in[inOffset + 7] = (byte) (v1); |

Pengujian Enkripsi dan Dekripsi XTEA dilakukan pada algoritma XTEA pada tabel 4.7

1. *Flowgraph* Enkripsi dan Dekripsi XTEA




Gambar 4.8 *Flowgraph* Enkripsi dan Dekripsi XTEA

2. Tahap Pengujian

   a. Region = 4

   b. $V_{(G)}$ = Edge – Node + 2

      = 24 – 22+ 2

      = 2 + 2

      = 4

   c. *Independent Path*

      1 = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,16,17,18,19,20,21,22,23,24

      2 = 1,2,3,4,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24

      3 = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,6,7,8,9,16,17,18,19,20,21,22,23,24

      4 = 1,2,3,4,11,12,13,14,15,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24

   d. *Graph Matriks*

      Tabel 4.8 *Graph Matriks* Enkripsi dan Dekripsi XTEA

| Node | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | sum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 3 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 4 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 5 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 6 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 7 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 8 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 9 | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 11 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 0 |
| 12 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 0 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 0 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 0 |
| 15 | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 0 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 0 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 0 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 0 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 0 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 0 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |

      $V_{(G)}$ = Jumlah *Graph Matriks* + 1

      = 3 + 1

      = 4

   e. *Predicate Node*

      $V_{(G)}$ = Jumlah node yang memiliki lebih dari 1 jalur + 1

      = 3 + 1

      = 4

3. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pada setiap metode, dihasilkan nilai *Cyclomatic Complexity* yang sama yaitu 4. Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian *white box* pada proses Enkripsi dan Dekripsi Pesan berjalan dengan baik, karena setiap pengujian menghasilkan nilai yang sama.

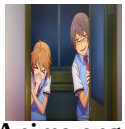
### 4.4.3 Pengujian Program

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan dan implementasi yang sudah dilakukan berjalan sesuai dengan prosedur yang diinginkan atau tidak.

Pengujian ini dilakukan terhadap dua format gambar yaitu bitmap dan png. Citra yang akan dipakai sebagai media penampung dapat dilihat pada tabel 4.9 Pesan yang akan disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.9 Citra Bitmap dan PNG sebagai media penampung

| No | Citra Bitmap | Resolusi | Ukuran Citra (byte) |
|---|---|---|---|
| 1 |  Peri.bmp | 512 x 512 | 786.488 |
| 2 |  Lena.bmp | 512 x 512 | 786.486 |
| 3 |  Prince.bmp | 512 x 512 | 786.488 |
| 4 |  Spider.bmp | 512 x 512 | 786.488 |
| 5 |  Aya.bmp | 512 x 512 | 786.488 |

| No | Citra PNG | Resolusi | Ukuran Citra (byte) |
|---|---|---|---|
| 1 |  Ganesa.png | 512 x 512 | 103.346 |
| 2 |  Green.png | 512 x 512 | 126.622 |
| 3 |  Kota.png | 512 x 512 | 316.253 |
| 4 |  Ternak.png | 512 x 512 | 497.068 |
| 5 |  Anime.png | 512 x 512 | 197.867 |

Tabel 4.10 Pesan yang akan disisipkan

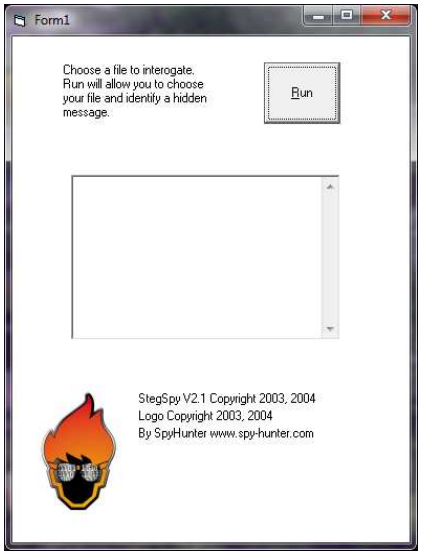
| No | Nama File Pesan Text | Ukuran File Pesan Teks (byte) |
|---|---|---|
| 1 | Abstrak.txt | 832 |
| 2 | Gif.txt | 1.600 |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 |
| 5 | Latar.txt | 8.192 |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 |
| 9 | Png.txt | 88.240 |
| 10 | Info.txt | 109.984 |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 |
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 |
| 13 | Java.txt | 295.210 |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 |

#### 4.4.3.1 Pengujian Keamanan Pesan

Pengujian keamanan pesan dilakukan untuk mengetahui aman atau tidaknya pesan yang tersisip pada citra, pengujian keamanan ini dilakukan menggunakan aplikasi *steganalysis* yaitu *StegSpy 2.1*. Pengujian ini dilakukan terhadap dua format gambar yaitu bitmap dan png.

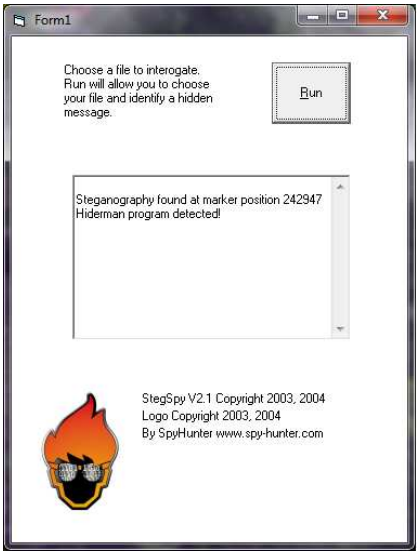
StegSpy dapat mengidentifikasi suatu *file stego* dimana *Steg-spy* ini dapat mendeteksi steganografi yang digunakan untuk menyembunyikan informasi/pesan. Versi yang paling terakhir juga mengidentifikasi lokasi isi pesan yang disembunyikan dimana dengan cara menemukan kunci yang digunakan pada saat proses penyisipan. *StegSpy* sekarang ini mengidentifikasi program-program steganografi yang ada seperti: *Hiderman, JPHideandSeek, Masker, JPegX*, dan program-program aplikasi data *hiding*/penyembunyian data lainnya.

Adapun program aplikasi Steg-spy yang dimaksud didapat dilihat pada gambar 4.9. Dimana tombol *Run* berfungsi untuk membuka file steganografi sekaligus melakukan deteksi dan cracking terhadap file steganografi.

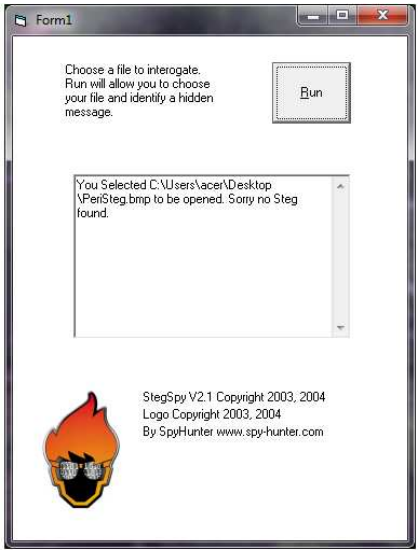



Gambar 4.9 Tampilan Main Window StegSpy 2.1

Contoh apabila *stegspy* ini dapat mengidentifikasi *file stego* yang ada pada berkas citra penampung seperti pada gambar 4.10




File Stego Terdeteksi




File Stego Tidak Terdeteksi

Gambar 4.10 Hasil Deteksi *File Stego*

Pengujian keamanan pesan pada citra bitmap dilakukan pada lima citra bitmap dengan ukuran 512 x 512 pixels yang telah disisipi pesan. Pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pengujian Keamanan Pesan Pada Citra Bitmap

| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Citra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peri Steg.bmp | Lena Steg.bmp | Prince Steg.bmp | Spider Steg.bmp | Aya Steg.bmp |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 9 | Png.txt | 88.240 | Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 10 | Info.txt | 109.984 | Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi |
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | - | Tidak Terdeteksi |
| 13 | Java.txt | 295.210 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | - | Terdeteksi |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 | Terdeteksi | Terdeteksi | - | - | Terdeteksi |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | - | - | Terdeteksi |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | - | - | - | - | Terdeteksi |

Pengujian keamanan pesan pada citra png dilakukan pada lima citra png dengan ukuran 512 x 512 pixels yang telah disisipi pesan. Pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pengujian Keamanan Pesan Pada Citra PNG

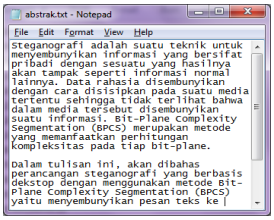
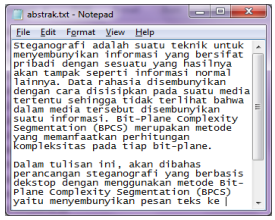
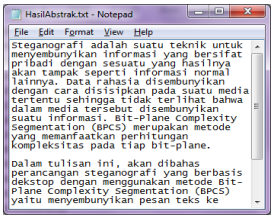
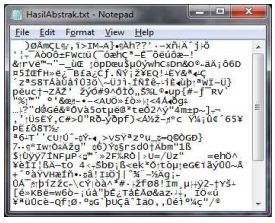
| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Citra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ganesa Steg.png | Green Steg.png | Kota Steg.png | Ternak Steg.png | Anime Steg.png |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 9 | Png.txt | 88.240 | - | - | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 10 | Info.txt | 109.984 | - | - | Terdeteksi | Tidak Terdeteksi | Tidak Terdeteksi |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | - | - | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | - |
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | - | - | Tidak Terdeteksi | Terdeteksi | - |
| 13 | Java.txt | 295.210 | - | - | - | Tidak Terdeteksi | - |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 | - | - | - | Terdeteksi | - |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | - | - | - | Terdeteksi | - |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | - | - | - | - | - |

Dari hasil pengamatan melalui pengujian terhadap citra penampung yang telah disisipi pesan dengan berbagai macam ukuran, *StegSpy* mampu

mendeteksi sebagian citra stego yang telah disisipi pesan. Sehingga bisa disimpulkan citra stego tidak tahan terhadap steganalysis *StegSpy*.

Pengujian keamanan pesan pada citra Lena.bmp yang disisipkan pesan yaitu Abstrak.txt, dengan menggunakan algoritma kriptografi simetris yaitu algoritma kriptografi yang menggunakan kunci enkripsi yang sama dengan kunci dekripsi.

Tabel 4.13 Pengujian Keamanan Pesan Menggunakan Kunci Simetris

| | **Data Normal (Kunci Enkripsi sama dengan Kunci Dekripsi)** | **Data Salah (Kunci Enkripsi berbeda dengan Kunci Dekripsi)** |
|---|---|---|
| **Citra (Lena.bmp)** |  |  |
| **Pesan (Abstrak.txt)** |   |   |
| **Kunci Enkripsi** | 1234567890123456 | 1234567890123456 |
| **Kunci Dekripsi** | 1234567890123456 | 1234567890654321 |
| **Hasil** |   |   |

Pada tabel 4.13 pengujian keamanan pesan tetap terjaga karena kunci enkripsi harus sama dengan kunci dekripsi sehingga jika dimasukkan kunci dekripsi yang berbeda dengan kunci enkripsi, hasil pesan yang didekripsi berbeda dengan pesan aslinya.

Sehingga dapat disimpulkan walaupun pesan bisa terdeteksi oleh aplikasi *StegSpy*, pesan tidak akan bisa langsung di baca oleh pihak ketiga. Karena sebelum pesan disisipkan, pesan dienkripsi terlebih dahulu.

Penggunaan kriptografi XTEA dengan kunci simetris yaitu kunci enkripsi sama dengan kunci dekripsi dapat menambah keamanan pesan sehingga pesan tetap terjaga keamanannya.

#### 4.4.3.2 Pengujian Kapasitas Penyisipan Pesan Pada Citra

Pengujian kapasitas dilakukan untuk mengetahui ukuran pesan yang dapat disisipkan kedalam citra. Pengujian ini dilakukan terhadap dua format gambar yaitu bitmap dan png.

Pengujian kapasitas penyisipan pesan pada citra bitmap dilakukan pada lima citra bitmap dengan ukuran 512 x 512 pixels. Citra penampung yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.14 Pengujian Kapasitas Penyisipan Pesan Pada Citra Bitmap

| No | Citra | Ukuran Citra (byte) | Kapasitas Citra (byte) | Persentase |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Peri.bmp | 786.488 | 479.472 | 60,96% |
| 2 | Lena.bmp | 786.488 | 467.424 | 59,43% |
| 3 | Prince.bmp | 786.488 | 313.680 | 39,88% |
| 4 | Spider.bmp | 786.488 | 211.560 | 26,89% |
| 5 | Aya.bmp | 786.488 | 560.424 | 71,25% |
| | | | **Rata - Rata** | **51,62%** |

Pengujian penyisipan pesan dilakukan untuk mengetahui penyisipan pesan kedalam citra apakah berhasil atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan Citra penampung yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.15 Pengujian Penyisipan Pesan ke dalam Citra Bitmap

| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Citra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peri.bmp | Lena.bmp | Prince.bmp | Spider.bmp | Aya.bmp |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 9 | Png.txt | 88.240 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 10 | Info.txt | 109.984 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 13 | Java.txt | 295.210 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 | Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil |

Pengujian kapasitas pada citra png dilakukan pada lima citra png dengan ukuran 512 x 512 pixels. Citra penampung yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.16 Pengujian Kapasitas Penyisipan Pesan Pada Citra PNG

| No | Citra | Ukuran Citra (byte) | Kapasitas Citra (byte) | Persentase |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ganesa.png | 103.346 | 61.104 | 59,12% |
| 2 | Green.png | 126.622 | 64.152 | 50,66% |
| 3 | Kota.png | 316.253 | 279.792 | 88,47% |
| 4 | Ternak.png | 497.068 | 409.080 | 82,29% |
| 5 | Anime.png | 197.867 | 152.640 | 77,14% |
| | | | **Rata - Rata** | **71,53%** |

Pengujian penyisipan pesan dilakukan untuk mengetahui penyisipan pesan kedalam citra apakah berhasil atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan Citra penampung yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.17 Pengujian Penyisipan Pesan ke dalam Citra PNG

| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Citra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ganesa.png | Green.png | Kota.png | Ternak.png | Anime.png |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 9 | Png.txt | 88.240 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 10 | Info.txt | 109.984 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Berhasil | Berhasil |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil |
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil |
| 13 | Java.txt | 295.210 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Berhasil | Tidak Berhasil |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil | Tidak Berhasil |

Dari hasil pengamatan melalui pengujian kapasitas penyisipan pesan pada citra didapat persentase kapasitas pesan yang dapat disisipkan pada citra dengan format bitmap yaitu 51,52%, sedangkan pada citra dengan format png yaitu 71,53%. Hal ini karena sebagian besar segmen pada citra penampung adalah *noise-like region*, artinya kompleksitas pada setiap segmen citra memiliki nilai lebih besar dari nilai batas/*threshold* 0.3.

#### 4.4.3.3 Pengujian Kualitas Citra

Pengujian kualitas citra dilakukan untuk mengetahui kualitas citra yang telah disisipi pesan. Kualitas pada citra dapat diketahui menggunakan *Peak Signal to Noise Ration* ( PSNR) yang merupakan standar pengukuran error pada pengolahan citra. Kualitas citra yang telah dimanipulasi pada umumnya mempunyai nilai PSNR yang berada pada rentang antara 20 – 40db [12]. Jika PSNR yang tinggi maka kualitas citra akan lebih baik. Pengujian dilakukan terhadap dua format citra yaitu bitmap dan png.

**1. Pengujian Kualitas Citra Bitmap**

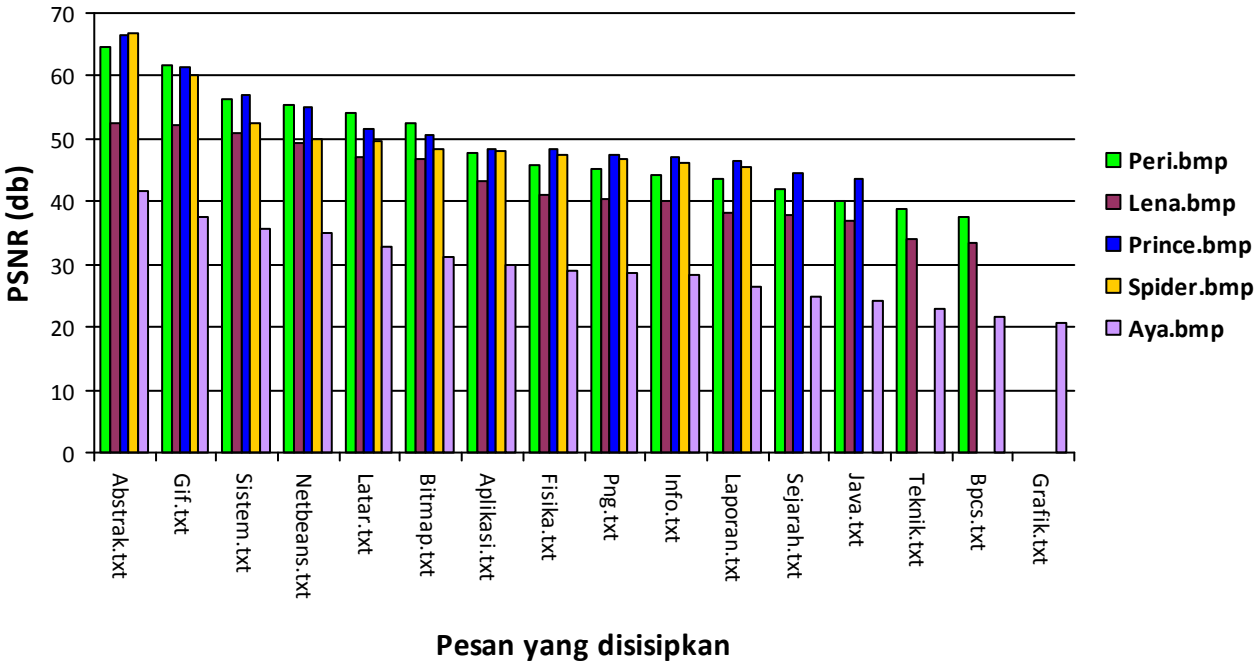
Pengujian kualitas pada citra bitmap dilakukan pada lima citra bitmap dengan ukuran 512 x 512 pixels. Pengujian ini dilakukan menggunakan citra penampung yang dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.18 Pengujian Kualitas Citra Bitmap

| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Nilai PSNR Citra (db) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Peri.bmp | Lena.bmp | Prince.bmp | Spider.bmp | Aya.bmp |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | 64,62 | 52,64 | 66,51 | 66,96 | 41,56 |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | 61,76 | 52,34 | 61,35 | 59,99 | 37,67 |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | 56,26 | 50,81 | 56,98 | 52,54 | 35,54 |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | 55,25 | 49,45 | 55,01 | 50,10 | 35,08 |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | 54,04 | 47,17 | 51,66 | 49,61 | 32,64 |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | 52,45 | 46,77 | 50,69 | 48,27 | 31,21 |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | 47,77 | 43,12 | 48,42 | 47,92 | 29,84 |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | 45,90 | 41,04 | 48,24 | 47,31 | 29,04 |
| 9 | Png.txt | 88.240 | 45,16 | 40,38 | 47,29 | 46,82 | 28,52 |
| 10 | Info.txt | 109.984 | 44,37 | 39,99 | 47,20 | 46,25 | 28,24 |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | 43,64 | 38,33 | 46,57 | 45,64 | 26,27 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | 41,88 | 37,83 | 44,53 | - | 24,90 |
| 13 | Java.txt | 295.208 | 40,19 | 36,94 | 43,60 | - | 24,07 |
| 14 | Teknik.txt | 365.400 | 38,75 | 34,09 | - | - | 22,97 |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | 37,63 | 33,27 | - | - | 21,68 |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | - | - | - | - | 20,83 |
| **Rata-Rata PSNR** | | | **48,64** | **42,94** | **51,38** | **51,03** | **29,37** |
| | | | **44,67** | | | | |

Dari pengujian tabel 4.18 dapat dilihat pada grafik seperti pada gambar 4.11.




Gambar 4.11 Grafik Pengujian Kualitas Citra Bitmap

Pengujian kualitas citra bitmap seperti pada tabel 4.18 menunjukan kualitas citra yang telah disisipi pesan mempunyai nilai PSNR rata-rata 44,67 db.

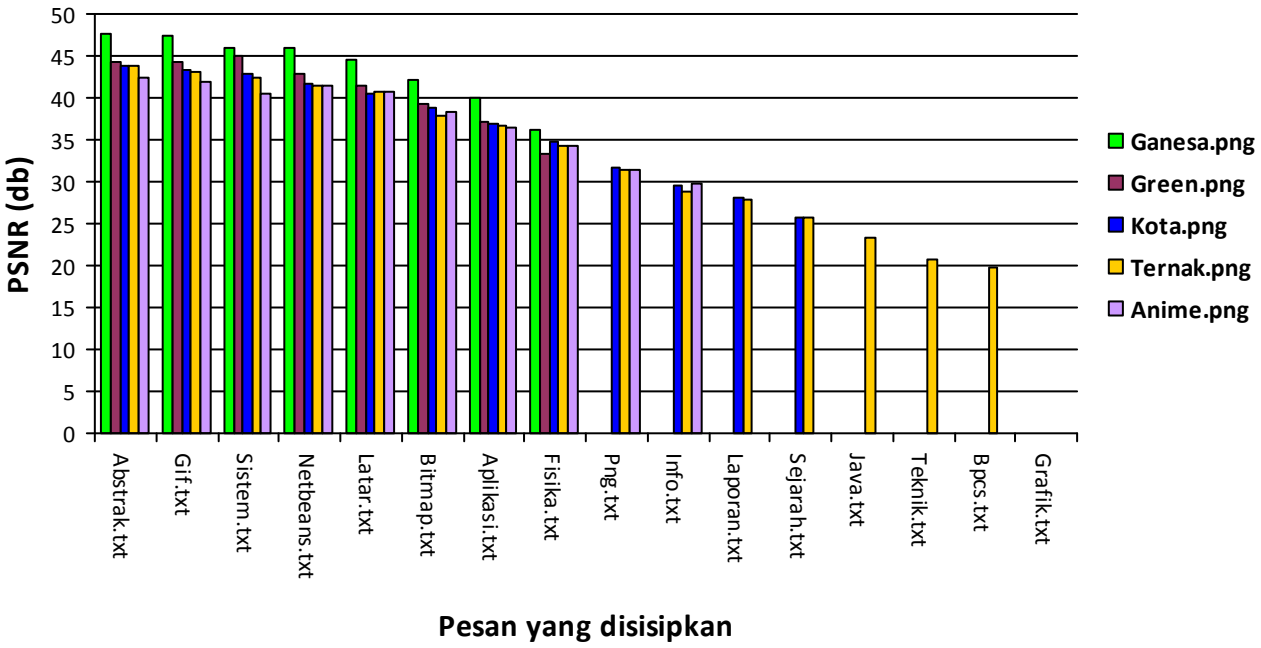
## 2. Pengujian Kualitas Citra PNG

Pengujian kualitas pada citra png ini dilakukan terhadap citra dengan resolusi 512 x 512 pixels. Pengujian ini dilakukan menggunakan citra penampung yang dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan pesan yang disisipkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.19 Pengujian Kualitas Citra PNG

| No | File pesan text | Ukuran file pesan text (byte) | Nilai PSNR Citra (db) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ganesa.png | Green.png | Kota.png | Ternak.png | Anime.png |
| 1 | Abstrak.txt | 832 | 47,52 | 44,33 | 43,79 | 43,80 | 42,42 |
| 2 | Gif.txt | 1.600 | 47,40 | 44,23 | 43,25 | 43,21 | 41,96 |
| 3 | Sistem.txt | 3.904 | 46,03 | 43,93 | 42,79 | 42,43 | 40,45 |
| 4 | Netbeans.txt | 5.056 | 45,89 | 42,85 | 41,64 | 41,37 | 41,41 |
| 5 | Latar.txt | 8.192 | 44,56 | 41,51 | 40,38 | 40,68 | 40,74 |
| 6 | Bitmap.txt | 12.456 | 42,26 | 39,20 | 38,77 | 37,96 | 38,40 |
| 7 | Aplikasi.txt | 28.224 | 40,04 | 37,19 | 36,98 | 46,57 | 36,33 |
| 8 | Fisika.txt | 51.288 | 36,20 | 33,28 | 34,85 | 34,25 | 34,35 |
| 9 | Png.txt | 88.240 | - | - | 31,78 | 31,54 | 31,48 |
| 10 | Info.txt | 109.984 | - | - | 29,45 | 28,80 | 29,79 |
| 11 | Laporan.txt | 170.712 | - | - | 28,16 | 27,95 | - |
| 12 | Sejarah.txt | 238.397 | - | - | 25,72 | 25,83 | - |
| 13 | Java.txt | 295.210 | - | - | - | 23,39 | - |
| 14 | Teknik.txt | 365.398 | - | - | - | 20,78 | - |
| 15 | Bpcs.txt | 405.224 | - | - | - | 19,84 | - |
| 16 | Grafik.txt | 488.032 | - | - | - | - | - |
| **Rata-Rata PSNR** | | | **43,73** | **40,81** | **36,46** | **33,89** | **37,73** |
| | | | **38,52** | | | | |

Dari pengujian tabel 4.19 dapat dilihat pada grafik seperti pada gambar 4.12.




Gambar 4.12 Grafik Pengujian Kualitas Citra PNG

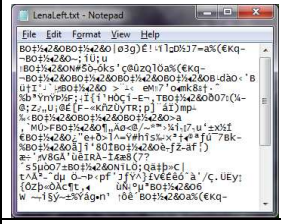
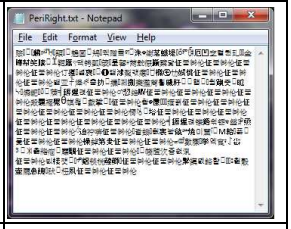
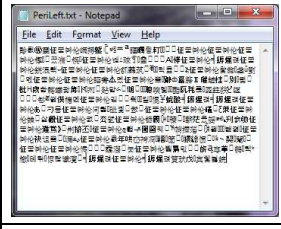
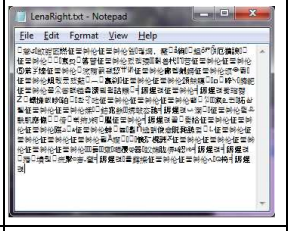
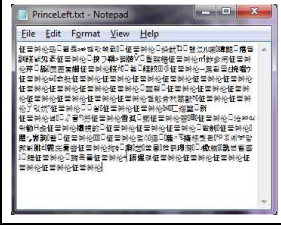
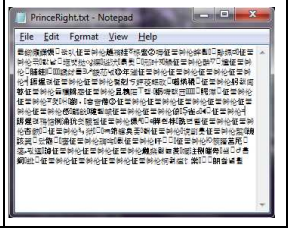
Pengujian kualitas citra bitmap seperti pada tabel 4.19 menunjukan kualitas citra yang telah disisipi pesan mempunyai nilai PSNR rata-rata 38,52 db.

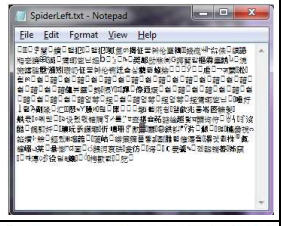
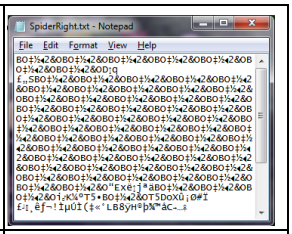
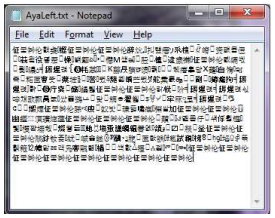
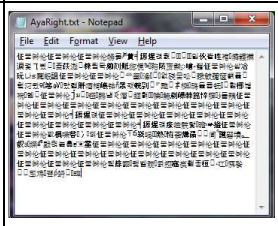
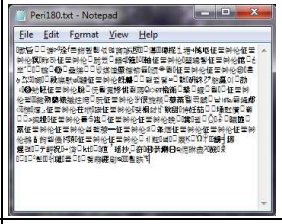
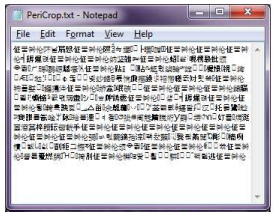
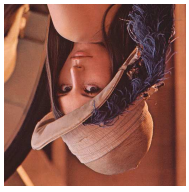
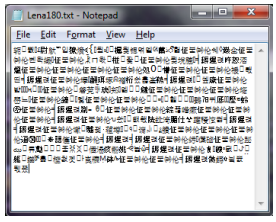
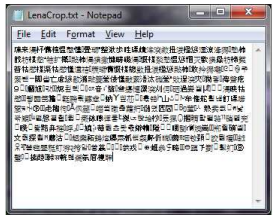
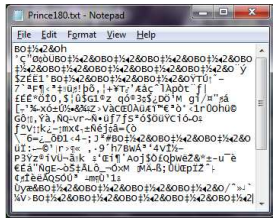
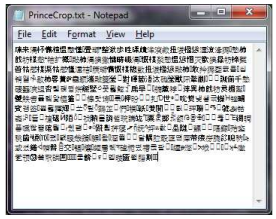
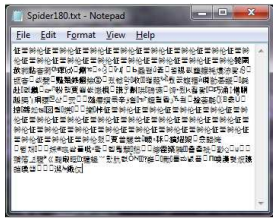
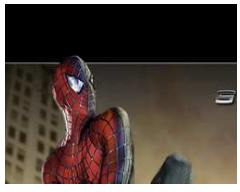
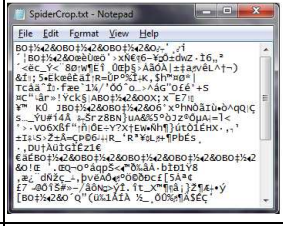
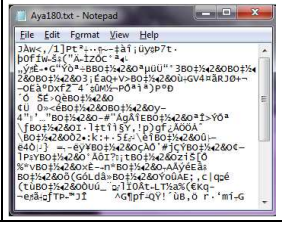
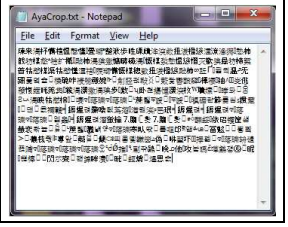
Dari tabel 4.18 nilai rata-rata PSNR pada citra berformat bitmap adalah 44,67 db, dan pada tabel 4.19 nilai rata-rata PSNR pada citra berformat png adalah 38,52 db. Dari nilai rata-rata kedua format citra tersebut, maka kualitas citra yang dihasilkan setelah disisipi pesan masih tergolong baik.

#### 4.4.3.4 Pengujian Steganografi Terhadap Ketahanan

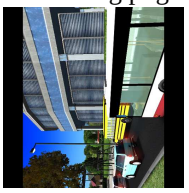
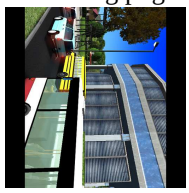
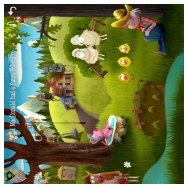
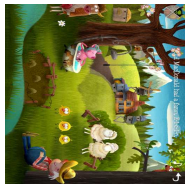
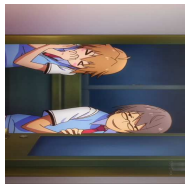
Pengujian ketahanan untuk mengetahui bagaimana perubahan pesan yang sudah disisipkan kedalam citra jika dilakukan manipulasi terhadap citra. Manipulasi yang dilakukan terhadap citra yaitu melakukan *rotate left, rotate right, rotate 180°* dan *Croping*. Pengujian ketahanan dilakukan terhadap lima citra bitmap dan lima citra png yang telah disisipi pesan Abstrak.txt.

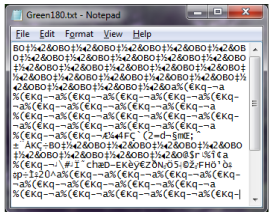
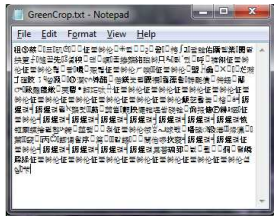
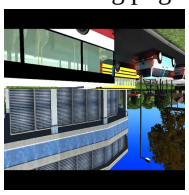
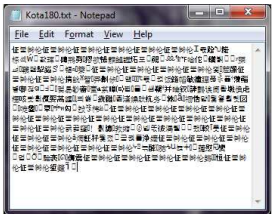
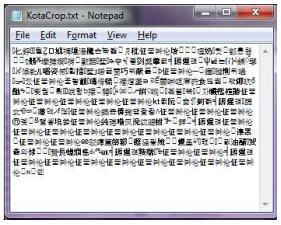
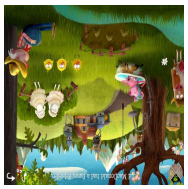
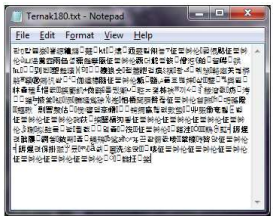
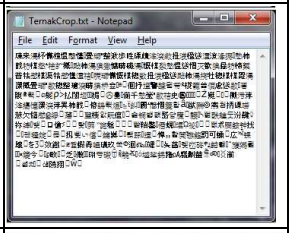
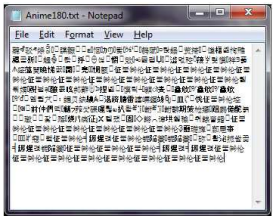
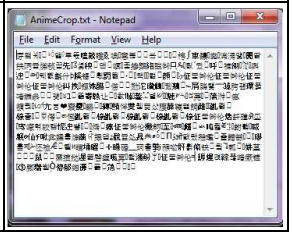
Tabel 4.20 Pengujian Ketahanan Terhadap Manipulasi Citra Bitmap

| Rotate Left | Hasil Ekstraksi | Rotate Right | Hasil Ekstraksi |
|---|---|---|---|
| PeriSteg.bmp |  | PeriSteg.bmp |  |
| LenaSteg.bmp |  | LenaSteg.bmp |  |
| PrinceSteg.bmp |  | PrinceSteg.bmp |  |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SpiderSteg.bmp  |  | SpiderSteg.bmp  |  |
| AyaSteg.bmp  |  | AyaSteg.bmp  |  |
| | | | |
| **Rotate 180°** | **Hasil Ekstraksi** | **Croping** | **Hasil Ekstraksi** |
| PeriSteg.bmp  |  | PeriSteg.bmp  |  |
| LenaSteg.bmp  |  | LenaSteg.bmp  |  |
| PrinceSteg.bmp  |  | PrinceSteg.bmp  |  |
| SpiderSteg.bmp  |  | SpiderSteg.bmp  |  |
| AyaSteg.bmp  |  | AyaSteg.bmp  |  |

Tabel 4.21 Pengujian Ketahanan Terhadap Manipulasi Citra PNG

| Rotate Left | Hasil Ekstraksi | Rotate Right | Hasil Ekstraksi |
|---|---|---|---|
| GanesaSteg.png |  | GanesaSteg.png |  |
| GreenSteg.png |  | GreenSteg.png |  |
| KotaSteg.png |  | KotaSteg.png |  |
| TernakSteg.png |  | TernakSteg.png |  |
| AnimeSteg.png |  | AnimeSteg.png |  |
| | | | |
| **Rotate 180°** | **Hasil Ekstraksi** | **Croping** | **Hasil Ekstraksi** |
| GanesaSteg.png |  | GanesaSteg.png |  |

| | | | |
|---|---|---|---|
| GreenSteg.png  |  | GreenSteg.png  |  |
| KotaSteg.png  |  | KotaSteg.png  |  |
| TernakSteg.png  |  | TernakSteg.png  |  |
| AnimeSteg.png  |  | AnimeSteg.png  |  |

Pengujian ketahanan terhadap manipulasi yang dilakukan dengan hasil seperti pada tabel 4.20 dan tabel 4.21 menunjukan bahwa citra bitmap dan png tidak tahan terhadap manipulasi citra sehingga pesan asli yang ada didalam citra stego tidak bisa di ekstrak kembali menjadi pesan aslinya. Hal tersebut terjadi karena ketika pada proses ekstraksi, pesan tidak bisa mengambil posisi *bit-plane* yang dijadikan sebagai *bit-plane* penyisipan pesan karena citra stego telah dimanipulasi.