

**IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI PADA CITRA *DIGITAL*  
DENGAN METODE *LEAST SIGNIFICANT BIT***

**SKRIPSI**

Disusun untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar  
Sarjana Komputer



**Oleh:  
AMELIA APRILIANI  
3145143626**

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Dengan ini saya mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Jakarta

Nama : Amelia Apriliani

No. Registrasi : 3145143626

Jurusan : Ilmu Komputer

Judul : Implementasi Steganografi pada Citra *Digital*  
dengan Metode *Least Significant Bit*.

Menyatakan bahwa skripsi ini telah siap diajukan untuk seminar skripsi.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Drs. Mulyono, M.Kom.**

NIP. 119660517 199403 1 003

**Ratna Widyati, S.Si, M.Kom.**

NIP. 19750925 200212 2 002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer

**Drs. Mulyono, M.Kom.**

NIP. 119660517 199403 1 003

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Untuk Ayah, Mama,  
dan Adikku tercinta.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Kuasa karena hanya dengan ridho-Nya, Skripsi ini dapat terselesaikan tanpa halangan berarti. Keberhasilan dalam menyusun Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan yang bermanfaat dalam proses penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Mulyono, M.Kom, selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta, dan juga selaku pembimbing pertama yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Tugas Akhir ini,
2. Ibu Ratna Widyati, S.Si, M.Kom, selaku dosen pembimbing kedua yang juga telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Tugas Akhir ini,
3. Seluruh Dosen Prodi Ilmu Komputer FMIPA UNJ yang tidak bisa disebutkan satu per satu, atas ilmu dan bimbingannya selama penulis berkuliah di Ilmu Komputer FMIPA UNJ,
4. Ayah, Mama dan Icha yang selama ini telah sabar membimbing, mengarahkan, mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya, dan juga memberikan dukungan secara moral dan financial untuk penulis,
5. Anita, Astia, Dika dan Olga yang selama ini telah menjadi sahabat penulis selama menjalankan kuliah di Ilmu Komputer UNJ, yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan kuliah,

6. Kak Reyhan, Ferdiansyah dan Ardiansyah selaku pemberi ide untuk penulis dan juga yang membantu penulis dalam pengembangan program,
7. Teman-teman Ilmu Komputer 2014 atas dorongan, semangat serta hiburan yang senantiasa diberikan kepada penulis dalam keadaan suka maupun duka,
8. Ana, Yuyun, Hasna, Silvana, Fauziah, Dinda, Riska, Feno, Aditha, Nanda, Annisa, Mizalfia, Alfi, Yuni, Febri, Nadia, Rika, Sandra, Rohman, Edi, Banji dan teman-teman yang lain yang selalu memberikan dukungan semangat, dan menghibur penulis,
9. FNA ... ,
10. Dan seluruh kerabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis atas dukungan serta doa yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini jauh dari sempurna. Akhir kata, teriring permintaan maaf apabila terdapat kesalahan maupun kekeliruan dalam penulisan Skripsi ini. Besar harapan penulis agar Skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya. Terima kasih.

Jakarta, ... 2018

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>x</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>xi</b>
<b>I LATAR BELAKANG</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Batasan Masalah . . . . .	2
1.3 Rumusan Masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan Penelitian . . . . .	3
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	3
1.6 Jenis Penelitian . . . . .	4
<b>II KAJIAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Steganografi . . . . .	5
2.1.1 Pengertian Steganografi . . . . .	5
2.1.2 Sejarah Steganografi . . . . .	7
2.1.3 Metode Steganografi . . . . .	11
2.2 Perbedaan Steganografi dan Kriptografi . . . . .	14

2.3	LSB ( <i>Least Significant Bit</i> ) . . . . .	15
2.4	ASCII . . . . .	17
2.5	Citra <i>Digital</i> . . . . .	18
2.5.1	Pengertian Citra <i>Digital</i> . . . . .	18
2.5.2	Pengolahan Citra ( <i>Image Processing</i> ) . . . . .	18
2.5.3	Format <i>File</i> pada Citra <i>Digital</i> . . . . .	19
<b>III HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>22</b>
3.1	Pengumpulan Data . . . . .	22
3.2	Perancangan Sistem . . . . .	23
3.2.1	Proses Penyisipan ( <i>Encoding</i> ) pesan ke Citra <i>Digital</i> . . . . .	23
3.2.2	Proses Ekstraksi ( <i>Decoding</i> ) pesan dari Citra <i>Digital</i> . . . . .	25
3.2.3	Desain Antar Muka Program . . . . .	26
3.3	Program Steganografi dengan Metode LSB . . . . .	30
3.3.1	<i>Encoding</i> . . . . .	32
3.3.2	<i>Decoding</i> . . . . .	32
3.4	Hasil Steganografi . . . . .	33
3.4.1	Pengujian Berdasarkan <i>Imperceptible</i> . . . . .	33
3.4.2	Pengujian Berdasarkan <i>Fidelity</i> . . . . .	34
3.4.3	Pengujian Berdasarkan <i>Recovery</i> . . . . .	35
3.4.4	Kesimpulan Pengujian . . . . .	36
<b>IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>37</b>
4.1	Kesimpulan . . . . .	37
4.2	Saran . . . . .	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram penyisipan dan ekstraksi pada pesan . . . . .	5
Gambar 2.2	Steganografi dengan media kepala budak . . . . .	8
Gambar 2.3	Tablet <i>wax</i> . . . . .	8
Gambar 2.4	Steganografi zaman perang dunia . . . . .	10
Gambar 2.5	<i>Flowchart Encoding</i> LSB dan <i>Spread Spectrum</i> . . . . .	13
Gambar 2.6	Perbedaan Kriptografi dan Steganografi . . . . .	14
Gambar 3.1	Alur Penelitian . . . . .	22
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Penyisipan Pesan Rahasia . . . . .	23
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Ekstraksi Pesan Rahasia . . . . .	25
Gambar 3.4	Desain <i>Form</i> Steganografi . . . . .	26
Gambar 3.5	Desain <i>Form</i> - <i>Cover Image</i> . . . . .	27
Gambar 3.6	Desain <i>Form</i> - Proses <i>Encoding</i> . . . . .	28
Gambar 3.7	Desain <i>Form</i> - Proses <i>Decoding</i> . . . . .	29
Gambar 3.8	Desain <i>Form</i> - Pesan Hasil <i>Decoding</i> . . . . .	30
Gambar 3.9	<i>Source Code</i> - <i>Browse Image</i> . . . . .	31
Gambar 3.10	<i>Source Code</i> - Menghitung Karakter Maksimal . . . . .	31
Gambar 3.11	<i>Source Code</i> - Menghitung Panjang <i>Hiddentext</i> yang Dima- sukkan . . . . .	31
Gambar 3.12	<i>Source Code</i> - Cuplikan <i>Encoding</i> . . . . .	32
Gambar 3.13	<i>Source Code</i> - Cuplikan <i>Decoding</i> . . . . .	32
Gambar 3.14	<i>Cover Image</i> . . . . .	33
Gambar 3.15	<i>Stego Image</i> . . . . .	34



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel ASCII [21] . . . . .	17
Tabel 2.2	Perbedaan <i>file</i> citra <i>digital</i> [7] . . . . .	21
Tabel 3.1	Hasil Proses <i>Encoding</i> . . . . .	35
Tabel 3.2	Hasil Proses <i>Decoding</i> . . . . .	36

## ABSTRAK

Saat ini teknologi informasi sudah sangat berkembang di seluruh dunia. Sayangnya dengan berkembangnya teknologi informasi semakin berkembang pula penyalahgunaan informasi. Dengan berbagai cara banyak yang mencoba untuk mengakses informasi yang bukan haknya. Steganografi dapat digunakan sebagai salah satu teknik dalam pengamanan informasi. Steganografi dapat menyembunyikan *file* pesan agar orang awam tidak menyadari keberadaan dari *file* pesan yang disembunyikan. Salah satu metode pada steganografi adalah *Least Significant Bit* (LSB). LSB melakukan penyisipan bit pesan ke dalam bit-bit *file* media yang digunakan. Pada tugas akhir ini, media yang digunakan adalah citra *digital*.

**Kata kunci :** Steganografi, pesan, LSB, citra *digital*.

## ***ABSTRACT***

*Currently information technology has been highly developed around the world. Unfortunately with the development of information technology is growing also misuse of information. In many ways people are trying to access information that is not their right. Steganography can be used as one of the techniques in information security. Steganography can combine message files so others do not know of hidden message files. One method of steganography is Least Significant Bit (LSB). LSB inserts message bits into original media files of bits. In this final project, the media is digital image.*

***Keywords :*** *Steganography, message, LSB, digital image.*

# **BAB I**

## **LATAR BELAKANG**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Saat ini *internet* sudah berkembang menjadi salah satu media yang sangat populer di berbagai dunia [4]. Perkembangan *internet* memberikan pengaruh besar terhadap kemudahan dalam berkomunikasi dan menyampaikan informasi. Komunikasi merupakan salah satu hal yang penting bagi manusia. Manusia yang merupakan makhluk sosial cenderung melakukan komunikasi setiap hari, baik secara langsung maupun melalui media elektronik. Manusia melakukan komunikasi untuk bertukar informasi.

Kemudahan dalam berkomunikasi memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positifnya yaitu cepatnya informasi dapat tersebar, baik antar daerah maupun antar negara, sedangkan dampak negatifnya adalah semakin berkembangnya kejahatan dalam penggunaan informasi. Dengan berbagai teknik, banyak orang yang mencoba untuk mengakses informasi yang bukan haknya. Oleh karena itu harus berkembang juga pengamanan sistem informasi.

Teknik pengamanan informasi yang ada saat ini seperti kriptografi dan steganografi. Kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikan pesan ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Kriptografi telah ada dan digunakan sejak berabad-abad yang lalu dikenal dengan istilah kriptografi klasik, yang bekerja pada mode karakter alfabet [19].

Steganografi adalah seni dan sains komunikasi pesan yang tidak terlihat. Hal ini dilakukan dengan menyembunyikan informasi dalam informasi lain, misalnya menyembunyikan keberadaan informasi yang dikomunikasikan. Kata steganografi bera-

sal dari kata Yunani "stegos" yang berarti "cover" dan "grafia" yang berarti "menulis" yang mendefinisikannya sebagai "tulisan tertutup" [12]. Steganografi merupakan teknik keamanan yang kuat, terutama ketika dikombinasikan dengan citra *digital* [7].

Salah satu metode steganografi adalah *Least Significant Bit* (LSB). Algoritma LSB, menggantikan bit paling signifikan pada *file cover* sesuai dengan bit pesan. Teknik ini adalah teknik yang paling populer digunakan dalam steganografi untuk menyembunyikan pesan. Teknik ini biasanya efektif, karena substitusi LSB tidak menyebabkan degradasi kualitas yang signifikan [10].

Pengimplementasian metode Least Significant Bit pada steganografi sudah pernah dilakukan penelitian oleh Fahri Perdana Prasetyo dengan format file \*.TIFF menggunakan bahasa pemrograman MATLAB [17]. Selain itu juga pernah dilakukan penelitian oleh Adiria dengan format file \*.BMP menggunakan bahasa pemrograman Delphi [1], sedangkan yang akan penulis buat nantinya adalah dengan mengkombinasikan kedua penelitian tersebut.

Dengan penjabaran di atas, penulis mengkombinasikan jurnal-jurnal tersebut untuk melakukan penelitian tentang "**Implementasi Steganografi pada Citral Digital dengan Metode *Least Significant Bit***". Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai steganografi.

## 1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini mencakup:

- Format *file citra digital* yang dapat digunakan untuk menyimpan pesan adalah berformat \*.bmp.
- Format *file citra digital* yang dihasilkan dari program steganografi ini adalah berformat \*.bmp.

- Pesan yang dapat disimpan hanya berformat \*.txt.

### 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang di atas adalah:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan steganografi dengan metode *Least Significant Bit* ke dalam citra *digital*?
2. Bagaimana perubahan dalam *file* citra hasil keluaran sebelum dan sesudah disisipkan pesan teks?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi bagaimana steganografi dapat diimplementasikan ke dalam citra *digital* dengan menggunakan metode *Least Significant Bit*.
2. Mengetahui perubahan yang terjadi dari hasil keluaran *file* citra *digital*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis, diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pemahaman tentang steganografi.
2. Bagi Program Studi Ilmu Komputer, penulisan penelitian ini dapat memberikan gambaran bagi seluruh mahasiswa khususnya bagi mahasiswa program studi Ilmu Komputer Universitas Negeri Jakarta tentang bagaimana stegaografi dalam *file* citra *digital*.

3. Bagi Masyarakat, diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mengamankan *file* mereka dari orang-orang yang tidak mempunyai hak untuk melihatnya.

## **1.6 Jenis Penelitian**

Jenis Penelitian yang dijalani oleh Peneliti berjenis Kajian Teori. Jenis penelitian ini mengarahkan penulis kepada penerapan metode *Least Significant Bit* dalam pengembangan steganografi pada citra *digital*.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

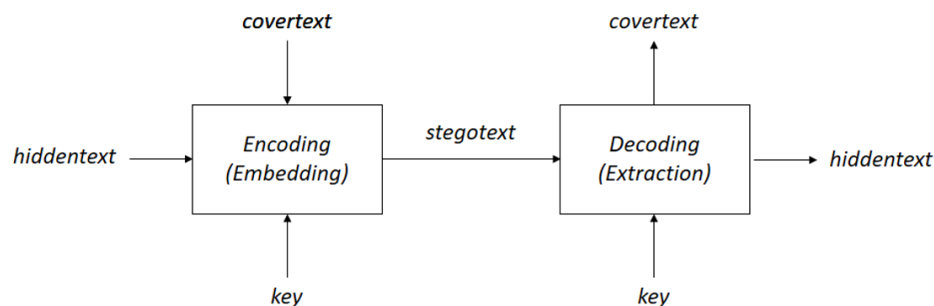
#### 2.1 Steganografi

##### 2.1.1 Pengertian Steganografi

Menurut **Gary C. Kessler** dalam jurnalnya *Steganography Hiding Data Within Data*:

"Steganografi adalah ilmu menyembunyikan informasi. Tujuan steganografi adalah untuk menyembunyikan data dari pihak ketiga." [11].

Secara umum, steganografi adalah seni untuk menyembunyikan pesan ke dalam media lain sedemikian rupa sehingga membuat orang lain tidak menyadari adanya pesan di media tersebut.



**Gambar 2.1:** Diagram penyisipan dan ekstraksi pada pesan

Istilah di dalam steganografi:

1. *Coverttext* merupakan media atau tempat pesan yang digunakan untuk menyembunyikan *hiddentext*. *Coverttext* bisa berupa teks, gambar, audio, video, dll.



2. *Hiddentext* atau biasa disebut *embedded message* merupakan pesan atau informasi yang ingin disembunyikan. Contohnya bisa berupa teks, gambar, audio, video, dll.
3. *Stegotext* merupakan pesan yang sudah berisi *embedded message*.
4. *Encoding* yaitu penyisipan pesan ke dalam media *coverttext*.
5. *Decoding* yaitu ekstraksi pesan dari *stegotext*.

Menurut **Munir**, ada kriteria yang harus diperhatikan dalam penyembunyian pesan, yaitu meliputi *Imperceptible*, *Fidelity*, *Recovery* dan *Capacity*.

1. *Imperceptible*

Keberadaan pesan rahasia tidak dapat dipersepsi secara visual atau secara audio. Jika *coverttext* berupa *file* citra, maka *stegotext* yang dihasilkan harus sukar dibedakan oleh kasat mata dengan *coverttext*-nya. Dan jika *coverttext* berupa *file* audio, maka telinga tidak dapat mendeteksi perubahan yang ada pada audio *stegotext*-nya.

2. *Fidelity*

Kualitas *file* citra penampung tidak jauh berubah. Setelah penambahan pesan rahasia, citra hasil steganografi masih terlihat dengan baik. Pengamat tidak mengetahui kalau di dalam citra tersebut terdapat pesan rahasia.

3. *Recovery*

Pesan yang disembunyikan harus dapat diekstrak kembali. Karena tujuan steganografi adalah menyembunyikan pesan atau informasi, maka jika informasi itu dibutuhkan harus dapat diambil kembali untuk dapat digunakan.

#### 4. *Capacity*

Ukuran pesan yang akan disembunyikan sedapat mungkin besar. Agar dapat memaksimalkan manfaat dari steganografi itu sendiri [14].

### 2.1.2 Sejarah Steganografi

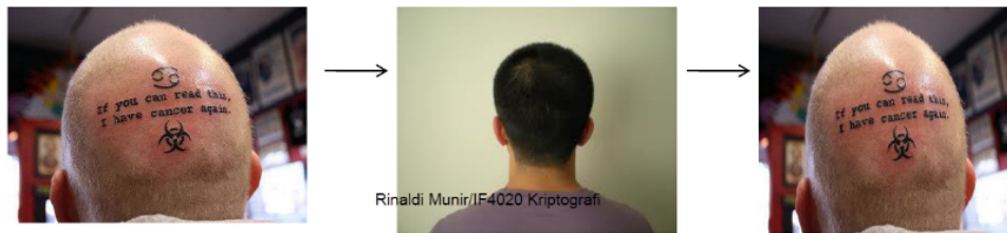
Seperti kriptografi, penggunaan steganografi sebetulnya telah digunakan berabad-abad yang lalu bahkan sebelum istilah steganografi itu sendiri muncul. Periode sejarah steganografi dapat dibagi menjadi:

#### 1. Steganografi Kuno (*Ancient Steganography*)

##### (a) Steganografi dengan media kepala budak

Ditulis oleh **Herodatus** (485–525 BC), sejarawan Yunani pada tahun 440 BC di dalam buku: *Histories of Herodatus*). Kisah perang antara kerajaan Persia dan rakyat Yunani. **Herodatus** menceritakan cara **Histaiaeus** mengirim pesan kepada **Aristagoras of Miletus** untuk melawan Persia.

Caranya adalah dengan dipilih beberapa budak. Kemudian kepala budak tersebut digunduli dan ditulis pesan dengan cara ditato. Setelah pesan dituliskan, budak harus menunggu hingga rambutnya tumbuh kembali. Setelah rambut pada kepala budak tersebut tumbuh, budak dikirim ke tempat penerima. Di sana kepala budak digunduli agar pesan dapat dibaca.



**Gambar 2.2:** Steganografi dengan media kepala budak

(b) Penggunaan tablet *wax*

Orang-orang Yunani kuno menulis pesan rahasia di atas kayu yang kemudian ditutup dengan lilin (*wax*). Di dalam bukunya, **Heradatus** menceritakan **Demaratus** mengirim peringatan tentang serangan yang akan datang ke Yunani dengan menulis langsung pada tablet kayu yang kemudian dilapisi lilin dari lebah.



**Gambar 2.3:** Tablet *wax*

(c) Penggunaan tinta tak-tampak (*invisible ink*)

**Pliny the Elder** menjelaskan penggunaan tinta dari getah tanaman *thi-thymallus*. Jika dituliskan pada kertas maka tulisan dengan tinta terse-

but tidak kelihatan, tetapi bila kertas dipanaskan berubah menjadi gelap/coklat.

(d) Penggunaan kain sutra dan lilin

Orang Cina kuno menulis catatan pada potongan-potongan kecil sutra yang kemudian digumpalkan menjadi bola kecil dan dilapisi lilin. Selanjutnya bola kecil tersebut ditelan oleh si pembawa pesan. Pesan dibaca setelah bola kecil dikeluarkan dari perut si pembawa pesan.

2. Steganografi Zaman Renaisans (*Renaissance Steganography*)

Tahun 1499, **Johannes Trithemius** menulis buku *Steganographia*, yang menceritakan tentang metode steganografi berbasis karakter. Selanjutnya tahun 1518 dia menulis buku tentang steganografi dan kriptografi berjudul *Polygraphiae*. **Giovanni Battista Porta** menggambarkan cara menyembunyikan pesan di dalam telur rebus. Caranya, pesan ditulis pada kulit telur yang dibuat dari tinta khusus yang dibuat dengan satu ons tawas dan setengah liter cuka. Prinsipnya penyembunyiannya adalah tinta tersebut akan menembus kulit telur yang berpori, tanpa meninggalkan jejak yang terlihat. Tulisan dari tinta akan membekas pada permukaan isi telur yang telah mengeras (karena sudah direbus sebelumnya). Pesan dibaca dengan membuang kulit telur.

3. Steganografi Zaman Perang Dunia (*World War Steganography*)



**Gambar 2.4:** Steganografi zaman perang dunia

Selama terjadinya Perang Dunia ke-2, tinta yang tidak tampak (*invisible ink*) telah digunakan untuk menulis informasi pada lembaran kertas sehingga saat kertas tersebut jatuh di tangan pihak lain hanya akan tampak seperti lembaran kertas kosong biasa. Cairan seperti air kencing (*urine*), susu, vinegar, dan jus buah digunakan sebagai media penulisan sebab bila salah satu elemen tersebut dipanaskan, tulisan akan menggelap dan tampak melalui mata manusia [14].

#### 4. Steganografi *Digital*

Sejalan dengan perkembangan maka konsep awal steganografi diimplementasikan pula dalam dunia komputer, yang kemudian dikenal dengan istilah steganografi *digital*. Dalam hal ini, steganografi *digital* memiliki dua properti dasar yaitu media penampung (*cover data* atau *data carrier*) dan data *digital*

yang akan disisipkan (*secret data*), dimana media penampung dan data *digital* yang akan disisipkan dapat berupa *file* multimedia (teks/dokumen, citra, audio maupun video). Terdapat dua tahapan umum dalam steganografi *digital*, yaitu proses *embedding* atau *encoding* (penyisipan) dan proses *extracting* atau *decoding* (pemekaran atau pengungkapan kembali (*reveal*)). Hasil yang didapat setelah proses *embedding* atau *encoding* disebut *stego object* (apabila media penampung hanya berupa data citra maka disebut *stego image*) [18].

### 2.1.3 Metode Steganografi

Berdasarkan ranah operasinya, metode-metode steganografi dapat dibagi menjadi dua kelompok:

#### 1. *Spatial (time) domain methods*

Memodifikasi langsung nilai byte dari *cover-object* (nilai *byte* dapat merepresentasikan intensitas/warna *pixel* atau amplitudo). Contoh: Metode modifikasi LSB

#### 2. *Transform domain methods*

Memodifikasi hasil transformasi sinyal dalam ranah transform (hasil transformasi dari ranah spasial ke ranah lain (misalnya ranah frekuensi). Contoh: Metode *Spread Spectrum* [14].

Ada empat jenis metode steganografi:

#### 1. *Least Significant Bit Insertion (LSB)*

Metode yang digunakan untuk menyembunyikan pesan pada media *digital* tersebut berbeda-beda. Contohnya, pada berkas *image* pesan dapat disembunyikan dengan menggunakan cara menyisipkannya pada bit rendah atau bit yang paling kanan (LSB) pada data *pixel* yang menyusun *file* tersebut. Pada berkas

*bitmap* 24 bit, setiap *pixel* (titik) pada gambar tersebut terdiri dari susunan tiga warna *Red*, *Green* dan *Blue* (RGB) yang masing-masing disusun oleh bilangan 8 bit (*byte*) dari 0 sampai 255 atau dengan format biner 00000000 sampai 11111111. Dengan demikian, pada setiap *pixel* berkas *bitmap* 24 bit kita dapat menggantikan 3 bit data di setiap bit terakhir.

## 2. *Algorithms and Transformation*

*Algoritma compression* adalah metode steganografi dengan menyembunyikan data dalam fungsi matematika. Dua fungsi tersebut adalah *Discrete Cosine Transformation* (DCT) dan *Wavelet Transformation*. Fungsi DCT dan *Wavelet* yaitu mentransformasi data dari satu tempat (*domain*) ke tempat (*domain*) yang lain. Fungsi DCT yaitu mentransformasi data dari tempat *spatial* (*spatial domain*) ke tempat frekuensi (*frequency domain*).

## 3. *Redundant Pattern Encoding*

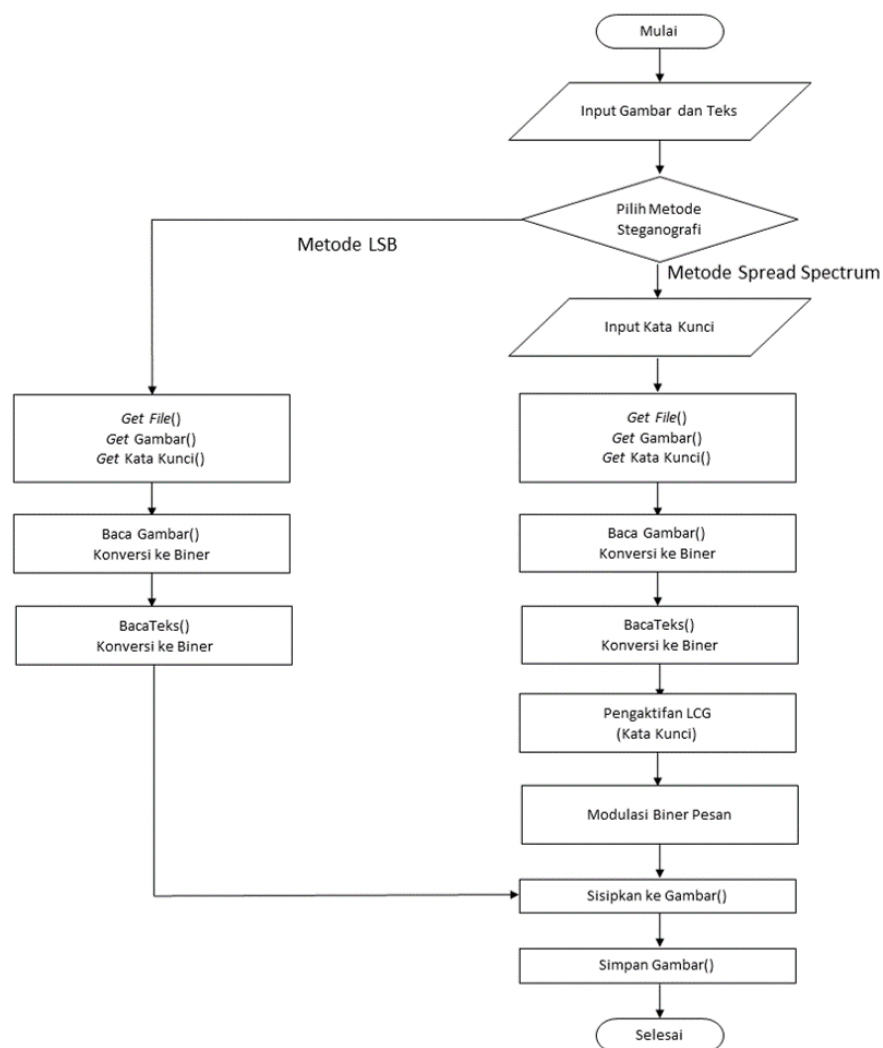
*Redundant Pattern Encoding* adalah menggambar pesan kecil pada kebanyakan gambar. Keuntungan dari metode ini adalah dapat bertahan dari *cropping* (kegagalan). Kerugiannya yaitu tidak dapat menggambar pesan yang lebih besar.

## 4. *Spread Spectrum Method*

*Spread Spectrum* steganografi terpecah-pecah sebagai pesan yang diacak (*encrypted*) melalui gambar (tidak seperti dalam LSB). Untuk membaca suatu pesan, penerima memerlukan algoritma yaitu *crypto-key* dan *stego-key*. Metode ini juga masih mudah diserang yaitu penghancuran atau pengrusakan dari kompresi dan proses *image* (gambar) [22].

Metode LSB dan *Spread Spectrum* adalah dua metode yang sering digunakan dalam melakukan steganografi. Selain karena metodenya yang sederhana, proses *encoding* dan *decoding* dari kedua metode tersebut juga *relative* cepat[16]. Tetapi

LSB memiliki proses *encoding* dan *decoding* yang lebih cepat dari metode *Spread Spectrum* karena proses metode *Spread Spectrum* harus melalui proses XOR antara pesan dan kata kunci, sedangkan LSB langsung menyisipkan pesan ke dalam gambar [15].

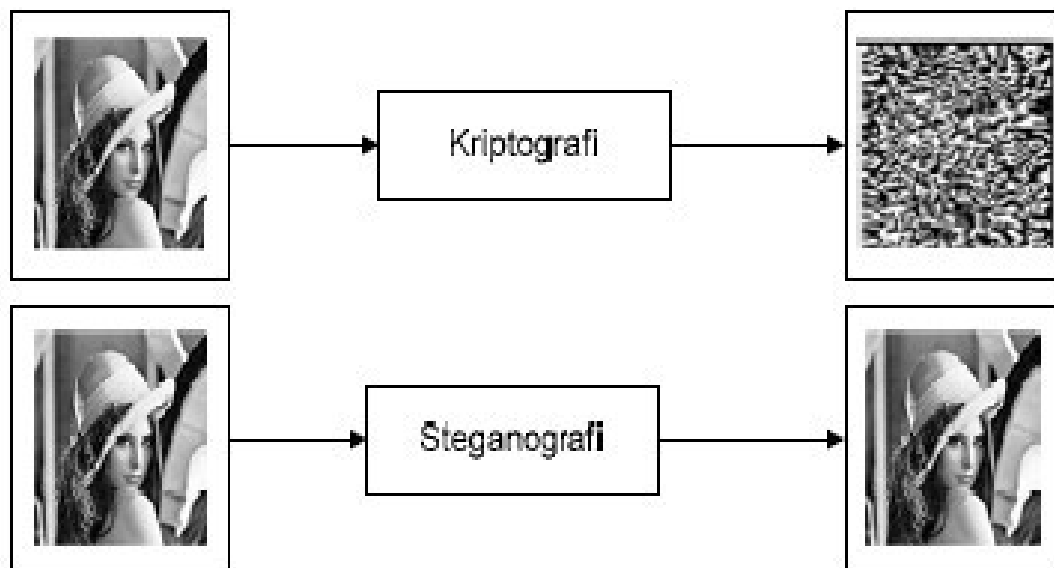


**Gambar 2.5:** Flowchart Encoding LSB dan Spread Spectrum



## 2.2 Perbedaan Steganografi dan Kriptografi

Steganografi dan kriptografi mempunyai prinsip kerja yang berbeda, meskipun keduanya mempunyai hubungan yang dekat dalam dunia keamanan data. Pada kriptografi menghasilkan sebuah *chiphertext* dimana dengan itu seolah-olah dengan sengaja menunjukkan kepada orang lain bahwa ada sesuatu di dalamnya, namun tidak dapat diketahui maknanya. Namun dengan bentuk *chiper*-nya, justru akan membuat data tersebut terancam oleh usaha-usaha yang dilakukan oleh orang lain untuk dapat membongkarnya dengan tujuan dan atau alasan apapun.



**Gambar 2.6:** Perbedaan Kriptografi dan Steganografi

Steganografi dan kriptografi merupakan seni dan teknik yang dapat digunakan untuk melakukan pengamanan data *digital*. Namun keduanya tidaklah sama. Pada kriptografi, suatu data *digital* diamankan dengan cara mengenkripsi data tersebut dan menghasilkan sebuah data yang berupa sandi, secara visual data tersebut masih dapat terlihat atau diketahui, hanya saja data tersebut menjadi tidak dapat dimengerti. Berbeda dengan steganografi yang tujuannya adalah menyembunyikan data ke dalam

sebuah media yang lain, sehingga data tersebut tidak terlihat [20].

### 2.3 LSB (*Least Significant Bit*)

Penyembunyian data dilakukan dengan mengganti bit-bit data di dalam segmen citra dengan bit-bit rahasia. Pada susunan bit di dalam sebuah *byte* (1 *byte*= 8 bit), ada bit yang paling berarti (*most significant bit* atau MSB) dan bit yang paling kurang berarti (*least significant bit* atau LSB). LSB merupakan salah satu metode yang paling sederhana dalam steganografi. Bit yang cocok untuk diganti adalah bit LSB, sebab perubahan tersebut hanya mengubah nilai *byte* satu lebih tinggi atau satu lebih rendah dari nilai sebelumnya [14].

Pada *file bitmap* 24 bit, setiap bit masing-masing memiliki komponen *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB), sehingga dapat menyimpan 3 bit pada setiap *pixel*-nya. Pada gambar 800x600 *pixel* dapat digunakan untuk menyembunyikan 1.440.000 bit (180.000 *Byte*) data rahasia. Sebagai contoh diambil 3 *pixel* dari *file bitmap* 24 bit yang akan disisipkan pesan atau data rahasia karakter "A":

(00001000 00101011 11011100)

(11100000 11000100 00010101)

(00010011 10101010 01100011)

Karakter "A" mempunyai nilai biner 01000001, maka bit-bit yang dihasilkan adalah:

(00001000 00101011 11011100)

(11100000 11000100 00010100)

(00010010 10101011 01100011)

Bit-bit yang nilainya berganti ada 3 dalam 8 *Byte* yang digunakan. Contoh lainnya adalah diambil 8 *pixel* dari sebuah gambar, maka data rahasia yang dapat

dimasukkan adalah 1 kata, contohnya adalah "ADA"

```
(10011011 01100100 01010000)
(10010011 01010101 01001000)
(10011010 01010111 01001110)
(10011010 01010101 01010000)
(10001000 01000001 00111111)
(01101001 00100010 00110100)
(01101101 00100111 00110010)
(01111001 00110011 00110101)
```

Kata "ADA" mempunyai biner A = 01000001, D = 01000100, maka bit-bit yang dihasilkan adalah:

```
(10011010 01100101 01010000)
(10010010 01010100 01001000)
(10011010 01010111 01001110)
(10011011 01010100 01010000)
(10001000 01000001 00111110)
(01101000 00100010 00110101)
(01101100 00100110 00110010)
(01111000 00110010 00110101)
```

Bit-bit yang nilainya berganti ada 13 dalam 24 *Byte* yang digunakan. Secara rata-rata, LSB hanya menggunakan setengah dari bit dalam gambar yang perlu dimodifikasi untuk menyembunyikan pesan rahasia. Perubahan ini tidak dapat dirasakan oleh mata manusia, dan pesan berhasil disembunyikan [6].

## 2.4 ASCII

## 2.5 Citra *Digital*

### 2.5.1 Pengertian Citra *Digital*

Citra atau gambar dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi,  $f(x,y)$ ,  $x$  dan  $y$  adalah koordinat bidang datar; dan harga fungsi  $f$  di setiap pasangan koordinat  $(x,y)$  disebut intensitas atau level keabuan (*grey level*) dari gambar di titik itu [8]. Citra ada 2 macam, yaitu:

1. Citra kontinu, yaitu citra yang dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog, misal: mata manusia dan kamera analog.
2. Citra diskrit, yaitu citra yang dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu.

Agar dapat diolah dengan komputer, maka suatu citra harus direpresentasikan secara *numeric* dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi, dan citra yang dihasilkan disebut citra *digital*.

Ada 3 bidang studi utama yang menangani pengolahan data atau informasi berbentuk gambar atau citra, yaitu:

1. Grafika Komputer (*Computer Graphics*)
2. Pengolahan Citra (*Image Processing*)
3. Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*)

### 2.5.2 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan Citra bertujuan

memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan [13]

### 2.5.3 Format *File* pada Citra *Digital*

#### 1. BMP

BMP adalah singkatan dari *Bitmap* yang dahulu dikembangkan oleh MICRO-SOFT. *Bitmap* dapat menyimpan data warna untuk masing-masing *pixel* dalam gambar tanpa kompresi apapun. Format ini dapat digunakan untuk menyembunyikan data tanpa menaikkan kecurigaan pada mata manusia. Gambar yang dihasilkan tanpa kompresi dan format *lossless* yang merupakan salah satu faktor penting. Ekstensi yang digunakan dalam *file* ini adalah .bmp [7].

#### 2. JPEG

Istilah JPEG sebenarnya adalah singkatan dari pengembangnya, yaitu *Joint Photographic Experts Group*. Gambar JPEG tidak terbatas pada sejumlah warna tertentu. Oleh karena itu, format JPEG paling baik untuk mengompresi gambar foto. Gambar dengan format JPEG dapat berisi data gambar beresolusi tinggi berwarna-warni, itu adalah format *lossy*, yang berarti beberapa kualitas hilang ketika gambar dikompresi. Jika gambar terlalu banyak dikompres, grafiknya menjadi seperti "tidak berwarna" dan sebagian detailnya hilang. Ekstensi yang digunakan dalam *file* ini adalah .jpeg [5].

#### 3. GIF

GIF adalah singkatan dari *Graphics Interchange Format* yang dikembangkan oleh COMPUSERVICE. GIF digunakan untuk tujuan menyimpan beberapa gambar *bitmap* dalam satu *file* gambar. GIF sering digunakan untuk menyimpan

grafik multi-bit dan data gambar. GIF tidak terkait dengan aplikasi perangkat lunak tertentu tetapi dirancang untuk memudahkan pertukaran dan tampilan data gambar yang tersimpan di lokal atau sistem komputer jarak jauh. GIF digunakan juga karena menerapkan metode kompresi *lossless*. Ekstensi yang digunakan dalam *file* ini adalah .gif [6].

#### 4. TIFF

TIFF adalah singkatan dari *Tagged Image Format File*. TIFF dikembangkan oleh ADOBE dan digunakan untuk grafis berkualitas tinggi dengan kompresi *lossless*. Format *file* ini memiliki transparansi dan pilihan warna terindeks untuk menanamkan pesan rahasia di atasnya. TIFF mendukung properti RGB dan *GRAYSCALE* dan digunakan untuk *HD Imaging*. Ini adalah salah satu format *file* paling serbaguna di antara semua format yang tersedia. Ekstensi yang digunakan dalam format *file* ini adalah .tiff [7].

#### 5. PNG

PNG adalah singkatan dari *Portable Network Graphics* yang dikembangkan oleh PNG *Development Group*. PNG mampu menyembunyikan pesan yang besar di dalamnya. Format *file* ini diciptakan untuk meningkatkan format *file* gambar GIF menghilangkan batasan 256 warna tetapi tidak mendukung animasi. Dan PNG menggunakan kompresi data *lossless*. Ekstensi yang digunakan dalam format *file* ini adalah .png [7].

Perbedaan komponen antara masing-masing format *file* citra *digital* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2:** Perbedaan *file citra digital* [7]

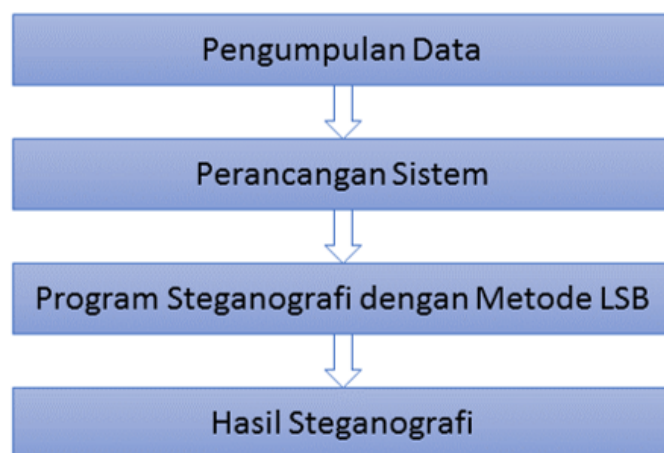
Komponen	BMP	JPEG	GIF	TIFF	PNG
Kompresi <i>Lossless</i>	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
<i>Grayscale</i>	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
RGB	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Index Pilihan Warna	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
Transparansi	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Ya
Pilihan Animasi	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
<i>Color bits</i>	32	24	24	24, 48	24, 48



## BAB III

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini tahapan yang akan dilakukan adalah seperti gambar di bawah ini



**Gambar 3.1:** Alur Penelitian

#### 3.1 Pengumpulan Data

##### 1. Studi Pustaka

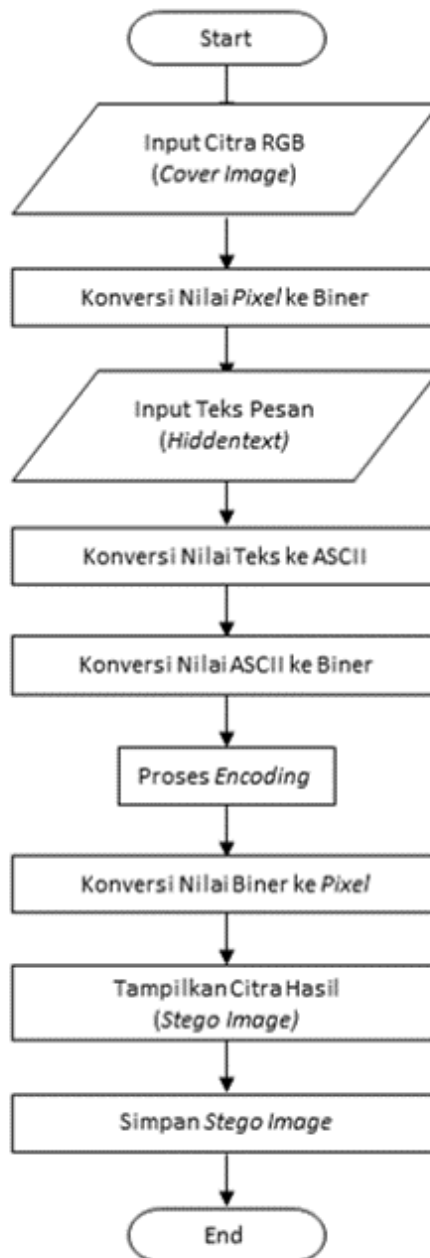
Penulis mendapatkan informasi yang berkaitan dengan steganografi melalui buku referensi dan juga dalam bentuk *e-book*. Penulis juga mencari informasi melalui berbagai situs di internet yang sesuai dengan topik.

##### 2. Studi Literatur

Penulis mencoba mencari perbandingan dengan studi sejenis dari beberapa karya ilmiah lokal maupun internasional, seperti jurnal dan skripsi.

## 3.2 Perancangan Sistem

### 3.2.1 Proses Penyisipan (*Encoding*) pesan ke Citra Digital

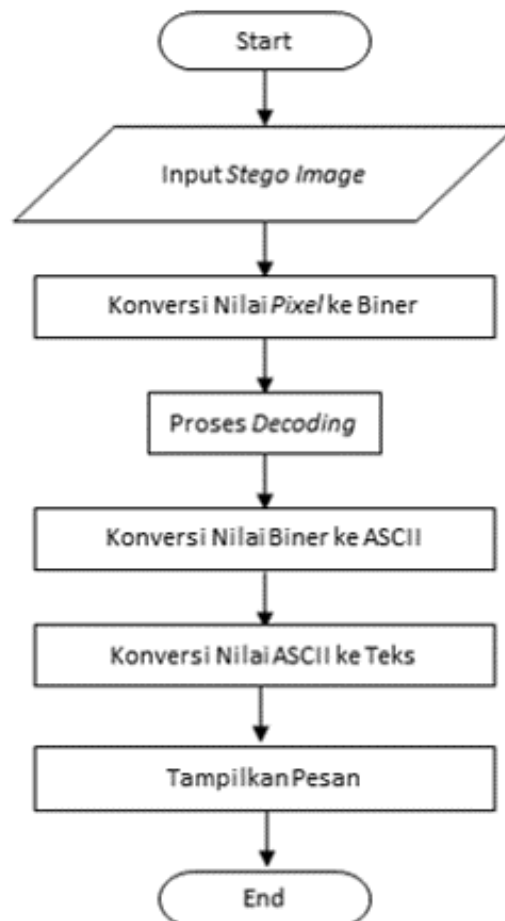


**Gambar 3.2:** *Flowchart* Penyisipan Pesan Rahasia

Pada gambar di atas adalah *flowchart* proses penyisipan pesan ke dalam *file* citra (*Cover Image*). Dimulai dengan membaca *file* citra RGB. Untuk *file* bitmap 24 bit maka setiap *pixel* (titik) pada gambar tersebut terdiri dari susunan tiga warna Merah, Hijau dan Biru (RGB) yang masing-masing disusun oleh bilangan 8 bit (1 *byte*) dari 0 sampai 255 atau dengan format biner 00000000 sampai 11111111. Setelah membaca *pixel* dari *file* citra langkah selanjutnya menentukan bit terkecil (LSB) pada *Cover Image*.

Selanjutnya adalah menyisipkan pesan (*Hiddentext*) yang akan disembunyikan ke dalam *Cover Image*. Pesan tersebut dikonversi terlebih dahulu menjadi nilai ASCII dan kemudian dikonversi kembali menjadi nilai Biner. Setelah itu terjadilah proses penyisipan (*Encoding*). Selanjutnya biner yang telah disisipkan akan dikonversikan kembali ke dalam *pixel*. Dan menyimpan citra yang telah disisipkan pesan ke dalam *Cover Image* sehingga diperoleh atau dapat ditampilkan sebuah gambar baru (*Stego Image*).

### 3.2.2 Proses Ekstraksi (*Decoding*) pesan dari Citra Digital

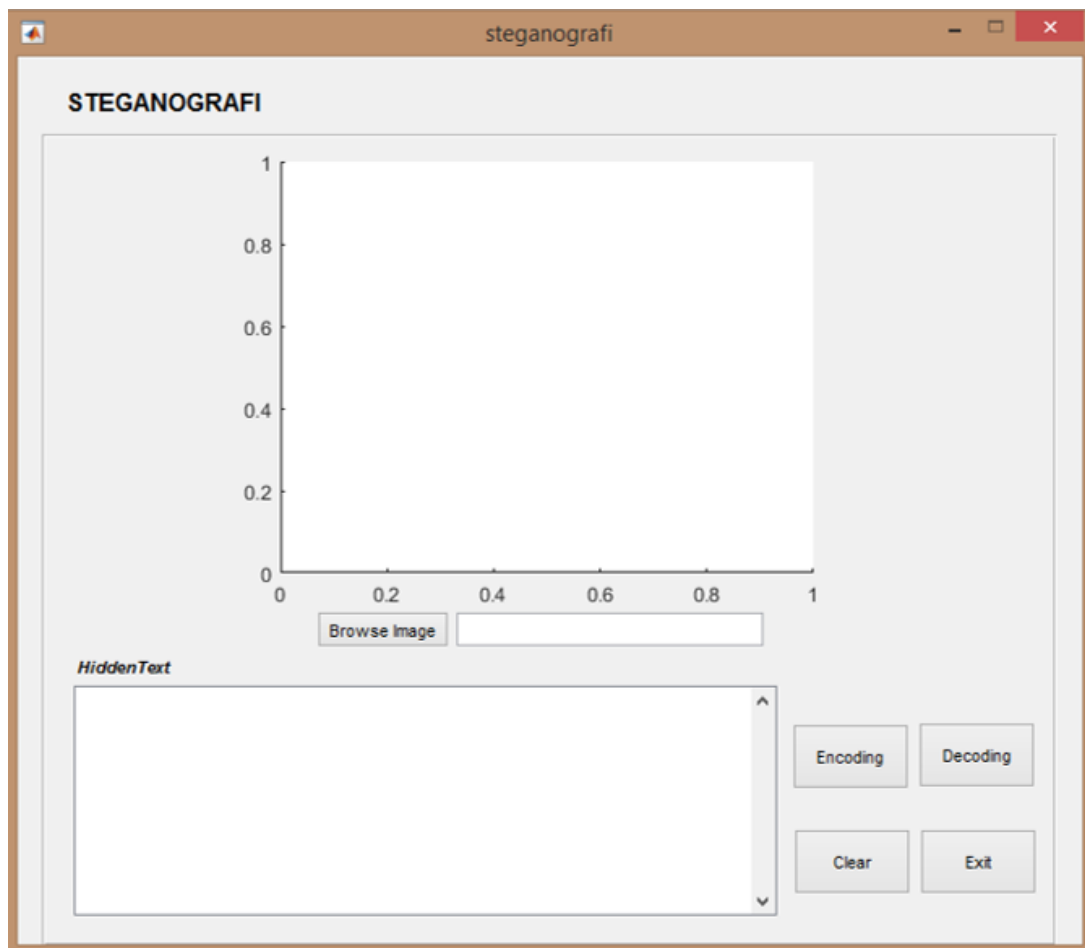


**Gambar 3.3:** *Flowchart* Ekstraksi Pesan Rahasia

Pada gambar di atas adalah *flowchart* proses ekstraksi pesan dari *Stego Image* yang menghasilkan *Hiddentext* yang terdapat di dalamnya. Prosesnya dimulai dengan membaca *file* citra, dan mengubah *pixel* ke dalam nilai biner. Kemudian proses ekstraksi (*Decoding*). Setelah diperoleh bit-bit yang tersembunyi pada *Cover Image* maka proses berikutnya adalah mengkonversi kembali pesan yang tersembunyi (*Hiddentext*), sehingga pesan dapat ditampilkan kembali.

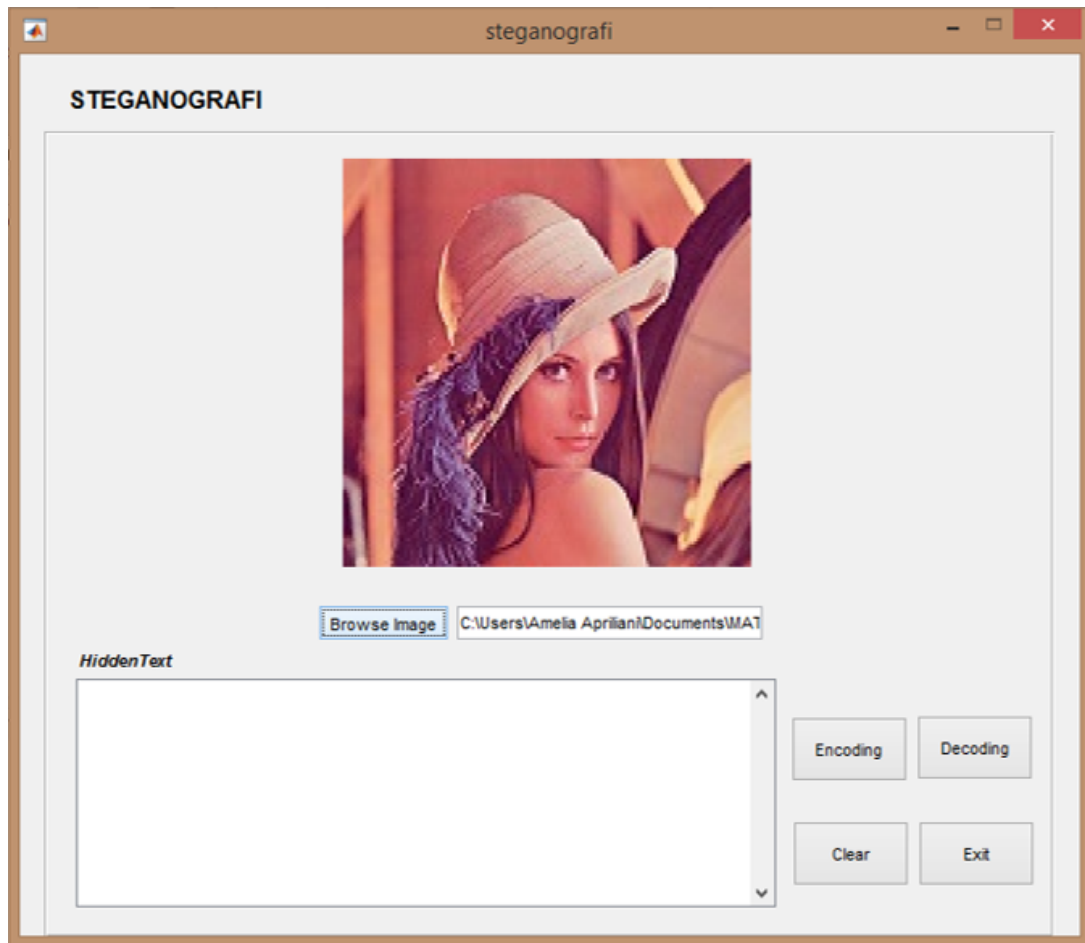
### 3.2.3 Desain Antar Muka Program

Berikut adalah desain antar muka dari program steganografi yang dibangun dengan menggunakan Matlab.



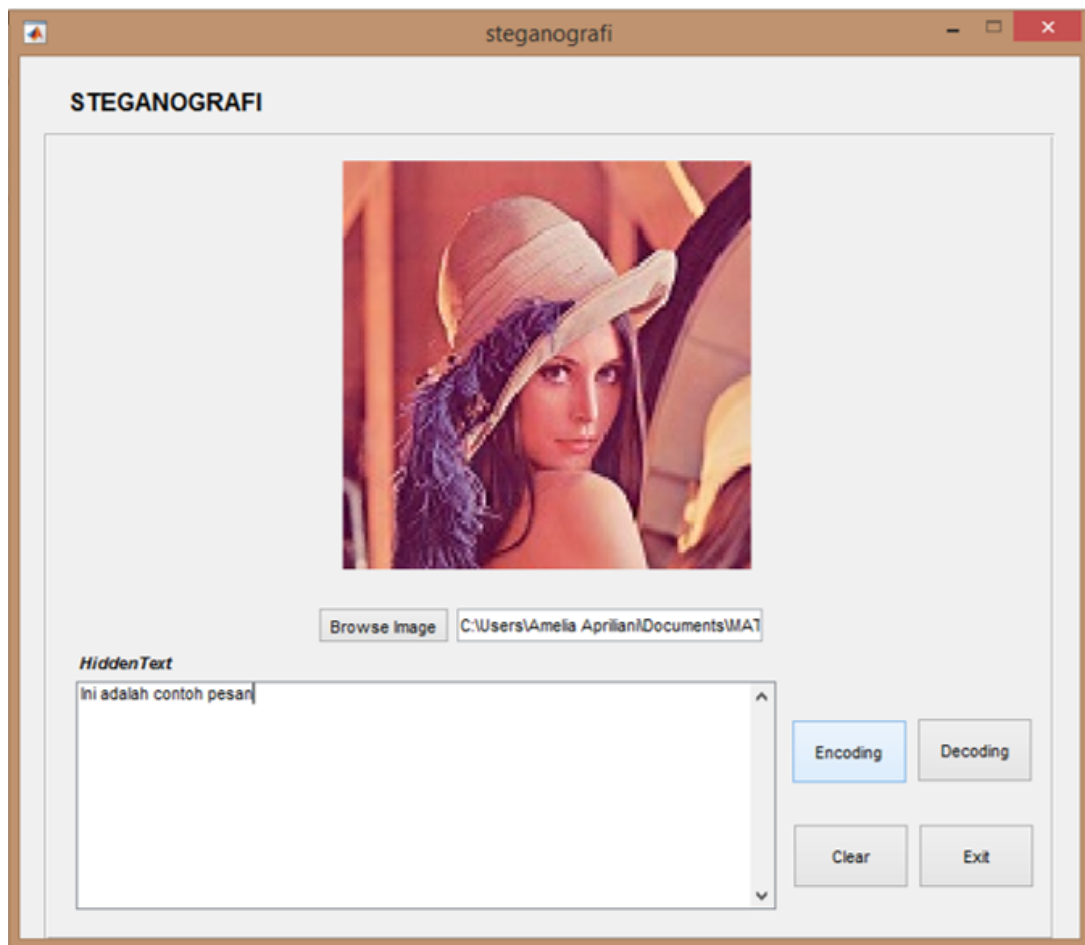
**Gambar 3.4:** Desain *Form* Steganografi

Dari tampilan tersebut, pengambilan gambar yang akan dijadikan sebagai *Cover Image* dilakukan dengan menekan tombol "*Browse Image*" dan gambar akan tampil.



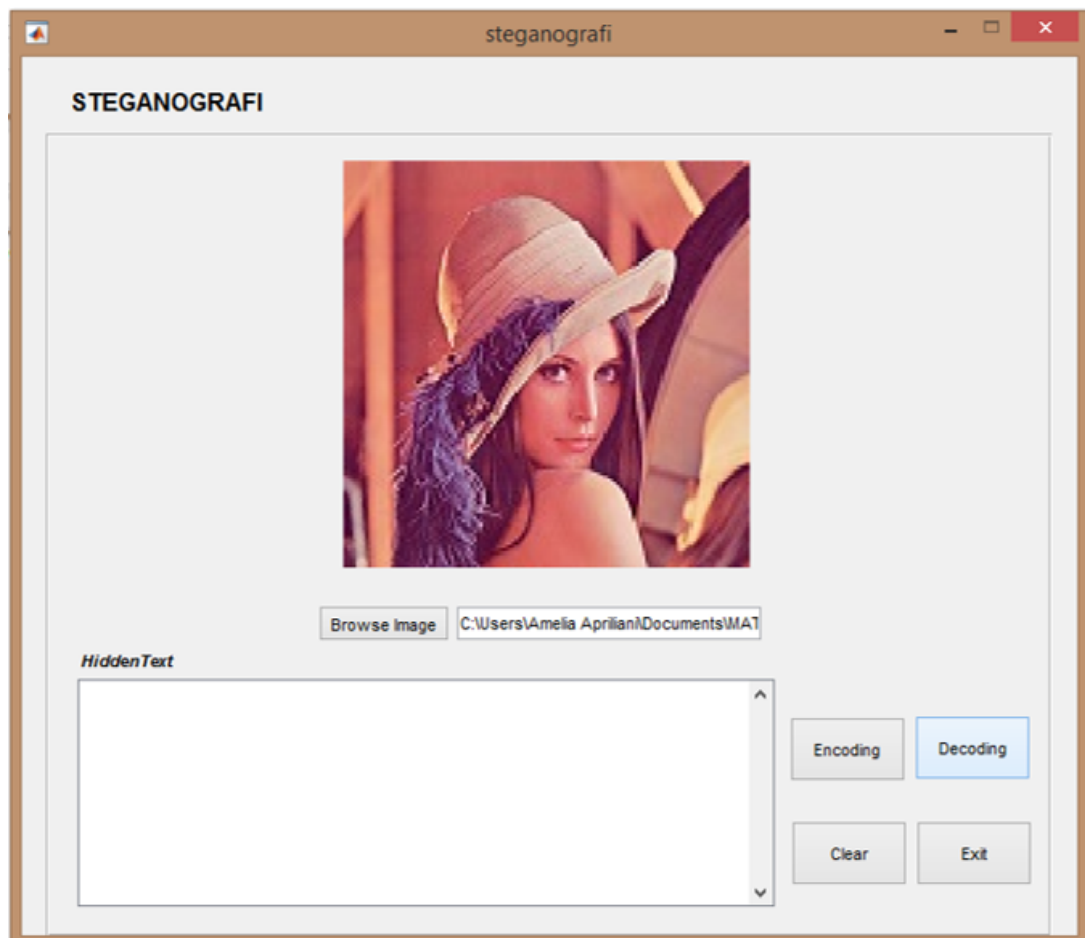
**Gambar 3.5:** Desain *Form - Cover Image*

Setelah *Cover Image* tampil maka pesan yang akan disisipkan atau *Hidden-text* dapat dituliskan pada kolom pesan. Dan kemudian klik tombol *Encoding* untuk melakukan proses *Encoding*. Setelah proses *Encoding*, maka akan didapatkan *Stego Image* dan disimpan di folder yang sama.



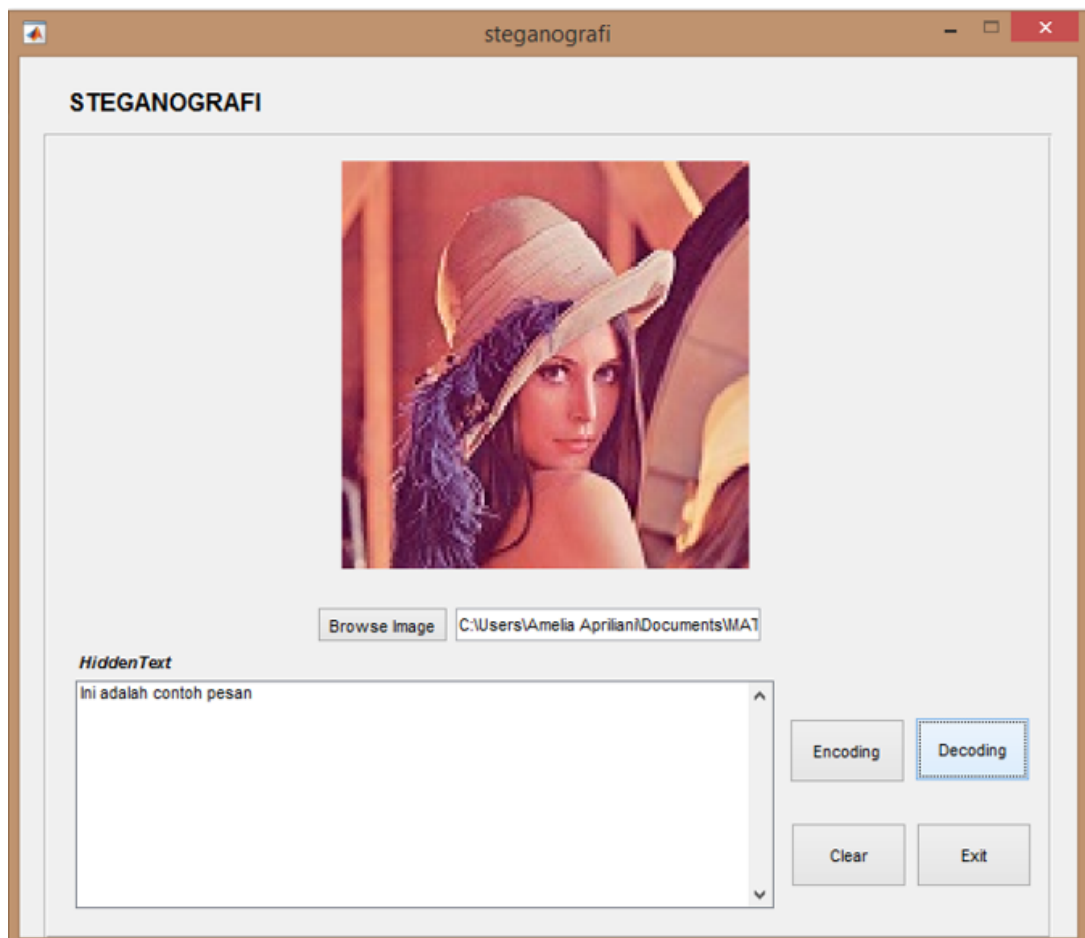
**Gambar 3.6:** Desain *Form* - Proses *Encoding*

Jika ingin melakukan proses *Decoding*, maka buka *Stego Image* yang telah disimpan. Kemudian klik tombol *Decoding* dan pesan akan didapatkan.



**Gambar 3.7:** Desain *Form* - Proses *Decoding*





**Gambar 3.8:** Desain *Form* - Pesan Hasil *Decoding*

### 3.3 Program Steganografi dengan Metode LSB

Program diawali dengan pengambilan *file* citra *digital* yang akan digunakan, berikut adalah *source code*-nya:

```

76 % --- Executes on button press in browse image.
77 function browse_image_Callback(hObject, eventdata, handles)
78 % hObject handle to browse_image (see GCBO)
79 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
80 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
81 global image;
82
83 [nama_file,format_file] = uigetfile('*.bmp', 'Pilih Gambar');
84 image = imread([format_file,nama_file]);
85 handles.image = image;
86 guidata(hObject,handles);
87 axes(handles.axes2);
88 imshow(image);
89
90 lokasi_image = fullfile(format_file, nama_file);
91 set(handles.kolom_lokasi,'String',lokasi_image);
92

```

**Gambar 3.9:** Source Code - Browse Image

Selanjutnya adalah memasukkan pesan atau *Hiddentext*. *Hiddentext* yang akan dimasukkan tidak boleh melebihi batas maksimal karakter. Panjang karakter maksimal disesuaikan dengan besar *pixel* pada *file* citra. Panjang karakter maksimal dapat dihitung, berikut adalah *source code*-nya:

```

145
146 [row, column, channel] = size(image);
147 image_red = image(:, :, 1);
148 image_green = image(:, :, 2);
149 image_blue = image(:, :, 3);
150
151 %penentuan maksimal karakter pesan
152 char_max = (row - 1) * (column);
153 char_max = round((char_max * 3) / 8); %perchannel warna
154

```

**Gambar 3.10:** Source Code - Menghitung Karakter Maksimal

Sedangkan untuk menghitung panjang *hiddentext* yang telah dimasukkan adalah sebagai berikut:

```

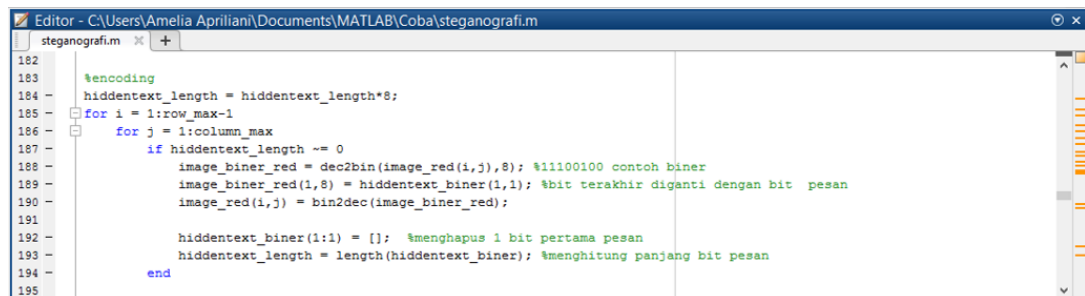
169 %perhitungan panjang pesan
170 row_max = row;
171 column_max = column;
172 hiddentext_length = length(hiddentext) %masih dalam hitungan desimal
173 if hiddentext_length < char_max
174     hiddentext_biner = strcat(reshape(dec2bin(double(hiddentext), 8), '1, [], '00000000')
175     hiddentext_save = hiddentext_biner;
176     hiddentext_asli = char(bin2dec(reshape(hiddentext_biner, 8, [])) .') .')
177 else
178     msgbox('Maaf, pesan terlalu panjang', 'peringatan', 'warn');
179     return;
180 end
181
182

```

**Gambar 3.11:** Source Code - Menghitung Panjang *Hiddentext* yang Dimasukkan

### 3.3.1 Encoding

Pada tugas akhir ini metode yang digunakan dalam steganografi adalah metode LSB. Proses *Encoding* merupakan proses penyisipan pesan atau *Hiddentext* ke dalam *file* citra. Berikut adalah cuplikan *source code* proses *Encoding* dengan menggunakan metode LSB:



```

182
183 %encoding
184 hiddentext_length = hiddentext_length*8;
185 for i = 1:row_max-1
186     for j = 1:column_max
187         if hiddentext_length ~= 0
188             image_biner_red = dec2bin(image_red(i,j),8); %11100100 contoh biner
189             image_biner_red(1,8) = hiddentext_biner(1,1); %bit terakhir diganti dengan bit pesan
190             image_red(i,j) = bin2dec(image_biner_red);
191
192             hiddentext_biner(1:1) = []; %menghapus 1 bit pertama pesan
193             hiddentext_length = length(hiddentext_biner); %menghitung panjang bit pesan
194         end
195

```

**Gambar 3.12:** Source Code - Cuplikan *Encoding*

### 3.3.2 Decoding

Proses *Decoding* merupakan proses pengambilan kembali pesan atau *Hidden-text* yang telah disisipkan ke dalam *file* citra. Berikut merupakan cuplikan dari *source code* proses *Decoding*:



```

243
244 hiddentext_length = length(hiddentext_save);
245
246 %decoding
247 hiddentext = '';
248 var_null = 1;
249 for i = 1:row_max-1
250     for j = 1:column_max
251         biner_length = length(hiddentext);
252         if biner_length < hiddentext_length && var_null<=8
253             image_biner_red = dec2bin(image_red(i,j),8); %11100101 binernya
254             hiddentext_red = image_biner_red(1,8); %diambil '1' dari bit yang terakhir
255             hiddentext = strcat(hiddentext, hiddentext_red); %digabungin sama si hiddentext yg awalnya kosong
256             if hiddentext_red == 0
257                 var_null = var_null + 1;
258             else
259                 var_null = 1;
260             end
261         else
262             hiddentext_asli = char(bin2dec(reshape(hiddentext,8,[]).')).';
263             set(handles.edit_pesan,'String',hiddentext_asli);
264             return;
265         end
266

```

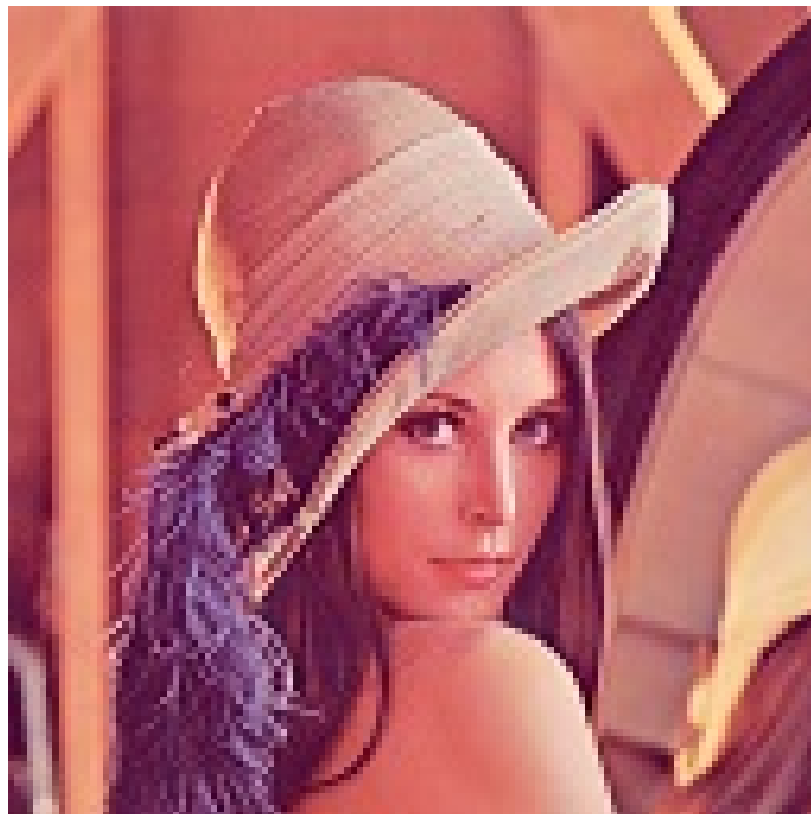
**Gambar 3.13:** Source Code - Cuplikan *Decoding*

### 3.4 Hasil Steganografi

Setelah dilakukan pengujian terhadap program Steganografi, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

#### 3.4.1 Pengujian Berdasarkan *Imperceptible*

Pengujian ini menguji kualitas citra *digital*, apakah citra *digital* akan mengalami perubahan yang mencurigakan atau tidak secara visual. Pengujian ini dikatakan berhasil apabila kualitas dari *Stego Image* yang dihasilkan tidak berbeda jika dibandingkan dengan berkas aslinya atau *Cover Image*.



**Gambar 3.14:** *Cover Image*



**Gambar 3.15:** *Stego Image*

#### **3.4.2 Pengujian Berdasarkan *Fidelity***

Pengujian ini berdasarkan proses penyembunyian pesan atau *Encoding*. Pada proses penyembunyian pesan dapat berhasil apabila ukuran pesan yang akan disembunyikan sesuai dengan kapasitas *file* citra. Apabila ukuran pesan melebihi kapasitas maksimal dari *file* citra, maka program tidak akan melanjutkan proses *Encoding*. Kapasitas pesan dipengaruhi oleh ukuran *pixel* dari citra *digital*. Semakin besar ukuran *pixel* dari citra *digital*, maka semakin besar pula kapasitas pesan yang bisa disembunyikan.

**Tabel 3.1:** Hasil Proses *Encoding*

Citra	Pesan (karakter)	Pixel	Size (KB)	Waktu (detik)	Hasil
lena	114	128 x 128	48	1	Berhasil
	786	128 x 128	48	2.69	Berhasil
	4415	128 x 128	48	20.36	Berhasil
flowers	114	512 x 320	480	1	Berhasil
	786	512 x 320	480	2.7	Berhasil
	8832	512 x 320	480	69.26	Berhasil
candy	114	1256 x 785	2820	1	Berhasil
	786	1256 x 785	2820	2.71	Berhasil
	13249	1256 x 785	2820	146.36	Berhasil

### 3.4.3 Pengujian Berdasarkan *Recovery*

Pengujian ini berdasarkan proses ekstraksi pesan atau *Decoding*. Untuk membuktikan apakah program steganografi ini berhasil, maka harus dapat dibuktikan bahwa pesan di dalam *Stego Image* dapat diambil kembali. Jika pengujian dilakukan dengan benar, maka *Hiddentext* dapat ditampilkan sesuai dengan yang dimasukkan.

Pada penelitian ini, pesan yang dihasilkan dari proses *Decoding* tidak menghasilkan karakter-karakter aneh yang tidak dapat dibaca. Hasil dari pengujian ekstraksi pesan dapat dilihat pada tabel 3.2

**Tabel 3.2:** Hasil Proses *Decoding*

Citra	Pesan (karakter)	Pixel	Size (KB)	Waktu (detik)	Hasil
lena	114	128 x 128	48	1	Berhasil
	786	128 x 128	48	3.6	Berhasil
	4415	128 x 128	48	45.2	Berhasil
flowers	114	512 x 320	480	1	Berhasil
	786	512 x 320	480	3.43	Berhasil
	8832	512 x 320	480	141	Berhasil
candy	114	1256 x 785	2820	1	Berhasil
	786	1256 x 785	2820	3.63	Berhasil
	13249	1256 x 785	2820	325	Berhasil

#### 3.4.4 Kesimpulan Pengujian

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian program ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Satu
2. Dua
3. Tiga

#### **4.2 Saran**

Adapun saran-saran penulis untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Satu
2. Dua
3. Tiga



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiria. (2010). "Analisis dan Perancangan Aplikasi Steganografi pada Citra Digital dengan Menggunakan Metode LSB (Least Significant Bit)". Skripsi Sarjana pada Universitas Islam Negeri Jakarta
- [2] Arymurthy, A. M., dan Setiawan, S. (1992). "Pengantar Pengolahan Citra. Jakarta: PT Elex Media Komputindo".
- [3] ASCII Table. 2010. "ASCII Table and Description". ASCII Table [Online]. Tersedia: <https://www.asciitable.com>. [17 April 2018].
- [4] Bunyamin, H., dan Adrian. (2009). "Aplikasi Steganography pada File dengan Menggunakan Teknik Low Bit Encoding dan Least Significant Bit". Jurnal Informatika UKM, Vol. 5, No. 2, pp. 107-117.
- [5] Elgabar, Eltyeb E. A bed. (2013). "Comparison of LSB Steganography in BMP and JPEG Images". International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), ISSN: 2231-2307, Vol.3, Issue-5.
- [6] Elgabar, Eltyeb E. A bed dan Mohammed, Fakhreldeen A. (2013). "JPEG versus GIF Images in forms of LSB Steganography". International Journal of Computer Science and Network (IJCSN), Vol. 2, Issue 6.
- [7] Gautama, Prakriti dan Sharma, Deepak. (2015). "A Survey on Digital Image Steganography Techniques". International Journal of Electronics, Electrical and Computational System (IJEECS), ISSN 2348-117X, Vol. 4, Issue 11.
- [8] Hermawati, F. A. (2013). "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta: ANDI.
- [9] Irfan. (2013). "Penyembunyian Informasi (steganography) Gambar Menggunakan Metode LSB (Least Significant Bit)". Rekayasa Teknologi Vol. 5, No. 1.

- [10] Joshi, K., dan Yadav, R. (2015). "A New LSB-S Image Steganography Method Blend with Cryptography for Secret Communication". Third International Conference on Image Information Processing.
- [11] Kessler, G. C. (2001). "Steganography Hiding Data Within Data".
- [12] M. K., Kadam, K., Koshti, A., dan Dunghav, P. (2012). "Steganography Using Least Significant Bit Algorithm". International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Vol. 2, Issue 3, pp. 338-341.
- [13] Munir, R. (2004). "Pengolahan Citra Digital". Bandung: Informatika.
- [14] Munir, R. (2006). "Kriptografi". Bandung: Informatika.
- [15] Pakereng, M.A Ineke, Beeh, Yos Richard, dan Endrawan, Sonny. (2010). "Perbandingan Steganografi Metode Spread Spectrum dan Least Significant Bit (LSB) Antara Waktu Proses dan Ukuran File Gambar". JURNAL INFORMATIKA, VOL. 6 NO. 1.
- [16] M., Pavani, S., Naganjaneyulu, dan C., Nagaraju. (2013). "A Survey on LSB Based Steganography Methods". International Journal Of Engineering And Computer Science, Vol. 2, Issue pp. 2464-2467.
- [17] Prasetyo, F. P. (2010). "Steganografi Menggunakan Metode LSB dengan Software Matlab". Skripsi Sarjana pada Universitas Islam Negeri Jakarta
- [18] Prayudi, Y., dan Kuncoro, P. S. (2005). "Implementasi Steganografi Menggunakan Teknik Adaptive Minimum Error Least Significant Bit Replacement (AMELSBR)". Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.

- [19] Rakhmat, B., dan Fairuzabadi, M. (2010). "Steganografi Menggunakan Metode Least Significant Bit dengan Kombinasi Algoritma Kriptografi Vigenere dan RC4". Jurnal Dinamika Informatika, Volume 5, Nomor 2.
- [20] Setiana, dan Mahmudy, W. F. (2006). "Steganografi Pada File Citra Bitmap 24 Bit Untuk Pengamanan Data Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) Insertion". Kursor, vol. 2, no. 2, pp. 38-44.
- [21] Table ASCII. (n.d.). Retrieved from <http://theasciicode.com.ar/>
- [22] Wikipedia. (n.d.). Retrieved from <https://id.wikipedia.org/wiki/Steganografi>