



ISSN 2252-9063

*Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika  
(KARMAPATI)*

*Volume 1, Nomor 1, Mei 2012*

## **PENGEMBANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI PADA *REGION OF INTEREST (ROI)* CITRA DIGITAL DENGAN ALGORITMA DATA *ENCRYPTION STANDARD (DES)***

Oleh

**I Nyoman Meta**

Jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan  
Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha (Undiksha)  
Email : inyomanmeta@ymail.com

### **ABSTRAK**

Keamanan data pada suatu citra merupakan salah satu hal penting di era teknologi informasi dan komunikasi. Untuk dapat menjaga keamanan data pada suatu citra dapat menerapkan teknik kriptografi untuk menyamarkan *Region of Interest (ROI)* citra digital agar layak dilihat masyarakat umum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah aplikasi kriptografi yang mengimplementasikan algoritma *Data Encryption Standard (DES)*. Untuk penyembunyian koordinat ROI citra digital digunakan algoritma steganografi *Least Significant Bits (LSB)*. Implementasi Algoritma DES pada aplikasi kriptografi ROI citra digital menghasilkan sebuah perangkat lunak yang disebut dengan *DESROICitra*. Berdasarkan hasil pengujian perangkat lunak diperoleh bahwa *DESROICitra* mampu mengenkripsi ROI citra dengan baik. Tampilan ROI citra asli setelah dienkripsi sangat berbeda sehingga tidak mungkin untuk dikenali lagi. Perangkat Lunak *DESROICitra* dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7*.

Kata Kunci : Kriptografi, Algoritma DES, Steganografi LSB, ROI Citra Digital, Citra Digital, BITMAP



## ABSTRACT

The safety of data in image is one of important part in technology of information and communication's era. Keeping the safety of image data can be done by using cryptografi technique to blur Region of Interest (ROI) of the digital image therefore so that it is proper to be seen by all people. The aim of this research is to design and develop a application of cryptografi which implement Data Encryption Standard (DES) algorithm. Algorithm of SteganographyLeast Significant Bits (LSB) is used to hide the coordinate of ROI digital image. DES Algorithm implementation in aplication of ROI digital image of cryptografi produce a software which is called DESROICitra. Based on the result of software testing, DESROICitra can encrypt image ROI well. The appearance of genuine image ROI ater being encrypted is so different than it is imposible to be recognized. DESROICitra software is developed by using Delphi 7.

Keyword : cryptografi, DES algorithm, Least Significant Bits (LSB), ROI Citra Digital, Citra Digital, BITMAP

## 1. PENDAHULUAN

Pada bidang tertentu, citra banyak dimanfaatkan dalam menyebarkan informasi yang bersifat penting. Salah satu contoh informasi penting yang disebarluaskan menggunakan citra adalah informasi tindak kriminalitas. Jika ditelusuri, kebanyakan pada bagian tertentu citra tindak kriminalitas tidak layak untuk dilihat khal layak umum. Padahal, banyak terpampang di media citra asli yang tidak memperhatikan keadaan dan situasi. Citra seperti ini perlu untuk disamarkan bagian tertentu atau bagian ROI (*Region Of Interest*)-nya sebelum disebarakan lewat media massa.

Penyamaran objek tertentu ini tidak terbatas pada satu bagian saja, bisa saja pada beberapa bagian suatu citra memang tidak sepatutnya ditampilkan pada masyarakat umum. Oleh karena itu penting bagi peneliti untuk mengembangkan aplikasi dalam menyamarkan beberapa objek pada suatu citra.

Untuk menangani permasalahan seperti di atas sebenarnya sudah ada aplikasi yang bisa memanipulasi citra agar bisa dilihat khalayak umum. Aplikasi yang ada hanya bisa sebatas menutupi atau menyamarkan objek tertentu pada suatu citra. Citra hasil manipulasi ini jika diolah kembali tidak bisa dikembalikan kebentuk aslinya. Padahal pada beberapa kondisi citra asli perlu untuk dihapus

dengan tujuan keamanan data, dan pada saat-saat tertentu citra asli diperlukan untuk tindakan lebih lanjut.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengangkat permasalahan ini menjadi sebuah karya tulis ilmiah dalam bentuk skripsi yang berjudul “Pengembangan Aplikasi Kriptografi pada *Region Of Interest* (ROI) Citra Digital dengan Algoritma *Data Encryption Standard* (DES)”.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas dapat diketahui pokok permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana rancangan dan implementasi Kriptografi pada *Region of Interest* (ROI) Citra Digital dengan Algoritma *Data Encryption Standard* (DES). Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian skripsi ini adalah merancang dan mengimplementasikan Kriptografi pada *Region of Interest* (ROI) Citra Digital dengan Algoritma *Data Encryption Standard* (DES).

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Kriptografi Algoritma *Data Encryption Standard* (DES)

Menurut terminologinya, kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan ketika pesan dikirim dari suatu tempat ke tempat lain (Dony Ariyus, 2008). Proses yang dilakukan untuk mengamankan sebuah pesan (yang disebut *plaintext*) menjadi pesan yang tersembunyi (disebut *ciphertext*) adalah enkripsi (*encryption*). *Ciphertext* adalah pesan yang sudah tidak dapat dibaca dengan mudah. Menurut ISO 7498-2, terminologi yang lebih tepat digunakan adalah “*encipher*”. Proses sebaliknya, untuk mengubah *ciphertext* menjadi *plaintext*, disebut dekripsi (*decryption*).

Algoritma kriptografi terdiri dari tiga fungsi dasar, yaitu :

1. Enkripsi, merupakan pengamanan data yang dikirimkan agar terjaga kerahasiaannya. Pesan asli disebut *Plaintext*, yang diubah menjadi kode-kode yang tidak dimengerti.
2. Dekripsi, merupakan kebalikan dari enkripsi. Pesan yang telah dienkripsi dikembalikan ke bentuk asalnya (teks-asli), disebut dengan dekripsi pesan.



3. Kunci, yang dimaksud disini adalah kunci yang dipakai untuk melakukan enkripsi dan dekripsi.

DES termasuk sistem kriptografi simetri dan tergolong jenis blok kode. DES beroperasi pada ukuran blok 64 bit. DES mengenkripsikan 64 bit data teks-asli menjadi 64 bit teks-kode dengan menggunakan 56 bit kunci internal (*internal key*) atau upa-kunci (*subkey*). Kunci internal dibangkitkan dari kunci eksternal (*external key*) yang panjangnya 64 bit. Skema global dari algoritma DES adalah sebagai berikut:

1. Blok teks-asli dipermutasi dengan matriks permutasi awal (*initial permutation* atau IP). Bisa ditulis  $P^{-1}$  dimana  $P$  terdiri dari 32 bit pertama dari  $K$  dan 32 bit terakhir dari  $K$ .
2. Hasil permutasi awal kemudian di-*enciphering* sebanyak 16 kali (16 putaran). Setiap putaran menggunakan kunci internal yang berbeda dengan perhitungan

, dengan mengikuti aturan berikut :

$$C = P^{-1} \left( E(K_i) \oplus C \right) \quad (1)$$

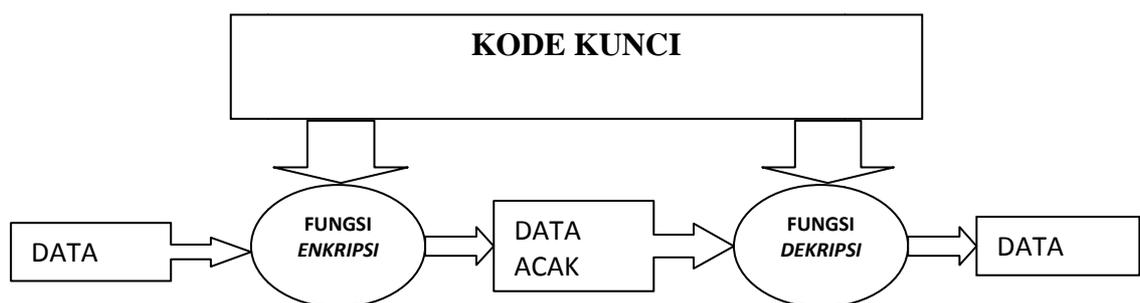
$$C = P^{-1} \left( E(K_i) \oplus C \right) \quad (2)$$

Dimana  $\oplus$  merupakan *exclusive-or* dari dua. adalah suatu fungsi dan dengan panjang 48 dari perhitungan fungsi dari kunci (sebenarnya adalah permutasi dari  $K$ ). terdiri dari kunci skedul.

3. Hasil *enciphering* kemudian dipermutasi dengan matriks permutasi balik (*invers initial permutation* atau IP-1) menjadi blok teks-kode. ke  $C$  ke  $C$ , memperoleh teks-kode  $C$ , kemudian  $C$ , Fungsi diambil dari masukan pertama argument A, dengan panjang *bitstring* 32, dan argument yang kedua j dari panjang *bitstring* 48 dan prosedur keluaran dari *bitstring* adalah 32 seperti langkah berikut:
  1. Argumen pertama A diperluas ke *bitstring* dengan panjang 48 menurut fix dari fungsi ekspansi E. E(A) yang berisi 32 bit dari A, permutasi dengan cara tertentu dengan 16 bit, sedikitnya muncul dua kali.

2. Perhitungan  $P(B_j)$  dan hasilnya ditulis pada penggabungan 6-bitstring
3. Langkah berikutnya menggunakan beberapa kotak-S  $S_1, \dots, S_8$ . Setiap  $S_i$  adalah  $4 \times 16$  larik yang dimasukkan dari integer  $0 - 15$ . Dengan member suatu *bitstring* dengan panjang 6, seperti  $B_j$ , maka akan dapat dihitung  $S_j(B_j)$  dengan mengikuti dua bit  $B_j$ , tentunya dengan representasi *binary* dari *row* of  $S_j$  ( $0 \leq r \leq 3$ ), dan empat bit dengan representasi *binary* I dari kolom c of  $S_j$  ( $0 \leq c \leq 15$ ). Kemudian  $S_j(B_j)$  didefinisikan sebagai *entry*  $S_j(r, c)$ , yang dituliskan ke dalam *binary* dengan panjang *bitstring* empat. Dengan begitu dapat dihitung  $C_j = S_j(B_j)$ ,  $1 \leq j \leq 8$ .
4. *Bitstring*  $P(C)$  dengan panjang 32 adalah permutasi dari hasil *bitstring*  $P(C)$  yang didefinisikan untuk  $f(A, J)$ .

Kunci  $f$  pada dasarnya berisi substitusi dengan menggunakan *S-box* (kotak-S) dengan mengikuti permutasi  $P$ . 16 iterasi dari  $f$  yang terdiri dari sistem *kripto*. Data dienkrip dalam blok-blok 64 bit menggunakan kunci 56 bit. DES mentransformasikan masukan 64 bit dalam beberapa tahap *enkripsi* ke dalam keluaran 64 bit. Dengan demikian DES termasuk lama blok kode dengan tahapan pemakaian kunci yang sama untuk dekripsinya.



Gambar 2 Pemakaian Kunci pada DES (Dony Ariyus, 2008)

Secara umum skema *Data Encryption Standard (DES)* mempunyai dua fungsi masukan, yaitu :

1. Teks-asli untuk dienkripsi dengan panjang 64 bit.
2. Kunci dengan panjang 56 bit.



## 2.2 *Region Of Interest (ROI) Citra*

Pada penelitian ini yang dimaksudkan dengan ROI adalah daerah tertentu pada bagian citra digital yang akan dikriptografi dengan menggunakan algoritma DES. Dalam penelitian kriptografi ROI citra dilakukan pemilihan objek yang akan dienkripsi dan didekripsi.

## 3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

### 3.1 Analisis Masalah dan Usulan Solusi

Pada bidang tertentu, citra banyak dimanfaatkan dalam menyebarkan informasi yang bersifat penting. Salah satu contoh informasi penting yang disebarluaskan menggunakan citra adalah informasi tindak kriminalitas. Jika ditelusuri, kebanyakan pada bagian tertentu citra tindak kriminalitas tidak layak untuk dilihat khalayak umum. Penyamaran objek tertentu ini tidak terbatas pada satu bagian saja, bisa saja pada beberapa bagian suatu citra memang tidak sepenuhnya ditampilkan pada masyarakat umum. Oleh karena itu penting bagi peneliti untuk mengembangkan aplikasi dalam menyamarkan beberapa objek pada suatu citra.

### 3.2 Protokol Penerapan Algoritma DES pada Aplikasi Kriptografi ROI Citra Digital

Algoritma *Data Encryption Standard* (DES) mengikutsertakan satu, dua, atau lebih pihak dalam melakukan enkripsi atau dekripsi. Saat melakukan enkripsi atau dekripsi masing-masing pihak menggunakan kunci yang sama karena algoritma DES adalah jenis algoritma kriptografi kunci simetris atau kunci *private* yaitu jenis algoritma kriptografi yang menggunakan kunci yang sama dalam enkripsi dan dekripsi. Pihak pemegang kunci harus merahasiakan kuncinya agar pihak lain tidak mengetahui isi dari hasil enkripsi.

Berikut ini adalah protokol dari penerapan algoritma DES untuk memanipulasi informasi yang terkandung pada ROI citra digital.

- a. Nyoman mengenkripsi beberapa ROI citra digital dengan aplikasi *DESROICitra* dari sebuah file citra yang diinputkannya. Nyoman menggunakan kunci yang berbeda untuk setiap ROI,
- b. Untuk menghindari pihak lain yang tidak bertanggung jawab, Nyoman menghapus file citra asli dari file citrayang sudah dimanipulasi,
- c. Nyoman menyebarkan file citra yang sudah termanipulasi lewat media massa.

Untuk mengembalikan citra asli hasil manipulasi Nyoman harus mendekripsi ROI-ROIcitra tersebut. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh Nyoman.

- a. Nyoman menginputkan file citra yang sudah dienkripsi sebelumnya,
- b. Nyoman menginputkan kunci (*key*) dan mengklik salah satu koordinat ROI yang sudah dienkripsi untuk melakukan dekripsi. *Key* yang dimasukkan harus sama persis dengan *key* ketika melakukan enkripsi untuk setiap bagian ROI. Karena, jika tidak sama maka ROI yang dihasilkan tentu akan berbeda dengan ROI aslinya. Hal yang sama dilakukan Nyoman untuk bagian ROI lain yang ingin Nyoman kembalikan ke bentuk aslinya,

Dilain pihak Ketut (teman kerja Nyoman) ingin mengetahui bagian-bagian citra yang dienkripsi Nyoman. Ketut kebetulan menemukan citra tersebut pada situs internet tempat Nyoman menyebarkan citra hasil enkripsi. Karena sangat ingin mengetahui isi dari citra tersebut berikut hal-hal yang dilakukan oleh Ketut.

1. Ketut mencoba memecahkan citra hasil enkripsi dengan menggunakan aplikasi lain. Ternyata Ketut tidak berhasil mengembalikan citra tersebut ke bentuk aslinya,
2. Ketut diam-diam membuka drive komputer tempat Nyoman bekerja, berharap menemukan citra asli yang disimpan oleh Nyoman. Dalam pencarian tersebut Ketut hanya menemukan citrayang sama dengan citrayang dia temukan di internet.
3. Ketut mencoba mencari aplikasi yang dipergunakan untuk memanipulasi citra tersebut. Ketut menemukan aplikasi *DESROICitra* yang dipergunakan oleh Nyoman,

4. Berikut ini hal-hal yang dilakukan Ketut dalam mengembalikan citra hasil enkripsi dengan aplikasi *DESROICitra*.
  - 1) Ketut mencoba melakukan proses dekripsi setiap ROI citra dengan *Key* berbeda yang dipergunakan oleh Nyoman. Hasilnya ROI citra tidak bisa dikembalikan kebentuk aslinya,
  - 2) Ketut mencoba menyeleksi ROI citra yang dienkripsi oleh nyoman (menindih enkripsi awal). Setelah diseleksi citra tersebut kemudian dienkripsi kembali dengan menggunakan *Key* yang berbeda dengan *key* Nyoman. Hasilnya citra tidak bisa dikembalikan kebentuk aslinya,
5. Ketut merusak citra milik Nyoman. Berikut ini hal-hal yang dilakukan Ketut.
  - 1) Melakukan enkripsi acak terhadap citra dengan aplikasi *DESROICitra*. Ketut menyeleksi dan mengenkripsi bagian-bagian citranya Nyoman dengan menggunakan kunci tertentu. Pada proses tersebut Ketut juga menindih bagian gambar yang dienkripsi Nyoman. Setelah dirasa cukup, Ketut kemudian menyimpan kembali citra tersebut dengan nama yang berbeda dengan nama citranya Nyoman,
  - 2) Melakukan beberapa proses tambahan pada citra milik nyoman seperti *brightness* dan *contrast*. Hasilnya kemudian disimpan kembali dengan nama yang berbeda dengan citra yang dirusak dengan aplikasi *DESROICitra* dan citranya Nyoman,
  - 3) Ketut menghapus citra yang dia temukan pada komputernya Nyoman dan berharap citra tersebut tidak bisa dikembalikan lagi kebentuk aslinya.

Citra Nyoman yang telah dienkripsi kemudian dimanipulasi dengan mengubah setiap nilai pixel citra seperti *brightness* dan *contrast* tidak dapat dikembalikan kebentuk aslinya. Untuk citra yang dirusak dengan aplikasi *DESROICitra* bisa dikembalikan kebentuk aslinya jika kunci yang dipergunakan dalam proses enkripsi acak setiap ROI citra masih diingat oleh Ketut.

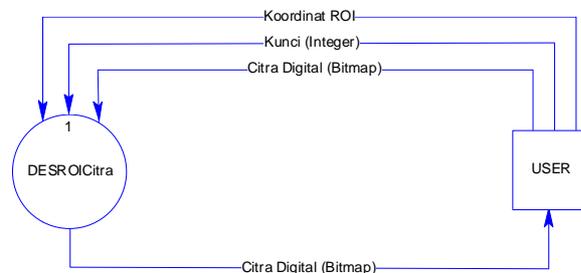
### 3.3 Analisis Perangkat Lunak

Secara umum, perangkat lunak *DESROICitra* memiliki 4 fungsi utama yaitu sebagai berikut :

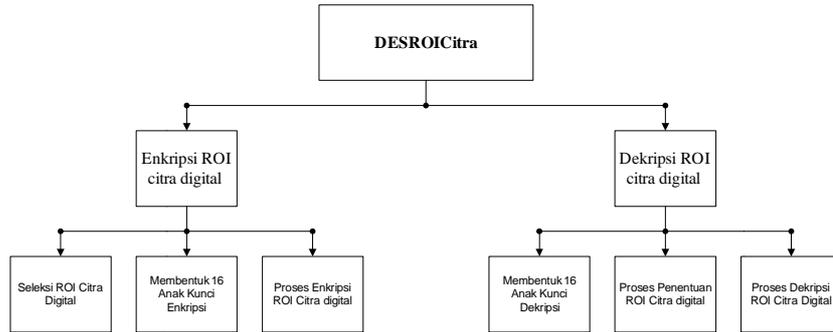
1. Enkripsi ROI citra digital yaitu mengenkripsi ROI citra digital dimana ROI citra digital ini akan disamarkan dengan menggunakan algoritma kriptografi DES. Enkripsi dilakukan dengan menggunakan *key* yang dimasukkan oleh *user*,
2. Dekripsi ROI citra digital yaitu mendekripsi ROI citra digital hasil enkripsi untuk mendapatkan kembali ROI citra digital yang asli. Pada proses ini, *user* juga memasukkan *key* untuk proses dekripsinya dan *key* yang dimasukkan harus sama dengan *key* yang dimasukkan ketika melakukan proses enkripsi,
3. Pemasukan kunci (*key*) merupakan pemasukan kunci untuk proses enkripsi dan dekripsi ROI citra digital,
4. Seleksi ROI citra digital merupakan proses seleksi ROI citra berbentuk *rectangle* (segi empat) dan *ellips*.

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan Perangkat Lunak *DESROICitra* melibatkan 2 komponen, yaitu Enkripsi ROI Citra Digital dan Dekripsi ROI Citra Digital. Kedua komponen tersebut saling terkait satu sama lain. Berikut adalah gambaran mengenai diagram *konteks* atau *Data Flow Diagram (DFD) Level 0* dan arsitektur perangkat lunak yang akan dibangun.



Gambar 4 Diagram Konteks Aplikasi Kriptografi ROI Citra Digital

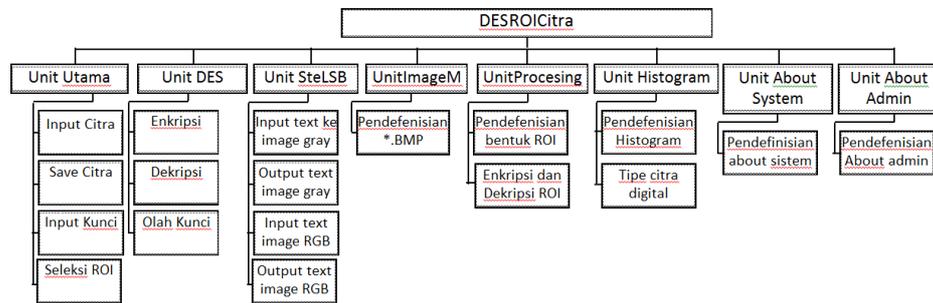


Gambar 5 Arsitektur Aplikasi *DESROICitra* dengan algoritma DES

#### 4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

##### 4.1 Implementasi Perangkat Lunak *DESROICitra*

*Data Flow Diagram (DFD)* dan Rancangan Arsitektur Perangkat Lunak *DESROICitra* diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7*. Berikut ini pemetaan unit serta tampilan *Form* Utama dari *DESROICitra*.



Gambar 6 Pemetaan Unit Aplikasi *DESROICitra*

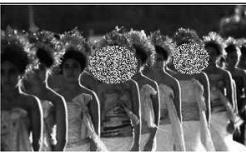


Gambar 7 Implementasi Form Utama Aplikasi *DESROICitra*



#### **4.2 Pengujian Perangkat Lunak *DESROI*Citra**

Secara umum hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa system sudah dapat menangani data masukan yang tidak valid dan dapat menampilkan hasil enkripsi dan dekripsi setiap proses dengan baik. Hasil pengujian konseptual menunjukkan bahwa system telah melaksanakan enkripsi dan dekripsi ROI citra digital sesuai dengan apa yang diharapkan.

No.	File Asli		File Hasil Enkripsi		File Hasil Dekripsi		Perbandingan File Asli dan File Hasil Enkripsi	Perbandingan File Asli dan File Hasil Dekripsi
	Nama File	Tampilan	Nama File	Tampilan	Nama File	Tampilan	Tampilan*	Tampilan*
1.	<i>rejang.bmp</i>		<i>rejang_enkryp.bmp</i>		<i>rejang_dekryp.bmp</i>		Tidak Sama	Sama
2.	<i>upacara.bmp</i>		<i>upacara_enkryp.bmp</i>		<i>upacara_dekryp.bmp</i>		Tidak Sama	Sama
3.	<i>bali.bmp</i>		<i>bali_enkryp.bmp</i>		<i>bali_dekryp.bmp</i>		Tidak Sama	Sama
4.	<i>barong.bmp</i>		<i>barong_enkryp.bmp</i>		<i>barong_dekryp.bmp</i>		Tidak Sama	Sama

Tabel 1 Hasil Pengujian Perangkat Lunak *DESROICitra*



## 5. PENUTUP

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu “Pengembangan Aplikasi Kriptografi pada *Region of Interest (ROI)* Citra Digital dengan algoritma *Data Encryption Standard (DES)*” yaitu: 1) Rancangan sistem aplikasi kriptografi ROI citra digital dengan algoritma *data encryption standard (DES)* menggunakan diagram alir (*flow diagram*) serta *Data Flow Diagram (DFD)* dipergunakan untuk menampilkan aliran data pada aplikasi *DESROI*Citra, 2) Implementasi Algoritma DES pada aplikasi kriptografi ROI citra digital menghasilkan sebuah perangkat lunak yang mampu mengenkripsi ROI citra digital sehingga tampilan ROI citra digital tidak dapat dikenali lagi, dengan demikian citra digital *output* dapat disebarluaskan dan dapat dilihat khalayak umum.

### 5.2 Saran

Sesuai dengan penelitian “ Pengembangan Aplikasi Kriptografi pada *Region of Interest (ROI)* Citra Digital dengan Algoritma *Data Encryption Standard (DES)*”, peneliti menyarankan untuk pengembangan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut: 1)Format file citra yang mampu ditangani oleh perangkat lunak kriptografi tidak hanya file bmp tetapi lebih beragam seperti JPEG, GIF dan lain-lainnya, 2) Perangkat lunak kriptografi yang dikembangkan dapat ditambahkan lagi dengan algoritma-algoritma kriptografi lainnya baik algoritma *private key* seperti *AES*, *Elgamal* dan *Blowfish* ataupun algoritma *public key* seperti *RSA*, 3) Untuk penyimpanan koordinat nilai ROI citra tidak sebatas pada steganografi LSB tetapi dapat menggunakan algoritma steganografi yang lain seperti steganografi EOF, *domain spacial technique* dan *Transform domain technique*.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmara, Dana. *Pengembangan Aplikasi Kriptografi File Citra Dengan Algoritma Data Encryption Standard (DES)*. 2011. Universitas Pendidikan Ganesha. Singaraja: Bali.



- [2] Gunadi, Kartika. Yulia. *Perancangan dan Pembuatan Software Photo-To-Pattern pada Cross Stitch*. 2003. Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra. e-mail : [yulia@petra.ac.id](mailto:yulia@petra.ac.id) , [kgunadi@petra.ac.id](mailto:kgunadi@petra.ac.id)
- [3] Hidayah, Affi Nur. *Rekayasa Perangkat Lunak Pengolahan Citra Dan Analisis Perilaku Intensitas Pixel Roi (Region Of Interest) Citra Radiografi Sinar-X*. 2009.
- [4] Rohmana, Aden. *Kriptografi Visual Menggunakan Adobe Photoshop*. 2010. Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132
- [5] Linda S., Agustina. *Penerapan Region of Interest (ROI) pada Metode Kompresi JPEG2000*. Institut Teknologi Bandung. Jalan Ganesha 10 Bandung 40132. Bandung.
- [6] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. 2004. Penerbit Informatika Bandung. Bandung.
- [7] Munir, Rinaldi. *Steganografi dan Watermarking*. 2004. Institut Teknologi Bandung.
- [8] Nazaret, Ralph. *Penyembunyian Pesan (Steganografi) Pada Image*. 2011
- [9] Pendahuluan. *cara kerja watermarking menggunakan teknik penggabungan ROI citra dan citra biner sebagai watermark*. Institut Pertanian Bogor.
- [10] Wirawan, Yanik Ariyuda. *Blind Watermarking di Channel Luminance pada Citra Digital dengan Transformasi Bmpelet Haar*. 2008. Departemen Teknik Elektro. Institut Teknologi Telkom. Bandung
- [11] Zaniar Putra, Edwin. *Pemanfaatan Himpunan dalam Seleksi Citra Digital*. 2009. Program Studi Teknik Informatika, STEI, ITB, Bandung, email: [edwin@zaniar.web.id](mailto:edwin@zaniar.web.id).