

DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENYISIPAN BIT PADA METODE *SELECT LEAST SIGNIFICANT BITS (SLSB)* DALAM STEGANOGRAFI

Mohamad Jajuli¹, Dan E. Haodudin Nurkifli²

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang
mohamad.jajuli@staff.unsika.ac.id, dudi.nurkifli@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas steganografi dengan skema *Select Least Significant Bits (SLSB)* dengan pesan teks yang akan disisipkan berupa pesan asli Proses-proses yang ada pada aplikasi adalah proses penyisipan satu bit per pixel, dua bit per pixel. Pengujian untuk mengetahui kehandalan gambar steganografi: Analisis histogram, RS Analisis dan pengujian kualitas Citra. Pengujian dengan histogram tidak mampu mendeteksi gambar steganografi, dari sepuluh pengujian pada gambar bertipe bitmap seluruh histogram dari gambar hasil steganografi tidak jauh berbeda dengan histogram gambar asli. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan RS Analisis untuk mengetahui presentase nilai estimasi pendeteksian pesan yang disisipkan pada gambar. Hasil pengujian dengan RS Analisis, nilai estimasi pendeteksian pesan pada gambar steganografi tidak jauh berbeda dengan nilai estimasi dari gambar asli. Pengujian yang terakhir menggunakan pengujian kualitas citra secara obyektif berdasarkan batas error pada citra. Parameter pengujian kualitas citra: *Mean Square Error (MSE)*, *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR in dB)*, *Normalized Cross-Correlation (NCC)*, *Average Difference (AD)*, *Structural Content (SC)*, *Maximum Difference (MD)*, *Normalized Absolute Error (NAE)*. Pengujian kualitas citra menunjukkan semua gambar steganografi memiliki nilai batas error yang tidak jauh berbeda dengan nilai batas error dari gambar asli.

Kata Kunci: *Selected Least Significant Bits (SLSB)*, *Histogram*, *Steganalisis*, *RS analisis*, *Pengujian Kualitas Citra*.

PENDAHULUAN

Steganografi merupakan ilmu untuk menyembunyikan pesan pada media lain. Usulan penelitian ini untuk pesan berupa karakter dan media penyisipan berupa gambar. Pesan disisipkan pada media gambar, proses penyisipan pesan pada media gambar yaitu penyisipan masing-masing bit dari karakter pada bit warna dasar dari gambar. Cara memperoleh bit pesan mengacu pada tabel ASCII, satu karakter pesan terdiri dari 8 bit masing-masing bit tersebut akan disisipkan pada bit gambar.

Algoritma *Select Least Significant Bits (SLSB)* merupakan salah satu algoritma yang ada dalam steganografi. Algoritma ini melakukan teknik penyisipan tidak pada semua bit tetapi menyisipkan pada beberapa bit dari satu warna dasar yang dominan. Penyisipan bit pada warna dasar dominan bertujuan untuk dapat menjaga gambar agar tampak seperti yang

asli dan tidak terjadi perubahan yang signifikan.

pengujian hasil steganografi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode pengujian yaitu histogram, steganalisis metode RS Analisis dan sample pairs analisis, pengujian kualitas citra dengan *Mean Square Error (MSE)*, *Mean Average Error (MAE)*, *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*, *Structural Content (SC)*, *Maximum Difference (MD)*, *Laplacian Mean Square Error (LMSE)*, *Normalized Absolute Error (NAE)*. Pengujian ini untuk membandingkan bentuk penyisipan satu, dua bit perpixel.

TINJAUAN PUSTAKA

Select Least Significant Bits (SLSB)

Jose dan Maria (2010) menyatakan bahwa SLSB merupakan penyempurnaan dari proses metode LSB. Metode SLSB ini melakukan teknik penyisipan tidak pada semua bit akhir tetapi menyisipkan pada beberapa bit dari satu warna dasar yang

dominan. Penyisipan bit pada warna dasar dominan bertujuan untuk dapat menjaga gambar agar tampak seperti yang asli dan tidak terjadi perubahan yang signifikan.

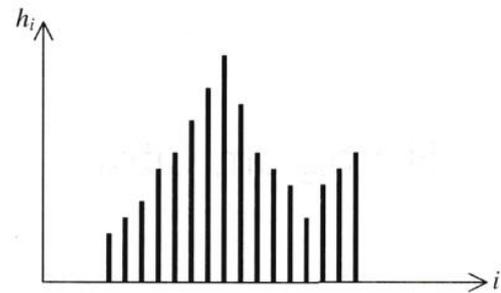
Steganalisis

Kharrazi dkk.(2006) menyatakan bahwa pengertian steganalisis merupakan seni dan ilmu pengetahuan dalam mendeteksi ada-tidaknya pesan tersembunyi dalam suatu objek. Menurut Chen (2000), steganalisis untuk metode *LSB* terdiri dari metode subjektif dan metode statistik. Metode subjektif melibatkan indera penglihatan manusia untuk mengamati bagian gambar yang dicurigai, sehingga disebut juga *visual attack*.

Menurut Fridrich dan Goljan (2005), salah satu teknik steganalisis secara visual adalah metode *enhanced LSB*. Metode ini menampilkan bit-bit terakhir dari sebuah citra dan mengandalkan penglihatan manusia untuk menentukan ada tidaknya pesan rahasia dalam citra. Sedangkan metode statistik melibatkan analisis matematis terhadap sebuah gambar untuk menemukan perbedaan antara gambar asli dengan gambar yang telah disisipi pesan. Metode statistik yang akan dibahas adalah metode *RS Analysis*. Uji coba steganalisis bertujuan tujuan untuk mengetahui kekuatan steganografi yang dibuat.

Histogram

Gonzalez dan Woods (2008) menyatakan bahwa histogram adalah grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap nilai gradasi warna. Bila digambar pada koordinat kartesian maka sumbu x (absis) menunjukkan tingkat warna dan sumbu y (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan.



Gambar 1 Histogram

Gambar 1 menunjukkan histogram terdiri dari h_i (absis) yang menunjukkan tingkat warna dan i (ordinat) menunjukkan frekuensi kemunculan gradasi warna.

Histogram digunakan untuk menguji kehandalan gambar steganografi mengacu pada penelitian Jose dan Maria (2010). Jose dan Maria menggunakan histogram untuk mengetahui perbedaan frekuensi dari penyebaran pixel pada gambar asli dan gambar steganografi.

RS Analisis

Menurut Fridrich dan Goljan (2005), RS Analisis merupakan teknik yang memanfaatkan korelasi spasial pada *stego image*. *RS-analysis* dapat mendeteksi penyisipan secara acak dengan akurat. Diberikan gambar yang kemudian dipartisi menjadi kelompok-kelompok n *pixel* yang bertetangga (x_1, \dots, x_n) . Cara mendapatkan korelasi spasial, digunakan fungsi diskriminasi f , dimana f merupakan nilai absolut rata-rata dari perbedaan antara *pixel-pixel* yang bertetangga. Secara matematis, fungsi diskriminasi f dinyatakan:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^{n-1} |x_{i+1} - x_i| \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan jika suatu kelompok semakin *noisy*, maka semakin besar nilai yang dihasilkan oleh fungsi f . Penyisipan *LSB* meningkatkan *noisy* pada gambar, sehingga nilai yang dihasilkan oleh fungsi diskriminasi f akan meningkat.

Pengujian Kualitas Citra Steganografi

Sebuah citra yang disisipi pesan maka citra tersebut pasti mengalami error yang diakibatkan penyisipan pesan. Untuk menentukan tingkat kualitas suatu citra antara citra sebelum dan sesudah disisipi pesan maka diperlukan suatu kriteria yang dapat digunakan untuk menilai apakah citra yang disisipi pesan tersebut dapat menyembunyikan pesan yang dikandungnya sehingga kasat mata atau tidak.

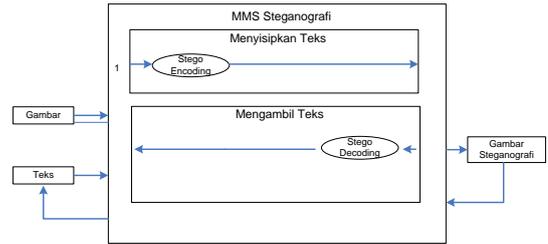
Vora dkk.(2010) menjelaskan bahwa kriteria penilaian kualitas citra menggunakan kriteria obyektif yaitu yang didasarkan pada batas error yang diperbolehkan untuk citra yang diolah. Untuk citra asal $x(m,n)$ dan citra yang telah disisipi pesan $x^{\wedge}(m,n)$ dengan ukuran yang sama $M \times N$. M merupakan panjang citra dalam pixel dan N merupakan lebar citra dalam pixel. Parameter yang dijadikan sebagai kriteria penilaian obyektif pada penelitian ini adalah: *Mean Square Error (MSE)*, *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR in dB)*, *Normalized Cross-Correlation (NCC)*, *Average Difference (AD)*, *Structural Content (SC)*, *Maximum Difference (MD)*, *Normalized Absolute Error (NAE)*.

Desain dan Implementasi Aplikasi

a. Skema Aplikasi

Sistem yang akan dibangun merupakan sebuah sistem steganografi yang dapat menjadi alternatif untuk mengamankan pesan pada fasilitas *Multimedia Message Service (MMS)*.

Proses-Proses pada sistem dijabarkan pada Gambar 2. Sistem yang dikembangkan memiliki enam proses utama yaitu proses kompresi, enkripsi, *encoding*, *decoding*, dekripsi, dekompresi.

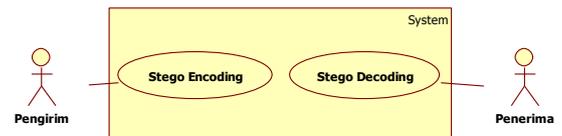


Gambar 2 Arsitektur Sistem.

Gambar 2 menunjukkan sistem dapat melakukan proses penyisipan pesan asli. Proses pengembalian pesan asli dapat dilakukan secara langsung.

b. Usecase Diagram Aplikasi

Use case steganografi dijelaskan pada Gambar 3. *Use case* diagram digunakan untuk menggambarkan fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna, serta menggambarkan proses interaksi antara pengguna dengan sistem.



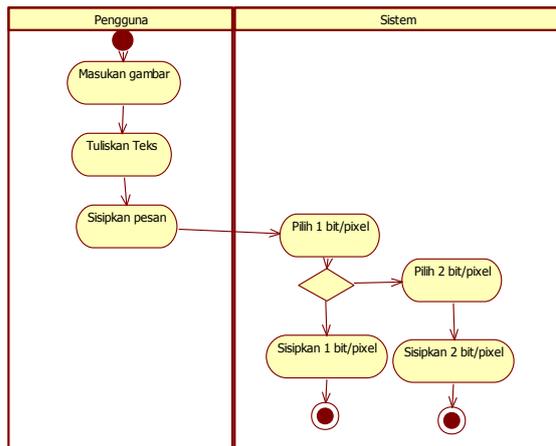
Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Steganografi

Gambar 3 terdapat dua aktor yang terlibat di dalam *use case* diagram steganografi yaitu pengirim dan penerima. Pengirim dapat melakukan penyisipan pesan. Penerima menerima pesan dan melakukan pengembalian pesan terhadap pesan asli yang disisipkan.

c. Activity Diagram Aplikasi

Activity diagram menggambarkan aliran kerja dari *use case*. *Activity* diagram digunakan untuk menunjukkan langkah-langkah dalam aliran kerja dan titik keputusan di dalam aliran kerja serta obyek yang bertanggung jawab menyelesaikan masing-masing aktivitas.

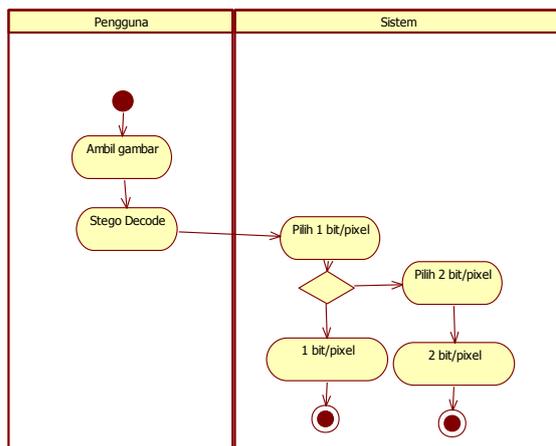
Activity diagram proses *encoding* merupakan interaksi pengguna dengan sistem dan proses-proses yang dilakukan pengguna pada sistem saat melakukan proses *encoding*.



Gambar 4. Activity Diagram Steganografi SLSB Encoding

Gambar 4 merupakan langkah pada activity diagram untuk melakukan penyisipan pesan. Pengguna memasukkan gambar dan menulis pesan, sistem melakukan sesuai keinginan pengguna yaitu sistem dapat melakukan proses penyisipan satu bit atau dua bit.

Activity diagram pada proses decoding merupakan interaksi yang terjadi antara pengguna dengan sistem dan proses-proses yang dilakukan pengguna pada sistem saat melakukan proses decoding.



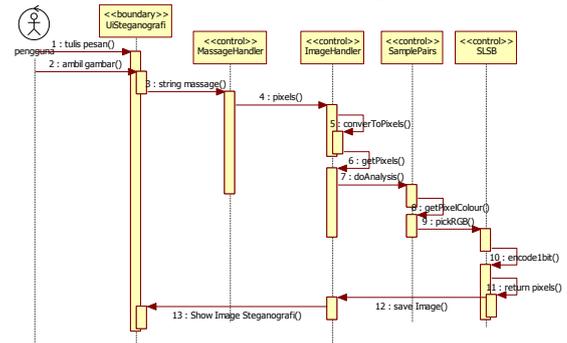
Gambar 5. Activity Diagram Steganografi SLSB Decoding

Proses pada activity diagram terdiri dari beberapa langkah yaitu pengguna membuka gambar, system melakukan proses stego decoding saja untuk membuka pesan asli yang disisipkan.

d. Sequence Diagram Aplikasi

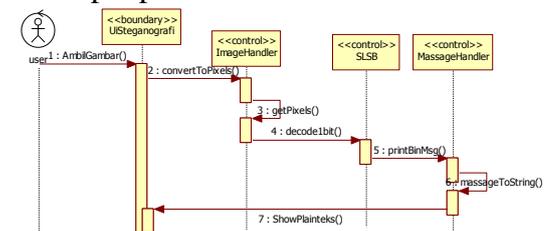
Sequence diagram untuk menggambarkan interaksi yang memperlihatkan event-event sepanjang berjalannya waktu. Diagram ini memperlihatkan interaksi antar objek di dalam dan di sekitar sistem terhadap waktu.

Sequencediagram pada gambar 6 menjelaskan interaksi antar objek yang dimulai dengan interaksi oleh pengguna.



Gambar 6 Sequence Diagram Encode SLSB Penyisipan Pesan Asli Satu Bit Per Pixel

Gambar 6 menjelaskan class MessageHandler digunakan untuk menangani teks yang dituliskan yang dikenal sebagai string. Proses penyisipan dilakukan dengan menangani gambar yang telah diambil dengan class ImageHandler. Menganalisis pixels dan RGB pada class sample pairs untuk pemilihan warna dominan selanjutnya melakukan penyisipan satu bit per pixel.



Gambar 7 Sequence Diagram Decode SLSB Penyisipan Pesan Asli Satu Bit Per Pixel

Gambar 7 menjelaskan bahwa gambar yang diambil dicek pixels dan RGB pada ImageHandler. Proses decode dilakukan pada class SLSB. Print Message pada MessageHandler dan message tersebut dirubah menjadi String untuk menampilkan plainteks pada user interface.

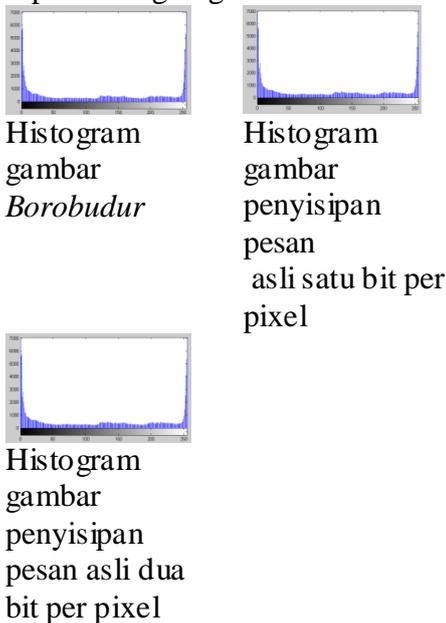
HASIL PENGUJIAN APLIKASI

Pengujian Histogram

Pengujian Histogram dilakukan dengan menggunakan tool Matlab 6.1. Tujuan dari analisis histogram untuk mengetahui perubahan dari frekuensi tampilan warna dengan cara membandingkan histogram gambar asli dengan histogram gambar steganografi. Pengujian dilakukan pada sepuluh dan yang akan disajikan hanya satu pengujian histogram.

Pengujian pertama menggunakan gambar bertipe bitmap memiliki ukuran 175KB dengan pixel 300x200, nama gambar *borobudur*. Pesan asli yang disisipkan terdiri dari 150 karakter atau 1200 bit.

Pengujian pada proses penyisipan pesan asli merupakan pengujian untuk mengetahui perbandingan histogram antara gambar steganografi penyisipan satu, dua bit per pixel dengan gambar asli.



Gambar 8 Perbandingan Histogram

Penjelasan gambar 8 hasil pengujian memberikan pengertian bahwa gambar yang disisipi pesan asli 1200 bit tidak tampak memiliki perbedaan yang signifikan dari masing-masing histogram. Pengajian histogram dari beberapa gambar steganografi dengan proses penyisipan satu, dua bit per pixel tidak dapat menunjukkan

perbedaan dari histogram. Histogram tidak mampu menangkap perbedaan dari gambar asli dan gambar steganografi.

Pengujian RS Analisis

Pengujian Steganalisis menggunakan algoritma RS Analisis. Tool RS Analisis menjadi alat untuk menguji kehandalan gambar steganografi. Tool RS Analisis dikembangkan oleh Hempstalk (2005). Pengujian dilakukan sepuluh kali yang disajikan dan yang disajikan hanya satu.

Pengujian pertama menggunakan gambar berekstensi bitmap (bmp) yaitu gambar *borobudur* 175 KB dengan pixel 300x200. Ukuran pesan yang disembunyikan 150 karakter atau 1200 bit.

Pengujian pada proses penyisipan pesan asli merupakan pengujian untuk mengetahui perbandingan nilai RS Analisis antara gambar steganografi penyisipan satu, dua bit per pixel dengan gambar asli.

Tabel 1 Nilai Estimasi Pendeteksian Pada Proses Penyisipan Pesan Asli

Keluaran dari MMS Stego	RS Analisis		
	Red(%)	Green(%)	Blue(%)
Gambar Asli	11,82409	6,29959	14,58435
Penyisipan pesan asli satu bit per pixel	11,82409	6,29959	16,34505
Penyisipan pesan asli dua bit per pixel	11,82409	6,29959	14,74437

Tabel 1 proses penyisipan pesan asli dua bit per pixel memiliki nilai yang paling bagus dibandingkan dengan proses yang lain. Nilai estimasi pendeteksian lebih besar dibanding gambar asli terdapat pada warna dasar biru.

Tabel 2 Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Antar Group	0,632	2	0,316	0,015	0,985
Dalam Group	123,003	6	20,501		
Total	123,635	8			

Dari tabel di atas didapat nilai Sig sebesar $0,985 > \alpha (0,05)$ sehingga dapat

disimpulkan bahwagambar steganografi yang dihasilkan dari semua proses penyisipan pesan asli memiliki nilai estimasi pendeteksian pesan yang tidak berbeda secara signifikan dengan nilai estimasi yang dimiliki oleh gambar asli.

Pengujian Kualitas Citra

Pengujian kualitas citra menggunakan matlab 6.1 dengan program yang dikembangkan oleh Narayanan (2010).Pengujian dilakukan sepuluh kali yang disajikan hanya satu.

Pengujian pertama menggunakan gambar sampul berekstensi bitmap (bmp) yaitu gambar *borobudur* 175 KB dengan pixel 300x200. Ukuran pesan yang disisipkan 150 karakter dan banyak bit adalah 1200 bit.

Pengujian pada proses penyisipan pesan asli merupakan pengujian untuk mengetahui perbandingan nilai batas error antara gambar steganografi penyisipan satu, dua bit per pixel dengan gambar asli.

Tabel 3 Nilai Batas Error Untuk Citra Steganografi Gambar *Borobudur* yang disisipi Pesan Asli

Keluaran dari	MSE	PSNR	NC	AD	SC	MD	NAE
Gambar Asli	0	99	1	0	1	0	0
Penyisipan pesan asli satu bit per pixel	0,0167	65,90	1	0,0014	1	1	0,000173
Penyisipan pesan asli dua bit per pixel	0,0014	76,66	1	0,000545	1	1	0,000015

Tabel 4 menjelaskan nilai batas error yang paling bagus ditunjukkan oleh gambar steganografi penyisipan dua bit per pixel.

Tabel 4 Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Antar Group	76,189	2	38,095	0,040	0,961
Dalam Group	16986,172	6	943,676		
Total	17062,361	8			

Dari tabel di atas didapat nilai Sig sebesar $0,961 > \alpha (0,05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa semua penyisipan pesan asli memiliki nilai batas error yang tidak berbeda secara signifikan dengan nilai batas error dari gambar asli.

Pengujian waktu proses

Pengujian waktu proses dilakukan sebanyak sepuluh kali dan yang akan disajikan hanya satu. Pengujian waktu proses encoding dan decoding.

Pengujian pertama menggunakan gambar berekstensi bitmap (bmp) yaitu gambar *borobudur* 175 KB dengan pixel 300x200. Ukuran pesan yang disembunyikan 150 karakter atau 1200 bit.

Pengujian pada proses penyisipan pesan asli merupakan pengujian untuk mengetahui perbandingan waktu dari proses penyisipan satu, dua bit per pixel.

Tabel 5 Waktu Proses Penyisipan Pesan Asli Pada Gambar *Borobudur*

Proses Penyisipan Pesan	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Rata-rata
Penyisipan pesan asli satu bit per pixel	1906 ms	1762 ms	2223 ms	1963,7 ms
Penyisipan pesan asli dua bit per pixel	1882 ms	1797 ms	1760 ms	1813 ms

Tabel 5 menjelaskan waktu proses terbaik ditunjukkan oleh penyisipan satu bit per pixel dan waktu terburuk ditunjukkan oleh penyisipan dua bit per pixel.

Tabel 6 Uji Dua Sampel Independent

t	Sig.
1,070	0,385

Dari tabel di atas didapat nilai Sig sebesar $0,385 > \alpha (0,05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu proses penyisipan satu bit per pixel tidak berbeda secara signifikan dengan dua bit per pixel.

Pengujian pada proses pengembalian pesan asli merupakan pengujian untuk

mengetahui perbandingan waktu dari proses pengembalian pesan dengan penyisipan satu, dua bit per pixel.

Tabel 7 Waktu Proses Pengembalian Pesan Asli Pada Gambar *Borobudur*

Proses pengembalian pesan	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Rata-rata
Penyisipan pesan asli satu bit per pixel	206 ms	289 ms	168 ms	221 ms
Penyisipan pesan asli dua bit per pixel	174 ms	229 ms	180 ms	194,3 ms

Tabel 7 menjelaskan waktu proses terbaik ditunjukkan oleh pengembalian pesan pada penyisipan dua bit per pixel dan waktu terburuk ditunjukkan oleh pengembalian pesan pada penyisipan satu bit per pixel.

Tabel 8 Uji Dua Sampel Independent

t	Sig.
0,671	0,552

Dari tabel di atas didapat nilai Sig sebesar $0,552 > \alpha (0,05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pengembalian pesan pada penyisipan satu bit per pixel tidak berbeda secara signifikan dengan dua bit per pixel.

KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang dilakukan pada sistem steganografi, ada beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Pengujian histogram tidak dapat membedakan perbedaan antara gambar asli dan gambar stego 1 bit atau dua bit.
- Pengujian dengan RS Analisis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan hasil penyisipan satu dan dua bit perpixel dengan gambar asli tetapi hasil untuk penyisipan dua bit perpixel lebih mendekati gambar asli.
- Pengujian kualitas Citra menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan hasil penyisipan satu dan dua bit perpixel dengan gambar aslitetapi hasil untuk penyisipan dua bit perpixel lebih mendekati gambar asli.

- Waktu proses untuk penyisipan dan pengembalian pesan tidak berbeda secara signifikan antara satu bit perpixel dengan dua bit perpixel tetapi waktu proses penyisipan dan pengembalian pesan pada dua bit perpixel lebih cepat dibandingkansatu bit perpixel.

SARAN

Saran yang diberikan pada peneliti berikutnya:

- Menerapkan untuk mengolah pesan terlebih dahulu sebelum menyisipkan pada media penyisipan
- Menggunakan algoritma kompresi pesan *Huffman Code* seperti LZW, dan *Arithmetic coding*.
- Menggunakan enkripsi sebelum pesan disisipkan.
- Metode untuk proses steganografi dilakukan dengan penyisipan secara random agar menghasilkan nilai yang lebih baik dari penyisipan secara skuensial.
- Tambahkan proses *matching* setelah proses steganografi agar pada saat ada yang menyerang dengan RS Analisis hasilnya dapat jauh lebih baik dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirtharajan, R., Akila, R., dan Deepikachowdavarapu, P., 2007, A Comparative Analysis of Image Steganography, in International Jurnal of Computer Applications, 2, 3, India.
- Anneria, Y.S, 2008, Program Stegonalis Metode LSB pada Citra dengan Enhanced LSB, Uji Chi-Square, dan RS-Analysis, *Tugas Akhir*, Program Studi Teknik Informatika ITB, Bandung.
- Chen, W., 2005, Study of Steganalysis Methods, *Thesis*, Master of Science Electrical Engineering, Newark.
- Cox, I. J., Miller, M. L., Bloom, J. A., Fridrich, J., dan Kalker, T., 2008, *Digital Watermarking and*

- Steganography*, 2nd edition, Morgan Kuffman Publisher, Virginia.
- Fridrich, J., dan Goljan, M., 2002, *Practical Steganalysis of Digital Images – State of The Art*, Department of Electrical Engineering, Binghamton.
- Gonzalez, R. C., dan Woods, R. E., 2007, *Digital Image Processing*, 3rd edition, Pearson Prentice Hall, USA.
- Jagdale, B. N., Bedi, R. K., dan Desai, S., 2010, *Securing MMS with High Performance Elliptic Curve Cryptography*, in *International Jurnal of Computer Application*, India.
- José, J. R., dan Maria, J. M., 2010, *SLSB: Improving the Steganographic Algorithm LSB*, Spain.
- Kharrazi, M., Secaner, H. S., dan Memon, N., 2006, *Improving Steganalysis by Fusion Technique: A Case Study with Image Steganography*, Polytechnic University Brooklyn, USA.
- Manglem, Kh. S., Birendra, S. S., dan Shyam, L. S. S., 2007, *Hiding Encrypted Message in Features Image*, *IJCSNS*, 7, 4, India.
- Morkel, T., Eloff, J. H. P., dan Olivier, M.S., 2005, *An Overview of Image Steganography*, ICSA Research Group, Department Computer Science Pretoria, South Africa.
- Sakaludee, R., dan Udomhunsakul, S., 2007, *Objective Performance of Compressed Image Quality Assessments*, in *International Jurnal of Electrical and Computer Engineering*, 2, 4, India.
- Vora, V. S., Suthar, A. C., Makwana, Y. N., dan Davda, S.J., 2010, *Analysis of Compressed Image Quality Assessments*, M.Tech Student in E & C Dept, CCET, Wadhwan-Gujarat.
- Wahyudi, H., 2010, *Penyembunyian Data Terenkripsi Chaos Pada Citra Digital Menggunakan Metode LSB Berdasarkan Skema Kode Hamming (7, 4)*, S2 Ilmu Komputer UGM