

Optimasi Steganografi Berbasis Citra Digital Menggunakan Modifikasi Bit

Lyntom Irfan D.¹, Arief Bramanto Wicaksono Putra², Achmad Fanany Onnilita Gaffar³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda

¹Lyntom.Irfan.D@gmail.com, ²ariefbram@gmail.com, ³onnygaffar212@gmail.com

ABSTRAK

Keamanan dan kerahasiaan menjadi aspek yang sangat penting bagi pengguna teknologi informasi. Untuk menghindari pesan yang dikirimkan jatuh pada pihak-pihak yang tidak berkepentingan dan terjadi penyalahgunaan terhadap pesan. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menyembunyikan data atau pesan yang akan dikirim. Salah satunya adalah steganografi. Steganografi adalah teknik menyisipkan pesan ke media lain, sehingga pesan tersebut akan tersembunyi dan yang akan nampak adalah media lain untuk menyisipkan pesan. Steganografi memerlukan pesan dan cover. Cover adalah media yang digunakan untuk menyisipkan pesan. Penelitian ini bertujuan untuk menyisipkan pesan berupa citra ke dalam cover berupa citra dengan format JPG dan PNG. Pada penelitian ini menggunakan metode Least Significant Bit (LSB) sebagai metode penyisipan dan metode modifikasi bit untuk mengoptimalkan kinerja LSB dalam menyisipkan pesan 1 hingga 4 bit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyisipan citra berdasarkan unjuk kerja koefisien korelasi dan PSNR menunjukkan jumlah bit terbaik dalam proses penyisipan adalah berjumlah 1 bit. Pada proses ekstraksi citra pesan berdasarkan unjuk kerja koefisien korelasi dan MAPE menunjukkan jumlah bit terbaik dari proses penyisipan adalah berjumlah 4 bit. Sedangkan format terbaik adalah jika citra cover dan citra pesan dalam format PNG. Disimpulkan, semakin banyak bit yang disisipkan maka kualitas cover akan semakin menurun tetapi hasil ekstraksi semakin tinggi tingkat keberhasilannya dalam kembalinya pesan.

Kata Kunci: Steganografi, Least Significant Bit (LSB), Modifikasi Bit, Koefisien Korelasi, Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

ABSTRACT

Security and confidentiality are very important aspects for users of information technology. To avoid messages that are sent falling on unauthorized parties and news occurs on the message. There are many ways that can be done for housing data or messages to be sent. One of them is steganography. Steganography is a technique of inserting messages into other media, so that the message will be hidden and what will appear is other media to insert messages. Steganography requires a message and cover. Cover is the medium used to enter messages. This study aims to include a message in the form of an image on the cover in the form of an image in JPG and PNG formats. In this study, using the Least Significant Bit (LSB) method as the insertion method and modification method to optimize the LSB performance in inserting messages of 1 to 4 bits. From the results of research on the insertion with cover images and message images using PNG format based on information and PSNR shows the best number of bits with 1-bit message insertion while in the process of extracting message images from cover images that have gone through the insertion process using PNG format based on cooperation and MAPE shows best bit count with 4 bit message insertion. Decrease, the more bits that are inserted, the quality cover will decrease but the extraction result is the higher the quality increase in the return message.

Keywords: Steganography, Least Significant Bit (LSB), Modified Bit, Correlation coefficient, Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

1. PENDAHULUAN

Teknologi Informasi dan Komunikasi saat ini telah banyak berkembang dan memberikan kemudahan dalam kehidupan manusia. Perkembangan teknologi jaringan dan internet memungkinkan setiap orang untuk saling bertukar pesan. Pada umumnya keamanan dan kerahasiaan menjadi aspek yang sangat penting bagi pengguna teknologi informasi. Untuk menghindari pesan yang dikirimkan jatuh pada pihak-pihak yang tidak berkepentingan dan terjadi penyalahgunaan terhadap pesan [1].

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan dan kerahasiaan pesan. Pertama menggunakan teknik kriptografi, yakni dengan menyandikan pesan dengan menggunakan algoritma tertentu. Tetapi dengan menyandikan pesan, maka pesan akan nampak sebagai kode-kode aneh yang justru akan membuat penasaran bagi orang yang membacanya, yang akhirnya akan berusaha untuk mengetahui kode-kode aneh tersebut. Teknik lain adalah *steganografi* dengan menyisipkan pesan ke media lain, sehingga pesan tersebut akan “tersembunyi” dan yang akan nampak

adalah media lain yang digunakan untuk menyisipkan pesan [2].

Beberapa metode yang digunakan pada *steganografi* adalah *Least Significant Bit (LSB)*, *Algorithms and Transformation*, *Redundant Pattern Encoding*, *Spread Specturm method* dan *End of File* [3]. Metode yang umum digunakan dalam *steganografi* adalah *Least Significant Bit (LSB)*. Untuk media *steganografi* yang digunakan bisa berupa citra, *audio*, dan video sebagai *cover* untuk menyembunyikan pesan [4, 5].

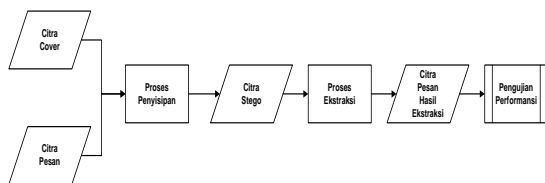
Penelitian-penelitian sebelumnya terkait *steganografi* menggunakan metode *LSB* sudah banyak dilakukan. Dedi Darwis menggunakan metode *LSB* untuk menyisipkan pesan berupa teks ke dalam *cover* berupa citra [6]. Asep Saefullah, Himawan, Nazori Agani menggunakan metode *LSB* untuk menyisipkan pesan berupa teks ke dalam *cover* berupa citra [7].

Pada penelitian ini, sama seperti penelitian sebelumnya, menggunakan metode *LSB* untuk menyisipkan pesan berupa citra ke *cover* berupa citra. Untuk meningkatkan kemampuan *LSB* dalam menyisipkan pesan berupa citra ke *cover* berupa citra, ditambahkan algoritma Modifikasi Bit pada *cover* dan pesan sebelum dilakukan penyisipan menggunakan metode *LSB*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan menggunakan *cover* dan pesan berupa citra yang terdapat 3 komponen di dalamnya yaitu R, G, dan B. Pada penelitian ini terdiri dari 3 proses, yaitu penyisipan, ekstraksi dan pengujian. Proses penyisipan adalah proses menyisipkan pesan ke dalam media *cover*, sedangkan proses ekstraksi adalah proses pengambilan kembali pesan dari media *cover* [8, 9].

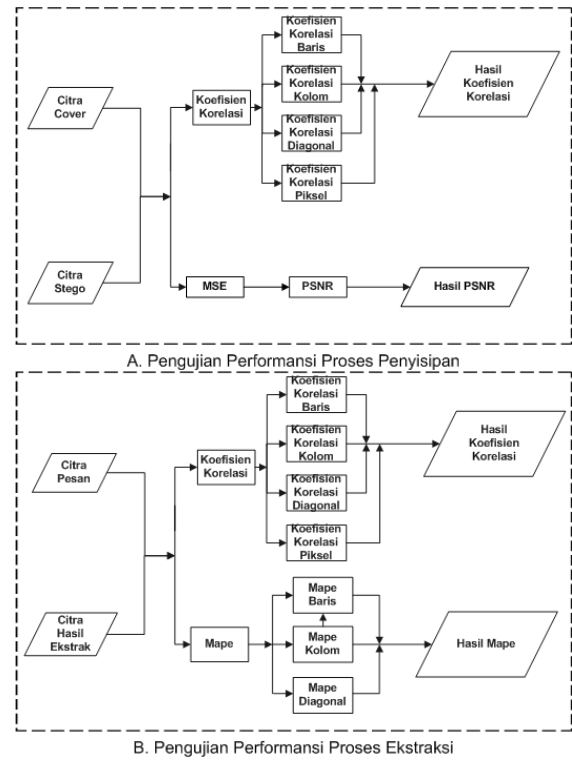
Proses *steganografi* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses *Steganografi*

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan proses penyisipan dan ekstraksi. Lalu dilakukan proses pengujian performansi dengan membandingkan citra *cover* dengan citra *stego* menggunakan koefisien korelasi dan PSNR dan membandingkan citra pesan dengan citra hasil ekstraksi menggunakan koefisien korelasi dan MAPE.

Proses pengujian performansi ditunjukkan pada Gambar 2.



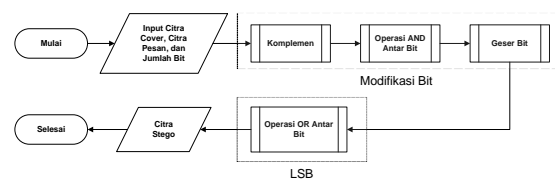
Gambar 2. Diagram Alir Proses Pengujian

Proses Penyisipan

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dalam proses penyisipan dilakukan beberapa proses. Pertama dilakukan metode modifikasi bit yang didalamnya terdiri dari proses mencari komplement, proses operasi AND antar bit, dan proses geser bit. Kemudian dilakukan metode *LSB* yaitu proses operasi OR antar bit untuk melakukan penyisipan pesan berupa citra ke dalam *cover* berupa citra.

Metode modifikasi bit adalah metode untuk mengubah bit dari nilai piksel citra *cover* dan citra pesan. Proses modifikasi dilakukan dua kali yaitu sebelum proses penyisipan pesan terhadap *cover* dan dilakukan kembali sesudah dilakukan proses penyisipan. Modifikasi bit menggunakan metode *Least Significant Bit (LSB)* berdasarkan jumlah bit yang diinputkan yaitu 1 hingga 4.

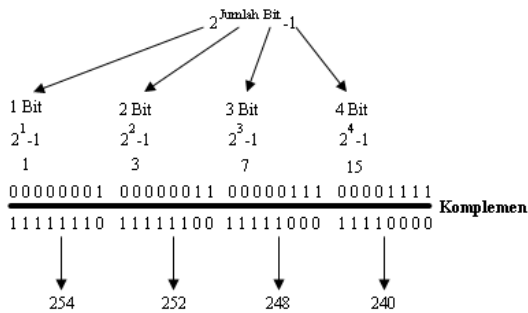
Proses penyisipan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Penyisipan

Komplemen

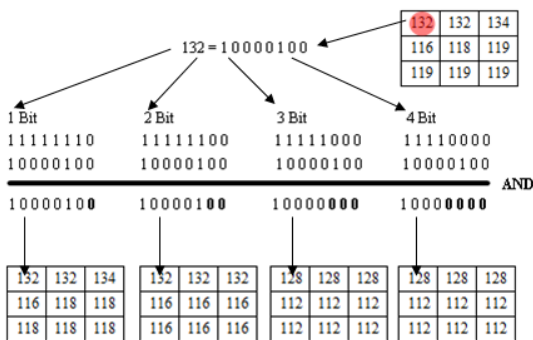
Proses komplemen adalah proses mengubah bit yang berangka 0 menjadi berangka 1 dan yang berangka 1 menjadi berangka 0 dari hasil konversi ke biner $2^{\text{Jumlah Bit}} - 1$, sebagai pembanding untuk proses AND antar bit. Dimana jumlah bit adalah jumlah bit yang disisipkan dari pesan ke dalam cover berdasarkan inputan 1 hingga 4. Hasil proses mencari komplemen ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Proses Komplemen

Operasi AND Antar Bit Citra Cover

Proses operasi AND antar bit adalah proses operasi AND antar bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel cover dengan hasil biner setelah dikomplemen dari $2^{\text{Jumlah Bit}} - 1$. Proses operasi AND antar bit bertujuan untuk menetralkan bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra cover sesuai dengan jumlah bit yang ingin diinputkan yaitu 1 hingga 4, agar ketika pesan disisip ke cover, bit dari cover tidak ikut bergabung sehingga merusak pesan. Hasil proses operasi AND antar bit ditunjukkan pada Gambar 5.

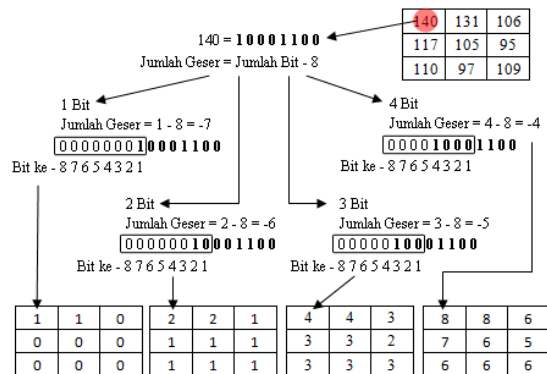


Gambar 5. Hasil Proses Operasi AND Cover

Geser Bit Citra Pesan

Proses geser bit adalah proses menggeser bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra pesan sebanyak Jumlah Bit - 8 karena hasilnya akan menghasilkan bilangan negatif maka akan digeser ke kanan. Proses geser bit bertujuan untuk mengubah jumlah bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra pesan menjadi sesuai dengan

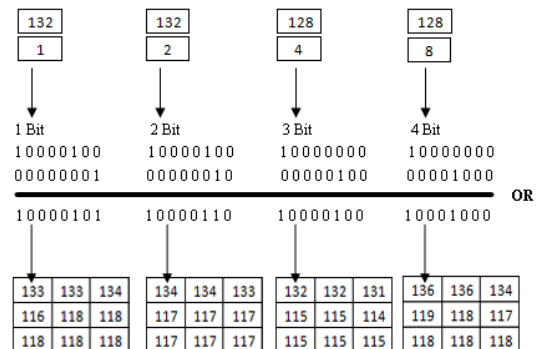
jumlah bit diinputkan yang ingin disisipkan ke cover yaitu 1 hingga 4. Nilai bit yang telah digeser hanya diambil dari rentang 1 hingga 8 bit, jika tidak berada pada rentang 1 hingga 8 bit maka bit tersebut tidak dianggap. Hasil proses geser bit ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Proses Geser Bit Pesan

Operasi OR Antar Bit

Proses operasi OR antar bit adalah proses menyisipkan pesan berupa citra ke dalam cover berupa citra yang telah melalui proses menggunakan metode modifikasi bit. Pada umumnya dalam metode LSB, bit yang akan disisipkan pada bit paling kecil pada biner yang terletak pada paling kanan [10-12]. Namun dalam metode LSB yang telah dioptimalkan dengan metode modifikasi bit, dapat melakukan penyisipan pada bit yang paling kanan saja atau hingga 3 bit ke kiri pada cover. Hasil proses OR antar bit untuk melakukan proses penyisipan menggunakan metode LSB dengan hasil konversi ke biner nilai piksel cover dan pesan yang telah melalui proses menggunakan metode modifikasi bit ditunjukkan pada Gambar 7.

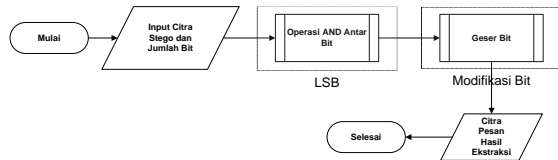


Gambar 7. Hasil Proses Geser Bit Pesan

Proses Ekstraksi

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dalam proses ekstraksi dilakukan beberapa proses. Pertama dilakukan metode LSB yaitu proses

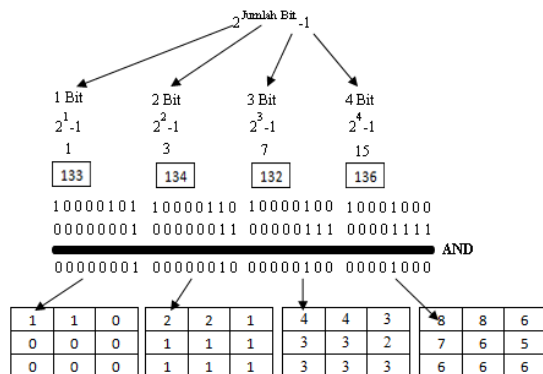
operasi AND antar bit untuk melakukan ekstraksi pesan berupa citra dari dalam *cover* berupa citra. Kemudian dilakukan metode modifikasi bit yaitu proses geser bit untuk mengubah bit dari nilai piksel pesan menjadi 8 bit kembali. Proses ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Ekstraksi

Operasi AND Antar Bit Citra Stego

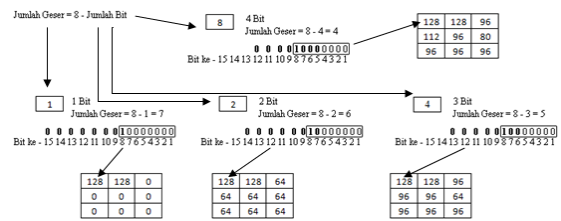
Proses operasi AND antar bit adalah proses ekstraksi pesan berupa citra dari dalam *cover* berupa citra. Berikut adalah contoh proses AND antar bit untuk melakukan proses ekstraksi menggunakan metode LSB dengan hasil konversi ke biner nilai piksel citra stego dan hasil konversi ke biner $2^{\text{Jumlah Bit}} - 1$. Dimana jumlah bit yang telah diinputkan pada proses penyisipan yaitu 1 hingga 4. Hasil proses operasi AND antar bit citra stego ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Proses Operasi AND Stego

Geser Bit Citra Hasil Ekstrak

Proses geser bit adalah proses menggeser bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra pesan setelah diekstraksi dari citra stego sebanyak 8 - Jumlah Bit karena hasilnya akan menghasilkan bilangan positif maka digeser ke kiri. Proses geser bit bertujuan untuk mengubah jumlah bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra pesan setelah diekstraksi pada citra stego menjadi 8 bit kembali. Bit yang telah digeser hanya diambil dari rentang 1 hingga 8 bit, sebab bit ke 9 dan seterusnya adalah berangka 0 maka jika tidak diambil tidak akan berpengaruh. Hasil proses geser bit ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Proses Geser Bit Pesan

Proses Pengujian Performansi

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa proses pengujian performansi menggunakan Koefisien Korelasi, MAPE dan PSNR. proses pengujian performansi dengan membandingkan citra *cover* dengan citra stego menggunakan koefisien korelasi dan PSNR dan membandingkan citra pesan dengan citra hasil ekstraksi menggunakan koefisien korelasi dan MAPE.

Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi digunakan untuk mencari hubungan dan membuktikan hipotesis hubungan dua variabel bila data kedua variabel interval atau ratio, dan sumber data dari dua variabel tersebut adalah sama. Koefisien korelasi juga dapat digunakan untuk menguji kemiripan dari dua *image* yang berbeda [13].

Rumus koefisien korelasi dinyatakan dalam rumus (1).

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A}))(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B}))} \quad (1)$$

Untuk dapat memberikan penafsiran terhadap koefisien korelasi yang ditemukan tersebut besar atau kecil, maka dapat berpedoman pada ketentuan yang tertera pada Tabel 1 sebagai berikut [14].

Tabel 1. Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah persentase rata-rata perbedaan absolut antara citra asli dan citra manipulasi untuk pengukuran kinerja perubahan tingkat keunikan [15-17].

Rumus Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dinyatakan dalam rumus (2).

$$MAPE = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left| \frac{x(i,j) - y(i,j)}{x(i,j)} \right| \quad (2)$$

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Mean Square Error (MSE) merupakan rata-rata dari selisih kuadrat citra asli dengan citra yang telah disisipkan pesan (citra hasil manipulasi) [10].

Rumus *Mean Square Error* (MSE) dinyatakan dalam rumus (3).

$$MSE = \frac{1}{M.N} \sum_{X=1}^M \sum_{Y=1}^N [f(x,y) - f'(x,y)]^2 \quad (3)$$

Setelah diperoleh nilai MSE maka nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dapat dihitung, yang dimana PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya nilai *error* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa kualitas citra hasil lebih baik dan hampir sama dengan citra aslinya [18].

Rumus *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dinyatakan dalam rumus (4).

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{C^2_{max}}{MSE} \right] \quad (4)$$

Untuk dapat memberikan penafsiran terhadap PSNR yang ditemukan tersebut besar atau kecil, maka dapat berpedoman pada ketentuan yang tertera pada Tabel 2 berdasarkan nilai MSE 0,1 sampai 15 dengan kualitas baik sekali, nilai MSE lebih dari 15 sampai 30 dengan kualitas baik dan nilai MSE lebih dari 30 dengan kualitas buruk.

Tabel 2. Interpretasi Terhadap PSNR

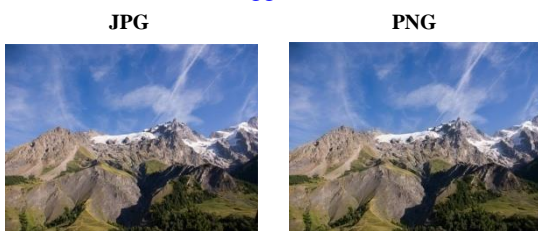
Nilai PSNR	Kualitas
36,3699 - 58,1308	Baik Sekali
33,3596 - 36,3698	Baik
Kurang dari 33,3596	Buruk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mengetahui bagaimana metode modifikasi bit berkerja untuk mengoptimalkan metode LSB. Berikut adalah hasil dan pembahasan penerapan dan pengujian metode modifikasi bit digabungkan dengan metode LSB.

Data Penelitian

Pada penelitian ini *cover* yang digunakan berupa citra digital RGB berisi objek gunung dan pesan yang digunakan berupa citra digital RGB berisi objek tulisan. Keduanya memiliki resolusi 512x384 piksel denga format JPG dan PNG yang bersumber dari www.kaggle.com.



Gambar 11. Dataset Citra *Cover*



Gambar 12. Dataset Citra Pesan

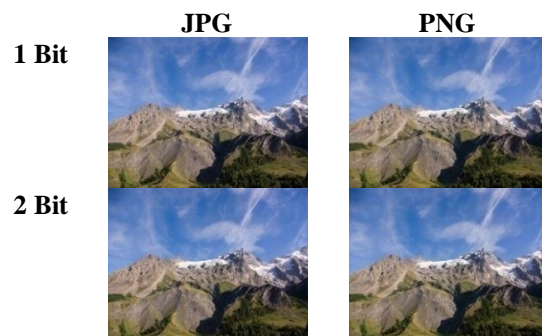
Proses Penyisipan

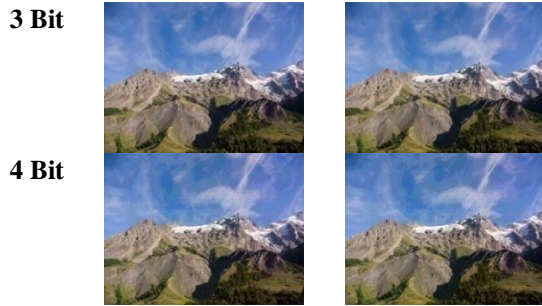
Proses penyisipan pesan berupa citra ke dalam *cover* berupa citra dimana dalam proses ini terdapat beberapa rangkaian proses yang akan dilakukan dan menghasilkan citra stego.

Sebelum melakukan proses penyisipan terlebih dahulu memilih citra sebagai citra *cover* yang ingin digunakan. Setelah memilih citra *cover*, selanjutnya memilih citra pesan yang ingin disisipkan pada citra *cover*. Citra *cover* dan citra pesan ditunjukkan pada Gambar 11 dan Gambar 12.

Setelah memilih citra *cover* dan citra pesan maka akan dilakukan proses penyisipan. Dalam proses penyisipan sebelum melakukan penyisipan menggunakan metode LSB terlebih dahulu citra *cover* dan citra pesan diproses dengan metode modifikasi bit. Dalam proses metode modifikasi bit terdiri dari proses pencarian komplemen berdasarkan inputan jumlah bit 1 hingga 4 yang ingin disisipkan. Kemudian hasil konversi ke biner dari komplemen akan dilakukan operasi AND antar bit dengan hasil konversi ke biner nilai piksel *cover*. Kemudian pada citra pesan akan dilakukan proses geset bit.

Setelah dilakukan proses dari metode modifikasi bit. Selanjutnya dilakukan penyisipan menggunakan metode LSB. Dalam proses metode LSB terdapat proses operasi OR antar bit yang akan mengoperasikan OR antara bit hasil konversi ke biner citra *cover* dan citra pesan setelah dilakukan modifikasi bit. Dimana dari proses tersebut akan menghasilkan citra stego. Hasil citra stego ditunjukkan pada Gambar 13.





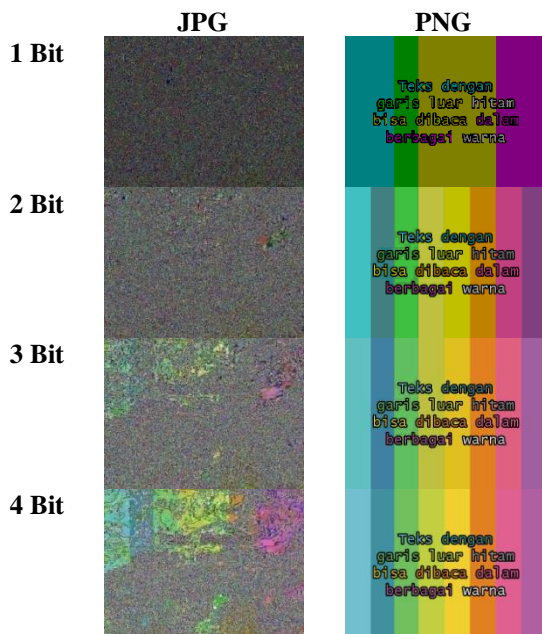
Gambar 13. Citra *Stego*

Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi merupakan proses pengambilan pesan berupa citra dari dalam citra stego. Dimana dalam proses ini terdapat beberapa rangkaian proses yang akan dilakukan dan menghasilkan citra pesan hasil ekstraksi.

Sebelum melakukan proses ekstraksi terlebih dahulu membutuhkan citra stego hasil penyisipan. Setelah terdapat citra stego maka dilakukan proses ekstraksi. Dalam proses ekstraksi menggunakan metode LSB akan dilakukan operasi AND antar bit antara hasil konversi ke biner dari $2^{Jumlah\ Bit} - 1$ dengan hasil konversi ke biner nilai piksel dari citra stego.

Setelah didapatkan hasil ekstraksi menggunakan metode LSB. Selanjutnya dilakukan proses menggunakan metode modifikasi bit. Dalam proses metode modifikasi bit terdapat proses geser bit yang akan menggeser bit dari hasil konversi ke biner nilai piksel citra pesan hasil ekstraksi. Hasil ekstraksi setelah digeser ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Citra Pesan 2 Hasil Ekstrak

Pengujian Performansi

Pengujian performansi untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada citra sebelum dan sesudah proses penyisipan pesan dan proses ekstraksi pesan, menggunakan Koefisien Korelasi, MAPE dan PSNR. Untuk hasil pengujian performansi ditunjukkan pada Tabel 3 sampai Tabel 6.

Tabel 3. Pengujian Performansi Citra *Cover* dan Citra *Stego* dengan Koefisien Korelasi

Format Cover	Format Stego	Jumlah Bit	Koefisien Korelasi			
			Antar Piksel	Antar Baris	Antar Kolom	Antar Diagonal
JPG	JPG	1	0,9956	0,9992	1,0000	0,9968
		2	0,9954	0,9980	0,9999	0,9964
		3	0,9946	0,9935	0,9997	0,9961
		4	0,9908	0,9768	0,9989	0,9939
PNG	PNG	1	0,9999	0,9995	1,0000	0,9999
		2	0,9996	0,9982	1,0000	0,9997
		3	0,9982	0,9938	0,9998	0,9987
		4	0,9925	0,9768	0,9989	0,9950

Tabel 4. Pengujian Performansi Citra *Cover* dan Citra *Stego* dengan PSNR

Format Cover	Format Stego	Jumlah Bit	PSNR	Predikat
JPG	JPG	1	39,1361	Baik Sekali
		2	38,9042	Baik Sekali
		3	38,1079	Baik Sekali
		4	35,7320	Baik
PNG	PNG	1	55,9179	Baik Sekali
		2	48,9346	Baik Sekali
		3	42,8982	Baik Sekali
		4	36,7695	Baik Sekali

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah bit yang disisipkan dalam proses penyisipan maka nilai koefisien korelasi antar piksel, baris, kolom dan diagonal, nilainya semakin menjauh dari 1 yang menunjukkan tingkat kemiripan dengan citra asli yang semakin berbeda. Nilai koefisien korelasi antar piksel, baris, kolom dan diagonal bernilai linear, dimana nilai dari koefisien korelasi baris, kolom dan diagonal masih mendekati nilai koefisien korelasi antar piksel. Berdasarkan Tabel 1 bahwa interpretasi koefisien korelasi pada citra dengan format JPG dan PNG masih memiliki tingkat hubungan sangat kuat. Nilai koefisien korelasi antar piksel tertinggi pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,9999 dan nilai koefisien korelasi antar piksel terendah pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 0,9925 sedangkan nilai koefisien korelasi antar piksel tertinggi pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,9956 dan nilai koefisien korelasi antar piksel terendah pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 0,9908.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa Nilai PSNR yang juga semakin menurun menunjukkan tingkat kemiripan dengan citra asli yang juga semakin berbeda. Berdasarkan Tabel 2 bahwa interpretasi nilai PSNR yang ada pada citra dengan format PNG semua memiliki kualitas baik sekali sedangkan pada citra dengan format JPG memiliki kualitas baik sekali dan baik. Nilai PSNR tertinggi pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 55,9179 dan Nilai PSNR terendah pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 36,7695 sedangkan nilai PSNR tertinggi pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 39,1361 dan nilai PSNR terendah pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 35,7320. Dapat dilihat bahwa nilai PSNR dan nilai Koefisien Korelasi juga linear, dimana nilai tertinggi dan terendah jatuh pada jumlah bit yang sama.

Tabel 5. Pengujian Performansi Citra Pesan dan Citra Hasil Ekstrak dengan Koefisien Korelasi

Format Pesan	Format Ekstrak	Jumlah Bit	Koefisien Korelasi			
			Antar Piksel	Antar Baris	Antar Kolom	Antar Diagonal
JPG	JPG	1	0,0006	0,0399	0,0083	0,0020
		2	0,0058	0,1506	0,0683	0,0151
		3	0,0552	0,5179	0,0732	0,1067
		4	0,1806	0,8599	0,1821	0,2891
PNG	PNG	1	0,8793	0,8970	0,9201	0,8966
		2	0,9661	0,9670	0,9822	0,9698
		3	0,9896	0,9857	0,9992	0,9923
		4	0,9980	0,9979	0,9996	0,9982

Tabel 6. Pengujian Performansi Citra Pesan dan Citra Hasil Ekstrak dengan MAPE

Format Pesan	Format Ekstrak	Jumlah Bit	MAPE		
			Antar Baris	Antar Kolom	Antar Diagonal
JPG	JPG	1	0,4877	0,5215	2,3082
		2	0,4000	0,3045	2,4949
		3	0,3776	0,2096	2,7474
		4	0,3221	0,1667	2,7855
PNG	PNG	1	0,5593	0,4738	0,5727
		2	0,2526	0,2080	0,3094
		3	0,1039	0,0905	0,1694
		4	0,0530	0,0431	0,1085

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah bit yang disisipkan. Dalam proses ekstraksi nilai koefisien korelasi antar piksel, baris, kolom, diagonal, nilainya semakin mendekati 1 yang menunjukkan tingkat kemiripan dengan citra asli yang juga semakin mirip. Nilai koefisien korelasi antar piksel, baris, kolom dan diagonal bernilai linear, dimana nilai dari koefisien korelasi baris, kolom dan diagonal juga masih mendekati nilai koefisien korelasi antar piksel. Berdasarkan Tabel 1 bahwa interpretasi koefisien korelasi citra dengan format JPG memiliki rata-rata tingkat hubungan sangat rendah sedangkan citra dengan

format PNG semua memiliki tingkat hubungan sangat kuat. Nilai koefisien korelasi antar piksel tertinggi pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 0,9980 dan nilai koefisien korelasi antar piksel terendah pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,8793 sedangkan nilai koefisien korelasi antar piksel tertinggi pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 0,1806 dan nilai koefisien korelasi antar piksel terendah pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,0006.

Pada Tabel 6 nilai MAPE baris, kolom dan diagonal nilainya semakin mendekati 0 yang menunjukkan tingkat kemiripan dengan citra asli yang juga semakin mirip. Nilai MAPE terendah pada citra dengan format PNG dengan penyisipan 4 bit yaitu 0,0530 dan nilai MAPE tertinggi pada citra dengan format PNG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,5593 sedangkan nilai MAPE terendah pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 4 bit yaitu 0,3221 dan nilai MAPE tertinggi pada citra dengan format JPG dengan penyisipan berjumlah 1 bit yaitu 0,4877. Dapat dilihat bahwa nilai MAPE dan nilai Koefisien Korelasi juga linear, dimana nilai tertinggi dan terendah jatuh pada format dan jumlah bit yang sama.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pada proses penyisipan dengan citra cover dan citra pesan menggunakan format antara JPG dan PNG atau antara PNG dan PNG berdasarkan pengujian performansi menggunakan koefisien korelasi dan PSNR yang menghasilkan nilai tertinggi adalah penyisipan dengan format PNG berjumlah 1 bit. Pada proses ekstraksi menggunakan format JPG atau PNG berdasarkan pengujian performansi menghasilkan koefisien korelasi tertinggi dan MAPE terendah adalah proses ekstraksi dengan format PNG berjumlah 4 bit.

Dari pengujian didapatkan kesimpulan bahwa semakin banyak bit yang disisipkan dalam proses penyisipan maka kualitas *cover* akan semakin menurun tetapi hasil ekstraksi semakin tinggi tingkat keberhasilannya dalam kembalinya pesan dan format PNG adalah format citra yang terbaik dalam melalui proses penyisipan dan ekstraksi.

Adapun saran pada penelitian ini bahwa pesan yang disisipkan pada penelitian ini hanya disisipkan namun pesan tidak terenkripsi yang artinya saat pesan didapat oleh orang lain selain penerima maka pesan akan langsung diketahui, Untuk selanjutnya bisa dikembangkan dengan mengenkripsi pesan terlebih dahulu setelah melalui proses dengan metode modifikasi dan sebelum

dilakukan proses penyisipan dengan metode LSB agar tingkat keamanan lebih terjamin dan algoritma geser bit dapat lebih dioptimalkan lagi dalam proses penyisipan agar dapat menghasilkan proses ekstraksi yang lebih sempurna.

5. REFERENSI

- [1] S. Anwar, "Implementasi Pengamanan Data Dan Informasi Dengan Metode *Steganografi* LSB Dan Algoritma Kriptografi AES," *Jurnal Format*, vol. 6, 2017.
- [2] Z. I. NISWATI, "*Steganografi* Berbasis Least Significant Bit (LSB) Untuk Menyisipkan Gambar Ke Dalam Citra Gambar," *Faktor Exacta*, vol. 5, 2017.
- [3] T. I. Widyawan, "Pengamanan Pesan *Steganografi* Dengan Metode LSB Berlapis Enkripsi," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 3, 2018.
- [4] B. V. Indriyono, "Penerapan Keamanan Penyampaian Informasi Melalui Citra dengan Kriptografi Rijndael dan *Steganografi* LSB," *Citec Journal*, vol. 3, 2016.
- [5] K. K. Mrs. Kavitha, Ashwini Koshti, Priya Dughav, "Steganography Using Least Significant Bit Algorithm," *Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 2, 2012.
- [6] D. Darwis, "Implementasi Teknik *Steganografi* Least Significant Bit (LSB) Dan Kompresi Untuk Pengamanan Data Pengiriman Surat Elektronik," *Jurnal TEKNOINFO*, vol. 10, 2016.
- [7] H. Asep Saefullah, Nazori Agani, "Aplikasi *Steganografi* Untuk Menyembunyikan Teks Dalam Media Image Dengan Menggunakan Metode Lsb," *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*, 2012.
- [8] M. A. Endang Ratnawati Djuwitaningrum, "Teknik *Steganografi* Pesan Teks Menggunakan Metode Least Significant Bit dan Algoritma Linear Congruential Generator," *JUITA*, vol. 4, 2016.
- [9] G. W. S. Siti Rohayah, Oman Somantri, "Aplikasi *Steganografi* Untuk Penyisipan Pesan," *Jurnal Informatika*, vol. 9, 2015.
- [10] R. V. F. Mulyanto, Arief Bramanto Wicaksono Putra, "Penyisipan Pesan Teks pada Citra Menggunakan Metode LSB dan 2- Wrap Length," *Seminar Nasional APTIKOM (SEMNASTIK)*, 2019.
- [11] A. F. O. Gaffar, A. B. W. Putra, and R. Malani, "The Multi Layer Auto Encoder Neural Network (ML-AENN) for Encryption and Decryption of Text Message," in *2019 5th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2019, pp. 128-133.
- [12] A. B. W. Putra, M. T. Jufri, D. Lantara, A. Assyauqi, A. Wajiansyah, and A. Pranolo, "Steganography for Data Hiding in Digital Audio Data using Combined Least Significant Bit and 4-Wrap Length Method," in *2018 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT)*, 2018, pp. 336-339.
- [13] A. B. W. P. Achmad Fanany Onnilita Gaffar, *Modul Ajar Pengolahan Citra Digital*, 2017.
- [14] C. V. Bertan, "Pengaruh Pendayagunaan Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja) Terhadap Hasil Pekerjaan (Studi Kasus Perumahan Taman Mapanget Raya(Tamara))" *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, p. 15, 2016.
- [15] A. B. W. P. Achmad Fanany Onnilita Gaffar, Agusma Wajiansyah, Supriadi, "Texture Feature Extraction based on Local Weighting Pattern (LWP) using Fuzzy Logic Approach," *International Journal of Computer Applications*, vol. 179, 2018.
- [16] S. K. Atanu Sarkar, "Image Steganography using Password Based Encryption Technique to secure e-Banking Data," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 13, 2018.
- [17] S. Arief Bramanto Wicaksono Putra, Aji Prasetya Wibawa, Andri Pranolo, Achmad Fanany Onnilita Gaffar, "Modification of a gray-level dynamic range based on a number of binary bit representation for image compression," *Science in Information Technology Letters*, vol. 1, 2020.
- [18] S. M. Nitin Jain, Shikha Dubey, "Image Steganography Using LSB and Edge – Detection Technique," *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, vol. 2, 2012.