Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI UNTUK KEAMANAN PENGIRIMAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODA DCT (DISCRETE COSINE TRANSFORM)

Mohammad Hamdani[1] dan Gloria Natalia Samosir [2]
[1] Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro, FTI-ISTN
[2] Engineer Staff PT. KISEL. Menara Jamsostek Selatan 5th floor. Jl. Gatot Subroto No.38 Jakarta 12710
Email: mhamdani@istn.ac.id dan glorianatalia92@gmail.com

ABSTRAK:
Pada makalah ini telah dirancang algoritma implementasi steganografi untuk keamanan pengiriman citra digital menggunakan metoda DCT (Discrete Cosine Transform). Steganografi yang dirancang terdiri dari dua bagian. Yaitu disisi pengirim dilakukan penyisipan data digital berupa citra rahasia .bmp grayscale ke dalam citra media .bmp RGB., sedangkan disisi penerima dilakukan ekstraksi citra rahasia yang telah disisipkan ke dalam citra media. Metode yang digunakan pada proses encode dan decode yaitu metode DCT (Discrete Cosine Transform), dimana proses penyembunyian berlangsung pada domain frekuensi yang mempunyai keuntungan lebih tahan daripada disembunyikan dalam domain ruang (spatial). Proses DCT ini menghasilkan koefisien DCT yang akan dikuantisasi dengan menggunakan matriks kuantisasi standar JPEG. Hasil akhir dianalisis performansinya menggunakan Mean Square Error (MSE), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), dan Mean Opinion Score (MOS). Nilai PSNR citra steganografi menunjukkan angka diatas 40 dB dan tingkat kemiripan citra asli dengan citra hasil ekstraksi masih dapat diterima dengan kondisi baik, walaupun terjadi sedikit perubahan yang tidak mempengaruhi resolusi citra.

Kata Kunci: *Steganografi, Citra, DCT, MSE, PSNR, MOS*

ABSTRACT:
In this paper has been designed two steganography algorithms on digital image and using DCT (Discrete Cosine transform) method for data security. The designed steganography consist of two parts. For the first, in transmiter is carried out the insertion of digital data in the form grayscale secret image .bmp into the .bmp RGB cover image. And then in receiver is done extraction of secret images that have been inserted into the cover image. The method used for the steganography algorithm in the encode and decode process is DCT (Discrete Cosine Transform) method, where the hidden process happens in the frequence domain, so that the result has better endurance than being hidden in spatial domain. This DCT process will produce the DCT coefficients to be quantized by using the standard JPEG quantization matrix. The final results performance was analyzed using Mean Square Error (MSE), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), dan Mean Opinion Score (MOS). The steganography PSNR image's value showed a figure above 40 dB and the level similarity the original image with the extraction image is still acceptable in good condition, although there was little change but it does not affect the image resolution.

Keywords : *Steganography, image, DCT, MSE, PSNR, MOS.*

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya serangan yang terjadi dalam proses pertukaran data menyebabkan perlunya suatu teknologi agar dapat meningkatkan keamanan informasi. Salah satu cara yang digunakan untuk mengamankan suatu data digital yaitu teknik kriptografi dan steganografi. Teknik steganografi dengan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*), untuk menyembunyikan data rahasia dalam sebuah media dengan cara menyisipkan data rahasia ke dalam media penampung. Media baru yang telah disisipi data rahasia kemudian dikirim kepada penerima tanpa menimbulkan kecurigaan dari pihak luar, karena perbedaan dari media asli (citra cover) dengan media yang telah disisipi data rahasia (citra stego) tidak dapat disadari langsung oleh manusia secara persepsionis. Teknik steganografi ini menggunakan metoda DCT karena dapat menjamin keutuhan media penampung, sehingga tidak merusak media asli meskipun telah disisipi data rahasia dan juga karena metoda ini mudah diimplementasikan pada data digital.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Steganografi

Steganografi merupakan suatu teknik untuk menyembunyikan pesan di dalam media lain dimana pesan rahasia yang akan dikirimkan tidak diubah bentuknya, melainkan disisipkan pada sebuah media lain (cover-object) yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Media baru yang telah disisipi pesan rahasia (stego-object) kemudian dikirim kepada penerima tanpa menimbulkan kecurigaan dari pihak luar, perbedaan dari media asli (cover-object) dengan media yang telah disisipi pesan rahasia (stego-object) tidak terlihat sehingga orang lain tidak akan menyadari ada sesuatu di dalam media tersebut.

2.2 Citra Digital

Citra digital dapat dinyatakan sebagai fungsi kontinu dari intensitas cahaya dari dua dimensi dalam fungsi *f(x,y)*, dimana (x,y) menyatakan koordinat spasial pada bidang dua dimensi dan nilai dari *f* pada titik (x,y) menyatakan intensitas cahaya (*brightness*) pada titik (x,y) tersebut. Agar dapat diolah dengan komputer *digital*, suatu citra harus direpresentasikan dengan nilai-nilai diskrit (citra *digital*). Pada umumnya citra *digital* berbentuk empat persegi panjang dengan berukuran dua dimensi (panjang x lebar). Citra *digital* yang berukuran NxM dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom[6].

2.3 Steganografi pada Citra Digital

Metoda menyembunyikan data pada citra *digital* secara umum diklasifikasikan menjadi 2 kategori. Yang pertama menanamkan citra pada domain spasial atau domain ruang, seperti metoda perubahan *least significant bit* (LSB) dan metoda *texture block coding*. Dan yang kedua menanamkan citra pada domain frekuensi seperti metoda *spread spectrum* dan metoda DCT *based embedding*. Secara umum bisa ditanamkan lebih banyak kapasitas data pada domain spasial daripada domain frekuensi, namun menyembunyikan informasi pada domain frekuensi lebih tahan *(robust)* terhadap berbagai operasi manipulasi daripada pada domain spasial. Pada metoda LSB, ide dasarnya adalah mengganti *least significant bits* (LSB) dari citra *cover* dengan *most significant bits* (MSB) dari citra yang disembunyikan tanpa merusak secara signifikan properti statistikal dari citra *cover*. Teknik yang berdasarkan LSB akan sulit membedakan antara objek *cover* dengan objek stego jika hanya sedikit bit LSB dari objek *cover* yang diganti. Sedangkan pada metoda yang berdasarkan transformasi, domain spasial ditransformasikan ke domain frekuensi menggunakan DCT, *Fast Fourier Transform* (FFT), *Wavelet*, dan sebagainya.

2.4 *Discrete Cosine Transform* (DCT)

DCT merupakan transformasi matematis yang mengambil sinyal dan mentransformasikannya dari domain spasial ke domain frekuensi. Pada metode berdasarkan transformasi terdapat dua tipe yaitu:

1. Koefisien dengan nilai besar dimodifikasi untuk mengakomodasi data pada *payload*.
2. Mengganti koefisien bernilai kecil dengan data pada *payload*.

Data ditanamkan ke citra *cover* dengan mengganti koefisien transformasi dari sebuah citra seperti koefisien transformasi kosinus diskrit. DCT dua dimensi diterapkan pada seluruh piksel citra *cover* dan dilakukan proses *embedding.*

2.4.1 *Discrete Cosine Transform 2-D*

DCT 2-D diperlukan untuk mengolah sinyal-sinyal yang berdimensi dua, seperti citra yang merupakan sinyal dua dimensi. Untuk sebuah matriks yang berukuran n x m, DCT 2-D dapat dihitung dengan cara menerapkan DCT 1-D pada setiap baris dari s dan kemudian hasilnya dihitung DCT untuk setiap kolomnya. Rumus transformasi DCT 1-D untuk s adalah[5] $DCT\ dari\ sederet$ n bilangan real s(x), x = 0, …, n-1:

$$S(u) = \sqrt{\frac{2}{n}} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} s(x) \cos\frac{(2x+1)u\pi}{2n} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dengan u = 0, …, n-1

Dimana C(u)= $\begin{cases} 2^{\frac{1}{2}}, & untuk\ u = 0 \\ 1, & untuk\ lainnya \end{cases}$

Persamaan tersebut menyatakan s sebagai kombinasi linier dari basis vektor. Koefisien adalah elemen transformasi S, yang mencerminkan banyaknya setiap frekuensi yang ada di dalam masukan s. Sedangkan rumus untuk transformasi DCT 2-D untuk s adalah:

$$S(u,v) = \frac{2}{\sqrt{nm}} C(u)C(v) \sum_{y=0}^{m-1} \sum_{x=0}^{n-1} s(x,y) \cos\frac{(2x+1)u\pi}{2n} \cos\frac{(2y+1)v\pi}{2m}$$

..... (2.2)

Dengan u = 0,…, n-1; v = 0,…, m-1

Rumus tersebut sering disebut juga dengan *Forward Discrete Cosine Transform* (FDCT). DCT 2-D dapat dihitung dengan menerapkan transformasi 1-D secara terpisah pada baris dan kolomnya, sehingga dapat dikatakan bahwa DCT 2-D *separable* dalam dua dimensi.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Sedangkan untuk *invers discrete cosine transform* dimensi dua (IDCT 2-D) dapat diperoleh dengan rumus:

$$S(x,y) = \frac{2}{\sqrt{nm}} \sum_{v=0}^{m-1} \sum_{u=0}^{n-1} C(u)C(v)S(u,v) \cos\frac{(2x+1)u\pi}{2n} \cos\frac{(2y+1)v\pi}{2m} \quad \text{.....(2.3)}$$

Dengan $x = 0, \ldots, n-1; y = 0, \ldots, m-1$

2.4.2 Kuantisasi

Kuantisasi secara sederhana merupakan proses untuk mengurangi jumlah bit yang dibutuhkan untuk menyimpan sebuah nilai bilangan bulat dengan mengurangi ketelitian bilangan bulat. JPEG adalah metode kompresi *lossy* yang utama, yang dirancang khusus untuk membuang informasi namun perubahannya tidak dapat dengan mudah terlihat oleh mata. Oleh karena itu encoding *lossy* JPEG cenderung menjadi lebih hemat dengan bagian skala abu-abu gambar dan menjadi lebih dangkal dengan warna.

DCT memisahkan gambar menjadi bagian-bagian frekuensi yang berbeda dimana frekuensi kurang penting dibuang melalui kuantisasi. Matriks modifikasi pada JPEG digunakan juga pada dekuantisasi sehingga koefisien kuantisasi DCT yang telah direkonstruksi kembali menjadi gambar akan menyebabkan efek distorsi. Pada gambar 2.1 terlihat bahwa 20 koefisien pada lokasi frekuensi tengah akan menjadi 1. Modifikasi tersebut dimana Q yang berposisi q[0,4], q[0,5], q[0,6], q[0,7], q[1,3], q[1,4], q[1,5], q[1,6], q[2,2], q[2,3], q[2,4], q[2,5], q[3,1], q[3,2] q[3,3], q[3,4], q[4,0], q[4,1], q[4,2], q[4,3]. Jika menggunakan matriks kuantisasi yang sudah dimodifikasi maka saat proses rekonstruksi gambar secret tidak terlalu dipengaruhi efek distorsi.

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

➡

16	11	10	16	1	1	1	1
12	12	14	1	1	1	1	55
14	13	1	1	1	1	69	56
14	1	1	1	1	87	80	62
1	1	1	1	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Gambar 2.1 Modifikasi Matriks Kuantisasi JPEG

2.5 Parameter Penilaian pada Steganografi

Ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan pada seganografi yaitu:

1. *Fidelity*, mutu media penampung tidak jauh berubah. Setelah penambahan data rahasia, hasil steganografi masih terlihat baik. Tidak boleh menimbulkan kecurigaan saat pengamat melihat hasil steganografi tersebut, sehingga tidak mengetahui ada data rahasia pada media tersebut.
2. *Robustness*, kekuatan atau ketahanan. Data yang disembunyikan harus tahan terhadap berbagai operasi manipulasi yang dilakukan pada media penampung, misalnya pengubahan kontras, penajaman, kompresi, rotasi, *cropping*, enkripsi, dan lainnya.
3. *Recovery*, data yang disembunyikan atau disisipkan harus dapat diekstraksi kembali.
4. *Imperceptibility*, keberadaan pesan tidak dapat dideteksi oleh indra manusia baik indra penglihatan, maupun indra pendengaran

Berdasarkan dengan 4 kriteria di atas, maka untuk mengetahui seberapa baik kualitasnya dapat digunakan parameter atau penilaian secara objektif dan subjektif.

2.5.1 Penilaian secara Objektif

Penilaian secara objektif berdasarkan pada proses perhitungan secara matematis, dengan menggunakan beberapa parameter berikut:

2.5.1.1 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah rata-rata nilai eror antara citra asli dan citra hasil kompresi. Secara matematis, Mean Square Error (MSE) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MSE} = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{y=1}^{M} \sum_{x=1}^{N} (Ori(x,y) - (Emb(x,y))^2} \quad \text{.....(2.4)}$$

Keterangan:

Ori(x,y) : nilai pixel di posisi (x,y) pada citra asli;

Emb(x,y) : nilai pixel di posisi (x,y) pada citra stego-object;

M : Panjang citra stego (dalam piksel)

N : Lebar citra stego (dalam piksel)

2.5.1.2 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

PSNR digunakan untuk menggambarkan degradasi suatu citra akibat dari proses penyisipan, noising, encoding, kompresi atau error transmisi. Nilai PSNR dinyatakan dalam satuan dB. Semakin besar nilai PSNR, maka kualitas imperceptibility citra stego akan semakin baik.Perhitungan untuk mencari SNR adalah sebagai berikut :

$$\text{PSNR} = 10 \text{ Log }_{10} \frac{L^2}{MSE} \text{ (dB)} \quad \text{.....(2.5)}$$

Dimana, MSE merupakan nilai MSE yang sudah dihitung sebelumnya dan MAXi adalah nilai maksimum dari piksel citra yang digunakan. Semakin rendah MSE maka akan semakin baik, dan semakin besar nilai PSNR maka akan semakin baik kualitas citra steganografi. Menurut Cole (2003), nilai PSNR dikatakan baik jika berada diatas nilai 20. Jadi, jika nilai PSNR

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

dibawah nilai 20 distorsi yang terjadi sangat besar antara stego image dan cover image.

2.5.1.3 Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan toolbox yang ada pada Matlab, sehingga akan didapatkan waktu komputasi sistem.

2.5.2 Penilaian secara Subjektif

Mean Opinion Score (MOS) merupakan penilaian subjektif berkenaan dengan nilai yang didapat dari hasil pengamatan responden terhadap perbandingan citra asli dengan citra hasil ekstraksi, dengan kriteria penilaian MOS menggunakan skala seperti tabel berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Penilaian MOS

PSNR (dB)	Kualitas Image
60	Sangat Baik
50	Baik
40	Layak/ Pantas
30	Tidak Baik
20	Buruk

$$MOS = \sum_{i=1}^{=n} \frac{Opinion\ score\ ke{-}i}{n} \quad \text{.....(2.6)}$$

dimana n adalah jumlah pengamat yang memberikan evaluasi terhadap kualitas citra steganografi.

2.6 Media Transmisi

Media transmisi adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi (data), karena jarak yang jauh, maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode. Kode inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara untuk diubah kembali menjadi data. Media Transmisi Data dibagi menjadi 2 bagian:

1. Media Transmisi Guided

adalah media yang mampu mentransmisikan besaran-besaran fisik lewat materialnya. Contoh: kabel twisted-pair, kabel coaxial dan serat optik.

2. Media Transmisi Unguided

Unguided mentransmisikan gelombang electromagnetic tanpa menggunakan konduktor fisik seperti kabel atau serat optik. Contoh sederhana adalah gelombang radio seperti microwave, wireless mobile dan lain sebagainya.

3. METODE

3.1 Identifikasi Kebutuhan Sistem

Dalam perancangan sistem pengamanan pengiriman citra digital dengan teknologi steganografi menggunakan metode DCT, dibutuhkan beberapa spesifikasi dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang digunakan dalam penelitian tini.

3.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem steganografi yang telah dirancang adalah sebagai berikut:

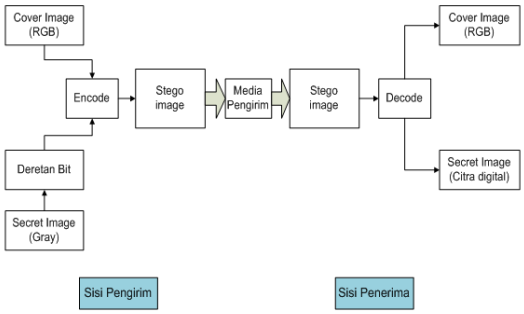
a. System Model : Latitude E6220
b. Processor : Intel(R) Core(TM) i5-2520M CPU @2.50GHz
c. Memory : 3072MB RAM
d. Hardisk : 500 GB

3.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem steganografi yang telah dirancang adalah Programming Tool : Matlab R2014a.

3.2 Perancangan Sistem

Sistem steganografi secara umum terdiri dari dua blok diagram yaitu blok diagram *encode* dan *decode*. Proses *encode* (penyisipan) dilakukan di sisi pengirim sedangkan proses *decode* (ekstraksi) dilakukan di sisi penerima. Aplikasi steganografi akan dilakukan melalui beberapa tahap. Hal ini lihat pada gambar 3.1.



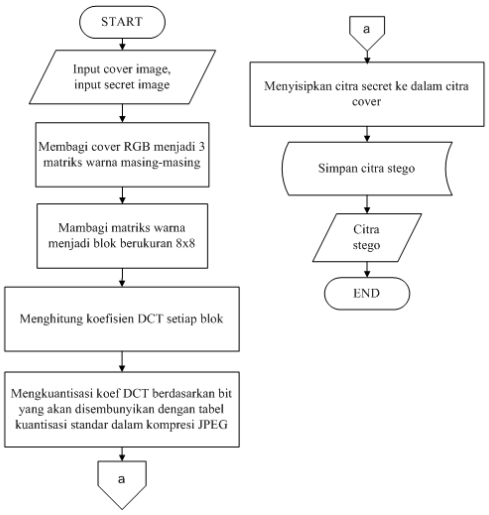
Gambar 3.1 Blok diagram sistem *encoder* dan *decoder*

Pada sisi pengirim terdapat dua input, yaitu cover image dalam bentuk citra RGB yang akan digunakan sebagai penampung pesan rahasia berukuran 512x512 piksel dan secret image dalam bentuk citra gray yang sebelumnya di ubah terlebih dahulu menjadi citra digital dalam bentuk deretan bit. Perubahan secret image menjadi data digital dilakukan untuk menjaga kerahasiaan data. Lalu kedua input dilakukan proses encode dengan cara menyisipkan secret image ke dalam cover image menggunakan metode DCT sehingga akan mendapatkan output citra yang di dalamnya sudah berisi pesan rahasia atau disebut dengan citra stego. Kemudian citra stego dikirimkan melalui media pengirim, dalam hal ini menggunakan wifi sebagai media pengirim pesan ke penerima.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Pada sisi penerima, data yang diterima masih dalam bentuk citra stego. Pada citra stego akan dilakukan proses encode atau proses ekstraksi yang bertujuan untuk mengekstrak data rahasia dari media penampung. Hasil dari ekstraksi terdiri dari dua yaitu cover image RGB dan secret image dalam bentuk digital, kemudian data rahasia tersebut dikembalikan dalam bentuk deretan desimal, dan pada akhirnya menjadi sebuah gambar secret yang utuh.

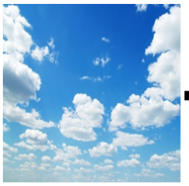
3.3 Flowchart Penyisipan (Sisi Pengirim)



Gambar 3.2 Flowchart Penyisipan

Tahap pertama proses penyisipan adalah pembacaan citra. Data citra yang akan menjadi input sistem ada dua, yaitu citra cover RGB bertipe *.bmp, berukuran 512x512 piksel dan citra rahasia *grayscale* bertipe sama seperti cover, *.bmp yang memiliki variasi ukuran 32x32 piksel, 40x40 piksel dan 48x48 piksel.

Data input citra cover RGB, dibagi menjadi masing-masing bidang yaitu bidang-R, bidang-G, dan bidang-B. Hasil input citra setiap bidang merupakan data intensitas warna dengan nilai 0-255. Ukuran data citra ini merupakan data matriks 512x512 dengan tipe data integer. Selanjutnya matriks warna masing-masing bidang R, G, dan B dibagi menjadi blok 8x8. Tujuan pembagian blok ini adalah untuk mempermudah dan untuk mempertahankan gambar semula, hal ini terlihat pada gambar 3.3



83	71	69	66	49	51	48	53
93	73	67	72	55	53	53	58
126	90	70	74	58	55	54	55
165	114	75	75	66	64	62	57
195	141	86	79	83	81	77	67
210	170	111	91	103	92	82	72
229	211	147	104	108	98	95	87
240	235	176	127	132	111	92	79

Gambar 3.3 Data Hasil Input Citra Cover Bidang R

Gambar 3.3 merupakan nilai intensitas warna citra cover pada bidang R. Tahap selanjutnya pada setiap blok 8x8 dari matriks R,G dan B akan dilakukan proses DCT sesuai fungsi transformasi matematikanya. Tahapan ini akan menghasilkan koefisien DCT dalam bentuk matriks seperti pada gambar 3.4.

83	71	69	66	49	51	48	53
93	73	67	72	55	53	53	58
126	90	70	74	58	55	54	55
165	114	75	75	66	64	62	57
195	141	86	79	83	81	77	67
210	170	111	91	103	92	82	72
229	211	147	104	108	98	95	87
240	235	176	127	132	111	92	79

785.6250	241.0456	103.7940	63.4845	17.1250	-2.3687	-7.1386	-2.2785
-242.0829	-188.7547	-40.1370	-31.8315	18.9756	28.3301	11.8799	-10.6983
37.9359	7.9825	-26.5020	-32.9399	-21.9169	-14.3073	1.3761	3.0649
-10.6672	-13.0088	8.7121	9.4162	0.2868	-1.6294	-0.1367	1.1424
6.6250	10.5387	-1.0312	4.9209	-1.3750	0.2813	1.1036	-0.4527
-4.0099	4.2458	9.0199	-3.9903	-2.7057	0.7841	0.0367	-0.2566
-1.5072	4.2644	-8.6239	3.2387	1.6368	-1.4866	1.2520	0.6266
1.7126	-0.5592	6.4080	-1.0823	-1.9260	0.7803	-0.4155	-0.4456

Gambar 3.4 Data Hasil Proses Transformasi DCT

Data hasil transformasi DCT kemudian akan dikuantisasi menggunakan tabel kuantisasi standar dalam kompresi JPEG yang sudah dimodifikasi (gambar 2.1). Proses kuantisasi didapatkan dengan cara membagi nilai matriks citra hasil transformasi oleh nilai matriks kuantisasi JPEG yang sudah dimodifikasi. Data hasil kuantisasi terlihat pada gambar 3.5

785.6250	241.0456	103.7940	63.4845	17.1250	-2.3687	-7.1386	-2.2785
-242.0829	-188.7547	-40.1370	-31.8315	18.9756	28.3301	11.8799	-10.6983
37.9359	7.9825	-26.5020	-32.9399	-21.9169	-14.3073	1.3761	3.0649
-10.6672	-13.0088	8.7121	9.4162	0.2868	-1.6294	-0.1367	1.1424
6.6250	10.5387	-1.0312	4.9209	-1.3750	0.2813	1.1036	-0.4527
-4.0099	4.2458	9.0199	-3.9903	-2.7057	0.7841	0.0367	-0.2566
-1.5072	4.2644	-8.6239	3.2387	1.6368	-1.4866	1.2520	0.6266
1.7126	-0.5592	6.4080	-1.0823	-1.9260	0.7803	-0.4155	-0.4456

49.1016	21.9132	10.3794	3.9678	17.1250	-2.3687	-7.1386	-2.2785
-20.1736	-9.8962	-2.8669	-31.8315	18.9756	28.3301	11.8799	-0.1945
2.7097	0.6140	-26.5020	-32.9399	-21.9169	-14.3073	0.0199	0.0547
-0.7619	-13.0088	8.7121	9.4162	0.2868	-0.0187	-0.0017	0.0184
6.6250	10.5387	-1.0312	4.9209	-0.0202	0.0026	0.0107	-0.0059
-0.1671	0.1213	0.1640	-0.0623	-0.0334	0.0075	3.2439e-04	-0.0028
-0.0308	0.0666	-0.1106	0.0372	0.0159	-0.0123	0.0104	0.0062
0.0238	-0.0061	0.0675	-0.0110	-0.0172	0.0078	-0.0040	-0.0045

Gambar 3.5 Data Hasil Proses Kuantisasi

Nilai koefisien hasil kuantisasi DCT ini kemudian ditreshold agar nilai- nilai besar saja yang disisipkan. Nilai- nilai besar pada koefisien kuantisasi DCT siap untuk disisipi oleh informasi yang ingin disembunyikan, dalam hal ini *gray citra*. Data input citra rahasia *grayscale* bertipe sama seperti cover, *.bmp yang memiliki variasi ukuran 32x32 piksel, 40x40 piksel dan 48x48 piksel.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

96	118	134	144	132	133	132	155
73	119	139	131	140	124	104	111
90	124	140	139	129	85	81	61
115	122	152	157	137	83	62	60
106	118	128	145	149	135	119	105
105	124	145	158	144	139	129	112
97	125	148	143	140	144	128	118
111	117	137	134	152	128	138	97

Gambar 3.6 Data Hasil Input Citra Rahasia

Hasil input citra rahasia ini merupakan data-data intensitas warna dengan nilai 0-255.

Pada gambar 3.6 diperlihatkan contoh nilai intensitas warna dari file citra rahasia ukuran 32x32 piksel. Kemudian agar dapat diproses menggunakan computer, maka data hasil input citra rahasia harus direpresentasikan dalam bentuk digital dengan cara mengubah data ke dalam bentuk biner sehingga membentuk deretan bit. Pada deretan bit tersebutdilakukan proses transpos untuk mengubah elemen matriks, yaitu elemen baris menjadi elemen kolom dan elemen kolom menjadi elemen baris seperti pada gambar 3.7

96	118	134	144	132	133	132	155	00111111100100000000000111111
73	119	139	131	140	124	104	111	11000000011011111111111000000
90	124	140	139	129	85	81	61	11000000011011111111111000000
115	122	152	157	137	83	62	60	01010001011000000111110010011
106	118	128	145	149	135	119	105	00000000100111111010000011101
105	124	145	158	144	139	129	112	01101110110011001111000010011
97	125	148	143	140	144	128	118	01100001110100011111011011010
111	117	137	134	152	128	138	97	00000101000101000101011101101

Gambar 3.7 Bentuk Digital Deretan Bit Citra Rahasia

Hasil data deretan bit akan disisipkan ke dalam koefisien hasil kuantisasi DCT. Dalam proses menyisipkan ini, koefisien kuantisasi DCT tersebut dimodifikasi berdasarkan bit pada citra rahasia dengan ketentuan koefisien kuantisasi DCT diset nilai dengan satuan 7 jika bit citra rahasia bernilai 1 dan diset nilai dengan satuan 2 jika bit citra rahasia bernilai 0. Karena matrik kuantisasi dimodifikasi seperti tadi, maka pada proses penyisipan ini hanya dilakukan pada posisi-posisi tertentu yaitu pada frekuensi tengah saja. Posisi ini sama seperti pada posisi tabel kuantisasi yang dimodiikasi diubah menjadi 1.

Selain koefisien pada posisi tersebut saja ada hal yang harus terpenuhi pada threshold nilai yang telah ditentukan. Setelah berhasil menyisipkan semua deretan bit secret akan disimpan posisi mana saja yang disisipkan sejumlah deretan bit secret. Menyimpan posisi ini dalam format file *.mat. file ini berisi nilai 0 dan1 yang ukurannya sama dengan gambar *cover*, dimana 1 adalah posisi koefisien DCT.

42	27	17	3.9678	12	-2.3687	-7.1386	-2.2785
-20.1736	-9.8962	-2.8669	-31.8315	12	27	17	-0.1945
2.7097	0.6140	-26.5020	-32.9399	-21.9169	-14.3073	0.00199	0.00547
-0.7619	-13.0088	7	2	0.2868	-0.0187	-0.0017	0.0184
7	17	-1.0312	4.9209	-0.0202	0.0026	0.0107	-0.0059
-0.1671	0.1213	0.1640	-0.0623	-0.0334	0.0075	3.2439e-04	-0.0028
-0.0308	0.0666	-0.1106	0.0372	0.0159	-0.0123	0.0104	0.0062
0.0238	-0.0061	0.0675	-0.0110	-0.0172	0.0078	-0.0040	-0.0045

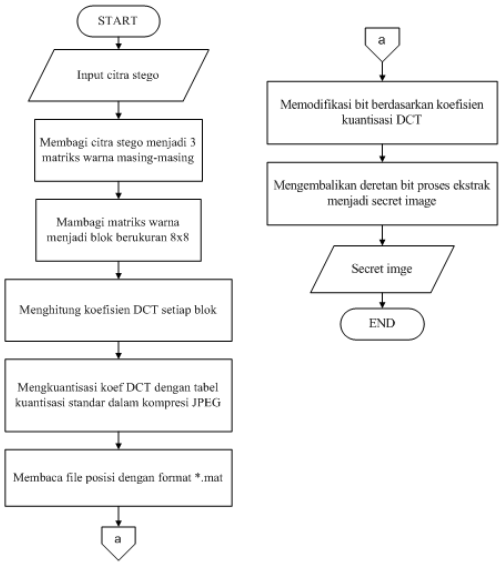
Gambar 3.8 Hasil Proses Penyisipan Deretan Bit Citra Rahasia

Setelah disimpan dalam format file *.mat untuk mengembalikan nilai kuantisasi menggunakan dekuantisasi, dimana menggunakan matriks kuantisasi yang sama saat proses kuantisasi sebelumnya. Kemudian melakukan invers DCT untuk mendapatkan nilai gambar yang sebenarnya. Lalu merekonstruksi blok dari gambar yang telah dilakukan proses-proses menjadi gambar yang utuh dan menjadi gambar stego. Gambar stego akan dibandingkan dengan gambar semula dan tidak mengalami perubahan yang besar.

87.3168	71.6713	61.0894	41.7671	19.2914	27.9328	29.0818	38.5995
97.1095	71.4187	55.3406	46.0629	26.5108	32.4364	36.4681	44.6530
131.8875	88.1593	56.1346	47.4945	30.4085	35.0520	37.9570	40.9066
172.7327	114.1009	62.4929	50.3609	38.3082	41.2788	44.0272	41.4485
200.9424	141.1738	74.7782	56.7249	55.1674	55.4724	58.5508	52.9400
213.1190	168.1290	98.4107	69.5124	75.7709	66.0500	65.2324	60.7755
233.8970	208.8695	132.2047	81.9441	81.6686	72.6657	78.7214	75.0291
249.3583	234.6033	160.1817	104.3187	106.1841	85.8184	74.4963	63.7891

Gambar 3.9 Hasil Citra Stego

3.3.2 Flowchart Ekstraksi (Sisi Penerima)



Gambar 3.10 Flowchart Ekstraksi

Tahap pertama proses ekstraksi ini adalah pembacaan citra stego sebagai data input yang diterima disisi penerima. Data citra stego dibagi menjadi masing-masing bidang, yaitu bidang-R, bidang-G dan bidang-B. Sama seperti pada proses ekstraksi, matriks warna masing-masing bidang R, G, dan B dibagi menjadi blok 8x8.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Masing-masing bidang warna akan dilakukan proses DCT sesuai fungsi transformasi yang akan menghasilkan koefisien DCT dalam bentuk matriks. Untuk mempermudah dan mempertahankan bentuk gambar semula, maka proses DCT ini diproses pada setiap blok 8x8 dari matriks R,G dan B. Data hasil proses DCT akan dikuantisasi dengan tabel kuantisasi standar kompresi JPEG yang telah dimodifikasi sama seperti saat penyisipan. Karena pada DCT transform RGB dipisahkan menjadi 3 bidang, maka proses kuantisasi pun diproses setiap bidang.

Berikutnya adalah memodifikasi bit hasil kuantisasi. Namun sebelumnya terlebih dahulu membuka file position dengan format *.mat yang berisikan posisi dimana saja koefisien DCT dimodifikasi setelah proses penyisipan. Modifikasi bit dilakukan berdasarkan koefisien kuantisasi DCT. Jika koefisien kuantisasi DCT dengan range nilai satuannya 0 s/d 5 maka bit secret di set bernilai 0 dan jika koefisien kuantisasi DCT dengan range nilai satuannya 6 s/d 9 maka bit secret diset bernilai 1.

Setelah proses modifikasi, akan didapatkan deretan bit secret dan akan dikembalikan menjadi gambar secret. Pada bit ini dilakukan pengelompokan 8 bit dalam 1 kelompok, dimana kelompok-kelompok ini akan dikembalikan ke dalam bentuk desimal. Setelah menjadi deretan desimal ini akan dikembalikan menjadi sebuah gambar secret yang utuh. Hasil output dari sistem ini adalah citra rahasia hasil ekstraksi yang sama seperti citra sebelum disispkan.

Gambar 3.11 Citra Asli dan Citra Hasil Ekstraksi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan citra cover warna dengan ukuran yang telah ditentukan dan citra rahasia dengan ukuran yang berbeda-beda.

Pada bagian ini akan diuraikan hasil uji coba dari proses penyisipan (encoding) dan ekstraksi (decoding) gambar. Ada beberapa proses skenario yang digunakan dalam pengujian sistem ini, antara lain :

1. Mengukur waktu komputasi untuk proses penyisipan dan ekstraksi menggunakan ukuran citra rahasia yang berbeda pada citra cover yang sama.
2. Membandingkan waktu pengiriman citra dari pengirim ke penerima tanpa melalui proses steganografi dengan waktu pengiriman citra digital menggunakan steganografi melalui media transmisi gelombang radio (Wifi).
3. Mengukur MSE dan PSNR penyisipan menggunakan ukuran citra rahasia yang berbeda-beda pada citra cover yang sama.
4. Mengukur kualitas citra, parameter MSE dan PSNR dengan penyisipan menggunakan satu ukuran citra rahasia pada citra cover yang berbeda-beda.
5. Membandingkan kesamaan citra sebelum disisipkan dengan citra setelah diekstraksi menggunakan parameter MSE dan PSNR, serta perbandingan kesamaan data.
6. Membandingkan citra stego dengan citra cover untuk mendapatkan nilai subjektif atau Mean Opinion Score (MOS) menggunakan sistem survei ke 10 responden.

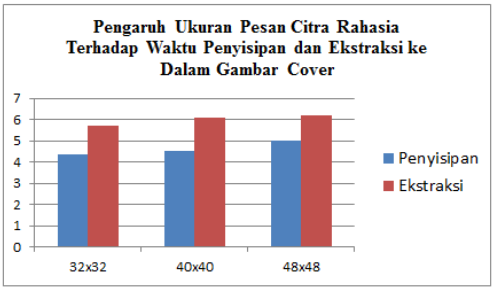
4.2 Analisa Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan skenario pengujian yang telah ditetapkan sebelumnya maka dilakukan analisis sebagai berikut :

4.2.1 Analisa Waktu Penyisipan dan Ekstraksi Terhadap Ukuran Citra Rahasia

Tabel 4.1 Pengaruh ukuran pesan citra rahasia terhadap waktu penyisipan dan ekstraksi ke dalam gambar cover

Secret Image	Penyisipan (s)	Ekstraksi (s)
32x32	4.352	5.721
40x40	4.521	6.070
48x48	4.984	6.184



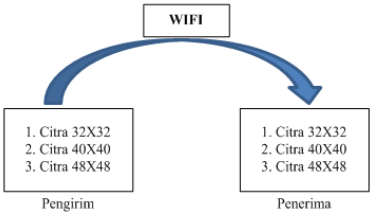
Gambar 4.1 Grafik pengaruh ukuran pesan citra rahasia terhadap waktu penyisipan ke dalam gambar cover

4.2.2 Analisa Perbandingan Waktu Pengiriman Citra Tanpa Melalui Proses

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Steganografi dengan Pengiriman Citra Melalui Proses Steganografi

Pengiriman citra secara langsung dapat terlihat pada gambar 4.2

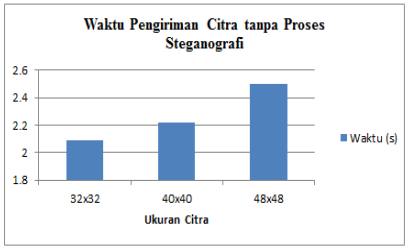


Gambar 4.2 Ilustrasi Pengiriman citra secara langsung

Hasil pengujian pengiriman citra secara langsung terlihat pada tabel 4.2 dan grafik 4.3

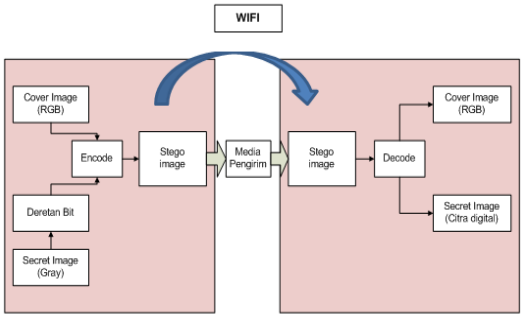
Tabel 4.2 Data hasil uji coba pengirim secara langsung

Parameter	Citra 32x32 piksel	Citra 40x40 piksel	Citra 48x48 piksel
Waktu (s)	2.09	2.22	2.50



Gambar 4.3 Grafik Waktu Pengiriman Citra Tanpa Proses Steganografi

Pengiriman citra melalui proses Steganografi tampak terlihat pada gambar 4.4

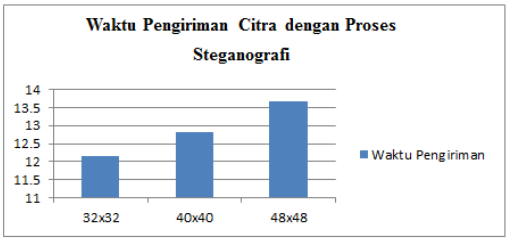


Gambar 4.4 Ilustrasi Pengiriman citra melalui proses Steganografi

Hasil pengujian pengiriman citra melalui proses steganografi terlihat pada tabel 4.3 dan grafik 4.5

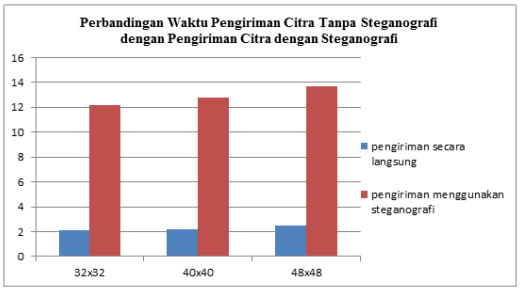
Tabel 4.3 Data hasil uji coba waktu pengiriman citra dengan proses steganografi

Ukuran Secret Image	Waktu (s)			
	Penyisipan	Pengiriman	Ekstraksi	Total
32x32	4.352	2.09	5.721	12.163
40x40	4.521	2.22	6.070	12.811
48x48	4.984	2.50	6.184	13.668



Gambar 4.5 Grafik Waktu Pengiriman Citra dengan Proses Steganografi

Dari hasil pengujian, maka didapat Perbandingan Waktu Pengiriman Citra secara langsung (Tanpa Steganografi) dengan Pengiriman Citra dengan Steganografi, seperti terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Waktu Pengiriman Citra Tanpa Steganografi dan dengan Steganografi

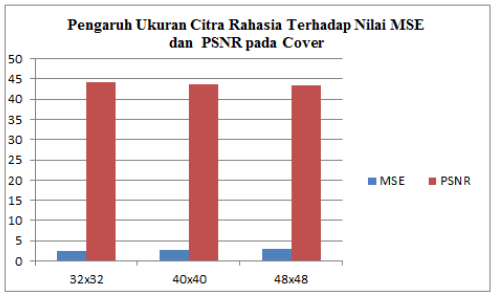
Waktu yang diperlukan untuk pengiriman Citra melalui proses steganografi sedikit lebih lama karena adanya penambahan waktu pada proses penyisipan dan Ekstrasi, namun hal ini tidaklah signifikan karena hanya berkisar antara 12 sd 14 detik.

4.2.3 Analisis Pengaruh Ukuran Citra Rahasia Terhadap Performansi Imperceptibility.

Hasil pengujian citra rahasia terhadap nilai PSNR dan MSE dapat terlihat pada table 4.4 dan gambar 4.7

Tabel 4.4 Pengaruh ukuran citra rahasia terhadap nilai PSNR dan MSE

Secret Image	MSE	PSNR (dB)
32x32	2.419	44.292
40x40	2.810	43.643
48x48	2.970	43.401



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Ukuran Citra Rahasia Terhadap Nilai MSE dan PSNR

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Dari hasil pengujian citra rahasia, didapat nilai PSNR diatas 43, hal ini menunjukkan bahwa hasil ekstrasi didapat dengan baik, sedangkan nilai MSE kurang dari 3 menunjukkan kualitas citra yang dihasilkan baik.

4.2.4 Analisa Pengaruh Citra Cover Terhadap Kualitas Citra Hasil Ekstraksi

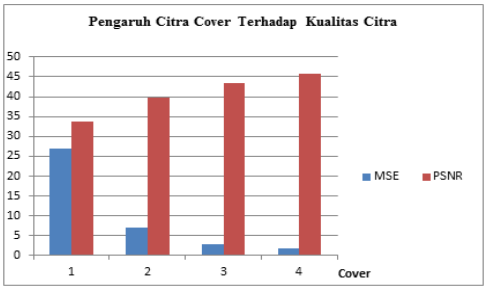
Hasil pengujian pengaruh citra rahasia terhadap kualitas citra hasil ekstraksi dapat terlihat pada table 4.5, table 4.6, dan gambar 4.8

Tabel 4.5 Data hasil uji coba kesamaan citra rahasia sebelum penyisipan dan setelah diekstraksi dengan cover berbeda

Uji Coba Ke-	Citra Cover (512x512)	Citra Rahasia (48x48)	Citra Stego	Citra Terekstraksi
1				
2				
3				
4				

Tabel 4.6 Pengaruh Citra Cover Terhadap Kualitas Citra Hasil Ekstraksi

Cover ke-	MSE	PSNR (dB)
1	26.905	33.832
2	6.975	39.694
3	2.970	43.401
4	1.717	45.782



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Citra Cover Terhadap Kualitas Citra

Dari pengujian terhadap penggunaan citra cover, terlihat bahwa semakin semakin sedikit warna pada citra covernya maka semakin baik kualitas citra hasil ekstrasinya, sedangkan sebaliknya makin banyak warna yang digunakan oada cover image akan menghasilkan citra hasil ekstrasi yang kurang baik kualitasnya, dengan demikian banya terdapat informasi yang hilang.

4.2.5 Analisa Kesamaan Citra Rahasia Sebelum Penyisipan dan Setelah Diekstraksi

Dari pengujian dengan menggunakan citra cover no 4 pada table 4.5, dapat terlihat bahwa terdapat kesamaan antara citra rahasia sebelum penyisipan dan citra rahasia hasil ekstraksi walaupun besar sampel citranya berbeda. Hal ini dapat ditunjukkan pada table 4.7

Tabel 4.7 Data hasil uji coba kesamaan citra sebelum penyisipan dan setelah diekstraksi

Uji Coba Ke-	Citra Rahasia	Citra Cover (512x512)	Citra Stego	Citra Terekstraksi
1	 32x32 3.05 kb	 Cover.bmp 768 kb	 Stego32x32.bmp 769 kb	 32x32
2	 40x40 4.74 kb	 Cover.bmp 768 kb	 Stego40x40.bmp 770 kb	 40x40
3	 48x48 6.80 kb	 Cover.bmp 768 kb	 Stego48x48.bmp 772 kb	 48x48

4.2.6 Analisa Pengujian Berdasarkan Nilai Mean Opinion Score (MOS)

Selain pengukuran yang bersifat objektif, dilakukan juga pengukuran subyektif yaitu berdasarkan opini dari pengamat menggunakan MOS. Ada 10 orang dengan indera penglihatan yang masih sehat dijadikan sebagai pengamat dalam penilaian MOS ini.

Hasil Pengujian Nilai MOS citra stego terhadap penyisipan berbagai ukuran citra rahasia dapat ditunjukkan pada table 4.8 dan tabel 4.9

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Penyisipan Citra Rahasia

Cover Image (512x512)	Secret Image	Stego Image (512x512)
	(32x32) 	
	(40x40) 	
	(48x48) 	

Tabel 4.9 Data hasil penilaian MOS citra stego

Responden Ke-	Hasil Penilaian Stego (32x32)	Hasil Penilaian Stego (40x40)	Hasil Penilaian Stego (48x48)
1	4.9	4.7	4.8
2	4.9	4.7	4.8
3	4.9	4.8	4.9
4	4.8	4.7	4.7
5	4.8	4.7	4.8
6	4.7	4.7	4.9
7	4.8	4.7	4.9
8	4.7	4.8	4.8
9	4.8	4.6	4.9
10	4.8	4.8	4.8

Dari pengujian penilaian MOS terhadap citra stego , terlihat bahwa para responden hampir semua mengatakan tidak melihat adanya citra rahasia pada citra stego, sehingga dengan demikian citra rahasia terjamin keamanannya.

Selain itu dilakukan pula Pengujian Nilai MOS terhadap Citra hasil Ekstraksi, hal ini dapat ditunjukkan pada table 4.10 dan tabel 4.11

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Ekstraksi Citra Rahasia

Cover Image (512x512)	Secret Image	Secret Image Hasil Ekstrak
	(32x32) 	(32x32) 
	(40x40) 	(40x40) 
	(48x48) 	(48x48) 

Tabel 4.11 Data Hasil Penilaian MOS Citra Rahasia Terekstraksi

Responden Ke-	Hasil Penilaian Citra (32x32)	Hasil Penilaian Citra (40x40)	Hasil Penilaian Citra (48x48)
1	4.8	4.7	4.6
2	4.9	4.8	4.7
3	4.8	4.8	4.7
4	4.7	4.8	4.7
5	4.6	4.6	4.6
6	4.8	4.8	4.5
7	4.7	4.8	4.6
8	4.8	4.7	4.6
9	4.9	4.7	4.6
10	4.8	4.8	4.7

Dari pengujian penilaian MOS terhadap citra hasil ekstraksi , terlihat bahwa para responden hampir semua mengatakan tidak melihat adanya adanya perbedaan antara citra rahasia asli dengan citra rahasia hasil ekstraksi. Dengan demikian metode steganografi yang dilakukan pada penelitian ini berhasil dengan baik didalam menjaga kerahasiaan citra yang dikirimkan.

5. SIMPULAN

Dari pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengiriman Citra digital dengan proses steganografi terbukti aman karena citra rahasia yang disisipkan ke cover tidak dapat dilihat secara persepsional. Citra yang disembunyikan tidak dapat dilihat karena citra tersebut sudah diubah terlebih dahulu ke citra digital dan ditransformasikan dengan menggunakan metoda DCT.
2. Resolusi gambar akan mempengaruhi penyisipan, waktu pengiriman, dan waktu ekstraksi. Waktu pengiriman paling lama terjadi pada pengiriman citra 48x48 piksel sebesar 13.668 detik
3. Nilai PSNR untuk ukuran citra 32x32 adalah 44.292 dB, ukuran 40x40 sebesar 43.643 dB dan ukuran 48x48 sebesar 43.401 dB. Sedangkan nilai MSE ukuran citra 32x32 adalah 2.419, ukuran 40x40 sebesar 2.810 dan ukuran 48x48 sebesar 2.970. Mengingat bahwa semakin besar nilai MSE akan semakin buruk kualitas citra, dan semakin besar nilai PSNR maka akan semakin baik kualitas citra, maka dari hasil terlihat bahwa kualitas hasil proses ekstraksi steganografi dilihat dari tingkat kemiripan citra asli dengan citra hasil ekstraksi masih dapat diterima dengan kondisi baik.

Sinusoida Vol. XX No. 2, April 2018
ISSN 1411 - 4593

KEPUSTAKAAN

[1] Chin-Chen Chang, Tung-Shou Chen, Lou-Zo Chung. 2002. *A Steganographic Method Based upon JPEG and Quantization Table Modification*. Information Sciences 141 (2002) 123-138.

[2] Cuddy, Aileen, Walden, Elisabeth, Zalewski, Sarah, 2001, *The Discrete Cosine Transform.*.

[3] Gonzalez, Rafael C, Richard E Woods. 2002. *Digital Image Processing*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

[4] Krikor Lala, Sami Baba, Thawar Arif, *Image Encryption Using DCT and Stream Cipher*, European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.32 No.1 (2009), pp.47-57

[5] Marvel, Lisa M., Charles G. Boncelet, dan Charles T. Retter. 1999. *Spread Spectrum Image Steganography*. IEEE Transaction on Image Processing.

[6] M Hamdani,P Kartikasari, *Pengamanan Citra Terkompresi Menggunakan Metode Modulasi Direct Sequence Spread Spectrum (DS-SS)*, ISSN 1411-4593 Sinusoida Vol. XIX No.2,, 2017, ejournal.istn.ac.id

[7] Mulyantini, Agustien. 2012. *Analisis Steganografi Pada Citra Digital MEnggunakan DCT (Discrete Cosine Transform) dan Enkripsi AES*. Bandung: Institut Teknologi Telkom.