

## ANALISIS DAN PERBANDINGAN TEKNIK *WATERMARKING* CITRA DIGITAL MENGUNAKAN METODE *BLOCK BASED DCT* DAN *LSB*

I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan  
Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Email: dewabayu@cs.unud.ac.id

### ABSTRACT

*Watermarking is an application of steganography that trying to insert a message on a digital medium. However, in contrast to steganography, both cover message and the message that contained in the cover message must be secured. In addition, the hidden information (watermark) must be maintained. Several attempts have been made to perform the insertion of information on a cover medium, particularly in the case of digital image. Techniques used include work on spatial domain (LSB) and spectral (block-based DCT). This paper will provide an evaluation and comparison against some of the watermarking techniques by testing for transparency perception (imperceptibility), robustness, and capacity. The test result shows the block-based DCT method is better than the LSB on Imperceptibility testing. Whereas, in the use of robustness testing LSB method can better take care of the inserted watermark.*

**Keywords:** *watermarking, steganografi, spasial, spectral, lsb, dct*

### ABSTRAK

*Watermarking merupakan aplikasi dari steganografi yang berusaha menyisipkan pesan pada suatu media digital. Namun, berbeda dengan steganografi, media penampung yang digunakan untuk menyimpan informasi adalah objek yang ingin diamankan. Selain daripada itu, informasi yang disembunyikan harus terjaga keutuhannya. Beberapa upaya telah dilakukan untuk melakukan penyisipan informasi pada suatu media penampung, khususnya pada kasus media citra digital. Teknik yang digunakan bekerja pada domain spasial yaitu LSB dan spectral yaitu menggunakan block-based DCT. Tulisan ini akan memberikan evaluasi dan perbandingan terhadap beberapa teknik watermarking tersebut dengan melakukan pengujian terhadap transparansi persepsi (imperceptibility), robustness, dan kapasitas. Hasil pengujian memperlihatkan metode block-based DCT lebih baik dibandingkan dengan LSB pada pengujian Imperceptibility. Sedangkan, pada pengujian robustness penggunaan metode LSB dapat lebih menjaga watermark yang disisipkan.*

**Kata kunci:** *watermarking, steganografi, spasial, spectral, lsb, dct*

### 1. PENDAHULUAN

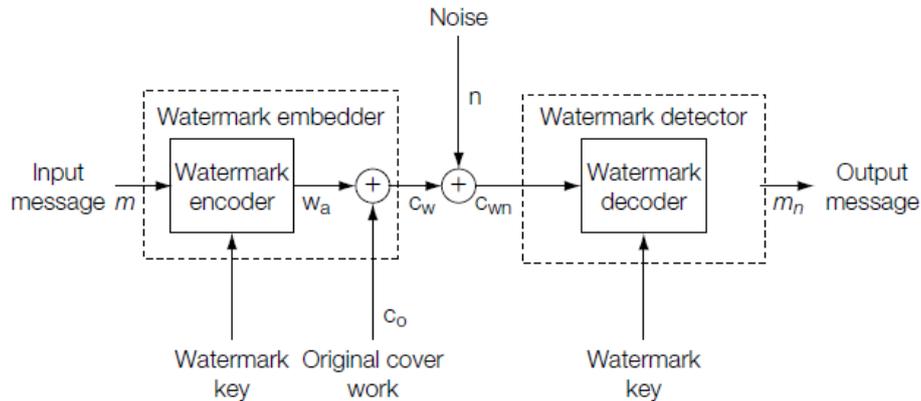
Pemanfaatan teknologi informasi dalam kehidupan sehari-hari semakin banyak digunakan. Aplikasi teknologi informasi ini memungkinkan untuk mengirimkan pesan atau informasi dengan cara yang cepat. Pesan atau informasi yang diakses melalui situs tersebut seharusnya dapat diamankan. Keamanan yang dimaksud adalah dengan menjaga kerahasiaan atau memberikan kepastian bahwa dokumen tersebut dapat diakses oleh pihak yang diinginkan. Kriptografi menjadi solusi untuk menjaga kerahasiaan informasi tersebut. Kriptografi dilakukan dengan mengubah pesan yang dapat dipahami menjadi pesan yang tidak dapat dipahami dengan menggunakan suatu kunci tertentu. Sehingga, hanya pihak yang memiliki

kunci untuk membuka dokumen tersebut saja yang dapat memahami isi dari dokumen tersebut.

Keamanan yang diberikan seharusnya tidak hanya untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan atau dokumen. Namun juga untuk memastikan keaslian dari suatu dokumen. Keaslian dari suatu pesan dapat diuji berdasarkan tanda yang diberikan ke pesan tersebut. Sebuah pesan dapat diselipkan ke media tertentu misalnya dokumen atau gambar untuk menguji bahwa dokumen atau gambar tersebut adalah asli. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan teknik steganografi. Cox dkk. (2008) menjelaskan steganografi adalah suatu cara untuk dapat memasukkan suatu informasi rahasia ke suatu hasil pekerjaan (media digital) tanpa diketahui keberadaannya.

*Watermarking* adalah salah satu aplikasi dari steganografi. Perbedaan antara steganografi dan *watermarking* yaitu pada steganografi, media pembawa terkadang tidak memiliki arti tertentu, namun hanya sebagai pembawa pesan rahasia.

akan dievaluasi terhadap ketiga domain tersebut. Bagian 4 memberikan penjabaran dari hasil evaluasi dan perbandingan yang dilakukan. Bagian 5 berisi kesimpulan yang dapat diambil dari evaluasi yang telah dilakukan.



Gambar 1. Skema *Watermarking* (Cox, dkk., 2008)

Namun, pada *watermarking* media pembawa adalah objek yang ingin diamankan. Beberapa aplikasi yang menggunakan *watermarking* antara lain adalah identifikasi kepemilikan dan penanda hak kekayaan intelektual (*copyright*), online atau offline transaksi keuangan, dan kontrol penggandaan untuk mencegah penggandaan secara ilegal terhadap video, data, dll.

Barni dan Bartolini (2004) menjelaskan watermarking dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu *watermarking* pada domain spasial dan spectral. Pada penelitian ini akan dibahas evaluasi dari penggunaan ketiga kategori *watermarking* tersebut dengan menggunakan kasus citra digital. Salah satu citra digital yang sering digunakan pada Internet adalah berbentuk JPEG. Tipe file ini merupakan bentuk file terkompresi dari citra digital yang umum digunakan sebagai pengambilan gambar dengan menggunakan kamera. Penambahan *watermark* pada citra digital tersebut tentu dapat digunakan sebagai bukti kepemilikan (*copyright*), khususnya pada citra digital yang dihasilkan untuk kebutuhan komersil.

Pemberian *watermark* pada citra digital sebaiknya tidak terlihat oleh kasat mata manusia agar tidak mempengaruhi kualitas dari citra digital tersebut. Selain itu, citra digital mungkin saja dapat mengalami perubahan baik yang disengaja untuk menghilangkan *watermark* ataupun tidak disengaja, seperti: melakukan kompresi, penambahan filter tertentu atau derau (*noise*), dan juga melakukan *cropping*. Metode *watermarking* yang baik seharusnya dapat mempertahankan *watermark* yang diberikan dari kemungkinan perubahan dan tetap menjaga agar penyisipan pesan tidak mempengaruhi citra secara kasat mata.

Bagian 2 akan membahas mengenai landasan teori terhadap metode yang digunakan sebagai evaluasi. Pada bagian 3 akan memperlihatkan beberapa parameter yang

## 2. METODE

Skema metode *watermarking* diperlihatkan pada Gambar 1. Pertama, citra yang akan digunakan sebagai *cover work* ditentukan. *Cover work* adalah citra digital yang ingin disisipi *watermark*  $m$ . *Watermark embedder* akan melakukan penyisipan bit-bit dari pesan rahasia (*watermark*) ke dalam *cover work* sesuai dengan metode yang digunakan. Peletakan posisi bit-bit tersebut dapat dilakukan secara berurutan atau acak. Pada penyisipan acak, dibutuhkan kunci untuk menentukan lokasi penyisipan bit dan akan digunakan oleh penerima (*watermark detector*) untuk mengekstraksikan *watermark*  $m_n$ . Pada jalur komunikasi dapat terjadi penambahan informasi tambahan yang tidak merupakan bagian dari informasi yang diberikan yang kemudian disebut sebagai derau (*noise*).

### 2.1. Least Significant Bit (LSB)

Sebuah gambar tersusun atas beberapa pixel. Pixel adalah elemen terkecil dari suatu gambar. Terdapat 2 sistem perwarnaan yang umum digunakan yaitu RGB dan CMYK. Pada RGB suatu gambar direpresentasikan dalam tiga warna, yaitu: merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). Sistem ini digunakan oleh layar computer. Sistem CMYK merepresentasikan gambar dengan menggunakan empat warna, yaitu: *cyan*, *magenta*, *yellow*, *black*. Sistem CMYK digunakan pada perangkat output printer.

Pada sistem RGB, setiap pixel warna direpresentasikan menjadi beberapa bit. Satuan ini diukur dengan menggunakan bit per pixel (bpp). Satu bpp mengandung arti bahwa setiap pixel

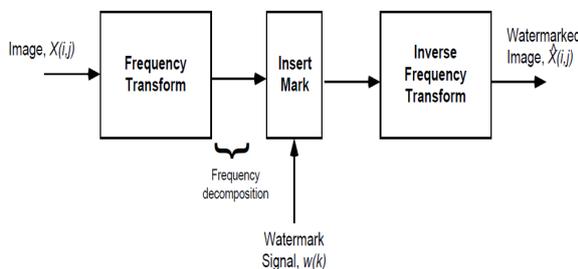
mengandung satu buah bit. Pada perangkat digital ukuran bit yang umum digunakan adalah 24 bpp (8 bit per channel) atau dapat dikatakan setiap pixel warna direpresentasikan dengan menggunakan 8 bit.

Salah satu teknik pada domain spasial adalah LSB. *Least Significant Bit* (LSB) memetakan bit-bit pesan rahasia pada bit paling kanan (LSB) dari setiap pixel warna. Karena yang dirubah hanya LSB, maka perubahan gambar tidak akan mudah dilihat oleh indra penglihatan manusia.

**2.2. Discrete Cosines Transform (DCT)**

Terdapat beberapa transformasi yang digunakan untuk mengubah gambar ke dalam domain frekuensi. Naini (2011) menjelaskan dua metode yang bekerja pada domain spectral adalah *Discrete Cosines Transform* (DCT) dan *Fast Fourier Transform*. Pada domain frekuensi terdapat perubahan pada koefisien dan akan membuat gambar secara keseluruhan tidak terlihat perbedaannya. Domain frekuensi bekerja dengan menggunakan analisis fungsi matematis atau sinyal terhadap frekuensi sehingga menghasilkan *watermarking* yang lebih *robust* dibandingkan dengan domain *spatial*.

DCT adalah transformasi yang mengekspresikan sejumlah data points sebagai jumlah cosine yang beresilasi pada frekuensi yang berbeda. Metode DCT menggunakan koefisien DCT untuk mentransformasikan gambar dari domain spasial ke dalam domain frekuensi. Cox, dkk. (1997) memperlihatkan skema penambahan *watermark* pada domain *spectral* seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Watermark* pada Domain *Spectral* (Cox, dkk., 1997)

Cox, dkk. (1997) menjelaskan bahwa apabila x disisipkan ke v untuk menjadikan v' maka α adalah tingkat x dalam mengubah v. Persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien v' adalah sebagai berikut:

$$v'_i = v_i (1 + \alpha x_i)$$

**3. EVALUASI KINERJA**

Evaluasi teknik *watermarking* dilakukan dengan mengamati beberapa fungsi seperti *imperceptibility* dan *robustness*. Evaluasi dilakukan dengan melakukan beberapa teknik serangan terhadap citra yang telah diberikan *watermark*.

**3.1. Imperceptibility**

*Imperceptibility* digunakan untuk melihat citra yang telah disisipkan *watermark* tidak jauh berbeda dengan gambar aslinya. Pengukuran ini dilakukan dengan tiga kriteria, yaitu: MSE, PSNR, dan SSIM.

**3.1.1. MSE**

*Mean Squared Error* (MSE) adalah pengujian pertama yang dilakukan untuk mengukur kesamaan antara dua buah citra. Persamaan yang digunakan untuk mengukur MSE diperlihatkan pada persamaan 2. I adalah pixel gambar asli berukuran m x n sedangkan K adalah gambar yang telah disisipkan *watermark*.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2$$

**3.1.2. PSNR**

*Pick Signal to Noise* (PSNR) adalah parameter pengukuran distorsi sebuah file citra. Persamaan PSNR diperlihatkan pada persamaan 3. MAX adalah nilai sebuah pixel yang mungkin untuk sebuah pixel gambar.

$$PSNR = \log_{10} 10 \left( \frac{MAX_l^2}{MSE} \right)$$

**3.1.3. SSIM**

Wang, dkk. (2004) memberikan kriteria yang lebih baik dibandingkan dua kriteria sebelumnya terhadap similarity dilihat dari *human visual system* (HVS). Persamaan 4 memperlihatkan perhitungan *Structural Similarity* (SSIM), dimana μ, σ, dan σ<sub>xy</sub> masing-masing adalah rata-rata, varians, dan kovarians dari suatu gambar, dan c1, c2 adalah konstanta penyeimbang. SSIM memiliki nilai dengan rentang 0 – 1. SSIM dengan nilai mendekati 1 berarti citra yang diuji memiliki kedekatan terhadap citra aslinya.

$$SSIM = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

**3.2. Robustness**

Kekuatan (*robustness*) dari teknik *watermarking* dapat diuji dengan beberapa serangan pada citra yang disisipkan *watermark*. Hal ini dilakukan untuk menguji kesamaan antara pesan yang

diekstraksi (*watermark*) dari citra dengan *watermark* sebelum disisipkan.

### 3.2.1. Serangan Derau (*Noise*)

Serangan derau dilakukan dengan menambahkan pesan atau informasi tambahan yang tidak memiliki arti ke gambar yang disisipi *watermark*. Beberapa teknik yang digunakan untuk melakukan serangan ini adalah *Gaussian*, *Poisson*, *Salt & Pepper*, dan *Speckle*.

*Gaussian* dilakukan dengan menambahkan derau putih dengan nilai mean dan varians yang tetap. Nilai varians yang digunakan divariasikan dari 0.01 hingga 0.05. Semakin besar nilai varians yang diberikan maka semakin besar derau yang terjadi. Derau *Papper and Salt* disebut juga sebagai derau impuls. Derau *shot*, atau derau biner. Derau ini menyebabkan adanya bintik-bintik hitam dan/atau putih yang tidak teratur dan tersebar pada citra. Pada kode matlab menggunakan *d* (*density*) untuk memberikan tingkat derau yang diberikan. Derau *speckle* disebut juga sebagai gerau *multiplicative*. Pada citra *I* yang diberikan derau menggunakan persamaan  $J = I + N * I$ , dimana *N* adalah derau acak yang terdistribusi normal dengan rerata nol dan varians *V*. Gambar 3 memperlihatkan kode matlab untuk menambahkan derau pada *watermarked image*.

```
%Gaussian Noise
V = 0.01;
M = 0;
d = 0.01;
Gaussian =
imnoise(watermarkedImage, 'gaussian'
, M, V);
%Poisson Noise
Poisson =
imnoise(watermarkedImage, 'poisson')
;
%Pepper-Salt Noise
PepperSalt =
imnoise(watermarkedImage, 'salt &
pepper', d);
%Speckle Noise
Speckle =
imnoise(watermarkedImage, 'speckle',
V);
```

Gambar 3. Kode Matlab Derau

### 3.2.2. *Rotation* (Rotasi)

Rotasi dilakukan dengan memutar citra searah dan berlawanan arah jarum jam berdasarkan titik tengah citra tersebut. Derajat perputaran divariasikan dari nilai -15 hingga 25. Nilai negative

menandakan rotasi dilakukan berlawanan arah jarum jam. Kode matlab yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
imrotate(watermarkedImage, -15);
```

### 3.2.3. *Cropping*

Serangan *cropping* dilakukan dengan menghilangkan sebagian dari gambar. Tujuan dari teknik serangan ini adalah menghilangkan sebagian atau keseluruhan *watermark* yang diberikan pada citra *watermarked*. *Cropping* dilakukan untuk citra *watermarked* 512x512 pixel diubah menjadi 300x300 pixel hingga 500x500 pixel. Kode matlab yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
imcrop(watermarkedImage,
[0, 0, 300, 300]);
```

### 3.2.4. *Resizing* dan *Blurring*

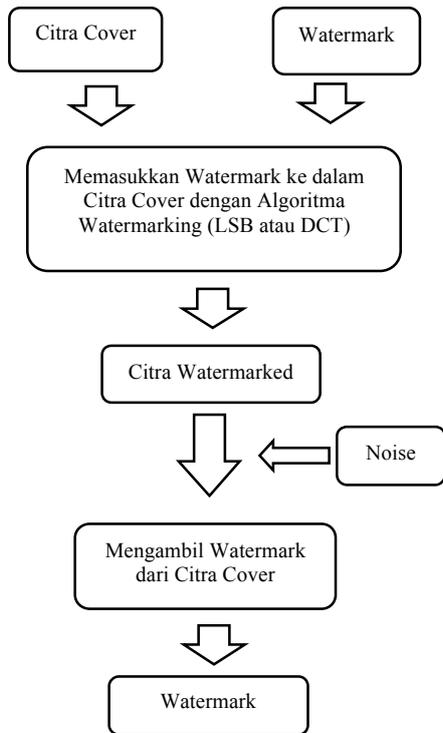
*Resizing* dilakukan untuk mengubah skala dari citra *watermarked*. Perubahan ukuran dilakukan untuk citra 512x512 pixel menjadi 128x128pixel dan diduplikasi ukurannya hingga kembali menjadi 512x512pixel. *Blurring* dilakukan dengan memanfaatkan filter dengan tipe *disk* dan parameter 10. Kode matlab untuk melakukan *resizing* dan *blurring* diperlihatkan pada Gambar 4.

```
H = fspecial('disk',10);
Resize=imresize(watermarkedImage,[1
28,128], 'bilinear');
blurred =
imfilter(watermarkedImage,H, 'replic
ate');
```

Gambar 4. Kode Matlab *Resizing* dan *Blurring*

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *watermarking* diperlihatkan pada Gambar 5. Proses *watermarking* melibatkan dua buah citra yaitu citra cover yang merupakan citra yang ingin disisipkan pesan *watermark* dan citra *watermark* itu sendiri. Kedua citra ini akan diproses menggunakan algoritma *watermarking* yang kemudian akan menghasilkan citra *watermarked*. Tahap berikutnya adalah proses mengambil kembali *watermark* yang telah ditanamkan pada citra cover yaitu di dalam citra *watermarked*. Citra *watermarked* mungkin mengalami penambahan *noise* atau sinyal tambahan yang dapat merusak citra. Pada penelitian ini algoritma penambahan *noise* yang digunakan adalah menggunakan *Gaussian*, *Poisson*, *Speckle*, dan *Pepper and Salt*.



Gambar 5. Skema Watermarking

Citra *cover* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan citra RGB Lena yang berukuran 512x512 pixel dengan 8 bit per *channel* warna dan pixel. Oleh karena itu setiap pixel terdiri dari 3 x 8 bit. Sedangkan, *watermark* yang digunakan adalah citra *gray* berukuran 512x512 pixel dengan 8 bit per pixel. Tipe file yang digunakan untuk kedua citra tersebut adalah BMP. Gambar 5 memperlihatkan citra yang digunakan untuk citra *cover* dan *watermark*.



Gambar 6. Citra a) *Cover*, b) *Watermark*

Teknik *watermarking* LSB dilakukan dengan menyisipkan 1 pixel *watermark* citra *gray* yang terlebih dahulu dikonversikan menjadi 1 bit ke setiap pixel citra *cover* pada bit pertama (LSB) untuk setiap *channel* warna.

Teknik *watermarking* Block Based DCT dilakukan dengan pertama kali membagi citra *cover* menjadi beberapa *block* pixel. Pada penelitian ini ukuran *block* bervariasi yaitu berjumlah 2, 4, 8, 16, 32. Setiap *block*, misalnya berukuran 8x8 pixel terdiri dari 64 pixel. Gambar 2 yang merupakan skema

dari *watermarking* pada domain spectral dilakukan untuk setiap *block*. Pixel terakhir pada masing-masing *block* digunakan sebagai lokasi penyisipan *watermark*. Oleh karena itu, ukuran dari *watermark* akan diubah berdasarkan ukuran *block*. Ukuran maksimum *watermark* adalah sebesar ukuran citra *cover* dibagi dengan ukuran *block*. Misalnya, pada *block* berukuran 8 dan citra *cover* berukuran 512x512 maka ukuran maksimum dari *watermark* adalah 64x64 pixel.

#### 4.1. Pengujian Imperceptibility

Pengujian *Imperceptibility* dilakukan untuk melihat tingkat perubahan yang terjadi sebelum suatu citra disisipkan *watermark* dan setelah dilakukan penyisipan. Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian PSNR dan SSIM terhadap kedua citra tersebut. Penyisipan pesan pada *channel* warna Biru memiliki tingkat kemiripan yang lebih baik dibandingkan dengan penyisipan pesan pada *channel* warna lainnya dilihat dari nilai SSIM. Nilai SSIM yang mendekati 1 mengandung arti bahwa antara citra *cover* dan *watermarked* tidak memiliki perbedaan yang cukup besar dengan menggunakan teknik *watermarking* LSB. Tingkat distorsi pada penyisipan *channel* Biru lebih kecil dilihat dari nilai PSNR pada *channel* biru yang lebih besar dibandingkan dengan *channel* warna lainnya.

Tabel 2 memperlihatkan hasil uji kesamaan citra *cover* dan *watermarked* yang menggunakan algoritma *Block Based DCT*. Hasil pengujian memperlihatkan semakin besar ukuran *block* maka semakin dekat persamaan antara citra *cover* dan *watermarked*. Pada pengujian PSNR ketika *block* berukuran 8, 16 dan 32 nilainya adalah *infinite*, hal ini disebabkan karena MSE yang merupakan pembagi dalam perhitungan PSNR bernilai 0 atau dengan kata lain kedua citra tersebut dapat dikatakan sebagai identik. Seperti halnya pada penggunaan teknik LSB, *watermark* yang didapatkan dari citra *watermarked* dapat diambil dengan baik yang diperlihatkan dengan nilai SSIM bernilai 1 atau mengandung arti kedua citra tersebut identic.

Tabel 1 Uji Kesamaan Citra Cover dan *Watermarked* pada Teknik LSB

Metode Uji	Channel Warna		
	Merah	Hijau	Biru
PSNR	55,927585	55,906323	55,957045
SSIM	0,9993653	0,9996068	0,9997331

Tabel 2 Uji Kesamaan Citra Cover dan *Watermarked* pada Teknik *Block-based DCT*

Metode	Ukuran Block
--------	--------------

Uji	2	4	8	16	32
PSNR	51,45788	88,57483	inf	inf	inf
SSIM	0,99999	1	1	1	1

### 4.2. Pengujian Robustness

Pengujian *robustness* dilakukan untuk melihat kemampuan citra cover untuk mempertahankan *watermark* ketika terjadi penambahan derau. Pengujian dilakukan terhadap citra *watermark* yang disisipkan dan *watermark* yang diambil dari citra *watermarked*. Tabel 3 dan 4 masing-masing memperlihatkan hasil pengujian serangan derau pada teknik *watermarking* LSB dan *Block Based DCT*. Pada kedua teknik *watermarking*, terlihat bahwa serangan derau mengakibatkan pesan *watermark* tidak dapat diambil dengan baik. Nilai SSIM antara *watermark* dan *watermark* yang diambil dari citra *watermarked* jauh dari nilai 1, kecuali pada serangan derau Pepper and Salt. Semakin tinggi nilai varians (V) yang diberikan memperlihatkan semakin buruk *watermark* yang dapat diambil. Pada teknik DCT yang diperlihatkan pada Tabel 4, ukuran *block* mempengaruhi SSIM. Semakin besar *block* maka semakin berbeda dengan *watermark* asli.

Tabel 3 Hasil Uji SSIM Teknik LSB dengan Serangan Derau

No	Metode	V	Channel Warna		
			R	G	B
1	Gaussian	0,01	0,011	0,008	0,007
		0,02	0,004	0,007	0,004
		0,03	0,009	0,008	0,006
		0,04	0,008	0,010	0,011
		0,05	0,010	0,008	0,004
2	Pepper	0,01	0,939	0,940	0,932
		0,02	0,897	0,894	0,893
		0,03	0,860	0,864	0,858
		0,04	0,838	0,837	0,840
		0,05	0,812	0,818	0,814
3	Poison	-	0,024	0,009	0,010
4	Speckle	0,01	0,084	0,035	0,021
		0,02	0,070	0,025	0,010
		0,03	0,056	0,028	0,017
		0,04	0,056	0,019	0,018
		0,05	0,051	0,020	0,015

Tabel 2. Hasil Uji SSIM Teknik *Block Based DCT* dengan Serangan Derau

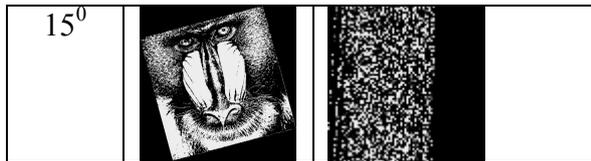
No	Metode	V	Ukuran Block
----	--------	---	--------------

			2	4	8	16	32
1	Gaussian	0,01	0,003	0,001	0,006	0,032	0,062
		0,02	0,005	0,003	-0,002	0,015	0,019
		0,03	0,003	0,001	0,018	0,019	0,010
		0,04	0,004	0,004	0,008	0,041	0,045
		0,05	0,000	0,003	-0,011	0,003	0,085
2	Pepper	0,01	0,726	0,468	0,200	0,042	0,121
		0,02	0,601	0,311	0,087	0,055	0,017
		0,03	0,527	0,237	0,034	0,005	0,051
		0,04	0,467	0,170	0,034	0,032	0,107
		0,05	0,412	0,143	0,011	0,058	0,056
3	Poison	-	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
4	Speckle	0,01	0,025	0,020	0,006	0,022	0,026
		0,02	0,022	0,015	0,010	0,009	0,107
		0,03	0,016	0,020	0,019	0,001	0,114
		0,04	0,019	0,004	0,008	0,012	0,018
		0,05	0,017	0,014	0,007	0,026	0,143

Pengujian berikutnya dilakukan dengan melakukan rotasi terhadap citra *watermarked*. Tabel 4 memperlihatkan *watermark* yang dapat diambil dari citra *watermarked* yang telah dirotasi. Pada penggunaan metode LSB, *watermark* yang diambil dari citra *watermarked* dapat terlihat seperti *watermark* asli yang disisipkan ke citra cover. Namun berbeda dengan LSB, metode *watermarking block-based DCT* tidak mampu memperlihatkan *watermark* yang diberikan pada citra tersebut.

Tabel 4 Hasil Pengujian Rotasi

Rotasi	LSB	DCT (block 8bit)
-5 <sup>0</sup>		
-15 <sup>0</sup>		
5 <sup>0</sup>		



Pengujian *cropping* dilakukan dengan melakukan crop citra *watermarked* dengan beberapa ukuran seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5. Tabel 5 memperlihatkan kedua metode *watermarking* mampu untuk mengambil *watermark* yang disisipkan, namun dengan kehilangan beberapa bagian sebagai akibat dari proses *watermarking*.

Tabel 5 Hasil Pengujian *Cropping*

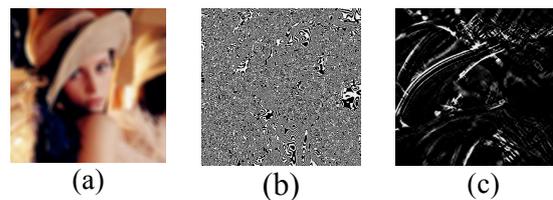
Ukuran Crop	LSB	DCT ( <i>block 8bit</i> )
300x300		
350x350		
400x400		
450x450		
500x500		

*Resizing* dilakukan dengan mengubah ukuran citra *watermarked* dengan skala yang lebih kecil dari ukuran aslinya. Tabel 6 memperlihatkan hasil *resizing* citra *watermarked* terhadap *watermark* yang dapat diambil dari citra tersebut. Tabel 6 memperlihatkan kedua metode *watermarking* yang diuji tidak mampu mengambil *watermark* dari citra *watermarked*.

Tabel 6 Hasil Pengujian *Resizing*

Resize	LSB	DCT ( <i>block 8bit</i> )
128x128		
256x256		
512x512		

Pengujian terakhir dilakukan dengan membuat citra *watermarked* menjadi buram (*blurring*). Gambar 7.a memperlihatkan citra *watermarked* yang buram. Gambar 7.b dan 7.c masing-masing memperlihatkan citra *watermark* yang diambil dari citra *watermarked* yang telah diburamkan (*blurring*). Kedua metode LSB maupun *block-based* DCT tidak mampu untuk mengambil *watermark* yang seharusnya.



Gambar 7. Hasil Pengujian *Blurring*, a) Citra *Watermarked* yang diburamkan, b) watermark dari LSB *Watermarked*, c) watermark dari DCT *Watermarked*

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- Pengujian *imperceptibility* pada metode *Block-based* DCT menghasilkan kemiripan citra *cover* dan *watermarked* yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan metode LSB. Pada metode DCT, semakin besar ukuran *block* akan menghasilkan SSIM yang semakin baik. Namun, kemampuan *Block-based* DCT dalam menyisipkan *watermark* memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan metode LSB.

- Berdasarkan pengujian *robustness* dengan penambahan derau, diketahui hasil kemiripan *watermark* tidak baik atau jauh mendekati 1. Penggunaan LSB lebih baik dibandingkan dengan *block-based* DCT ketika diberikan penambahan derau pada citra *watermarked*. Penggunaan metode LSB mampu mempertahankan *watermark* ketika ditambahkan derau dengan metode *pepper and salt*.
- Rotasi pada citra *watermarked* menyebabkan *watermark* yang disisipkan dengan metode *block-based* DCT tidak mampu mengekstraksi *watermark* dari citra *watermarked*. Namun, penggunaan metode LSB dapat mengambil *watermark* yang disisipkan.
- LSB dan *block-based* DCT mampu mengekstraksi *watermark* ketika dilakukan *cropping*.
- Resizing dan blurring (pemburaman) citra *watermarked* menyebabkan metode LSB dan *block-based* DCT tidak mampu mengekstraksi *watermark* dari citra *watermarked*.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Naini, P.M. 2011. *Digital Watermarking Using MATLAB, Engineering Education and Research Using MATLAB*, Dr. Ali Assi (Ed.), ISBN: 978-953-307-656-0, InTech, DOI: 10.5772/23750. Available from: <http://www.intechopen.com/books/engineering-education-and-research-using-matlab/digital-watermarking-using-matlab>.
- Cox, J., Kilian, J., Leighton F.T. & Shamoon T. 1997. Secure Spread Spectrum *Watermarking* for Multimedia. *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 6, No. 12,(December 1997), pp. 1673-1687.
- Cox, J., Miller, M.L., Bloom, J.A., Fridrich, J. dan Kalker, T. 2008. *Digital Watermarking and Steganography*, Morgan Kaufmann Pub., Elsevier Inc. USA.
- Barni, M. dan Bartolini, F. 2004. *Watermarking System Engineering*. Marcel Dekker Inc., Italy.
- Wang, Z., Bovik, A. C., Sheikh, H. R. & Simoncelli, E. P. 2004. *Image quality assessment: From error visibility to structural similarity*. *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 13, no. 4, pp. 600-612.
- Furht, B., Muharemagic, E., dan Socek, D. 2005. *Multimedia Encryption and Watermarking*. Springer Science+Business Media, Inc. NY.