

INVISIBLE WATERMARKING CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM DAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM

FI Ikromina¹, EI.H.Ujiyanto²

^{1,2}Program Magister Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia

e-mail: fitria.ilhami.ikromina@student.uty.ac.id¹, erik.iman@uty.ac.id²

Abstrak

Banyaknya penyebaran citra digital menyebabkan maraknya tindakan seperti duplikasi dan penyebaran data secara ilegal, serta penyalahgunaan Hak akan Kekayaan dan Intelektual (HAKI). Oleh karena itu untuk mengatasi masalah HAKI dari pengakuan orang lain dengan pemberian watermarking. Watermarking adalah metode untuk menyisipkan suatu informasi pada suatu data digital dengan tujuan untuk perlindungan kepemilikan data tersebut. Pada penelitian ini menggunakan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Pemilihan kedua kombinasi metode ini karena metode ini lebih tahan terhadap manipulasi citra digital terutama kompresi serta kualitas citra watermark yang dihasilkan lebih baik selain itu walaupun image dikompresi dengan *lossy compression* tidak akan menimbulkan kecurigaan sebab kedua metode ini terjadi di domain frekuensi di dalam image, bukan pada spasial sehingga tidak akan menimbulkan perubahan yang terlihat pada image. Hasil Pengujian pada kombinasi metode DCT dan DWT pada operasi penyisipan citra watermark berdasarkan nilai PSNR sebesar 39,7119 memberikan hasil yang lebih baik di dibandingkan hanya dengan metode DWT dengan nilai PSNR sebesar 17,3545. Nilai PSNR yang tinggi menunjukkan citra tersebut semakin menyerupai citra aslinya.

Kata kunci: Watermark, Citra Digital, DCT, DWT

Abstract

The large distributed of digital imaged cause rampant actioned such as duplicated and illegal distributed of data, as well as the abused of Intellectual Property Right. Therefore, to overcome the problem of intellectual property rights from the recognition of others by gived watermarking. Watermarking was a method for inserted information in a digital data with the aim of protected ownership of the data. In this studied using a combination of Discrete Cosine Transform (DCT) and Discrete Wavelet Transform (DWT) method. The choice of the two combinations of this method was because this method was more resistant to manipulation of digital imaged, especially compression and the quality of the resulted watermark image was better than that even though the image compressed with lossy compression will not cause suspicion because both methods occur in the frequency domain in the image, not on spatial so that it will not cause any visible changes to the image. Test results on the combination of DCT and DWT methods in watermark image insertion operations based on a PSNR value of 39.7119 gave better results compare only with the DWT method with a PSNR value of 17.3545. A high PSNR value indicates that the image increasingly resembles the original image.

Keywords : Watermark, Digital Image, DCT, DWT

PENDAHULUAN

Era teknologi yang semakin pesat saat ini, internet menjadi salah satu sumber

informasi bagi kalangan masyarakat [1]. Banyak fasilitas yang ditawarkan internet, salah satunya yaitu unggah dan unduh file

citra digital [2]. Banyaknya penyebaran citra digital menyebabkan maraknya tindakan seperti duplikasi dan penyebaran data secara ilegal, serta penyalahgunaan Hak akan Kekayaan dan Intelektual (HAKI) [3]. Duplikasi citra digital sangatlah merugikan pemilik asli citra, masalah duplikasi merupakan masalah yang sudah lama dan belum terselesaikan sampai saat ini [2]. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah HAKI dari pengakuan orang lain dengan pemberian watermarking. Digital watermarking didefinisikan sebagai proses untuk menyembunyikan informasi ke dalam gambar host, yang harus dilindungi dan diekstraksi untuk perlindungan hak cipta dan verifikasi [4].

Watermarking adalah metode untuk menyisipkan suatu informasi pada suatu data digital dengan tujuan untuk perlindungan kepemilikan data tersebut [5]. Informasi tersebut dapat berupa citra digital, audio maupun video [6]. Teknik watermarking memanfaatkan kekurangan pada indera manusia (mata dan telinga). Pada dasarnya, teknik watermark adalah proses dari menambahkan kode identifikasi secara permanen ke digital data. Kode identifikasi dapat berupa teks, suara, gambar atau video [7]. Informasi yang disisipkan tersebut disebut dengan watermark yang dapat dideteksi oleh komputer. Ada dua watermarking yaitu watermarking yang terlihat dan tidak terlihat untuk mengindikasikan gambar pada pixel atau dalam kode byte [8].

Pada penelitian ini menggunakan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Pemilihan kedua kombinasi metode ini karena metode ini lebih tahan terhadap manipulasi citra digital terutama kompresi serta kualitas citra watermark yang dihasilkan lebih baik selain itu walaupun image dikompresi dengan *lossy compression* tidak akan menimbulkan kecurigaan karena metode ini terjadi di domain frekuensi di dalam image, bukan pada spasial sehingga tidak akan ada perubahan yang terlihat pada image. *Discrete Cosine Transform* (DCT) merupakan pendekatan transformasi matematika yang diimplementasikan pada

informatika dengan tujuan untuk mentransformasi citra dari domain spasial ke domain transform [1]. Sementara *Discrete Wavelet Transform* (DWT) membagi sebuah dimensi sinyal menjadi dua bagian, yaitu *highpass filter* dan *lowpass filter*. Penyisipan watermark kedalam sebuah citra digital dengan membandingkan koefisien DWT pada rentang frekuensi hasil dekomposisi citra asli, rentang frekuensi yang memiliki nilai koefisien DWT terbesar adalah tempat yang paling signifikan untuk menyisipkan watermark [2].

Dengan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT), diharapkan mampu melindungi hak cipta citra digital apabila terjadi permasalahan mengenai duplikasi atau hal yang merugikan antara pemilik citra dengan pihak lain yang mengambil citra secara ilegal serta mampu memberikan informasi kepada pihak tertentu, dimana pihak lain tidak diperbolehkan mengetahui isi pesan yang disampaikan.

Citra Digital

Berikut adalah elemen-elemen yang terdapat pada citra digital [9]:

1. Kecerahan (*brightness*)
Kecerahan merupakan intensitas cahaya yang dipancarkan piksel dari citra yang dapat ditangkap oleh sistem penglihatan.
2. Kontras (*contrast*)
Kontras menyatakan sebaran terang dan gelap dalam sebuah citra. Pada citra yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.
3. Kontur (*contour*)
Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata mampu mendeteksi tepi-tepi objek di dalam citra.
4. Warna
Warna sebagai persepsi yang ditangkap sistem visual terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.
5. Bentuk (*shape*)
Bentuk adalah properti intrinsik dari objek 3 dimensi, dengan pengertian bahwa

bentuk merupakan properti intrinsik utama untuk sistem visual manusia.

6. **Tekstur (*texture*)**

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga.

Watermarking

Watermarking adalah teknik penyembunyian informasi yang disisipkan pada media lain dengan tujuan untuk melindungi media yang disisipi suatu informasi dari pembajakan, penyalahgunaan hak cipta, dan sebagainya. Watermaking merupakan cara untuk menyisipkan watermark ke dalam citra yang ingin dilindungi hak ciptanya [10]. Adapun manfaat utama secara umum dari watermarking, antara lain [9].

a. **Proteksi Hak Cipta**

Tujuan watermark dalam perlindungan hak cipta adalah sebagai bukti otentik atas hak kepemilikan pencipta atas konten yang dibuat atau diproduksinya.

b. **Fingerprinting**

Tujuan watermark adalah mengidentifikasi setiap penggunaan dan distribusi suatu content.

c. **Proteksi terhadap penggandaan**

Watermark bermanfaat untuk melindungi konten dari duplikasi dan pembajakan.

d. **Autentikasi citra**

Watermark bermanfaat dalam proses autentikasi, sehingga modifikasi dari suatu citra dapat terdeteksi.

Watermarking dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti berikut [11]:

a. **Tamper-proofing**

Watermarking digunakan sebagai indikator yang menunjukkan ada tidaknya perubahan pada data yang di watermarking.

b. **Feature location**

Menggunakan metode watermarking sebagai alat untuk mengidentifikasi isi dari data digital pada lokasi-lokasi tertentu, seperti contohnya penamaan objek tertentu dari beberapa objek yang lain pada suatu citra digital.

c. **Annotation/caption**

Watermarking yang digunakan sebagai keterangan tentang data digital itu sendiri

atau informasi lain yang dipandang perlu untuk ditanamkan kedalam media yang bersangkutan.

d. **Secure and invisible communications** atau komunikasi yang aman.

e. **Copyright-Labeling**

watermarking dapat digunakan sebagai metode untuk penyembunyian label hak cipta pada data digital sebagai bukti otentik kepemilikan karya digital tersebut.

Teknik watermarking yang bagus harus memenuhi persyaratan berikut [1]:

a. **Imperceptibility**

Watermark yang baik tidak terlihat dari penglihatan manusia/ kasat mata.

b. **Robustness**

Watermark harus tahan terhadap manipulasi file penampung, seperti kompresi file, *scanning*.

c. **Security**

Watermark hanya bisa dideteksi oleh pemilik data atau pihak yang berwenang.

d. **Recovery**

Data yang disisipkan harus dapat diambil kembali. Karena tujuan utama dari watermarking adalah perlindungan hak cipta. Jadi jika pada sewaktu-waktu terjadi hal yang merugikan, watermark dapat digunakan untuk autentikasi kepemilikan citra.

Jenis watermark berdasarkan persepsi manusia dibagi menjadi dua jenis [9]:

a. **Visible Watermarking**

Merupakan jenis watermark dapat dilihat oleh panca indra manusia (mata telanjang). Sifat watermark ini sangat kuat bahkan sangat sulit dihapus keberadaannya walaupun tidak menjadi bagian dari *image*.

b. **Invisible Watermarking**

Watermark jenis ini tidak dapat dilihat oleh panca indera, yang bertujuan memberikan informasi yang bersifat rahasia dan untuk melindungi hak cipta orang lain dari orang yang tidak bertanggung jawab. Jenis watermark ini dapat dilihat melalui proses komputasi yaitu dengan cara mengekstrak gambar yang ter-watermark.

Data watermark yang disisipkan ke dalam data digital biasanya berupa teks, gambar, video dan suara. Semua jenis data

watermark, baik teks, gambar, video, suara maupun berkas digital yang lain dapat digunakan sebagai watermark, dengan catatan bahwa ukuran dari data watermark cukup (tidak lebih besar dari media penampung) untuk disisipkan pada media penampung. Berdasarkan tipe dokumen yang diberi watermark, watermarking dapat diklasifikasikan menjadi [12] :

- a. *Image Watermarking*
- b. *Video Watermarking*
- c. *Audio Watermarking*
- d. *Text Watermarking*

Klasifikasi teknik watermarking digital pada saat ini cukup banyak. Ada beberapa teknik watermarking berdasarkan domain kerjanya, yaitu [13]:

- a. Teknik watermarking yang bekerja pada domain spasial (*spatial domain watermarking*)

Teknik ini bekerja dengan cara menyisipkan watermark secara langsung ke dalam domain spasial dari suatu citra. Istilah domain spasial sendiri mengacu pada pixel - pixel penyusun sebuah citra. Teknik watermarking jenis ini beroperasi secara langsung pada pixel - pixel tersebut. Beberapa contoh teknik yang bekerja pada domain spasial adalah teknik penyisipan pada *Least Significant Bit (LSB)*.

- b. Teknik watermarking yang bekerja pada domain transform (*transform domain watermarking*)

Pada transform domain watermarking (sering juga disebut dengan *frequency domain watermarking*) ini penyisipan watermark dilakukan pada koefisien frekuensi hasil transformasi citra asalnya. Ada beberapa transformasi yang umum digunakan oleh para peneliti, yaitu: *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Discrete Fourier Transform (DFT)*, *Discrete Wavelet Transform (DWT)* maupun *Discrete Laguerre Transform (DLT)*.

- c. Teknik watermarking yang bekerja pada kedua domain diatas (*hybrid techniques watermarking*)

Teknik watermarking jenis ini bekerja dengan menggabungkan kedua teknik di atas. Pada teknik ini biasanya penanaman watermark dilakukan pada

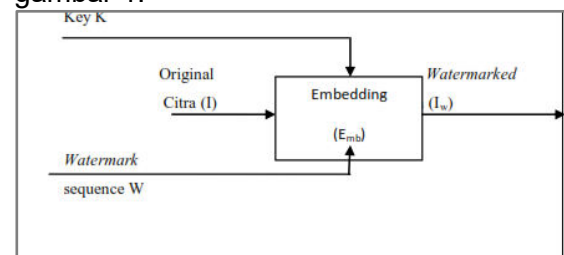
domain frekuensi beberapa bagian citra yang dipilih berdasarkan karakteristik spasial citra tersebut.

Invisible watermarking

Invisible Watermarking seperti ini sangat aman untuk digunakan perlindungan hak cipta [14]. *Invisible watermarking* digunakan untuk mempertahankan kepemilikan, keaslian data asli seperti audio, gambar, video atau bahkan teks. Di mana, digital watermarking menyediakan perlindungan data hak cipta [15]. *Invisible watermarking* adalah proses menanamkan informasi ke dalam data digital (Seperti; gambar, audio dan video) yang sulit hapus.

Proses Penyisipan Watermark

Proses watermarking pada file citra ditunjukkan pada Gambar 5 dimana file citra disisipi dengan watermark menggunakan kunci sebagai sarana kepemilikan untuk dapat membuka watermark yang disisipkan ke dalam citra digital. Proses penyisipan watermark pada citra digital terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Penyisipan Watermark pada Citra Digital [16]

Discrete Cosine Transform (DCT)

Menurut [17], Transformasi DCT merupakan salah satu transform coding yang akan merubah byte data dari domain spasial menjadi domain frekuensi dan memisahkan byte data tersebut menjadi dua bagian, yaitu frekuensi tinggi (koefisien DC) dan frekuensi rendah (koefisien AC). Pada DCT, koefisien DC digunakan sebagai tempat penyisipan pesan. Hal ini dikarenakan koefisien DC memiliki kapasitas persepsi yang lebih tinggi dari pada koefisien AC sehingga proses penyisipan tidak akan mengubah kualitas gambar secara visual. Selain itu, sinyal

proses dan distorsi gambar memiliki pengaruh yang lebih rendah terhadap koefisien DC daripada koefisien AC. Transformasi citra dilakukan dengan menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT), sehingga dapat dikatakan bahwa penyisipan dilakukan pada ranah DCT. Penyisipan dilakukan terhadap citra bitmap dengan kedalaman warna 24 bit. DCT digunakan untuk metransformasikan nilai intensitas blok 8x8 pixelnya yang berurutan dari *image* menjadi 64 koefisien DCT kedalam frekuensi dasarnya, diubah koefisien - koefisiennya dan kemudian ditransformasikan kembali dengan *Inverse Discrete Cosine Transform* (IDCT). Setiap basis matriks dikarakteristikan oleh frekuensi *spatial horizontal* dan *vertical*. Dalam konteks citra, hal ini menunjukkan tingkat signifikansi secara perseptual, artinya basis fungsi dengan frekuensi rendah memiliki sumbangan yang lebih besar bagi perubahan penampakan citra dibandingkan basis fungsi yang memiliki frekuensi tinggi. Nilai konstanta basis fungsi yang terletak di bagian kiri atas sering disebut basis fungsi DC, dan DCT koefisien yang bersesuaian dengannya disebut koefisien DC (DC coefficient). Masukan proses DCT berupa matrik $N \times N$. Persamaan DCT untuk matrik berukuran $N \times N$ dapat dituliskan sebagai berikut :

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

Dimana ;

$S(u,v)$ = data pada domain frekuensi

$S(x,y)$ = data pada domain ruang

Output dari fungsi DCT adalah nilai komponen frekuensi tertentu dan output dari fungsi ini ditentukan oleh dua parameter, yaitu u dan v . Cara menentukan mana yang frekuensi rendah dan mana yang frekuensi tinggi adalah dengan menjumlahkan nilai u dan v . Jadi jika $u+v$ makin tinggi berarti $S(u,v)$ menyatakan komponen frekuensi yang makin tinggi. Input dan Output dari fungsi DCT juga merupakan suatu matriks dengan ukuran $N \times N$. $P(x,y)$ adalah nilai pixel pada koordinat (x,y) , index dimulai dari 0.

Kelebihan kompresi data menggunakan *Discrete Cosine Transform*, antara lain:

- DCT mampu menghitung kuantitas bit-bit data gambar dimana pesan tersebut disembunyikan didalam.
- Kokoh terhadap manipulasi pada stego-object.

Sedangkan kekurangan kompresi data menggunakan *Discrete Cosine Transform*, antara lain:

- Tidak tahan pada perubahan suatu objek karena pesan mudah dihapus sebab tempat penyisipan diketahui dengan metode DCT.
- Penerapan algoritma panjang dan membutuhkan banyak perhitungan.

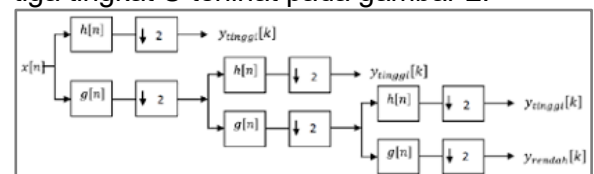
Discrete Wavelet Transform (DWT)

Menurut [17], secara umum transformasi wavelet diskrit merupakan dekomposisi citra pada frekuensi subband citra tersebut. Komponen subband transformasi wavelet dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi transformasi wavelet diskrit dapat dilakukan dengan melewati sinyal melalui sebuah *lowpass filter* dan *highpass filter* dan melakukan *downsampling* pada keluaran masing - masing filter. *Highpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi tinggi dan *lowpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi rendah. Proses dekomposisi dapat melalui satu atau lebih tingkatan. Dekomposisi satu tingkat dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$y_{tinggi}[k] = \sum_n x[n]h[2k - n] \quad (2)$$

$$y_{rendah}[k] = \sum_n x[n]g[2k - n]$$

$y_{tinggi}[k]$ dan $y_{rendah}[k]$ adalah hasil dari *highpass filter* dan *lowpass filter*, merupakan sinyal asal, adalah *highpass filter*, dan adalah *lowpass filter*. Dekomposisi wavelet tiga tingkat U terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dekomposisi Wavelet Tiga Tingkat U

Dengan menggunakan koefisien Transformasi Wavelet Diskrit ini maka dapat dilakukan proses *Inverse Discrete Wavelet Transform* (IDWT) untuk merekonstruksi menjadi sinyal asal.

$$X[n] = \sum_k (y_{tinggi}[k]h[-n + 2k] + y_{rendah}[k]g[-n + 2k]) \quad (3)$$

Proses rekonstruksi merupakan kebalikan dari proses dekomposisi sesuai dengan tingkatan pada proses dekomposisi. Transformasi wavelet diskrit dimensi dua dapat digambarkan seperti gambar 3.

LL2	HL2	HL1
LH2	HH2	
LH1		HH1

Gambar 3. Transformasi Wavelet Diskrit Dimensi Dua

PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*)

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) adalah salah satu metode yang cukup populer digunakan dalam pengukuran kualitas video maupun citra secara objektif. Metode ini menggunakan sinyal citra sebagai parameter objektif. Metode ini membandingkan antara kualitas citra yang telah disisipi watermark (citra ber-watermark) dengan citra asal (citra host). PSNR dirumuskan sebagai berikut [18]:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{2^M - 1}{MSE} \right)^2 \quad (4)$$

Dimana, $2^M - 1$ adalah maksimum nilai pixel untuk M-bit citra. Interpretasi nilai PSNR terhadap kualitas citra dapat dikatakan baik sekali jika nilai PSNR lebih besar dari 33 dB dan dikatakan buruk jika nilai PSNR kurang dari 30 Db [18].

METODE

1. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan pengumpulan bahan referensi yang menjadi literatur dalam proses penelitian, yaitu yang

berhubungan dengan *Invisible watermarking* dengan menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform*.

2. Analisis

Analisis yang dibahas meliputi penyisipan watermark dan Pengujian terhadap ketahanan dari citra terwatermark. Langkah-langkah penyisipan terlihat pada Gambar 4.

- Pemilihan *cover image* dan *citra message*, jenis citra yang dapat digunakan adalah *citra grayscale* dengan ukuran *cover image* \geq *citra message*.
- Proses penyisipan *citra message* ke *cover image* dengan menggunakan DCT dan DWT.
- Diperolehnya citra berwatermark dengan diberikan nilai PSNR



Gambar 4. Proses penyisipan watermark

Pengujian terhadap ketahanan dari citra terwatermark dengan memberikan serangan (noise). Ada 6 serangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, kompresi 50%, penambahan *noise gaussian blur*, penambahan *noise emboss*, penambahan *noise diffuse*, penambahan *noise invert* dan perubahan warna

3. Implementasi

Tahap ini dilakukan implementasi berupa pembuatan aplikasi *invisible watermarking* citra digital menggunakan metode DCT dan DWT berdasarkan rancangan yang telah ditentukan. Bahasa pemrograman yang digunakan pada tahap implementasi ini yaitu bahasa pemrograman Matlab R2013a.

4. Pengujian PSNR (*Peak Signal To Noise Ratio*)

Tahap ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang telah dibuat. Dengan dilakukan pengujian terhadap nilai PSNR pada citra yang telah disisipi watermark (citra ber-watermark), yaitu dengan membandingkan hasil watermark citra dengan dengan metode DWT dan kombinasi dari metode DCT dan DWT.

Interpretasi nilai PSNR terhadap kualitas citra dapat dikatakan baik sekali jika nilai PSNR lebih besar dari 33 dB dan dikatakan buruk jika nilai PSNR kurang dari 30 Db.

5. Pengujian Ketahanan citra terwatermark terhadap *Noise*

Pengujian ketahanan citra terwatermark terhadap manipulasi citra dengan diberikan enam serangan yang diantaranya kompresi 50%, penambahan *noise gaussian blur*, penambahan *noise emboss*, penambahan *noise diffuse*, penambahan *noise invert* dan perubahan warna.

6. Penarikan Kesimpulan



Tahap ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan tabel dari hasil citra berwatermark yang telah dihasilkan dengan menggunakan satu metode maupun dengan kombinasi dua metode serta pemberian saran terkait kekurangan hasil penelitian untuk pengembangan berikutnya.

RELATED WORK

Related work yang akan dijelaskan dalam penelitian ini dilakukan oleh [1] dengan judul "Penyisipan Watermark Menggunakan Metode *Discrete Cosine Transform* Pada Citra Digital". Proses yang dilakukan sebagai berikut:

1. User menginputkan *host image*, yaitu berupa citra RGB yang nantinya akan disisipi watermark. Citra yang digunakan sebagai *host image* ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. *Host Image* yang digunakan


No	Nama File	Citra
1	mhs1.jpg	
2	mhs2.jpg	
3	mhs3.jpg	

4 | direktur.jpg



2. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap citra watermark yang akan disisipkan. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian citra watermark

Citra watermark	ukuran	Citra host	PSNR
	40 X 40	mhs1.jpg	33.091
		mhs2.jpg	33.089
		mhs3.jpg	36.091





3. Pengujian selanjutnya dilakukan pengujian pada proses penyisipan citra watermark kedalam citra host. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil penyisipan citra watermark

Citra Host	PSNR
mhs1.jpg	36.091
mhs2.jpg	36.089
mhs3.jpg	36.091

4. Pengujian terakhir merupakan pengujian ketahanan citra terwatermark terhadap manipulasi. Hasil pengujian ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Ketahanan citra terwatermark

Pengujian	Citra	Ekstraksi
Kompresi 201%		
Penambahan noise blur		

Penambahan
noise emboss



Penambahan
noise invert



Perubahan
warna



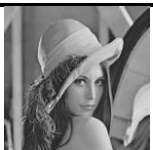
Adapun kontribusi penelitian terhadap *related work* yang telah dijelaskan diatas dengan penambahan metode *Discrete Wavelet Transform* agar *watermark* lebih tahan terhadap manipulasi kompresi, penambahan serangan (*noise*) seperti *diffuse*, serta *watermark* yang disisipkan yang semula hanya pada sub blok pertama dapat disisipkan secara acak agar lebih tahan terhadap manipulasi seperti *cropping*, *rotate* dan lain-lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Uji Coba

Uji coba pada program dalam penelitian ini dilakukan pada *cover image* dan *citra message* dengan warna *citra grayscale* dengan ekstensi .jpg, .bmp, png dan lain sebagainya dengan ukuran *citra host* \geq *citra message*. Cover image yang digunakan terlihat pada tabel 5, sedangkan *cover message* yang digunakan terlihat pada tabel 6.

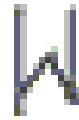
Tabel 5. Cover image yang digunakan

No	Nama File	Ukuran Citra	Citra
1	Coverimage .bmp	512 x 512	

Tabel 6. Citra Message Yang Digunakan

No	Nama File	Ukuran Citra	Citra
----	-----------	--------------	-------

1 | message.b 22 x 27
mp

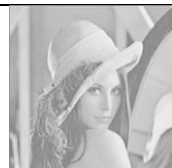

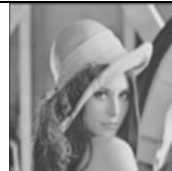





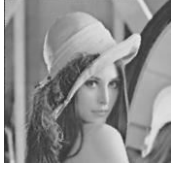





2. Pengujian Hasil Watermark
Untuk proses penyisipan watermark *cover image* sebagai citra asli yang ditampilkan pada Tabel 5 dan *citra message* yang ditampilkan pada Tabel 6. *Citra message* akan di sisipkan kedalam *cover image* sebagai citra asli sehingga menghasilkan citra berwatermark dan mendapatkan nilai PSNR.
3. Pengujian PNSR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

Pengujian PSNR ini dilakukan pada citra yang telah disisipi watermark (citra berwatermark). Dari hasil pengujian didapatkan nilai PSNR 39,7119 untuk kombinasi metode *Discere Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan didapatkan nilai PSNR 17,3545 untuk metode *Discrete Wavelet Transform*. Sehingga kualitas citra berwatermark yang dihasilkan lebih baik dengan menggunakan kombinasi dua metode. Interpretasi nilai PSNR terhadap kualitas citra dapat dikatakan baik sekali jika nilai PSNR lebih besar dari 33 Db dan dikatakan buruk jika nilai PSNR kurang dari 30 Db.

4. Pengujian Ketahanan Citra terwatermark
Pengujian yang terakhir adalah pengujian citra terwatermark terhadap manipulasi citra. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ketahanan citra terwatermark

Pengujian	Citra Terwatermark	Ekstraksi
Kompresi 50%		
Penambahan noise Gaussian blur		

Penambahan <i>noise</i> <i>emboss</i>		
Penambahan <i>noise</i> <i>diffuse</i>		
Penambahan <i>noise</i> <i>invert</i>		
Perubahan warna		

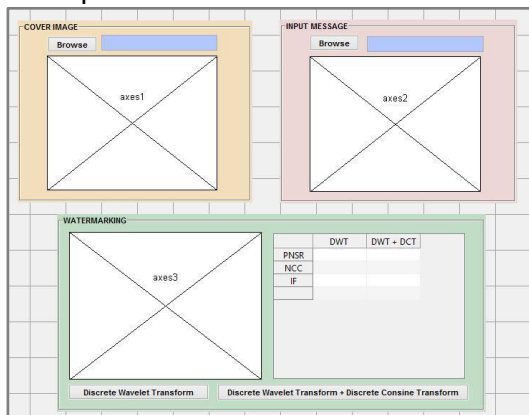


Gambar 6. Hasil running aplikasi watermark

Dari gambar 6 hasil citra yang telah dilakukan penyisipan watermark tidak jauh berbeda dengan citra aslinya, dengan menghasilkan PSNR 39, 7119 menggunakan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform* dibandingkan hanya menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* menghasilkan PSNR 17,3545 diartikan bahwa kualitas citra watermark dengan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform* yang lebih baik dibandingkan hanya dengan metode *Discrete Wavelet Transform*.

Pembuatan dan Pengkodean Aplikasi

Aplikasi *invisible watermarking* menggunakan software MATLAB R2013a. File yang dihasilkan berekstensi .fig dan .m. Interface aplikasi watermarking di Matlab terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Interface aplikasi watermark

Setelah aplikasi di jalankan , *cover image* dan *citra message* akan ditampilkan, ketika *button* metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform* diklik maka akan dihasilkan citra berwatermark dengan dihasilkan nilai PSNR. Hasil running aplikasi terlihat pada Gambar 6.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan pada teknik *invisible watermarking* digital menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Penyisipan watermark menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform* dapat melindungi hak cipta pada citra digital.
- Aplikasi penyisipan watermarking menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dan *Discrete Wavelet Transform* tidak dapat dikenali secara kasat mata.
- Aplikasi watermark pada citra digital ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab R2013a. Dengan kombinasi metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) yang

- diimplementasikan pada proses penyisipan watermark.
- d. Aplikasi ini memberikan hasil yang baik untuk penyisipan watermark pada citra digital. Dibuktikan dengan rata-rata nilai PSNR pada proses penyisipan pada kombinasi metode *Discere Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) adalah 39, 7119.
 - e. Pengujian kompresi pada citra terwatermark dapat tahan hingga 50% dan pengujian berupa perubahan warna menghasilkan ekstraksi citra terwatermark dengan kualitas yang cukup baik, serta pengujian penambahan *noise* berupa *gaussian blur*, *emboss*, *noise diffuse*, *noise invert* menghasilkan ekstraksi citra terwatermark yang buruk. Sehingga hasil pengujian ketahanan citra terwatermark terhadap *noise* masih tergolong kurang baik, hal ini karena memiliki nilai PSNR yang dibawah 30 dB.
 - f. Aplikasi watermarking yang telah dibuat memiliki tingkat *invisibility* yang bagus, artinya watermark yang disisipkan tidak terlihat, hal ini dapat dibuktikan dengan nilai PSNR yang cukup tinggi.
 - g. Penggunaan kombinasi dua metode *Discere Cosine Transform* (DCT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) lebih baik dengan menghasilkan nilai PSNR 39, 7119 dibandingkan hanya dengan satu metode *Discrete Wavelet Transform* menghasilkan nilai PSNR 17, 3545.

Pengembangan aplikasi ini masih perlu dilakukan untuk penyempurnaan aplikasi. Adapun untuk penelitian selanjutnya beberapa pengembangan aplikasi yang dapat dilakukan diantaranya penambahan kombinasi metode agar watermark lebih tahan terhadap manipulasi kompresi serta penyisipan selain dengan menggunakan citra digital misalnya dengan video, audio dan lain sebagainya.

REFERENSI

- [1] R. Agustina and R. A. Asmara, "Penyisipan Watermark Menggunakan Metode Discrete Cosine transform pada Citra Digital," *J. Inform. Polinema*, vol. 2, no. 1, pp. 29–34, 2015.
- [2] S. Gani and B. Setiyono, "Teknik Invisible Watermarking Digital Menggunakan Metode DWT (Discrete Wavelet Tarnsform)," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, 2019.
- [3] A. Fanani and N. Ulinuha, "Watermarking Citra Digital Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform," *J. Mat. "MANTIK"*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2016.
- [4] M. Haribabu, C. H. Bindu, and K. V. Swamy, "A Secure & Invisible Image Watermarking Scheme Based on Wavelet Transform in HSI Color Space," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 93, no. September, pp. 462–468, 2016.
- [5] H. Manurung, "Teknik Penyembunyian Pesan Teks Pada Media Citra Gif Dengan Metode Least Significant Bit (Lsb)," no. 0911765, pp. 62–68, 2014.
- [6] S. R. Febriani, "Implementasi Digital Watermarking," vol. 21, no. 3, pp. 8–18, 2016.
- [7] N. Pohan, R. Saragih, and R. Rahim, "Invisible Watermarking Audio Digital with Discrete Cosine Transform," *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–25, 2017.
- [8] S. Supiyandi *et al.*, "Application of Invisible Image Watermarking," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 3.2, p. 760, 2018.
- [9] T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhatono, O. Nurhayanti, and Wijanarto, *Teori Pengolahan Digital*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [10] A. Cheddad, J. Condell, K. Curran, and P. M. Kevitt, "Survey And Analysis of Current Methods Signal Processing," pp. 727–752, 2010.
- [11] K. J. Bendi and S. Y. Siburian, "Invisible Watermarking Dengan Teknik Spread Spectrum," no. November, 2016.
- [12] R. Munir, *Steganography dan Watermarking*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2004.
- [13] N. . N. Tuakia, Suprpto, and Yudistira, ""Implementasi

- Watermarking Pada Citra Medis Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT)," 2013.
- [14] D. Pradhan, "Implementation of Invisible Digital Watermarking Technique for Copyright Protection using DWT-SVD and DCT," *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.*, vol. 4, no. 7, pp. 63–69, 2017.
- [15] S. Sirmour and A. Tiwari, "A Hybrid DWT-SVD Based Digital Image Watermarking Algorithm for Copyright Protection," vol. 6, no. March, pp. 7–10, 2014.
- [16] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2008.
- [17] E. Y. Reva, B. Susilo, and E. P. Purwandari, "Aplikasi Watermark Pada Citra Digital Menggunakan Kombinasi Metode Discrete Cosine Transform, Discrete Wavelet Transform Dan Singular Value Decomposition," *J. Rekursif*, vol. 4, no. 2, pp. 152–160, 2016.
- [18] Y. A. Syahbana, W. I. Yudhystira, and S. Yulina, "Algoritma Penyisipan Frame untuk Peningkatan Akurasi Metode Aligned Peak Signal-to-Noise Ratio dalam Pengukuran Kualitas Video," *J. Komput. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2015.