

MODUL SIMULASI TEKNIK WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE DWT DAN DCT *THE SIMULATION MODULE OF DIGITAL IMAGE WATERMARK USING DWT AND DCT METHODS*

Indrielna Setiani¹, Unang Sunarya, ST.,MT.², Suci Aulia, ST.,MT³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Terapan – Universitas Telkom

Jalan Telekomunikasi No. 1 Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

¹indrieln@gmail.com, ²unangsunarya@tass.telkomuniversity.ac.id, ³sucia@tass.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Belum adanya modul simulasi tentang *watermarking* pada pembelajaran multimedia membuat mahasiswa sulit untuk memahami materi dengan baik, modul pembelajaran simulasi *watermarking* pada citra merupakan modul pembelajaran berbasis simulasi pada MATLAB. Dimana *me-watermarking* atau tandai air diperkenalkan sederhana untuk mempermudah pemahaman simulasi tentang *watermarking*.

Modul *watermarking* pada citra digital ini menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT). Pada proyek akhir ini digunakan citra *host* berwarna berukuran 255 x 255 dan tanda air yang berukuran 50 x 50, 75 x 75, 100 x 100, 125 x 125, dan 150 x 150.

Hasil *watermarking* citra pada metode DWT menghasilkan nilai rata – rata MSE 1,3336838 dan nilai rata – rata pada PSNR 47,5548 sedangkan pada metode DCT menghasilkan nilai rata – rata pada MSE 1,8629454 dan PSNR 46,44942. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa metode DWT menghasilkan *watermark* yang lebih menyerupai citra *host*-nya dibandingkan dengan metode DCT. Dari hasil pengujian MOS didapatkan nilai tertinggi 3,75 menyatakan membantu pemahaman responden terhadap modul *watermarking* citra digital ini. Dan 3,63 menyatakan cukup membantu pemahaman responden terhadap modul *watermarking* citra digital. Serta mendapatkan nilai rata-rata MOS 3,68.

Kata Kunci : *Watermarking, DWT, DCT*

ABSTRACT

The absence of a simulation module on *watermarking* on multimedia learning makes it difficult for students to understand the material well, the simulation module of *watermarking* in the image is a simulation-based learning module in MATLAB. Where *watermarking* or *watermarking* is introduced is simple to facilitate a simulated understanding of *watermarking*.

The *watermarking* module in this digital image uses *Discrete Wavelet Transform* (DWT) and *Discrete Cosine Transform* (DCT) methods. In this final project used colorful image *host* 255 x 255 and water marks measuring 50 x 50, 75 x 75, 100 x 100, 125 x 125, and 150 x 150.

The *watermarking* results of the image on the DWT method yielded an average value of MSE 1.3336838 and the mean value on PSNR of 47.5548 whereas on DCT method yielded mean values on MSE 1,8629454 and PSNR 46,44942. The results show that the DWT method produces a *watermark* that resembles its *host* image compared to the DCT method. From the results of MOS testing obtained the highest value of 3.75 states help the understanding of respondents to the *watermarking* module of this digital image. And 3.63 makes it quite helpful to understand the respondent's understanding of *watermarking* module digital image. And get the average value of MOS 3.68.

Keywords: *Watermarking, DWT, DCT*

1. Latar Belakang

Kemudahan penyebaran informasi seperti citra digital, audio dan video melalui media internet memiliki sisi positif dan negatif terutama bagi pemilik asli informasi digital tersebut. Sisi positif dari kemudahan penyebaran tersebut adalah dengan cepatnya pemilik informasi menyebarkan file informasi digital ke alamat manapun di dunia maya. Sedangkan sisi negatifnya adalah jika tidak ada hak cipta pelindung informasi yang disebarkan tersebut, maka data digital ini, akan sangat mudah diakui kepemilikannya oleh pihak lain. Teknik ini di dasari dari keterbatasan manusia yaitu pendengaran dan penglihatan. Menyisipkan informasi kedalam data digital tanpa tanpa disadari kehadirannya oleh indra pendengaran dan menglihatan manusia.

Dengan melihat situasi yang terjadi, maka dibuatlah Proyek Akhir untuk modul pembelajaran tentang watermark pada citra digital menggunakan matlab. Modul pembelajaran ini yaitu dengan cara materi pembelajaran dikelas yang nantinya akan dijadikan modul simulasi menggunakan matlab, guna membantu pemahaman tentang cara mengimplementasikan dan menghitung parameter sistem keluaran yang dihasilkan.

Modul pembelajaran simulasi watermarking pada citra ini merupakan modul pembelajaran berbasis simulasi pada MATLAB. Dimana mewatermarking atau tandai air diperkenalkan secara detail dan sederhana untuk mempermudah pemahaman simulasi tentang watermarking.

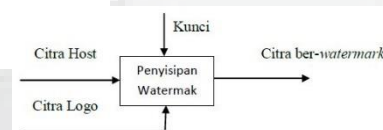
Modul watermarking pada citra digital ini menggunakan metode Discrete Wavelet Transform (DWT) atau Discrete Cosine Transform (DCT). Metode ini merupakan realisasi teori yang sudah banyak di implementasikan kemudian disimulasikan kembali sehingga kita dapat menganalisa dan mengukur nilai parameter hasil dari informasi yang di watermark. Simulasi watermarking dilakukan dengan menyisipkan informasi watermark ke citra metode DWT menggunakan metode DCT. Lalu setelah disisipkan melakukan penghitungan nilai parameter MSE dan PSNR nya.

2.1 Citra digital

Citra *digital* sebenarnya bukanlah sebuah data *digital* yang normal, melainkan sebuah representasi dari citra asal yang bersifat analog^[4]. Citra *digital* ditampilkan pada layar komputer dengan berbagai macam susunan warna dan tingkat kecerahan. Susunan warna inilah yang menyebabkan sebuah citra bersifat analog. Hal ini disebabkan karena susunan warna yang dimiliki dalam sebuah citra mengandung jumlah warna dan tingkat kecerahan yang tidak terbatas^[4]. Citra yang ditampilkan pada layar komputer ini, yang sebenarnya merupakan sebuah representasi analog, juga tersusun dari sebuah rentang tak terbatas dari nilai cahaya yang dipantulkan atau cahaya yang ditransmisikan. Jadi secara umum citra memiliki sifat kontinu dalam tampilan warna dan tingkat kecerahannya.

2.2 Watermarking

Watermarking adalah copyright labeling yaitu teknik *watermarking* sebagai metoda untuk penyembunyian label hak cipta pada data digital sebagai bukti otentik kepemilikan karya digital tersebut. Digital watermarking adalah penyisipan informasi pada data multimedia baik audio, citra, teks maupun vidio sebagai bukti kepemilikan. Penyisipan watermark dilakukan sedemikian rupa, sehingga tidak merusak data multimedia yang dilindungi dan tidak dapat dipersespsi oleh indra manusia, namun dapat dideteksi oleh komputer. *Watermark* yang telah disisipkan akan ikut tercopy ketika citra ber-watermark digandakan.^[8] Secara umum proses penyisipan tersebut ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Proses penyisipan *Watermark*

Proses penyisipan watermarking dapat dilakukan dalam dua domain, yaitu domain waktu/ spatial dan dalam domain transformasi.^[8] Transformasi yang dikenal peranannya dalam pengolahan citra, yaitu DFT (Discrete Fourier Transform), DCT (Discrete Cosine Transform) dan DWT (Discrete Wavelet Transform). Pemberian watermark pada domain transformasi lebih banyak dilakukan karena lebih handal dalam menghadapi serangan atau modifikasi.

2.3 Jenis Citra/Format warna

Ada 3 jenis format warna dikenal dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

a. Citra biner/ citra hitam putih

Citra biner merupakan citra yang mewakili warna hitam dan putih. Jika direalisasikan ke matriks besar bilangan entrinya adalah salah satu dari dua nilai yang akan menetapkan dan putih gambar hitam. Pada Matlab, nilai nol adalah hitam dan satu adalah putih.

b. Citra Greyscale

Graycsale dapat didefinisiakn sebagai tingkat keabu-abuan dari suatu citra. Tingkat kecerahan pixel dinyatakan dengan angka dari 0 hingga 255, 0 adalah hitam dan 255 putih.

c. Citra Berwarna/ Citra RGB

Warna RGB adalah model warna additive yang bertujuan sebagai penginderaan dan presentasi gambar. RGB memiliki 3 komponen warna yang tiap pixel diwakili oleh 3 byte. Jadi, R = Red (merah) G= Green (hijau) dan B = Blue (biru).



Gambar 2.3 Format Warna Citra

d. YIQ (luminance chrominance)

YIQ merupakan pemodelan warna pada sistem televisi berwarna. Y menunjukkan komponen luma, sedangkan I dan Q menunjukkan chroma. Kelebihan dari sistem pemodelan ini adalah mirip dengan warna yang dihasilkan gelombang, sehingga sangat cocok untuk sistem warna televisi.

YIQ terdiri dari komponen luminance dan chrominance. Komponen luminance adalah komponen Y, yaitu komponen warna yang terdiri dari warna hitam dan putih (greyscale). Sedangkan chrominance (I dan Q) adalah komponen warna yang terdiri dari kombinasi warna merah, hijau dan biru. Dengan kata lain, luminance menentukan kecerahan sedangkan chrominance menentukan intensitas warna pada suatu citra

Pada watermarking citra berwarna, citra berwarna sebagai citra host akan diubah menjadi citra YIQ sehingga didapatkan citra luminance (Y). Dipilih domain luminance sebagai daerah penanaman karena mata manusia kurang sensitif terhadap warna luminance dibandingkan dengan warna chrominance. Proses pengubahan citra RGB menjadi YIQ maupun sebaliknya dapat dilakukan langsung menggunakan toolbox matlab maupun perhitungan. Dalam tugas akhir ini proses pengubahan warna dilakukan dengan menggunakan perhitungan atau formula. Formulasi yang digunakan untuk merubah warna RGB menjadi warna YIQ adalah:

$$\begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2989 & 0.5870 & 0.1140 \\ 0.60 & -0.28 & -0.32 \\ 0.21 & -0.52 & 0.31 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk mengembalikan ke warna RGB dari warna YIQ dapat dilakukan dengan formulasi:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0.956 & 0.621 \\ 1 & -0.272 & -0.647 \\ 1 & -0.106 & 1.703 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix} \quad (2.2)$$

Y, I, Q adalah komponen warna YIQ sedangkan R, G, B adalah komponen warna RGB.

2.4 Teknik Watermarking

Watermarking berkembang seiring dengan perkembangan jaman dengan muncul *watermarking* pada media digital atau disebut dengan *digital watermarking*. *Watermarking* citra merupakan suatu cara untuk menanamkan data *watermark* pada suatu *citra host*. Untuk meyakinkan sifat transparansi data *watermark* yang telah ditanam, jumlah distorsi citra yang terjadi pada proses *embedding* harus seminimal mungkin. *Citra digital* kemudian didistribusikan dan mungkin disirkulasikan dari konsumen legal ke konsumen yang ilegal. Dengan demikian, akan terjadi bermacam-macam distorsi pada video.^[5] Distorsi citra kemungkinan dihasilkan oleh proses kompresi citra *lossy*, *resampling* atau serangan khusus pada data *watermark* yang telah ditanamkan. Proses ekstraksi *watermark*, tergantung dari aplikasinya, memerlukan referensi citra *host* untuk mengestimasi data *watermark* pada video yang diterima. Dalam proses ini dapat terjadi perbedaan antara citra *watermark* yang diuraikan dengan citra *watermark* asli. Proses *watermarking* yang baik akan meminimumkan perbedaan/error antara citra *watermark* yang diuraikan dengan citra *watermark* asli.

Salah satu prinsip dalam *digital watermarking* adalah informasi yang disisipkan pada media digital tidak boleh mempengaruhi kualitas media digital tersebut.^[3] Jadi pada citra digital, mata manusia tidak dapat membedakan apakah citra tersebut disisipi *watermark* atau tidak. Pada penggunaan *watermarking* terdapat 2 jenis metode yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut;^[6]

1) *Visible watermark*

Watermarking jenis ini dapat terlihat oleh indera manusia. *Visible watermark* bersifat sangat *robust* karena keberadaannya dapat dilihat dan dikenali dengan mudah dan penggunaan *visible watermark* pada citra digital sulit untuk dihapus. *Watermark* yang disisipkan dapat bersifat solid atau

semi transparan, Beberapa karakteristik yang dimiliki oleh tanda *visible watermark* adalah sebagai berikut :

- Harus dapat dilihat dengan jelas baik pada citra berwarna maupun citra monochrome
- Tanda *watermark* yang digunakan tidak mengurangi kualitas detail warna citra asli secara signifikan.
- Tanda *watermark* harus sulit untuk dapat dihilangkan (*robustness*).

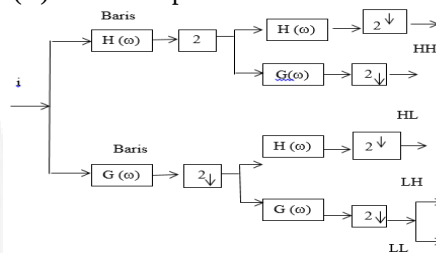
2) Invisible watermark

Watermark jenis ini tidak dapat terlihat dan sulit di deteksi keberadaanya oleh indera manusia, tetapi dapat diekstraksi dengan menggunakan metode komputasi tertentu. Tujuan dari *invisible watermark* ini adalah untuk digunakan dalam keperluan proses verifikasi kepemilikan dari sebuah file citra, umumnya saat informasi yang ada dalam citra diekstrak maka dibutuhkan sebuah *password* yang digunakan untuk proses ekstraksi informasi tersebut dan *password* ini disebut dengan *watermark key*.

2.5 Discrete Wavelet Transform (DWT)

DWT adalah sebuah transformasi yang melihat secara waktu dan domain frekuensi. Sedangkan di dalam DWT, penggambaran sebuah skala waktu sinyal digital didapatkan dengan menggunakan teknik filterisasi digital. Secara garis besar proses dalam teknik ini adalah dengan melewati sinyal yang akan dianalisis pada filter dengan frekuensi dan skala yang berbeda.^[2]

Sebuah sinyal harus dilewatkan dalam dua filterisasi DWT yaitu *highpass filter* dan *lowpass filter* agar frekuensi dari sinyal tersebut dapat dianalisis. Analisis sinyal dilakukan terhadap hasil filterisasi *highpass filter* dan *lowpass filter* dimana *highpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi tinggi dan *lowpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi rendah. Pembagian sinyal ini disebut sebagai dekomposisi.^[2] Secara teknis, citra dengan dua dimensi (baris dan kolom) dapat didekomposisi seperti pada gambar. Dengan $H(\omega)$ adalah *highpass filter*, dan $G(\omega)$ adalah *lowpass filter*.^[2]



Gambar 2.4 Dekomposisi wavelet satu tingkat terhadap citra

Dekomposisi pada citra menghasilkan informasi rentang frekuensi yang berbeda yaitu LL (*low-low frequency*), LH (*low-high frequency*), HL (*high-low frequency*), dan HH (*high-high frequency*), seperti ditunjukkan Gambar 2. Rentang frekuensi LL merupakan rentang taksiran penskalaan, sedangkan rentang frekuensi LH, HL, dan HH merupakan rentang frekuensi detail informasi.^[6]

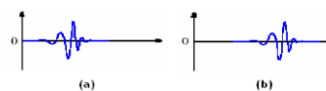
2.6 Wavelet

Sebuah wavelet merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien, ketidakstasioneran, atau fenomena berubah terhadap waktu (*time-varying*).^[6] Karakteristik dari wavelet antara lain adalah berosilasi singkat, translasi (*pergeseran*), dan dilatasi (*skala*). Berikut ini akan



Gambar 2.5 (a) Gelombang wave, (b) wavelet^[1]

Secara matematis, pergeseran sebuah fungsi $f(t)$ dengan k direpresentasikan dengan $f(t-k)$:



Gambar 2.6 Translasi Pada Wavelet :

(a) Fungsi Wavelet ;(t) (b) Fungsi Wavelet Yang Digeser ;(t-k)

Skala (dilatasi) dalam sebuah wavelet berarti pelebaran atau penyempitan wavelet. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.7 Perubahan Skala Pada Wavelet :

(a) Nilai Skala Kecil (b) Nilai Skala Besar

Hubungan antara skala wavelet dengan frekuensi yang dihasilkan oleh analisis wavelet adalah :

- Nilai skala kecil (*compressed wavelet*) menyebabkan perubahan koefisien yang menyatakan frekuensi tinggi.
- Nilai skala besar (*stretched wavelet*) menyebabkan perubahan koefisien yang menyatakan frekuensi rendah.

Tahap pertama analisis wavelet adalah menentukan tipe wavelet, yang disebut dengan *mother wavelet* atau *analysing wavelet*, yang akan digunakan. Hal ini perlu dilakukan karena fungsi wavelet sangat bervariasi dan dikelompokkan berdasarkan fungsi dasar masing-masing. Beberapa contoh *mother wavelet* adalah *Haar*, *Daubechies*, *Biorthogonal*, *Coiflets*, *Symlets*, *Morlet*, *Mexican Hat*, dan *Meyer*.^[6] Setelah pemilihan *mother wavelet*, tahap selanjutnya adalah membentuk basis *wavelet* yang akan digunakan untuk mentransformasikan sinyal^[6].

Pada proyek akhir ini jenis *mother wavelet* yang digunakan adalah *wavelet Haar* (*Daubechies 1*) karena jenis wavelet ini mampu mendukung analisa yang bersifat orthogonal dan biorthogonal. Dengan sifat tersebut memungkinkan penggunaan citra analisis dengan korelasi yang bervariasi yaitu citra dengan korelasi tinggi (*high correlation*) adalah citra berwarna yang memanfaatkan sifat orthogonalnya dan citra dengan korelasi rendah (*low correlation*) adalah citra *grayscale* yang memanfaatkan sifat biorthogonalnya.

2.6 Discrete Cosines Transform (DCT)

DCT atau *Discrete Cosine Transform* adalah sebuah transformasi untuk mengubah domain waktu ke domain frekuensi^[4]. Mengubah secara general tanpa melihat perposisi, saat dia di realisasikan untuk mengubah sinyal suara maka yang diambil hanyalah nilai sinusnya.

Discrete Cosine Transform (DCT) merupakan suatu teknik yang digunakan untuk melakukan konversi sinyal ke dalam komponen frekuensi pembentuknya. DCT hanya memperhitungkan nilai real dari hasil transformasinya dan cenderung memiliki pendekatan yang cukup baik terhadap sinyal asli^[8].

DCT merupakan transformasi yang berhubungan dengan transformasi Fourier, sama seperti Discrete Fourier Transform, tetapi DCT hanya menggunakan bilangan-bilangan riilnya. Bisa dikatakan bahwa DCT ekuivalen dengan DFT yang kira-kira mempunyai panjang dua kalinya, mengoperasikan data riil dengan bilangan genap (Transformasi Fourier dari fungsi riil dan genap adalah riil dan genap), dimana dalam beberapa varian, input dan/atau outputnya mengalami pergeseran sampai setengah dari sampel aslinya. (ada delapan varian standard, dengan empat yang paling sering digunakan).

Varian yang paling umum dari *Discrete Cosine Transform* adalah DCT tipe- II, yang biasanya disebut "DCT", dan inverse-nya, DCT tipe-III, biasanya disebut "inverse DCT" atau "IDCT".^[5]

Dua transformasi lainnya yang berhubungan dengan DCT adalah *Discrete Sine Transform* (DST), yang sama dengan fungsi riil dan ganjil dari DFT, dan *Modified Discrete Cosine Transform* (MDCT).

DCT, dan khususnya DCT-II, biasanya digunakan pada sinyal dan image processing, khususnya untuk *lossy data compression*, karena mempunyai “energi kerapatan” yang kuat. Kebanyakan informasi sinyal cenderung dikonsentrasikan

2.7 Pengujian Subjektif

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan decibel (db). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra, audio, dan video sebelum dan sesudah disisipkan pesan. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara data asli (citra host, audio host, video host) dengan data hasil penyisipan.

Dalam suatu pengembangan dan pelaksanaan rekonstruksi data diperlukan perbandingan antara data hasil rekonstruksi dengan data asli. Ukuran umum yang digunakan untuk tujuan ini adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara hasil rekonstruksi dan gambar asli. Berikut persamaan untuk citra, audio, dan video

MSE pada gambar

$$MSE = \frac{\sum_{M,N,L} [I_1(m,n,l) - I_2(m,n,l)]^2}{M * N * L} \quad (2.5)$$

keterangan:

MSE= nilai error *pixel* yang telah disisipi

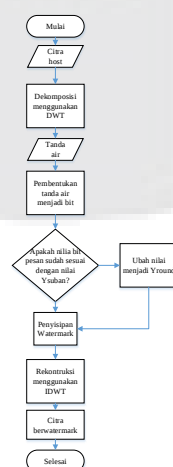
M , N , L = panjang, lebar dan, layer citra

$I_1 I_2$ = panjang dan lebar citra yang telah tersisipi

PSNR pada gambar

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (2.6)$$

3.1 Metode DWT



Gambar 3.1 flowchart penyisipan citra metode DWT

1. Pemilihan citra asli

Pemilihan citra asli dengan pemilihan gambar yang digunakan dapat berupa format *true color* (RGB) atau *grayscale* (keabuan). Pada penelitian proyek akhir ini citra asli yang akan digunakan adalah citra RGB menggunakan format dari jpg yang berukuran 255 x 255.



Gambar 3.2 Citra Asli format jpg

2. Pemilihan gambar watermark

Pemilihan citra *watermark* resolusinya harus lebih kecil dibandingkan dengan resolusi gambar citra asli. Pada penelitian ini, citra *watermark* atau citra yang akan disisipi berukuran 75 x 75 menggunakan citra RGB yang dirubah ke dalam bentuk citra *black and white* dengan format png. Mengubah bit 24 (citra RGB) kedalam bit 8 (citra *grayscale*) lalu diubah kedalam bit 2 yaitu citra *black and white*.

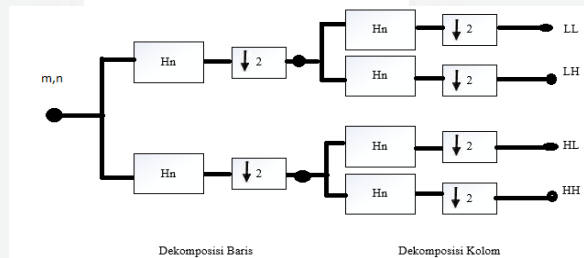


Gambar 3.3 Citra Watermark

3. Mendekomposisikan citra asli atau citra host yang akan disisipkan oleh gambar watermark

Setelah citra asli dipilih atau ditentukan, maka tahap berikutnya adalah mendekomposisikan citra asli menggunakan DWT. Langkah ini adalah langkah pertama yang harus dilakukan untuk dapat menyisipkan *watermark* ke dalam citra asli. Langkah-langkah untuk mendekomposisikan citra asli adalah sebagai berikut :

- a) Dekomposisikan citra. Pada proses ini citra yang digunakan adalah citra 1 dimensi. Proses dekomposisi dilakukan dalam 2 tahap, yaitu tahap pertama proses dekomposisi dilakukan pada seluruh baris, kemudian tahap kedua pada citra hasil tahap pertama dilakukan proses dekomposisi dalam arah kolom.



Gambar 3.4 Transformasi wavelet 2 dimensi 1 level

Pada gambar diatas, Dekomposisi citra digital satu tingkat 1 dimensi sehingga menghasilkan LL, LH, HL, dan HH. LL menyatakan bagian koefisien yang diperoleh melalui proses tapis *Low pass*. Citra pada bagian ini mirip dan merupakan versi lebih halus dari citra aslinya sehingga koefisien pada bagian LL sering disebut dengan komponen aproksimasi. LH menyatakan bagian koefisien yang diperoleh melalui proses tapis *Low pass* kemudian dilanjutkan dengan *high pass*. Koefisien pada bagian ini menunjukkan citra tepi dalam arah horisontal. Bagian HL menyatakan bagian yang diperoleh melalui proses *high pass* kemudian dilanjutkan dengan *Low pass*. Koefisien pada bagian ini menunjukkan citra tepi dalam arah vertikal. Ketiga komponen LH, HL, dan HH disebut juga komponen detail. Pada tahap ini juga dilakukan penyisipan dengan menggunakan salah satu jenis sinyal dari *wavelet* yaitu Haar.

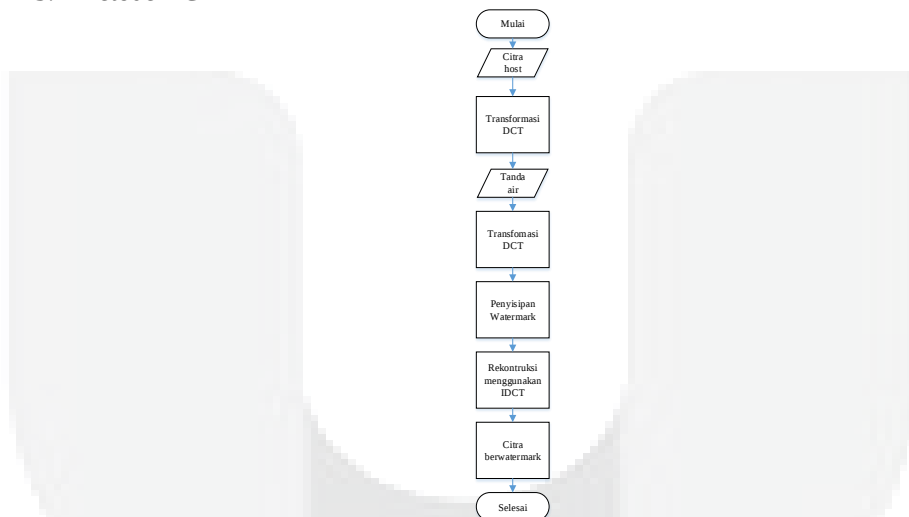


Gambar 3.5 Dekomposisi Citra Asli

Sebelum citra *watermark* dapat disisipkan, citra *watermark* haruslah dirubah susunan citranya kedalam rangkaian matriks dengan proses vektorisasi. Sama hal nya dengan citra asli. Setelah citra *watermark* dirubah maka dilakukanlah proses dekomposisi dengan DWT. Proses DWT pada *watermark* sama halnya dengan proses pada citra asli yang bertujuan untuk mendapatkan koefisien aproksimasi dan koefisien detailnya.

- b) Menyisipkan gambar *watermark* kedalam citra asli
Setelah citra asli dan citra *watermark* di transformasikan dengan DWT maka tahap selanjutnya adalah menyisipkan citra *watermark* ke dalam citra asli. Koefisien aproksimasi pada citra asli ditambahkan dengan perkalian antara *key* yang telah ditentukan dengan koefisien aproksimasi *watermark*. Proses ini mendapatkan koefisien aproksimasi baru dari citra asli.
- c) Setelah proses penyisipan koefisien aproksimasi dari *watermark* kedalam koefisien aproksimasi citra asli maka langkah selanjutnya adalah mentransformasikan balik koefisien-koefisien dari citra asli yang telah disisipkan *watermark* menggunakan invers DWT atau disebut IDWT.
- d) Menampilkan gambar yang ter-*watermark*.

3.2 Metode DCT



Gambar 3.6 flowchart penyisipan citra metode DCT

1. Pemilihan citra asli
Pemilihan citra asli dengan pemilihan gambar yang digunakan dapat berupa format *true color* (RGB) atau *grayscale* (keabuan). Pada penelitian proyek akhir ini citra asli yang akan digunakan adalah citra RGB menggunakan format dari jpg yang berukuran 255 x 255.



Gambar 3.7 Citra Asli format jpg

2. Pemilihan gambar *watermark*
Pemilihan citra *watermark* resolusinya harus lebih kecil dibandingkan dengan resolusi gambar citra asli. Pada penelitian ini, citra *watermark* atau citra yang akan disisipi berukuran 75 x 75 menggunakan citra RGB yang dirubah ke dalam bentuk citra *black and white* dengan format png.

Mengubah bit 24 (citra RGB) kedalam bit 8 (citra *grayscale*) lalu diubah kedalam bit 2 yaitu citra black and white.



Gambar 3.8 Citra Watermark

3. Citra host yang telah dipilih sebelumnya di transformasikan kedalam domain DCT yang di bagi kedalam 8 blok – blok 8 x 8 dan setiap blok dihitung koefisien DCT-nya. Menghitung koefisien DCT 8x8 dan mengkuantisasi DCT dengan table kuantisasi standar dalam kompresi jpg lalu memodifikasi koefisien berdasarkan bit yang disembunyikan jika bit satu semua koefisien di modifikasi menjadi bilangan ganjil, jika bit 0 maka semua koefisien di modifikasi menjadi bilangan genap. Semua koefisien yang tersisa di kuantisasi menjadi invers kualitizisen.



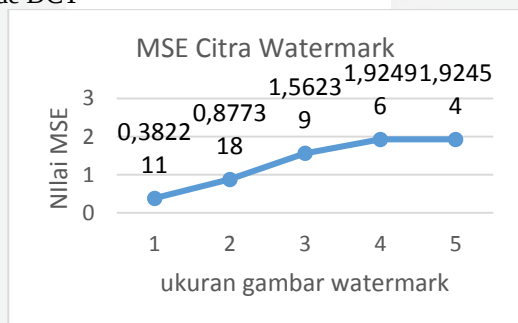
Gambar 3.9 Citra ter-watermark

4. Setelah menghitung koefisien dan mengkuantisasi menjadi DCT penyisipan terjadi pada setiap block yang dipih untuk disisipkan bit dari gambar watermarknya
5. Setelah melakukan proses penyisipan dilakukan proses rekontruksi pembentukan citra yang tadi menjadi blok-blok dijadikan kembali seperti citra semula akan tetapi citra yang ber-*watermark*.

4.1 Pengujian *Watermarking* Citra Digital

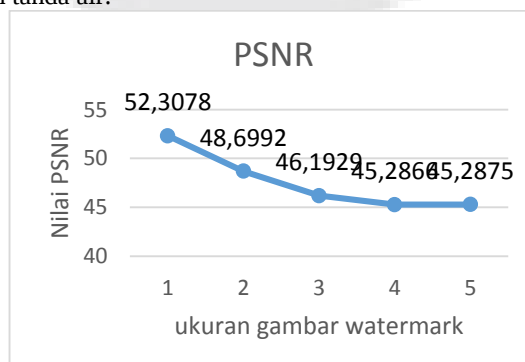
Maka hasil dari pengujian yang dilakukan adalah

- a. *Watermarking* Metode DCT



Gambar 4. 3 Grafik MSE pada percobaan watermarking gambar metode DWT

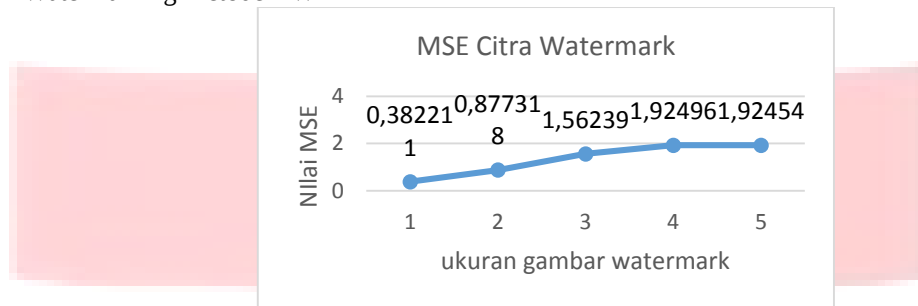
Gambar grafik 4.3 adalah nilai MSE *watermarking* citra menggunakan metode DCT. Terlihat setiap kali mengganti gambar *watermarking* dengan yang lebih besar maka nilai MSE akan semakin melonjak terlihat pada percobaan pertama (detail dapat dilihat pada tabel 4.2) menggunakan gambar watermark 50x50 MSE hanya 0,456 dan pada percobaan berikutnya 75x75 MSE naik menjadi 0,973 hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran gambar *watermark* yang disisipkan maka akan semakin besar nilai MSE atau tingkat eror pada gambar tersebut yang artinya makin buruk kualitas citra yang disisipkan tanda air.



Gambar 4.4 Grafik PSNR pada percobaan watermarking gambar metode DCT

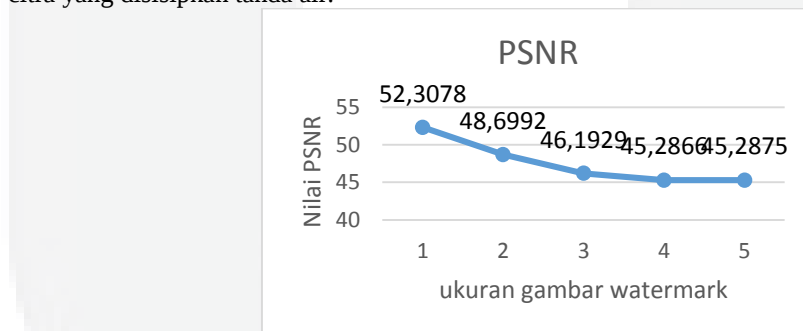
Gambar grafik 4.4 adalah nilai PSNR *watermarking* citra menggunakan metode DCT. Berbeda dengan nilai MSE, nilai PSNR terhitung bagus ketika nilainya semakin besar. Seperti contohnya pada table 4.2 menunjukan ketika MSE pada citra yang disisipkan gambar *watermark* 50x50 mendapatkan nilai PSNR 0,456 yang paling kecil dari percobaan lainnya, maka PSNR pun mendapatkan nilai 51,535 atau nilai paling tinggi dari percobaan lainnya yang menunjukan bahwa kualitas citra yang telah ter*watermark* memiliki kualitas yang lebih baik ketimbang nilai PSNRnya kecil seperti pada contoh percobaan 2 yaitu gambar *watermark* yang disisipkan adalah 75x75 maka nilai PSNRnya pun menurun menjadi 48,249.

b. Watermarking Metode DWT



Gambar 4. 1 Grafik MSE pada percobaan watermarking gambar metode DWT

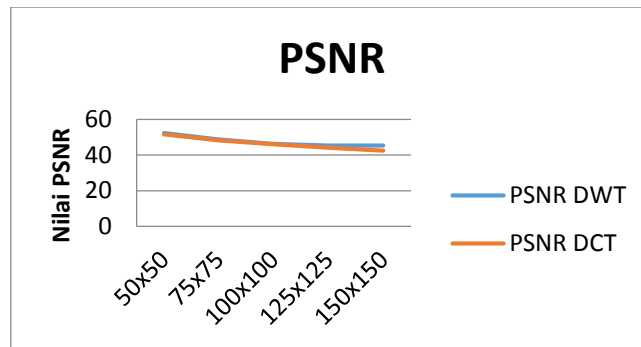
Gambar grafik 4.1 adalah nilai MSE *watermarking* citra menggunakan metode DWT. Terlihat setiap kali mengganti gambar *watermarking* dengan yang lebih besar maka nilai MSE akan semakin melonjak terlihat pada percobaan pertama (detail dapat dilihat pada tabel 4.1) menggunakan gambar *watermark* 50x50 MSE hanya 0,382 dan pada percobaan berikutnya 75x75 MSE naik menjadi 0,877 hal ini menunjukan bahwa semakin besar ukuran gambar *watermark* yang disisipkan maka akan semakin besar nilai MSE atau tingkat eror pada gambar tersebut yang artinya makin buruk kualitas citra yang disisipkan tanda air.



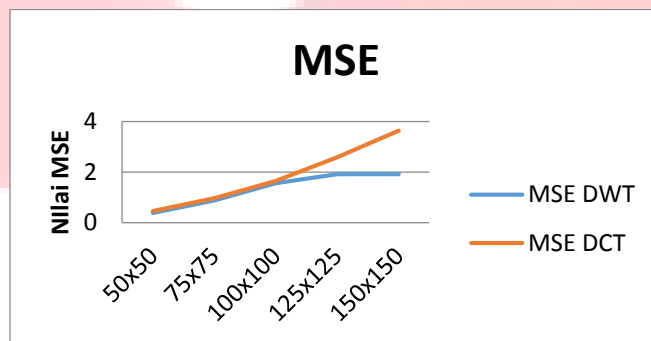
Gambar 4. 2 Grafik PSNR pada percobaan watermarking gambar metode DWT

Gambar grafik 4.2 adalah nilai PSNR *watermarking* citra menggunakan metode DWT. Berbeda dengan nilai MSE, nilai PSNR terhitung bagus ketika nilainya semakin besar. Seperti contohnya pada table 4.1 menunjukan ketika MSE pada citra yang disisipkan gambar *watermark* 50x50 mendapatkan nilai PSNR 0,3822 yang paling kecil dari percobaan lainnya, maka PSNR pun mendapatkan nilai 52,307 atau nilai paling tinggi dari percobaan lainnya yang menunjukan bahwa kualitas citra yang telah ter*watermark* memiliki kualitas yang lebih baik ketimbang nilai PSNRnya kecil seperti pada contoh percobaan 2 yaitu gambar *watermark* yang disisipkan adalah 75x75 maka nilai PSNRnya pun menurun menjadi 48,6992.

c. Maka setelah melakukan perbandingan antara keduanya, mendapatkan hasil pada gambar grafik 4.5a dan grafik 4.5b



Gambar 4.5a Grafik PSNR metode DWT dan DCT



Gambar 4.5b Grafik MSE metode DWT dan DCT

Setelah melakukan perbandingan nilai rata – rata hasil PSNR dan MSE menggunakan metode DCT dan DWT dapat terlihat bahwa nilai eror MSE pada percobaan menggunakan metode DWT lebih kecil MSE-nya atau tingkat eror pada gambar dibandingkan dengan nilai MSE pada metode DCT. Pada nilai PSNR-pun mengikuti semakin besar nilai MSE maka semakin kecil nilai PSNR begitupun sebaliknya. Walaupun nilai PSNR pada metode DWT tidak terlalu jauh dengan hasil nilai PSNR metode DCT

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada *watermarking* citra digital, percobaan menggunakan metode DWT yang hasilnya mendekati citra asli karena memiliki nilai rata – rata MSE 1,3336838 yang lebih kecil dibandingkan nilai rata – rata MSE pada percobaan menggunakan metode DCT yaitu 1,8629454.
2. Semakin besar nilai MSW maka semakin kecil nilai PSNR, begitu-pun sebaliknya. Nilai rata – rata PSNR pada percobaan menggunakan metode DWT ialah 47,5548. Sementara pada percobaan menggunakan metode DCT mendapatkan nilai PSNR 46,44942. Nilai PSNR-pun berpengaruh terhadap kualitas citra *watermark*. Semakin besar nilai PSNR maka semakin baik atau semakin mirip juga dengan citra asalnya.
3. Dari hasil pengujian fungsionalitas, disimpulkan bahwa semua fungsi di dalam GUI *watermarking* citra digital pada matlab 100% berjalan dengan baik sesuai yang telah direncanakan.
4. Dari hasil pengujian MOS didapatkan nilai tertinggi 3,75 menyatakan membantu pemahaman responden terhadap modul *watermarking* citra digital ini. Dan 3,63 menyatakan cukup membantu pemahaman responden terhadap modul *watermarking* citra digital. Serta mendapatkan nilai rata-rata MOS 3,68.

5.2 Saran

Beberapa hal yang disarankan untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang yaitu sebagai berikut;

1. Untuk penelitian selanjutnya, coba gunakan format gambar RGB untuk gambar *watermark*nya atau tanda airnya dan bandingkan dengan format grayscale agar mendapatkan perubahan yang signifikan.
2. Coba gunakan metode lainnya dalam *mother wavelet* tidak hanya menggunakan *haar* saja. Agar mendapatkan perbandingan yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. K. Saini, V. Shrivastava, and M. Tech Scholar, “Analysis of Attacks on Hybrid DWT-DCT Algorithm for Digital Image Watermarking With MATLAB,” *Int. J. Comput. Sci. Trends Technol.*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [2] M. Ruswiansari, A. Novianti, T. Informatika, and T. Elektro, “Implementasi Discrete Wavelet Transform

- (Dwt) Pada Image Watermarking Implementation Discrete Wavelet Transform (Dwt),” pp. 249–259, 2016.
- [3] S. Jose, R. C. Roy, and S. Shashidharan, “Robust Image Watermarking based on DCT-DWT- Method,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 58, no. 21, pp. 12–16, 2012.
 - [4] N. A. Irfan, “Prototipe Teknik Penyisipan Dokumen Citra Digital Menggunakan Watermarking dengan Metode DCT (Discrete Cosine Transform),” vol. 2, no. 1, pp. 21–27, 2013.
 - [5] S. E and M. Winarso, “Technique Steganografi Discrete Cosine Transform,” *Metod. Discret. Cosine Transform*, vol. 4, no. 1, pp. 72–85, 2007.
 - [6] D. Dipa, U. Atma, and J. Yogyakarta, “Watermarking Image Digital menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT) berbasis Human Visual System (HVS),” 2010.
 - [7] A. Firmansyah, “D a s a r - d a s a r P e m r o g r a m a n M a t l a b,” pp. 1–10, 2007.
 - [8] J. Pengkajian, D. A. N. Penerapan, A. B. Cdef, B. B. Eb, and C. A. Ab, “TEKNIK INFORMATIKA CD,” *PENGUKURAN KUALITAS CITRA TERWATERMARKING Model DCT MENGGUNAKAN PSNR*, vol. 2, no. 1, pp. 1–111, 2009.

