

# Non-Blind Watermarking Menggunakan Discrete dan Wavelet Transform

Daurat Sinaga<sup>1)</sup>, Cahaya Jatmoko<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro  
<sup>1)</sup>daurat.sinaga@dsn.dinus.ac.id, <sup>2)</sup>cahaya.jatmoko@dsn.dinus.ac.id

## **Abstrak**

*Pada zaman sekarang orang mudah untuk mengakses internet sehingga semua orang dapat memperoleh suatu karya seni digital seperti gambar dengan mudah, kemudian seseorang dapat memodifikasi dan menyebarkan kembali karya tersebut tanpa izin atau tanpa memberikan sumber originalnya. Pada masalah ini dibutuhkan upaya untuk memberikan watermark yang tidak terlihat sehingga tidak mudah untuk menghilangkan watermark gambar tersebut, menggunakan kombinasi DCT dan DWT 1 level untuk memberikan watermark secara tak terlihat pada suatu karya seni. Dari metode kombinasi DCT-DWT diperoleh dengan gambar watermark 64x64 nilai PSNR 39.1529 dB dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa metode kombinasi DCT-DWT mendapatkan nilai imperceptibility yang baik. Ketahanan gambar diuji dari berbagai proses maipulasi gambar seperti noise, filter, kompresi JPG, dan lain-lain. Hasil dari manipulasi gambar mendapatkan rata-rata NCC bernilai lebih dari 0.6 sehingga dapat disimpulkan metode DCT-DWT tahan (robust) terhadap beberapa serangan citra.*

**Kata kunci :** Imperceptibility, Robust, Metode kombinasi DCT-DWT, Watermark

## **Abstract**

*In this day and age it is easy for people to access the internet so that everyone can get a digital artwork such as an image easily, then someone can modify and redistribute the work without permission or without providing the original source. In this problem, efforts are needed to provide an invisible watermark so that it is not easy to remove the image watermark, using a combination of DCT and DWT 1 level to provide an invisible watermark on an artwork. From the DCT-DWT combination method obtained with a 64x64 watermark image, the PSNR value is 39.1529 dB. From these results it can be concluded that the DCT-DWT combination method gets a good imperceptibility value. Image durability is tested from various image manipulation processes such as noise, filters, JPG compression, and others. The results of image manipulation get an average NCC value of more than 0.6 so it can be concluded that the DCT-DWT method is robust against several image attacks.*

**Keywords :** DCT-DWT combination method, Imperceptibility, Robust, Watermark

## 1 PENDAHULUAN

Mudahnya masyarakat khususnya para kaum muda dalam mengakses internet digunakan untuk berbagai hal seperti sosial media, memutar musik, memutar film dan sebagainya [1]. Sehingga dapat menyebarkan suatu informasi dengan mudah tanpa memberikan sumber originalnya, sehingga ada oknum tidak bertanggung jawab untuk disalahgunakan dengan memodifikasinya dan menyebarkan kembali, maka dilakukan usaha pemberian watermark pada karya seni tersebut [2].

Digital *watermarking* berarti memasukkan informasi ke dalam digital material dengan suatu cara sehingga orang sulit untuk mendeteksinya tetapi dengan mudah dapat dideteksi oleh algoritma komputer [3]. Ketika sebuah watermark dimasukkan dalam citra uji dengan kunci yang diketahui suatu algoritma, maka dikenal sebagai proses *embedding watermarking* digital. Dan ketika watermark diambil dari citra terwatermark menggunakan citra asli dan kuncinya dikenal sebagai proses ekstraksi *watermarking* digital. Kualitas *watermarking* digital dapat mengukur dengan dua parameter yang berbeda: *imperceptibility* dan *robustness*. *Imperceptibility* diukur dengan PSNR (*Peak signal-to-noise ratio*) dari citra *host* dan gambar yang disematkan dalam dB. PSNR (*Peak signal-to-noise ratio*) yang lebih tinggi diinginkan karena menyembunyikan gambar yang ditandai secara efisien [4].

Penyisipan watermark secara *invisible* terdapat 2 domain, yaitu domain spasial dan domain *transform* [5]. *Watermarking* dapat juga dikategorikan sebagai *blind watermarking* (proses validasi citra watermark yang tidak membutuhkan citra *host*) dan *non blind watermarking* (proses validasi citra watermark yang membutuhkan citra *host*) [6].

Pada domain spasial dapat dimasukan citra watermark ke dalam piksel citra *host* secara langsung dan dapat dilakukan secara mudah dan cepat, apabila pada domain *transform* citra *host* akan diubah ke dalam bentuk frekuensi dahulu sebelum disisipkan citra watermark. Metode domain *transform* tahan terhadap berbagai macam serang citra seperti proses kompresi, maka dari itu pada penelitian ini akan menggunakan metode domain *transform* [4]. Menurut [7] DCT lebih cepat dan lebih tahan terhadap serangan khususnya pada jenis serangan kompresi citra. DWT juga dikenal tahan terhadap serangan *noise*, *filtering*, *bluring*, dan *cropping*.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 WATERMAKING

Digital *watermarking* berarti memasukkan informasi ke dalam digital material dengan suatu cara sehingga orang sulit untuk mendeteksinya tetapi dengan mudah dapat dideteksi oleh algoritma computer [3]. Dalam *watermarking* dapat ada 2 ekstraksi yaitu *blind watermarking* dan *non-blind watermarking* [8]. Dari kedua metode itu metode non-blind efektif dalam hal kualitas gambar dan ketahanan terhadap berbagai serangan. Daalam ekstraksinya *non-blind watermarking* memerlukan citra *host* hal ini menjadikan Teknik *non-blind* lebih kuat [8]. Dalam *watermarking* ada dua jenis *watermarking* yaitu *visible watermark* *invisible watermark*, *visible watermarking* berarti suatu watermark yang dapat dilihat secara jelas oleh mata manusia, sehingga watermark yang diberikan mudah untuk dihapus dengan berbagai cara dengan software telah tersedia. Sedangkan *invisible watermarking* adalah watermark yang bersifat

rahasia dengan begitu tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata manusia dengan tujuan untuk merahasiakan pesan atau watermark yang diberikan pada citra *host* [9].

Pada *invisible watermarking* terdapat dua domain yaitu domain spasial dan domain transformasi [5]. Pada domain spasial citra watermark bisa disisipkan ke dalam citra *host* secara langsung dan bisa dilakukan secara cepat dan mudah, sedangkan pada domain *transform* sebelum menyisipkan watermark citra *host* terlebih dahulu diubah ke dalam bentuk frekuensi.

Dalam melakukan watermarking terdapat beberapa kriteria yang harus diperhatikan[10] :

1. *Perceptual Transparency*: watermark yang diberikan tidak boleh mempengaruhi kualitas citra *host* sehingga orang lain tidak dapat membedakan citra *host* sebelum dan sesudah diberikan watermark.
2. *Data Payload*: Jumlah total informasi yang tersimpan sebagai watermark dalam citra *host*, ini tergantung pada penerapan yang dilakukan.
3. *Robustness*: Pemberian watermark harus tahan terhadap beberapa serangan seperti *compression, scaling, rotation, cropping, noise* dan lain lain.
4. *Security*: *Watermarking* harus tahan terhadap serangan yang bertujuan untuk menghancurkan atau menghapus tanpa memodifikasi citra *host* itu sendiri.
5. *Effectiveness*: *Watermarking* yang diberikan harus cepat dan sederhana.

## 2.2 DCT (DISCRETE COSINE TRANSFORM)

Teknik DCT (*Discrete Cosine Transform*) digunakan ketika sinyal data yang ada dalam gambar tidak berubah, tetapi hanya representasi sinyal diubah menjadi tipe yang lain. Pada umumnya teknik DCT (*Discrete Cosine Transform*) dikategorikan ke dalam dua fase, pertama adalah Global DCT dan lainnya adalah Block based DCT (*Discrete Cosine Transform*) [11]. Menurut [12], DCT digunakan untuk metransformasikan nilai intensitas blok 8x8 pikselnya yang berurutan dari image menjadi 64 koefisien DCT ke dalam frekuensi dasarnya, diubah koefisien-koefisiennya dan kemudian ditransformasikan kembali dengan IDCT (*Inverse Discrete Cosine Transform*).

Menurut [13] DCT (*Discrete Cosine Transform*) berupa matrik N x N. Persamaan DCT (*Discrete Cosine Transform*) untuk blok matrik berukuran N x N dapat dituliskan sebagai berikut :

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

Dengan  $u = 0, \dots, n - 1, v = 0, \dots, m - 1$

Dimana  $S(u,v)$  adalah data pada domain frekuensi dan  $S(x,y)$  adalah data pada domain ruang.

Rumusan *invers* DCT (*Discrete Cosine Transform*) sebagai berikut :

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

dengan  $x = 0, \dots, n - 1, y = 0, \dots, m - 1$

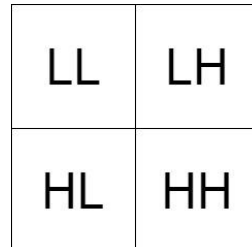
Dimana  $S(u,v)$  adalah data pada domain frekuensi dan  $S(x,y)$  adalah data pada domain ruang.

### 2.3 DWT DISCRETE WAVELET TRANSFORM

DWT (*Discrete Wavelet Transform*) merupakan transformasi sinyal diskrit yang diubah menjadi koefisien *wavelet* yang didapat menggunakan filter sinyal dengan dua filter yang berbeda yaitu *highpass* filter dan *lowpass* filter. DWT (*Discrete Wavelet Transform*) mendekomposisikan atau membagi citra menjadi 4 bagian pada frekuensi subband citra tersebut [14]. Pembagian frekuensi subband citra tersebut yaitu LL, LH, HL, dan HH. Frekuensi L adalah *Low* dan H adalah *High* [7].

Menurut [15] keunggulan dalam metode DWT pada *watermarking* sebagai berikut :

1. Transformasi wavelet dalam HVS (*Human Visual System*) lebih dekat dari pada DCT.
2. Citra transformasi wavelet adalah deskripsi multi-resolusi gambar. Oleh karena itu gambar ditampilkan pada tingkat resolusi yang berbeda dan dapat terus diproses dari resolusi rendah ke resolusi tinggi.
3. Visual yang diperkenalkan oleh gambar transformasi wavelet kurang ditandai dibandingkan dengan DCT karena transformasi wavelet tidak menguraikan gambar menjadi blok untuk diproses. Pada rasio kompresi tinggi memblokir artefak yang terlihat dalam DCT; tetapi dalam gambar kode wavelet itu jauh lebih jelas.
4. DWT memiliki properti spasial spasial, yang berarti jika sinyal atau watermark apa pun yang disematkan maka akan mempengaruhi gambar. Oleh karena itu transformasi wavelet menyediakan frekuensi dan spasial dalam formasi untuk sebuah gambar.



Gambar 1 Dekomposisi DWT

Dimana:

- LL = frekuensi rendah  
LH dan HL = frekuensi sedang  
HH = frekuensi tinggi.

Metode DWT bisa digunakan untuk transformasi citra dan kompresi citra. Metode DWT (*Discrete Wavelet Transform*) tidak hanya untuk pengolahan gambar tetapi juga dapat diterapkan pada bidang steganografi dan *watermarking* [7].

### 2.4 NOISE SALT & PEPPER

Menurut [16] noise pada pengolahan citra digital yaitu piksel atau gambar yang mengganggu dan dapat menurunkan kualitas citra digital. Ada berbagai jenis serangan citra salah satunya adalah *salt & pepper noise*. *Noise salt & pepper* pada citra RGB akan ada 3 titik warna yaitu merah, hijau, biru. Apabila pada citra grayscale ada dua titik warna yaitu hitam dan juga putih.

## 2.5 FILTER GAUSSIAN

Menurut [17] *Gaussian noise* juga disebut sebagai *white noise*. Pada citra dengan serangan berupa *Gaussian noise* lebih baik dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Mean filter* [16].

## 2.6 JPG COMPRESSION

Menurut [12] JPG atau juga disebut JPEG kepanjangan dari *Joint Photographic Experts Assemble*. JPG mengompres data gambar dengan cara mengurangi bagian - bagian pada gambar untuk mem-blok *pixer* dari suatu gambar atau *image*. Data JPG tertentu bisa dikompresi dengan rasio perbandingan 2:1 hingga paling tertinggi 100:1, selain itu juga memiliki beberapa kekurangan yang ada pada JPG. *Type* JPG tidak baik jika untuk menyimpan gambar artistik karena menyebabkan kualitas gambar yang turun. Meskipun memiliki kekurangan, format JPG juga mempunyai keunggulan. *File* JPG cocok jika *image* yang ada mempunyai banyak warna dan gambar yang memiliki perubahan warna yang perlahan-lahan dari kuning ke merah atau disebut *gradien*.

## 2.7 ROTASI

Menurut [18] rotasi adalah perputaran objek pada suatu sumbu tertentu dan sejauh sudut yang diinginkan, pada penelitian ini citra terwatermark akan di rotasi 90°.

## 2.8 FILTER MEDIAN

Menurut [19] filter median yaitu salah satu filter non-linear yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok pixel, kemudian mengganti nilai pixel yang diproses dengan nilai mediannya.

lisan naskah disertai dengan judul yang disusun secara ringkas dan berkesuaian dengan materi yang akan dijelaskan didalamnya. Penggunaan kalimat aktif pada penulisan naskah lebih dianjurkan dibandingkan menuliskan dalam kalimat pasif.

## 2.9 PSNR (PEAK SIGNAL TO NOISE RATIO)

Menurut [20] PSNR untuk melakukan operasi penghitungan selisih citra hasil proses *watermarking* dengan citra *host*. Baik ataupun buruk pada citra *invisible watermarking* bisa dilihat dengan melihat hasil nilainya, yaitu dengan melihat nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dalam satuan dB (*Desible*), apabila nilai PSNR sudah bagus maka semakin bagus juga tingkat *invisibility* citra tersebut. Menurut [21] nilai PSNR dapat dikatakan baik apabila lebih dari 35 dB.

## 2.10 SSIM (SIMILARITY STRUCTURE INDEX MEASUREMENT)

Menurut [22] Pengukuran nilai SSIM adalah sebuah cara untuk mengukur tingkat kemiripan antar dua citra (*cover* dan *Stego-image*) dari parameter statistic. Nilai SSIM yang dihasilkan mencerminkan kemiripan kedua citra dan merupakan hasil pengembangan teknik pengukuran kualitas citra sebelumnya. Menurut [23] SSIM memiliki nilai antara 0 sampai dengan 1 apabila nilai 0 berarti tidak memiliki kemiripan antara gambar satu dengan yang lain, apabila nilai 1 maka memiliki kemiripan yang sama gambar satu dengan yang lain, yang berarti nilai mendekati 1 mempunyai *imperceptibility* (kemiripan) yang baik.

### 2.11 NCC (NORMALIZED CROSS CORRELATION)

NCC (*Normalized Cross Correlation*) adalah mengetahui tingkat kemiripan antara citra hasil ekstrak dengan citra watermark [24]. Untuk nilai NCC (*Normalized Cross Correlation*) tidak ada batas minimum dikatakan baik sebuah citra, namun dari skala NCC 0 hingga 1, dapat diartikan bahwa nilai NCC mendekati 0 hasilnya buruk dan nilai NCC mendekati 1 hasilnya baik [4].

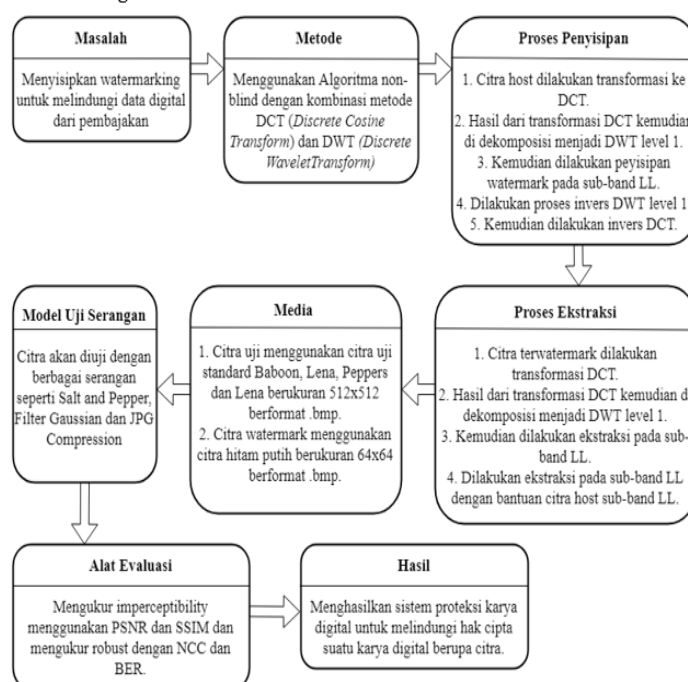
### 2.12 BER (BIT ERROR RATE)

Menurut [25] BER (*Bit Error Rate*) digunakan untuk mengetahui tingkat error antara watermark dengan watermark hasil ekstraksi yang telah diberikan serangan. BER bernilai antara 0 dan 1. Pada citra yang baik sebelum diberikan noise nilai BER yaitu 0 [26].

## 3 METODE PENELITIAN

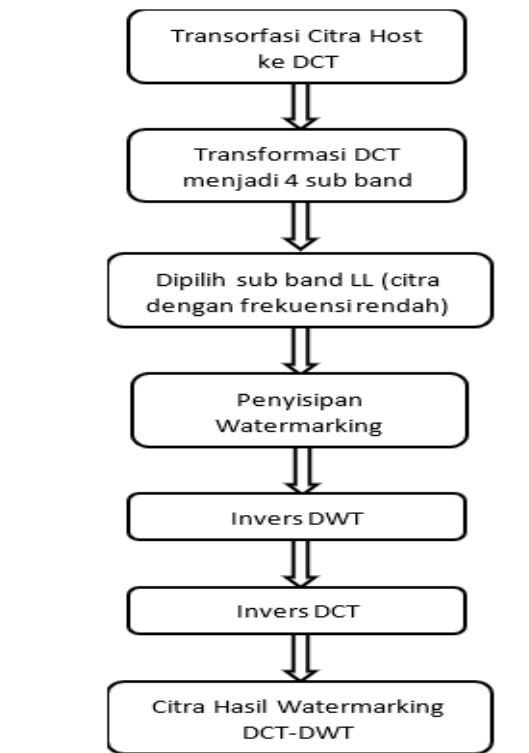
Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi dari metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dengan DWT (*Discrete Wavelet Transform*) guna untuk melindungi data digital dari pembajakan dengan disisipkan watermarking. Proses penyisipan watermarking yaitu dengan melakukan transformasi citra host ke DCT, kemudian hasilnya didekomposisi menjadi DWT level 1. Setelah itu dilakukan penyisipan watermark pada sub-band LL. Langkah selanjutnya yaitu menginvers DWT level 1 sebelum dilakukan invers DCT. Setelah itu citra yang sudah terwatermark ditransformasi DCT, kemudian hasilnya didekomposisi dengan DWT level 1. Setelah itu dilakukan ekstraksi pada sub-band LL dengan bantuan citra host sub-band LL.

Setelah itu citra akan diuji dengan noise salt & pepper, filter gaussian dan JPG Compression. Kemudian setelah diuji dengan beberapa noise citra akan diukur imperceptibility dengan menggunakan PSNR dan SSIM dan diukur robustnya dengan menggunakan NCC dan BER.



Gambar 2 Blok Diagram Penelitian

Berikut skema penyisipan watermark:



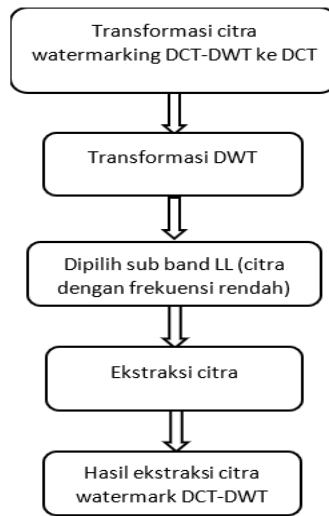
Gambar 3 Proses Penyisipan Watermarking

Penjelasan dari gambar 3 sebagai berikut :

1. Citra *host* yang akan disisipkan watermark ditransorfasi ke DCT
2. Citra *host* yang sudah di lakukan DCT kemudian didekomposisi dengan metode DWT level 1 menjadi 4 *sub-band* (LL, LH, HL, dan HH)
3. Kemudian dipilihlah *sub-band* LL. Citra LL yang akan dilakukan penyisipan citra watermark.
4. Kemudian dilakukan penyisipan watermark pada *sub-band* LL
5. Setelah itu dilakukan proses inversi DWT dilakukan pada citra *Newhost\_LL*.
6. Setelah itu hasil invers DWT kemudian dilakukan proses invers DCT
7. Didapatkan hasil citra terwatermarking DCT-DWT

Pada penelitian ini proses ekstraksi citra ter-watermark dengan menggunakan metode *non-blind*, dimana proses ekstraksi membutuhkan citra *host*. Berikut merupakan Langkah ekstraksi watermark pada citra *grayscale*:

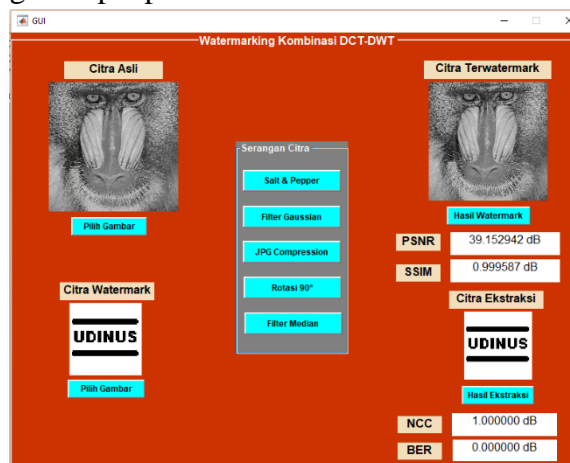
1. Citra terwatermark ditransformasi dengan metode DCT.
2. Kemudian dilakukan transformasi DWT level 1 menjadi LL, LH, HL, dan HH.
3. Setelah itu mengambil *sub-band* LL untuk dilakukan ekstraksi watermark.
4. Kemudian dilakukan ekstraksi citra
5. Hasil yang didapatkan adalah hasil ekstraksi citra watermark DCT-DWT



Gambar 4 Proses Ekstraksi Watermark

#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hasil akan di implementasikan berupa GUI berikut merupakan satu menu utama, yaitu menu untuk penyisipan dan ekstraksi watermark. Kemudian ada 5 sub-menu dimana untuk menguji citra, menu pengujian citra dari beberapa serangan. Berikut merupakan gambaran dari menu yang terdapat pada GUI:



Gambar 5. Tampilan Menu Utama pada GUI

Pada menu ini user dapat melakukan penyisipan dan ekstraksi watermark dengan memilih citra asli (citra *host*) dan citra watermark terlebih dahulu. Kemudian user dapat memilih serangan citra yang ingin diterapkan pada citra asli (citra *host*) yang di pilih, beberapa serangan citra seperti *salt and pepper*, filter gaussian, *JPG Compression*, rotasi, dan filter median.

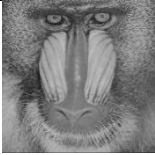
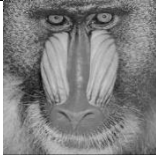








Pada penelitian ini dilakukan dalam 2 langkah. Langkah pertama setelah mendapatkan hasil citra terwatermark metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan DWT (*Discrete Wavelet Transform*), kemudian dilakukan pengukuran PSNR dan SSIM untuk menguji kemiripan (*imperceptibility*) antara citra asli dengan citra terwatermark (setelah citra asli disisipi citra watermark).

Langkah kedua, untuk mengukur nilai ketahanan (*robustness*) metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan DWT (*Discrete Wavelet Transform*). Citra yang terwatermark diberikan



beberapa serangan berupa: *salt and pepper*, filter gaussian, *JPG compression*, rotasi, dan filter median. Data citra yang digunakan pada penelitian dan pengujian ini adalah sama dengan yang digunakan beberapa penelitian lain dalam bidang digital *watermarking*.

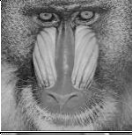









**Tabel 1 Hasil Citra Terwatermark**

No	Citra Host	Citra Terwatermark
1		
PSNR 39.1529 dB dan SSIM 0.9995 dB		
2		
PSNR 39.1529 dB dan SSIM 0.9953 dB		
3		
PSNR 39.1529 dB dan SSIM 0.9976 dB		
4		
PSNR 39.1529 dB dan SSIM 0.9939 dB		
5		
PSNR 39.1529 dB dan SSIM 0.9972 dB		

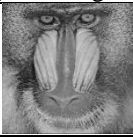









Pada langkah pertama, eksperimen pada masing-masing citra dilakukan dengan penyisipan citra watermark. Hasil perhitungan PSNR pada masing-masing citra terujikan dan ditampilkan dalam tabel 1 Nilai PSNR yang diperoleh bernilai sama pada masing-masing citra terwatermark adalah sebagai berikut: citra Baboon sebesar 39.1529dB, citra Lena sebesar 39.1529 dB, citra Peppers sebesar 39.1529 dB, citra Boat sebesar 39.1529 dB, citra Barbara sebesar 39.1529 dB. Pada hasil ini dapat diketahui bahwa metode yang diusulkan memiliki nilai *imperceptibility* yang baik karena memiliki nilai di atas 35 dB [21].

Pada langkah kedua, citra *host* yang sudah disisipkan citra watermark (citra terwatermark) akan diuji dengan beberapa serangan citra kemudian dilakukan proses ekstraksi. Hasil nilai NCC dan BER yang diperoleh dari citra watermark terekstraksi ditampilkan di dalam tabel, berikut nilai NCC dan BER tanpa serangan citra :

**Tabel 2 Hasil Citra Ekstraksi Tanpa Serangan Citra**

Citra Terwatermark	Watermark hasil ekstraksi(63x64)	NCC	BER
		1	0
		1	0
		1	0
		1	0
		1	0

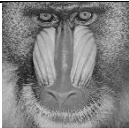
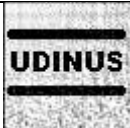



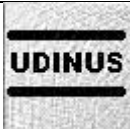



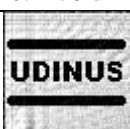
**Tabel 3 Hasil Citra Ekstraksi Serangan Citra Salt and Pepper**

Citra terwatermark dengan serangan citra	Citra Ekstraksi
	
NCC 0.7017 dB dan BER 0.2229 dB	
	
NCC 0.6354 dB dan BER 0.2231 dB	
	
NCC 0.7114 dB dan BER 0.2229 dB	
	
NCC 0.6396 dB dan BER 0.2233 dB	
	
NCC 0.6403 dB dan BER 0.2234 dB	






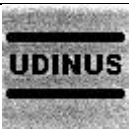

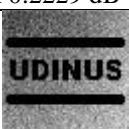

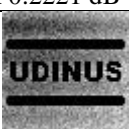
Dari tabel 2 dapat di ketahui bahwa hasil NCC dan BER dari citra yang tidak diberikan serangan citra hasilnya sama, yaitu NCC 1 dB dan BER 0 dB. Pada hasil ini dapat diketahui bahwa metode yang diusulkan berhasil karena memiliki nilai 0 dB pada citra watermark sebelum diberikan noise [26]. Berikut hasil dari serangan citra yang telah di terapkan pada citra host :

1. Dari hasil serangan citra *salt and pepper* diketahui bahwa nilai tertinggi NCC adalah citra Peppers yaitu sebesar 0.7114 dB dan nilai BER terendah citra Baboon dan Peppers yaitu 0.2229 dB.
2. Dari hasil serangan citra filter gaussian diketahui bahwa nilai tertinggi NCC dan BER adalah citra Peppers yaitu 0.9922 dB dan citra Boat memiliki nilai BER palinga rendah yaitu 0.2178 dB.
3. Dari hasil serangan citra *JPG compression* diketahui bahwa nilai tertinggi NCC adalah citra Peppers yaitu 0.9582 dB dan nilai BER terendah citra Baboon, Lena dan Boat yaitu 0.2221 dB.
4. Dari hasil serangan citra rotasi diketahui bahwa nilai NCC tertinggi yaitu citra Peppers yaitu 0.0084 dB dan nilai BER terendah citra Peppers dan Barbara yaitu 0.2222 dB.
5. Dari hasil serangan citra filter median diketahui bahwa nilai tertinggi NCC adalah citra Peppers yaitu 0.9108 dB dan nilai BER terendah citra Peppers yaitu 0.2212 dB.






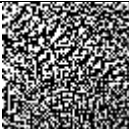




**Tabel 4 Hasil Citra Ekstraksi Serangan Citra Filter Gaussian**

Citra terwatermark	Citra Ekstraksi
	
NCC 0.9786 dB dan BER 0.2192 dB.	
	
NCC 0.9807 dB dan BER 0.2190dB.	
	
NCC 0.9922 dB dan BER 0.2180 dB	
	
NCC 0.9744 dB dan BER 0.2178 dB	
	
NCC 0.9804 dB dan BER 0.2185 dB	




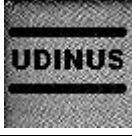

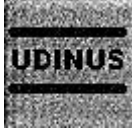

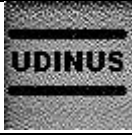

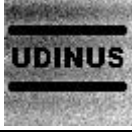
**Tabel 5 Hasil Citra Ekstraksi Serangan Citra JPG Compression**

Citra terwatermark	Citra Ekstraksi
	
NCC 0.9329 dB dan BER 0.2221 dB.	
	
NCC 0.8677 dB dan BER 0.2190dB.	
	
NCC 0.9582 dB dan BER 0.2229 dB	
	
NCC 0.8819 dB dan BER 0.2221 dB	
	
NCC 0.9057 dB dan BER 0.2222 dB	

**Tabel 6 Hasil Citra Ekstraksi Serangan Citra Rotasi**

Citra terwatermark	Citra Ekstraksi
	
NCC 0.0052 dB dan BER 0.2224 dB.	
	
NCC -0.0039 dB dan BER 0.2224dB.	
	
NCC 0.0084 dB dan BER 0.2222 dB	
	
NCC -0.0087 dB dan BER 0.2227 dB	
	
NCC 0.0021 dB dan BER 0.2222 dB	

**Tabel 7 Hasil Citra Ekstraksi Serangan Citra Filter Median**

Citra terwatermark	Citra Ekstraksi
	
NCC 0.5941 dB dan BER 0.2236 dB.	
	
NCC 0.8818 dB dan BER 0.2224 dB.	
	
NCC 0.9108 dB dan BER 0.2212 dB	
	
NCC 0.8584 dB dan BER 0.2227 dB	
	
NCC 0.8584 dB dan BER 0.2227 dB	

Dari hasil pengujian citra watermark yang diekstrak dengan beberapa serangan yang telah diaplikasikan pada citra terwatermark, dapat dilihat hasil NCC rata-rata bernilai lebih dari 0.6 dimana nilai tersebut baik sehingga masih dapat diterima penglihatan manusia seperti kriteria yang dijelaskan pada penelitian [27]. Ini berarti bahwa hasil ekstraksi tahan (*robust*) terhadap manipulasi citra, kecuali serangan rotasi yang memiliki nilai NCC yang tidak baik.

## 5 KESIMPULAN

Setelah melakukan implementasi dan analisis *non-blind watermarking* dengan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan DWT (*Discrete Wavelet Transform*), dengan beberapa metode dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian, hasil PSNR pada citra Baboon, citra Lena, citra Peppers, citra Boat, dan Barbara sebesar 39.1529 dB. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan memiliki nilai *imperceptibility* (tingkat kemiripan) yang baik.
2. Hasil rata-rata SSIM pada penelitian ini mendapatkan hasil nilai diatas 0,9 dB yang berarti mendekati 1 dB dapat disimpulkan bahwa metode yang diusulkan memiliki tingkat kemiripan yang baik antara citra sebelum diberikan dan sesudah diberikan watermark.

3. Hasil rata-rata NCC bernilai lebih dari 0.6 sehingga dapat disimpulkan metode yang diusulkan tahan (*robust*) terhadap beberapa serangan citra, kecuali pada serangan rotasi maka dapat disimpulkan metode yang diusulkan tidak tahan terhadap serangan rotasi.
4. Hasil BER (Bit Error Ratio) pada citra terwatermark yang belum diberikan noise mendapatkan hasil yang sama yaitu 0 dB dapat disimpulkan metode yang diusulkan berhasil karena tidak terdapat bit error.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ameliola and H. D. Nugraha, "Perkembangan Media Informasi Dan Teknologi Terhadap Anak Dalam Era Globalisasi," *Int. Conf. Indones. Stud. "Ethnicity Glob.*, vol. 2, p. 400, 2015.
- [2] H. Santoso, "Pencegahan Dan Penanggulangan Plagiarisme Dalam Penulisan Karya Ilmiah Di Lingkungan Perpustakaan Perguruan Tinggi," *Univesitas Negeri Malang*, no. 1, pp. 1–23, 2015.
- [3] M. F. R. P, G. Budiman, and I. N. A. R, "Perancangan Teknik Digital Audio Watermarking Berbasis Metode Discrete," *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 4530–4536, 2016.
- [4] K. W. Handito and D. Rosiyadi, "Perlindungan Rekam Medis Berbasis Robust Watermarking pada Citra Medis Digital Menggunakan Metode DWT-DCT dan Optimasi dengan GA 2 Studi Terkait," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 1668–1677, 2018.
- [5] N. Anisah, B. Harjito, and E. Suryani, "Digital Watermarking Image dengan Menggunakan Discrete Wavelet Transform dan Singular Value Decomposition ( DWT-SVD ) untuk Copyright Labeling," *J. ITSMART*, vol. 4, no. 1, pp. 12–19, 2015.
- [6] Andri, N. P. Wong, and J. Fransiscus, "Aplikasi Algoritma Semi – Fragile Image Watermarking Berdasarkan Pada Region," *JSM STMIK Mikroskil*, vol. 15, no. 1, pp. 21–30, 2014.
- [7] C. A. Sari, T. S. Sukamto, and E. H. Rachmawanto, "Analisa Robustness Citra Digital Pada Watermarking DCT-DWT," *Pros. SNST*, vol. 1, no. 1, pp. 121–124, 2018.
- [8] P. Singh and R. S. Chadha, "A Survey of Digital Watermarking Techniques, Applications and Attacks," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 2, no. 9, pp. 165–175, 2013, doi: 10.1109/INDIN.2005.1560462.
- [9] S. L. Agrwal, A. Yadav, U. Kumar, and S. K. Gupta, "Improved Invisible Watermarking Technique Using," *Int. Conf. Reliab. Infocom Technol. Optim. (Trends Futur. Dir.*, vol. 5, pp. 7–9, 2016.
- [10] K. J. Giri, M. A. Peer, and P. Nagabhushan, "A Robust Color Image Watermarking Scheme Using Discrete Wavelet Transformation," *I.J. Image, Graph. Signal Process.*, no. 1, pp. 47–52, 2015, doi: 10.5815/ijjgsp.2015.01.06.
- [11] D. Bansal and M. Mathuria, "Color Image Dual Watermarking using DCT and DWT Combine Approach," *Int. Conf. Trends Electron. Informatics ICEI*, pp. 630–634, 2017.
- [12] M. Kismanto and D. P. N. Andono, "Analisa Discrete Cosine Transform Pada Kompresi Underwater Image," pp. 1–7, 2015.
- [13] W. Sipayung, "Perancangan Citra Watermaking Pada Citra Digital Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform ( DCT )," *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. 7, no. 3, pp. 104–107, 2014.
- [14] M. Ansari and Y. Prayudi, "Komparasi Metode Hybrid Image Watermarking DWT-SVD dengan RDWT-SVD Untuk Proteksi dan Perlindungan Hak Cipta Pada Citra Digital," vol. 2, no. 2, pp. 23–29, 2014.
- [15] S. Sood, "Digital Watermarking Using Hybridization of Optimization Techniques : A Review," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 5249–5251, 2014.
- [16] I. Maulana and P. N. Andono, "Analisa Perbandingan Adaptif Median Filter Dan Median Filter Dalam Reduksi Noise Salt & Pepper," *Cogito Smart J.*, vol. 2, no. 2, pp. 157–166, 2016.
- [17] L. K. Saini and V. Shrivastava, "Analysis of Attacks on Hybrid DWT-DCT Algorithm for Digital Image Watermarking With MATLAB," *Int. J. Comput. Sci. Trends Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 123–126, 2014.
- [18] O. Intani, B. Hidayat, and S. A. Wibowo, "Analisis Metode Connected Vertices Clustering And

- Star Topology Pada Serangan Geometri Terhadap Watermarking Objek 3D,” *J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–53, 2016.
- [19] S. Kaur, “Noise Types and Various Removal Techniques,” *Int. J. Adv. Res. Electron. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 226–230, 2015.
- [20] A. Susanto, C. A. Sari, D. R. Ign, M. Setiadi, and E. H. Rachmawanto, “Uji Performa Watermarking 256x256 Citra Keabuan Dengan Least Significant Bit,” *Pros. SNATIF*, vol. 4, pp. 9–13, 2017.
- [21] F. Saeed, “A Blind Watermarking Algorithm Based On DCT-DWT and ARNOLD Transform,” *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 06, pp. 328–334, 2013.
- [22] C. Muntachib, R. D. Atmaja, and B. Hidayat, “Metode Steganografi Penyisipan Karakter dengan Teknik LSB dan Penempatan Bit mengikuti Langkah Kuda Catur ( L-Shape ),” *Semin. Nas. Inov. DAN Apl. Teknol. DI Ind.*, pp. 134–139, 2016.
- [23] Q. Su, G. Wang, X. Zhang, G. Lv, and B. Chen, “An improved color image watermarking algorithm based on QR decomposition,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 76, no. 1, pp. 707–729, 2017, doi: 10.1007/s11042-015-3071-x.
- [24] T. Kasihno and Murinto, “Implementasi Watermarking pada Citra Digital Menggunakan Teknik Discrete Fourier Transform ( DFT ) dan Singular Value Decomposition ( SVD ) ( Implementation of Watermarking in Digital Image Using Discrete Fourier Transform ( DFT ) Technique and Singular V,” *JUITA*, vol. V, no. 1, pp. 31–37, 2017.
- [25] Kurniawan, I. A. Siradjuddin, and A. Muntasa, “Keamanan Citra Dengan Watermarking Menggunakan Pengembangan Algoritma Least Significant Bit,” *J. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 9–14, 2016, doi: 10.9744/informatika.13.1.9-14.
- [26] A. Kumar, S. Basant, and K. Mayank, “Robust and Imperceptible Dual Watermarking for Telemedicine Applications,” *Wirel. Pers Commun*, vol. 80, no. 4, pp. 1415–1433, 2015, doi: 10.1007/s11277-014-2091-6.
- [27] V. S. Verman and R. K. Jha, “Improved watermarking technique based on significant difference of lifting wavelet coefficients,” vol. 9, no. 6, pp. 1443–1450, 2014, doi: 10.1007/s11760-013-0603-6.