

## TEKNIK PEMBUKTIAN KEPEMILIKAN CITRA DIGITAL DENGAN WATERMARKING PADA DOMAIN WAVELET

Ady Priyoyudo, Aris Sugiharto, Indriyati  
Jurusan Matematika FMIPA UNDIP  
Jl. Prof. Soedarto, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang

**Abstrak:** *Watermarking* merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan pembuktian kepemilikan data digital. Pada penelitian ini teknik *watermarking* pada citra digital menggunakan *wavelet* sebagai media transformasinya (*DWT*). Citra original ditransformasi menggunakan *wavelet* menjadi empat area frekuensi LL, LH, HL, dan HH. Bit-bit *watermark* ditanam pada area LH dan HL. Kualitas citra terwatermark diamati berdasarkan nilai *Peak Signal of Noise Ratio (PSNR)*.

**Kata Kunci :** *watermarking, watermark, wavelet, DWT, PSNR*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah membawa perubahan pada zaman ini. Sehingga zaman ini sering disebut sebagai Zaman Digital, atau Dunia Digital atau Dunia Bit (disebut demikian karena istilah bit sangat mendasar dalam masalah digital). Dengan perkembangan komputer digital dan perangkat-perangkat lainnya yang serba digital, telah membuat data digital semakin banyak digunakan dan mudah diduplikasi. Sehingga seringkali menimbulkan konflik. Konflik yang sering timbul adalah adanya sengketa antara beberapa pihak yang mengklaim bahwa pihaknya adalah pemilik sah dari sebuah citra digital.

Melihat hal ini, telah banyak praktisi Pengolahan Citra yang berusaha menyelesaikan permasalahan ini. Salah satu tekniknya adalah dengan menggunakan teknik *Watermarking* pada citra digital.

*Watermark* adalah suatu sinyal atau *pattern* yang disisipkan ke dalam citra asli (*original image*). *watermark* ini mempunyai tujuan yang sama yaitu memproteksi terhadap pelanggaran *watermarked image* (*original image* yang telah disisipi *watermark*), misalnya penggandaan dan pembajakan *copyright*.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui seberapa tingkat kualitas citra digital setelah disisipi *watermark* dengan teknik *watermarking* pada domain *wavelet*.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Watermarking

*Watermarking* merupakan suatu bentuk dari *Steganography* (Ilmu yang mempelajari bagaimana menyembunyikan suatu data pada data yang lain) [4], dalam mempelajari teknik-teknik bagaimana penyimpanan suatu data (digital) ke dalam data *host* digital yang lain (Istilah *host* digunakan untuk data/sinyal digital yang ditumpangangi).

*Watermarking* ini memanfaatkan kekurangan-kekurangan sistem indera manusia seperti mata dan telinga. Dengan adanya kekurangan inilah, metoda *watermarking* ini dapat diterapkan pada berbagai media digital.

Jadi *watermarking* merupakan suatu cara untuk penyembunyian atau penanaman data/informasi tertentu (baik hanya berupa catatan umum maupun rahasia) ke dalam suatu data digital lainnya, tetapi tidak diketahui kehadirannya oleh indera manusia (indera penglihatan atau indera pendengaran), dan mampu menghadapi proses-proses pengolahan sinyal digital sampai pada tahap tertentu [4].

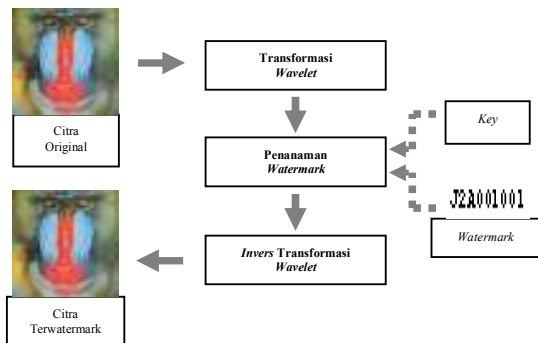
Semua aplikasi dari *watermarking* tersebut, menuntut parameter yang berbeda dari penerapan metoda *watermarking*. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan dalam penerapan metoda *watermarking*:

1. Jumlah data (*bitrate*) yang akan disembunyikan.
2. Ketahanan (*robustness*) terhadap proses pengolahan sinyal.



Gambar 1. *Trade-Off* dalam *Watermarking*

Terdapat dua proses dalam *watermarking*, yaitu proses penyisipan dan proses pengekstrakan. Proses penyisipan adalah proses menyisipkan *watermark* ke dalam media digital yang akan disisipi (dalam penelitian ini digunakan citra digital). Untuk menyisipkan suatu *watermark* ke dalam citra digital, diperlukan adanya bilangan kunci (*key*). Bilangan kunci ini terdiri dari beberapa digit bilangan yang akan membangkitkan bilangan random tertentu sebagai kunci dalam proses *watermarking*. Bilangan kunci ini berfungsi sebagai kunci dalam proses pengekstrakan kembali *watermark* yang telah tertanam.

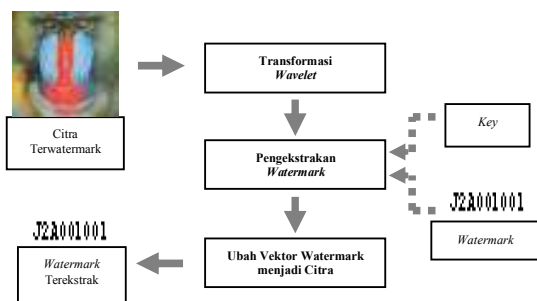


Gambar 2. Proses Penyisipan *Watermark*

Sedangkan proses pengekstrakan adalah proses mengekstrak kembali *watermark* yang telah tertanam pada citra terwatermark.

Untuk proses pengekstrakan ini diperlukan bilangan kunci yang sama dengan bilangan kunci yang dipakai dalam proses penyisipan. Bilangan kunci ini akan membangkitkan bilangan random yang sama dengan bilangan random pada saat proses penyisipan.

Selain membutuhkan bilangan kunci dalam proses pengekstrakan, juga membutuhkan *watermark* asli dari citra terwatermark sebagai pembanding ukuran dalam membentuk kembali piksel-piksel *watermark* yang telah tersembunyi dalam citra terwatermark tersebut.



Gambar 3. Proses Pengekstrakan *Watermark*

### Sifat dan Manfaat *Watermarking*

Untuk mendapatkan suatu teknik *digital watermarking* yang baik, maka teknik tersebut harus dapat memenuhi sifat-sifat di bawah ini [4] :

1. Elemen dari suatu data digital dapat secara langsung dimanipulasi dan informasi dapat ditumpangkan ke dalam data digital.
2. Penurunan kualitas dari data digital setelah dibubuhkan *watermark*, dapat seminimal mungkin.
3. *Watermark* dapat dideteksi dan diperoleh kembali meskipun setelah data digital diubah sebagian, dikompresi, ataupun di-*filter*.
4. Struktur dari *watermark* membuat penyerang sulit untuk mengubah informasi yang terkandung di dalamnya.
5. Proses untuk membubuhkan *watermark* dan mendeteksinya cukup sederhana.
6. Jika *watermark* dihapus, maka kualitas dari data digital yang ditumpanginya akan berkurang jauh atau bahkan rusak sama sekali.
7. Informasi *watermark* yang diselipkan dalam isi data digital dapat dideteksi ketika dibutuhkan.
8. Label hak cipta yang unik mengandung informasi pembuatan, seperti nama, tanggal, dan sebagainya, atau sebuah kode hak cipta seperti halnya ISBN (*International Standard for Book Notation*) pada buku-buku.

9. *Watermark* tidak dapat diubah atau dihapus (*robustness*) secara langsung oleh orang lain atau dengan menggunakan *software* pengolahan sinyal sampai tingkatan tertentu.
10. *Watermarking* yang diberikan lebih dari satu kali dapat merusak data digital aslinya. Cara ini dilakukan supaya orang lain tidak dapat melakukan pelabelan berulang terhadap data yang telah dilabel.

Ada beberapa manfaat yang ingin dicapai dari penggunaan *watemarking*, sebagai suatu teknik penyembunyian data pada data digital lain [4], yaitu :

1. *Tamper-proofing*  
*Watermarking* digunakan sebagai alat indikator yang menunjukkan apakah data digital yang asli telah mengalami perubahan dari aslinya (mengecek integritas data).
2. *Feature location*  
*Watermarking* sebagai alat identifikasi isi dari data digital pada lokasi-lokasi tertentu, misalnya penamaan suatu objek tertentu dari beberapa objek yang ada pada suatu citra digital.
3. *Annotation/caption*  
*Watermark* berisi keterangan tentang data digital itu sendiri, misalnya pada *broadcast monitoring* pada penayangan iklan di stasiun TV (Cox, 2000). Selain itu, *watermark* juga dapat digunakan untuk mengirimkan pesan rahasia.
4. *Copyright-Labeling*  
*Watermarking* digunakan sebagai metoda untuk menyembunyikan label hak cipta pada data digital atau sebagai bukti autentik kepemilikan atas dokumen digital tersebut.

**Transformasi Wavelet Diskrit**

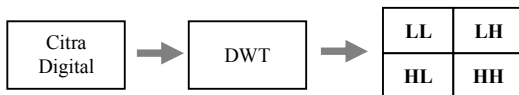
Transformasi pada *watermarking* digunakan sebagai penyederhanaan proses. *Wavelet* yang digunakan berupa basis dari ruang vektor dua dimensi. Dalam hal ini citra digital direpresentasikan dalam bentuk matrik M x N [3].

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

dengan f(x,y) merupakan fungsi :

$$f(x,y) = \begin{cases} x = 0,1,2,\dots,M \\ y = 0,1,2,\dots,N \\ f = 0,1,2,\dots,L \end{cases}$$

Transformasi *Wavelet* Diskrit / *Discret Wavelet Transform (DWT)* merekonstruksi matrik citra ke dalam empat daerah koefisien wavelet LL, LH, HL, dan HH.



Gambar 4. Transformasi Wavelet Diskrit

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

*Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* merupakan nilai (rasio) yang menunjukkan tingkat toleransi *noise* tertentu terhadap banyaknya *noise* pada suatu sinyal video/citra. *Noise* adalah kerusakan sinyal pada bagian tertentu dalam sebuah video/citra sehingga mengurangi kualitas sinyal tersebut. Dengan kata lain *PSNR* merupakan suatu nilai yang menunjukkan kualitas suatu sinyal video/citra [5].

Untuk menentukan nilai *PSNR* digunakan rumus :

$$PSNR = 20 * \log_{10} \left( \frac{255}{\sqrt{MSE}} \right)$$

Sedangkan *MSE (Mean Square Error)* adalah tingkat kesalahan sinyal-sinyal video atau piksel-piksel citra hasil pemrosesan sinyal terhadap sinyal/citra original. Rumus untuk menghitung *MSE* pada citra digital adalah [4]:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x,y) - I'(x,y)]^2$$

(untuk Citra Grayscale)

$$MSE = \frac{1}{3MN} \sum_{i=1}^3 \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x, y)_i - I'(x, y)_i]^2$$

(untuk Citra RGB)

Dimana :

$I'(x, y)$  : Piksel citra hasil pemrosesan.

$I(x, y)$  : Piksel citra original.

$i$  : index matriks (Red = 1, Green = 2, dan Blue = 2)

## PEMBAHASAN

### Metode

Pada penelitian ini semua bahan yang digunakan adalah citra digital yang mudah diperoleh di berbagai media. Metode yang digunakan dapat digambarkan sebagai berikut (gambar 5) :

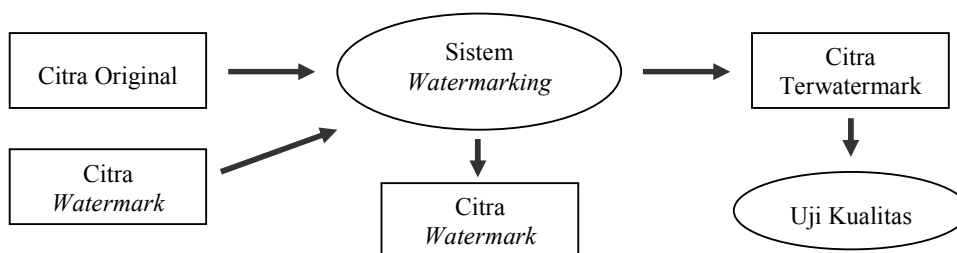
Pertama, citra original disisipi citra *watermark* menghasilkan citra terwatermark. Kualitas citra terwatermark ini kemudian diuji dengan parameter yang digunakan adalah *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*.

Selanjutnya citra terwatermark yang telah diketahui nilai PSNR, diekstrak menghasilkan citra *watermark* terekstrak. *Watermark* terekstrak ini hanya digunakan sebagai pembandingan kemiripan secara visual dengan citra *watermark* asli.

Metode ini dilakukan berulang-ulang dengan konstanta transformasi yang berbeda-beda. Citra digital dengan nilai *PSNR* tertentu dapat dikategorikan ke dalam 5 kategori sebagaimana tabel 1 [3]:

Tabel 1 Kategori PSNR

PSNR(dB)	Picture Quality
60	<i>Excellent, no noise apparent</i>
50	<i>Good, a small amount of noise but picture quality good</i>
40	<i>Reasonable, fine grain or snow in the picture, some fine detail lost</i>
30	<i>Poor picture with a great deal of noise</i>
20	<i>Unusable</i>



Gambar 5. Metode Uji Kualitas Citra Terwatermark

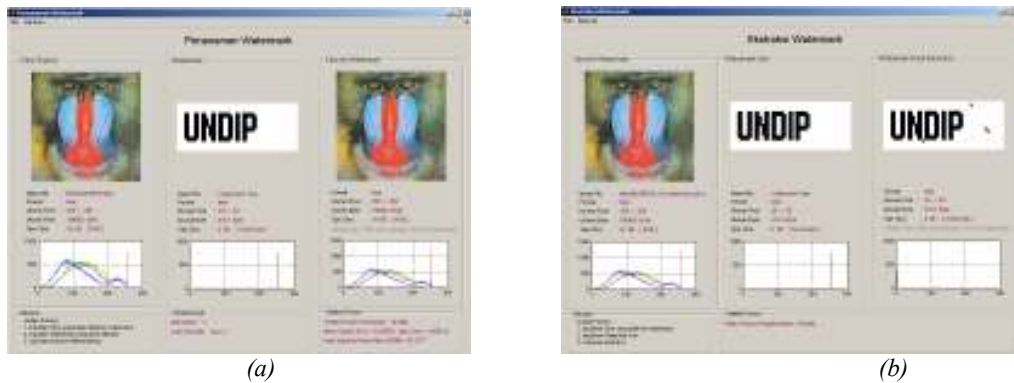
### Hasil

Citra yang disimulasikan adalah citra *Mandril256RGB.bmp*, berukuran 256 x 256 piksel, dengan jenis citra *RGB* 24 bit. Sedangkan citra *watermark*-nya adalah citra *watermark1.bmp* berjenis *grayscale* 8 bit, berukuran 20 x 50 piksel.



Gambar 6. (a) Mandril256RGB.bmp 256x256 piksel, (b) watermark1.bmp 20x50 piksel

Kedua citra di atas kemudian disimulasikan dalam sistim watermarking dengan menggunakan *Graphical User Interface (GUI) MATLAB 7.1* [2] yang diperlihatkan pada Gambar 7.

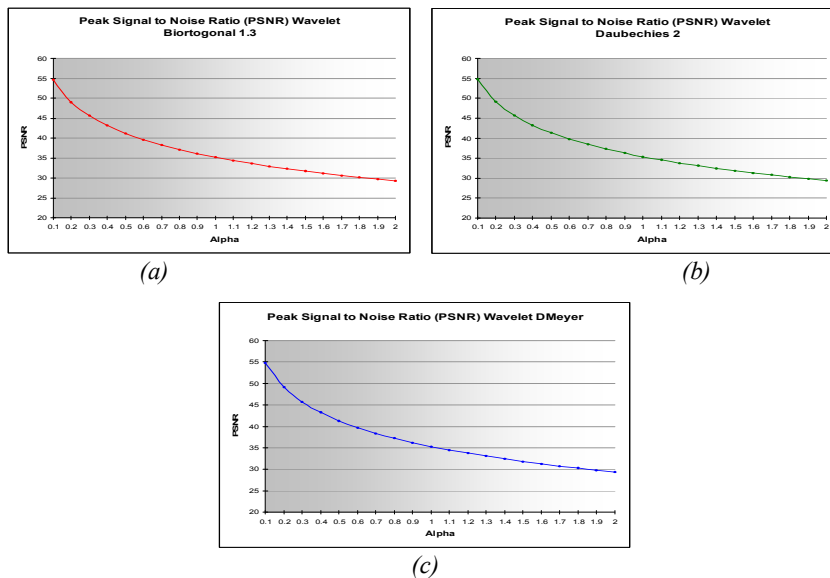


Gambar 7. (a)Penyisipan/Penanaman *Watermark*, (b)Pengekstrakan *Watermark*

Gambar 7(a) adalah simulasi proses penyisipan citra *watermark* ke dalam citra original. *PSNR* citra terwatermark (citra original yang telah tersisipi *watermark*) dapat terlihat pada panel *Catatan Proses* pada tampilan simulasi. Sedangkan gambar 7(b) adalah simulasi proses pengekstrakan kembali *watermark* yang telah tersisipi pada citra terwatermark.

Pengujian dengan menggunakan *wavelet Biortogonal 1.3*, *Daubechies 2*, dan *Dmeyer*, serta konstanta transformasi ( $\alpha$ ) 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, dan 2.0 diperoleh hasil *PSNR* dan *watermark* terekstrak sebagaimana pada Tabel 2.

*PSNR* yang diperoleh dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 8. (a) Grafik *PSNR* Wavelet Biortogonal 1.3, (b) Grafik *PSNR* Wavelet Daubechies 2, (c) Grafik *PSNR* Wavelet Dmeyer

Tabel 2. Nilai PSNR dan Watermark Terekstrak

ALPHA	WAVELET					
	Biortogonal 1.3		Daubechies 2		DMeyer	
	PSNR*	Watermark Terekstrak	PSNR*	Watermark Terekstrak	PSNR*	Watermark Terekstrak
0.1	54.6062		54.7302		54.7192	
0.5	41.2053		41.32		41.2922	
1.0	35.2215		35.3441		35.3072	
1.5	31.7239		31.8478		31.8142	
2.0	29.2507		29.3747		29.3391	

PSNR\* : PSNR untuk citra terwatermark

Grafik di atas menyatakan hubungan antara konstanta transformasi (*alpha*) dengan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*. Angka-angka pada absis X menunjukkan skala *alpha*, sedangkan pada ordinat Y menunjukkan skala *PSNR*.

Dari grafik terlihat garis bergerak menurun dari kiri ke kanan. Hal ini berarti bahwa semakin besar nilai *alpha* yang digunakan dalam proses penyisipan *watermark*, maka akan berpengaruh pada penurunan nilai *PSNR*. Dengan kata lain semakin besar nilai *alpha* yang digunakan, maka semakin menurun kualitas citra terwatermark.

Sedangkan pada proses ekstraksi, secara *visual* dapat terlihat bahwa nilai *alpha* berpengaruh pada *watermark* terekstrak. Semakin besar nilai *alpha* yang digunakan, maka akan semakin mirip *watermark* yang terekstrak dengan *watermark* asli.

## PENUTUP

Dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar konstanta transformasi (*alpha*) yang digunakan dalam proses transformasinya, berakibat pada semakin menurunnya kualitas citra terwatermark, tetapi secara *visual* citra *watermark* terekstrak semakin mirip dengan citra *watermark* asli.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Li Tan, Choo., *Still Image Compression using Wavelet Transform*, School of Information Technology and Electrical Engineering, The University of Queensland. Queensland, 2001.
- [2]. Littlefield, Bruce, and Duane Hanselman, *MATLAB Bahasa Komputasi Teknis*, Andi and Pearson Education Asia Pte, Ltd. Yogyakarta, 2000.
- [3]. Munir, Rinaldi, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika Bandung, 2004.
- [4]. Supangkat, H., dkk, *Paper : Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital*, Institut Teknologi Bandung, 2000.
- [5]. [www.cctv-information.co.uk/constant2/sn\\_ratio.html](http://www.cctv-information.co.uk/constant2/sn_ratio.html)
- [6]. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

