

**PERBANDINGAN KINERJA CITRA WATERMARKING DENGAN
MENGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET
TRANSFORM (DWT) DAN DISCRETE
COSINUS TRANSFORM (DCT)**

Baharuddin ^{*)}

ABSTRACT

The Research we propose is to compare watermarking method using Discrete Wavelet Transform (DWT) with Discrete Cosinus Transform (DCT). From these two methods, we will see the comparison of image has been given watermarking. By looking at the results of these two methods, the owner of digital image can select the best method to protect his data based to his need. The watermarked image will be analyzed objectively by means square error (MSE) and peak-to-peak signal to noise ratio (PSNR). Then we will look at its influences after given noise degradation. The simulation results showed the Discrete Wavelet Transform (DWT) methods is the best if it is compare to Discrete Cosinus Transform (DCT).

Keywords: DWT, DCT, image processing, noise, MSE, PSNR

^{*)} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas, Email: baharuddin@ft.unand.ac.id ; baharuddin.unand@yahoo.com Telpn : 0751-7056711

PENDAHULUAN

Teknologi digital serta internet saat ini telah memberi kemudahan bagi kita untuk melakukan akses serta mendistribusikan berbagai informasi dalam format digital. Jika pengiriman data dilakukan melalui jaringan, maka untuk menghindari pengkopian dan penggandaan bisa dilakukan enkripsi. Diantara informasi-informasi multimedia tersebut, pemakaian citra merupakan salah satu fitur yang penting dan telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, seperti pada internet, citra medis, kamera keamanan jarak jauh, MMS (*Multimedia Messaging Service*), dan beragam aplikasi lainnya (Baharuddin, 2005).

Teknologi *watermarking*, yang mencoba menjawab kebutuhan di atas, relatif masih baru dan belum matang serta masih membuka peluang riset yang luas. Ide awalnya muncul pada tahun 1990, dan pada tahun 1993 (Tirkel et al: 1993) mulai menggunakan kata 'watermark' dalam papernya. Namun baru pada tahun 1995 sampai 1996 topik ini menjadi perhatian dan mulai menjadi salah satu fokus riset.

Teknik *watermarking* bekerja dengan menyisipkan sebagian informasi yang menunjukkan kepemilikan, tujuan, atau data lain, pada materi multimedia tanpa mempengaruhi kua-

litasnya. Jadi pada citra (*image*) digital, mata tidak bisa membedakan apakah citra tersebut disisipi *watermark* atau tidak. Sehingga pada teknologi ini dikenal suatu persyaratan bahwa *watermark* haruslah *imperceptible* atau tidak terdeteksi oleh indera penglihatan (*human visual system/HVS*) atau indera pendengaran (*human auditory system / HAS*). (Suhono H, et al : 2001)

Banyak metoda yang telah digunakan pada teknik *watermarking* ini, seperti **Suhono H. Supangkat, Kuspriyanto dan Juanda** dalam jurnalnya "*Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian label hak Cipta pada Data Digital*" mencoba untuk menggunakan teknik *Randomly Sequenced Pulse Modulated Code (RSPPMC)* yang diusulkan oleh **Zhao & Koch** tahun 2001, yang bekerja pada domain frekuensi dengan DCT. **Marek Candik, Emil Matus dan Dusan Levicky** tahun 2001 juga melakukan penelitian tentang *watermarking* dalam jurnalnya yang berjudul *Digital Watermarking in Wavelet Transform Domain*. Dalam jurnal tersebut dihasilkan bahwa citra yang diberi watermark memiliki citra yang sama dengan citra aslinya (tanpa diberi watermark), dan juga memiliki sifat yang tahan terhadap serangan noise, kompresi serta cropping. Citra

asli yang disisipkan watermark di lakukan dalam domain frekuensi DCT.

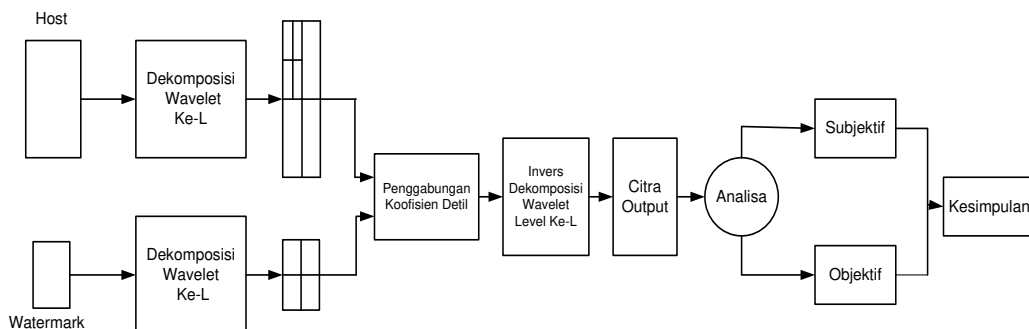
Sedang Pengembangan teknologi watermarking pada citra digital telah diteliti oleh Baharuddin pada tahun 2006 melalui dana HEDSJICA dan kemudian di terbitkan kedalam jurnal TEKNIKA Edisi XIV Volume 2 April 2007 halaman 20-24 dengan No.ISSN : 0854-8471. dengan judul “Pengembangan Teknologi Watermarking pada Citra Digital sebagai proses penglabelan Hak Milik”. Dalam jurnal ini dihasilkan kekokohan citra watermark dari serangan noise dan sistem kompresi citra menggunakan metode DWT (Baharuddin, 2007). Penelitian yang dikerjakan disini adalah mengacu pada teknik watermark yang diusulkan oleh Baharuddin (2007) yang bekerja pada transformasi wavelet DWT dan Zhao & Koch (2001), yang bekerja pada domain frekuensi dengan DCT.

Berdasarkan uraian di atas maka telah dilakukan penelitian mengenai perbandingan kinerja citra digital terwatermark dengan membandingkan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Cosinus Transform* (DCT). Dengan melihat hasil unjuk kerja dari kedua metode yang digunakan, maka dapat diketahui metode watermarking mana yang terbaik. Pengujian dilakukan dengan cara memberi pengaruh degradasi noise berupa noise Gaussian, pada citra yang telah terwatermark. Penilaian unjuk kerja dievaluasi dengan menggunakan nilai MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak to Peak Signal to Noise Ratio*).

METODA PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Menurut (Nazir, Mohammad, 1983), penelitian eksperimental merupakan observasi di bawah kondisi buatan, dimana kondisi tersebut dibuat

A. Discrete Wavelet Transform (DWT)



Gambar 1. Blok Diagram Pelekatan dengan Metode DWT. [Baharuddin : 2007]

dan diatur oleh peneliti dan penelitian dilakukan dengan melakukan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol.

Penelitian yang dilakukan tidak dikerjakan pada kondisi nyata, melainkan simulasi keadaan nyata dengan menggunakan MATLAB. Metode ini dilakukan mengingat bahwa simulasi dalam desain sistem merupakan persiapan yang sangat penting sebagai suatu sarana untuk melakukan optimasi performansi dan reliabilitas sistem, serta untuk memeriksa ketepatan perancangan sebelum diimplementasikan pada keadaan nyata. Ditinjau dari tujuan dasarnya maka penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian terapan, dimana penelitian ini merupakan pemecahan terhadap suatu masalah untuk tujuan tertentu dan merupakan aplikasi baru dari penelitian yang telah ada dengan berpedoman pada data sekunder (data dari hasil penelitian) yang relevan.

1. Sampel Penelitian

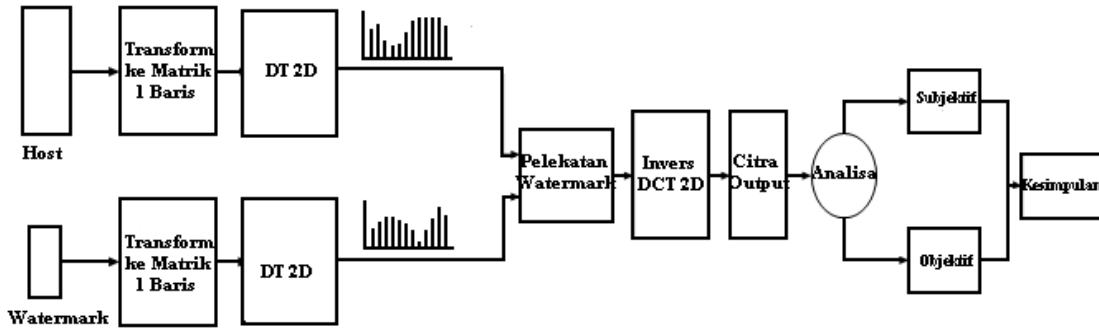
Sampel penelitian yang digunakan *host* tipe *grayscale* dengan kedalaman bit (*bit depth*) adalah 8 bit yang berukuran 1024 x 1024 dan dua buah citra warna dengan kedalaman bit 24 bit (*bit depth*) yang berukuran 1024 x 1024 serta citra *watermark* tipe *grayscale* yang berukuran 512 x 512 sebagai *watermark* yang akan disisipkan ke dua citra *host* tersebut.

2. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menyusun program simulasi untuk melihat unjuk kerja citra terwatermark dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Cosinus Transform* (DCT), untuk mendapatkan metode terbaik yang akan digunakan. Hal ini dapat dilihat dari kelebihan dan kekurangan masing – masing metode.

Perancangan sistem penelitian dapat dilihat pada blok diagram berikut:

B. Discrete Cosinus Transform (DCT)



Gambar 2. Blok Diagram Pelekatan Dengan Metode DCT. [Zhao & Koch : 2001]

3. Variabel Penelitian

MSE dan PSNR dihitung dengan membandingkan antara citra asli dengan citra terwatermark. Dari perhitungan ini dapat dianalisa perubahan citra asli terhadap citra yang telah mengalami proses watermark. Selain itu nilai MSE dan PSNR juga digunakan dalam menganalisa pengaruh degradasi noise terhadap citra asli adan citra terwatermark.

4. Teknik Analisis Sistem

Kinerja sistem yang disimulasikan, dianalisis dengan menggunakan analisa Objektif. Analisa objektif ini dilakukan dengan mencari perhitungan nilai MSE (*Mean Square Error*) dan Peak-Signal To-Noise Ratio (PSNR). Analisa ini dilakukan untuk melihat tingkat distorsi pada citra yang diberi satu, dan dua watermark. Lalu juga dilakukan perhitungan jika terjadi degradasi berupa *noise*.

Perhitungan MSE diperlukan untuk mendapatkan jumlah rata-rata terjadinya error pada proses watermarking dengan persamaan berikut : [A. Said dan W. A. Pearlman : 1996]

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j [\hat{f}_w(m,n) - f(m,n)]^2 \dots\dots (1)$$

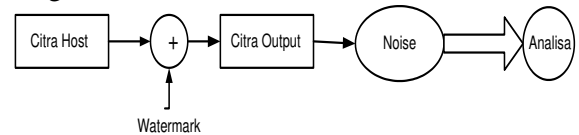
Dimana $f(m,n)$ merupakan intensitas piksel citra asli, $\hat{f}_w(m,n)$ merupakan intensitas piksel citra hasil *watermarking* dan N merupakan jumlah piksel.

Tingkat kebagusan citra hasil *watermarking* dapat dilihat melalui perhitungan PSNR dengan persamaan berikut: [A. Said dan W. A. Pearlman : 1996]

$$PSNR = 10 \times \log \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Pengaruh Degrasi pada Citra Terwatermark

Hasil pelekatan watermarking akan diuji tingkat ketahanannya (*robustness*) terhadap degradasi citra yaitu berupa degradasi noise. Proses pengujian dapat dilihat dari blok diagram berikut :



Gambar 3. Proses Pengujian Terhadap Citra Terwatermark Terhadap Serangan Noise

Degradasi Noise

Noise adalah sinyal yang tak diinginkan akibat kesalahan dalam proses akuisisi citra yang menghasilkan nilai-nilai piksel yang tidak mencerminkan intensitas yang real. Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tingkat keberadaan derau (*noise*) misalnya Gaussian White Noise. Gaussian white noise merupakan model noise yang mengikuti distribusi normal standart dengan rata-rata nol dan standart deviasi 1. Efek gaussian white noise pada gambar, yaitu munculnya titik-titik berwarna yang jumlahnya sama dengan presentase noise. Rumusan untuk membangkitkan noise ini dapat dilihat pada persamaan (3) berikut ini: [Deepa Kundur et. al : 1997].

$$Y(i, j) = x(i, j) + cp.a \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

A = nilai bilangan acak berdistribusi gaussian

p = prosentase noise

y(i,j) = nilai citra terkena noise

x(i,j) = nilai citra sebelum terkena noise

5. Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Studi literatur, dilakukan untuk memahami konsep-konsep teoritis yang berhubungan dengan penelitian.
- Algoritma Perancangan Sistem.

Algoritma Pelekatan Watermark untuk Metode DWT

Tahap-tahap pelekatan watermark dengan DWT adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan nilai persen blok (B), Skala detail (s_w) dan skala pendekatan (s_f).
 2. Menetapkan citra host dan citra watermark. Memilih ruang warna untuk citra RGB (citra berwarna) dengan memilih salah satu komponen dari RGB kemudian dilakukan dekomposisi wavelet terhadap citra host dan citra watermark.
 3. Dari nilai dekomposisi diperoleh beberapa parameter yang dipakai dalam proses pelekatan.
 4. Mengubah kolom koefisien detail menjadi blok – blok
 5. Penggabungan koefisien detail dari citra host dan citra watermark dengan menggunakan persamaan : [Baharuddin : 2007]
- $$f_{o,l}^{w,i}(m,n) = f_{o,l}^i(m,n) + s_{o,l}^i \cdot w_{o,l}(m,n) \dots (4)$$
6. Mengembalikan blok – blok yang telah dilakukan pelekatan watermark ke dalam kolom – kolom koefisien detail.
 7. Merekonstruksi kembali koefisien detail dimana citra hasil dari rekonstruksi merupakan citra yang telah terwatermark.
 8. Dalam setiap pelekatan dihitung Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Dari citra asli terhadap citra terwatermark.

Algoritma Pelekatan Watermark dengan Metode DCT

Tahap-tahap pelekatan watermark dengan DCT adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan nilai parameter skala (α) sebagai tingkat ketidak tampakan dari citra watermark.
2. Menetapkan citra host dan citra watermark. Memilih ruang warna untuk citra berwarna dengan memilih salah satu komponen dari RGB kemudian matrik diubah menjadi matrik satu baris.

3. Transformasi setiap nilai matrik ke domain frekuensi dengan proses DCT 2D.
 4. Mengurutkan nilai matrik dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi kemudian menyimpan n koefisien DCT dan mengingat posisinya.
 5. Proses pelekatan watermark dengan menggunakan persamaan. [Zhao & Koch: 2001].
- $$v_i' = v_i + \alpha x_i \dots (5)$$
6. Mengembalikan koefisien baru ke posisi semula.
 7. Hasil dari proses pelekatan di diinverskan kembali dan diubah kembali menjadi matrik M x N.
 8. Hasil dari inver merupakan citra terwatermark.
 9. Dalam setiap pelekatan dihitung Mean Square Error (MSE) dan Peak Sinyal to Noise Ratio (PSNR). Dari citra asli terhadap citra terwatermark.

- Perancangan sistem dan penyusunan program simulasi dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.
- Analisa hasil simulasi.
- Penyusunan laporan penelitian.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Simulasi pelekatan watermark dengan dua metode yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Cosinus Transform* (DCT). Hasil pelekatan watermark tersebut akan dibandingkan dengan citra host tanpa watermark, lalu dibandingkan hasil secara perhitungan dengan nilai Mean Sequence Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan parameter sebagai berikut :





- Citra *host* gray-scale berukuran 1024 x 1024
- Citra berwarna berukuran 1024 x 1024
- Citra *watermark* gray-scale berukuran 512 x 512

Pengujian Nilai Parameter Skala untuk kedua metode yang diberi noise Gaussian





Simulasi dilakukan dengan membangkitkan noise Gaussian sebagai pengujian terhadap citra terwatermark pada kedua metode, yang memiliki rata-rata nol dan *varians* = 0,1. Kemudian pengujian ini juga dilakukan terhadap parameter *invicibility* atau parameter

ketidaktampakan citra watermark dalam citra host. Skala pendekatan pada metoda DWT berkisar antara 0,02 sampai 0,2 dan nilai parameter untuk metoda DCT berkisar dari 0 sampai 1. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai parameter skala yang terbaik dari

masing masing metode yang akan diuji. Hasil dari pengujian parameter skala dapat dilihat pada tabel 1. Hasil pelekatan citra watermark dengan membandingkan kedua metode yang telah digunakan, dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.

Metode DWT		Metode DCT	
Citra Asli gray scale	Citra Terwatermark gray scale	Citra Asli gray scale	Citra Terwatermark gray scale
			
$MSE = 0.9581$ $PSNR = 48.3167dB$		$MSE = 151.2608$ $PSNR = 26.3335dB$	

Gambar 4. Perbandingan Citra Hasil Pelekatan watermark dengan Metode DWT dan DCT pada Citra Host grayscale.

Metode DWT		Metode DCT	
Citra Asli RGB	Citra Terwatermark RGB	Citra Asli RGB	Citra Terwatermark RGB
			
$MSE = 0.3193$ $PSNR = 53.0889dB$		$MSE = 50.410631$ $PSNR = 31.1056dB$	

Gambar 5. Perbandingan Citra Hasil Pelekatan watermark dengan Metode DWT dan DCT pada Citra Host RGB.

Tabel 1. Pengujian noise dan parameter skala pendekatan untuk metoda DWT

Skala pendekatan	Grayscale		RGB	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR
0,02	0.9581	48.3167	0.3193	53.0889
0,04	3.8072	42.3247	1.2687	47.0973
0,06	8.5543	38.8090	2.8501	43.5823
0,08	15.1960	36.3135	5.0623	41.0873
0,1	23.7333	34.3772	7.9058	39.1513
0,12	34.2841	32.7799	11.3755	37.5711
0,14	59.2437	30.4044	15.5520	36.2129
0,16	75.8928	29.3288	24.9884	34.1534
0,18	93.9360	28.4025	31.1833	33.1916
0,2	113.799	27.5694	37.8648	32.3485

Tabel 2. Pengujian Parameter Skala untuk Metoda DCT

Skala pendekatan	Grayscale		RGB	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR
0,1	151.260	26.3335	50.4106	31.1056
0,2	603.601	20.3233	201.107	25.0965
0,3	1352.03	16.8209	451.616	21.5831
0,4	2382.13	14.3611	800.817	19.0955
0,5	3663.64	12.4917	1246.81	17.1728
0,6	5107.58	11.0486	1787.25	15.6090
0,7	6583.51	9.9462	2418.97	14.2945
0,8	7975.84	9.1130	3136.10	13.1669
0,9	9195.48	8.4951	3925.14	12.1923
1	10205.5	8.0425	4763.77	11.3513

Dari tabel 1, gambar 4, dan gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan pengujian noise gaussian (rata-rata sama dengan nol dan varians = 0,1) didapatkan bahwa nilai skala pendekatan yang terbaik untuk metode DWT pada citra grayscale adalah dengan nilai skala pendekatan = 0,02. Dengan nilai ini dihasilkan MSE 0,9581 dan nilai PSNR sebesar 48,3167 dB. Begitupun pada citra RGB didapatkan nilai MSE sebesar 0,3193 dan nilai PSNR sebesar 53,0889 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa citra RGB memiliki hasil yang lebih baik, hal ini disebabkan karena pada citra RGB, proses pelekatan citra watermark ditempatkan pada salah satu ruang warna. Sedangkan pada citra gray scale, proses pelekatan citra watermarknya ditempatkan di seluruh rentang warna grayscale tersebut.

Dari tabel 2, gambar 4, dan gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan pengujian noise gaussian (rata-rata sama dengan nol dan varians = 0,1) didapatkan bahwa nilai parameter skala yang terbaik untuk metode DCT pada citra grayscale adalah nilai parameter skala (α) = 0,1. Dengan nilai ini dihasilkan MSE 151,2608 dan nilai PSNR sebesar 26,3335 dB. Begitupun pada citra RGB didapatkan nilai MSE sebesar 50,410631 dan nilai PSNR sebesar 31,1056 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa citra RGB memiliki hasil yang lebih baik, hal ini disebabkan karena pada citra RGB, proses pelekatan citra watermark ditempatkan pada salah satu ruang warna. Sedangkan pada citra gray scale, proses pelekatan citra watermarknya ditempatkan di seluruh rentang warna grayscale tersebut.

Dari melihat hasil analisa perbandingan yang dilakukan dalam percobaan ini, maka metode DWT menunjukkan hasil yang terbaik dibandingkan dengan metode DCT, yaitu memiliki nilai error yang kecil (baik citra grayscale maupun citra RGB) dan kualitas citra yang lebih bagus (baik citra grayscale maupun citra RGB) pada citra terwatermark.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai noise gaussian yang diujikan (rata-rata sama dengan nol dan variansi = 0,1) menunjukkan bahwa metode DWT lebih baik dari metode DCT. Hasil pengujian noise ini dilakukan untuk melihat sifat *invicibility* yaitu suatu parameter ketidaktampakan citra water-

mark dalam citra host. Pada metode DWT dihasilkan nilai skala pendekatan = 0,02. Nilai pendekatan ini merupakan hasil yang terbaik, baik pada citra grayscale maupun pada citra RGB (untuk citra gray scale didapatkan MSE 0,9581 dan nilai PSNR sebesar 48,3167 dB. Begitupun pada citra RGB didapatkan nilai MSE sebesar 0,3193 dan nilai PSNR sebesar 53,0889 dB). Sedangkan pada metode DCT dihasilkan nilai parameter skala (α) = 0,1. Nilai skala ini merupakan hasil yang terbaik, baik pada citra grayscale maupun citra RGB (untuk citra grayscale didapatkan MSE 151,2608 dan nilai PSNR sebesar 26,3335 dB. Begitupun pada citra RGB didapatkan nilai MSE sebesar 50,410631 dan nilai PSNR sebesar 31,1056 dB).

DAFTAR RUJUKAN

- A. Said dan W. A. Pearlman, (1996), *A New, Fast, and Efficient Image Codec Based on Set Partitioning In Hierarchical Trees*, **IEEE Trans. Circuits Syst Video Technol.**, vol. 6 pp. 243-250, juni.
- Baharuddin, (2007), *Pengembangan Teknologi Watermarking pada Citra Digital sebagai Proses Penglabelan Hak Milik*, **Jurnal Teknik** Edisi XIV April pp 20-24.
- Baharuddin, (2005), *Peningkatan Performance Sistem Komunikasi Digital Dengan Menggunakan Teknik Diversity Penerima Equal Gain Combining*, **Jurnal Momentum** Institut Teknologi Padang, No.: ISSN : 1693-752X, pp. 24 – 29, Agustus
- Baharuddin, (2005), *Transmisi Citra dengan Teknik Diversity pada Kanal Wireless*, Thesis, Insitut Teknologi Sepuluh November, (Januari 2005).
- C.S. Burrus, R.A. Gopinath, dan G. Haitao., (1996), *Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms*. **Jurnal**. Prentice-Hall International, Inc.
- Deepa Kundur dan Dimitri Hatzinakos, (1997), *A Robust Digital Image Watermarking Method using Wavelet-Based Fusion*, **Proc. of IEEE Int. Conference on ImageProcessing**, Vol. 1, pp. 544–547.

M. Candik, E. Maltus, D. Levicky, (2001), *Digital Watermarking in Wavelet Transform Domain. Radio Engineering, Proc. Of IEEE Int. Conference on ImageProcessing*, Vol 10, No. 2 pp. 83-88, July.

Nazir, Mohammad, (1983), **Metode Penelitian**,

Jakarta : Ghalia Indonesia.

Supangkat, Suhono. H., Kuspriyanto, dan Juanda. (2001), *Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital*, **Majalah Ilmiah Teknik Elektro**.