

PENYISIPAN *WATERMARK* MENGGUNAKAN METODE *DISCRETE COSINE TRANSFORM* PADA CITRA DIGITAL

Reza Agustina¹, Rosa Andrie Asmara²

¹ Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

¹ rezaagustinaa@gmail.com, ² rosaandrie@gmail.com

Abstrak

Citra digital merupakan format data yang paling banyak tersebar luas di internet. Hal ini memberikan kemudahan bagi beberapa orang yang ingin mengunduh dan menyebarkan citra tanpa seijin pemiliknya. Masalah penyalahgunaan citra ini semakin rumit ketika masyarakat kurang peduli terhadap hak cipta orang lain. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah metode untuk melindungi hak cipta dari citra digital. Penyisipan *watermark* dengan metode Discrete Cosine Transform dapat diterapkan untuk meningkatkan keamanan pada citra digital. Dipilihnya metode ini karena metode ini lebih kokoh terhadap manipulasi citra terutama kompresi. Penyisipan *watermark* dilakukan pada frekuensi tinggi dari koefisien DCT. Berdasarkan pengujian, citra ter*watermark* tahan terhadap manipulasi citra berupa kompresi hingga 50%. Penambahan teks dan perubahan warna menghasilkan kualitas citra *watermark* yang baik, sedangkan pada penggantian background, penambahan filter, dan rotate dapat merusak *watermark* setelah proses ekstraksi.

Kata kunci : Citra Digital, *Discrete cosine transform*, *Watermarking*

1. Pendahuluan

Pada era teknologi yang semakin pesat saat ini, internet menjadi salah satu sumber informasi untuk sebagian besar masyarakat yang dapat memudahkan untuk saling bertukar informasi dan pengambilan data dalam *format digital*, baik berupa teks, citra, audio, dan video. Citra merupakan salah satu data yang paling banyak tersebar luas di internet. Kemudahan ini merupakan hal yang menguntungkan bagi masyarakat yang ingin menyebarkan dan menduplikasi citra *digital* tanpa ingin membayar royalti. Tetapi selain memberikan keuntungan, hal ini juga menimbulkan kerugian bagi pemilik citra apabila terjadi penyalahgunaan dari penyebaran dan duplikasi data dilakukan secara ilegal tanpa seijin pemiliknya.

Watermarking merupakan sebuah teknik penyisipan informasi yang menunjukkan hak kepemilikan. Teknik dalam *watermark* dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu domain spasial dan domain *transform*. Pada domain spasial *watermark* disisipkan dengan memodifikasi langsung nilai bit dari citra asli, sedangkan pada domain *transform watermark* disisipkan setelah citra asli ditransformasikan ke dalam bentuk sinyal terlebih dahulu. Domain spasial mempunyai kelebihan lebih mudah dan cepat dalam pembuatannya, namun umumnya *watermark* kurang kokoh terhadap manipulasi citra. Menurut (Rinaldi Munir, 2008), *watermark* pada domain *transform* mempunyai kelebihan lebih kokoh terhadap

manipulasi citra. Sampai saat ini penelitian tentang *digital watermarking* pada domain transformasi telah banyak digunakan.

Pada penelitian ini, akan dirancang aplikasi penyisipan *watermark* pada domain *transform* dengan menggunakan metode *Discrete cosine transform* (DCT). Dipilihnya metode ini karena metode ini lebih kokoh terhadap manipulasi citra terutama kompresi. Transformasi DCT merupakan pendekatan transformasi matematika yang diimplementasikan pada informatika dengan tujuan untuk mentransformasi citra dari domain spasial ke domain transform. Dengan metode ini, diharapkan mampu melindungi hak cipta citra apabila terjadi permasalahan mengenai duplikasi atau hal yang merugikan antara pemilik citra dengan pihak lain yang mengambil citra secara ilegal.

2. Digital Watermarking

Digital watermarking merupakan cabang ilmu dari *steganography*, yaitu teknik untuk menyembunyikan suatu informasi ke dalam sebuah media *digital* dengan tujuan untuk memberikan perlindungan. (Rinaldi Munir, 2004). Informasi yang disisipkan pada *digital watermarking* dapat berupa teks, citra, dan audio.

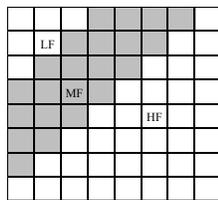
Ada beberapa kriteria dari *watermark* yang baik, yaitu:

- *Imperceptibility* : *Watermark* yang baik tidak terlihat dari penghilatan manusia/kasat mata.

- *Robustness* : watermark harus tahan terhadap manipulasi file penampung, seperti kompresi file, scanning.
- *Security* : watermark hanya bisa dideteksi oleh pemilik data atau pihak yang berwenang.
- *Recovery* : data yang disisipkan harus dapat diambil kembali. Karena tujuan utama dari watermarking adalah perlindungan hak cipta. Jadi jika pada sewaktu-waktu terjadi hal yang merugikan, watermark dapat digunakan untuk autentikasi kepemilikan citra.

3. Discrete cosine transform

Penggunaan DCT pada pengolahan citra dilakukan dengan membagi citra ke dalam sub blok berukuran standar 8x8 piksel. Dimana sub blok 8x8 piksel tersebut akan menghasilkan 64 koefisien yang terdiri dari 1 koefisien DC (*zero frequencies*) yang terletak pada pojok kiri atas dan 63 koefisien AC yang terdiri dari 3 frekuensi, yaitu frekuensi rendah, frekuensi menengah, dan frekuensi tinggi. Pada Gambar 1 memperlihatkan pembagian frekuensi pada DCT.



Gambar 1. Pembagian frekuensi DCT

LF digunakan untuk menyatakan komponen frekuensi terendah dari blok, sementara MF adalah frekuensi menengah, dan HF menyatakan komponen tertinggi dari blok. Rumus transformasi DCT dua dimensi adalah sebagai berikut:

$$F(u, v) = \frac{4C(u)C(v)}{N^2} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} f(j, k) \cos \left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2k+1)v\pi}{2N} \right]$$

$$f(j, k) = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} C(u)C(v)F(u, v) \cos \left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2k+1)v\pi}{2N} \right]$$

Dimana,

$$C(w) = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ jika } w = 0$$

$$C(w) = 1, \text{ jika } w > 0 \quad N - 1$$

$f(j, k)$ adalah elemen j, k dari citra yang direpresentasikan oleh matriks f . N adalah ukuran dari sub blok DCT.

4. Peak Signal to Noise Ratio

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan perbandingan yang digunakan untuk membandingkan nilai *host image* dengan nilai citra yang telah direkonstruksi. Semakin tinggi nilai PSNR, maka

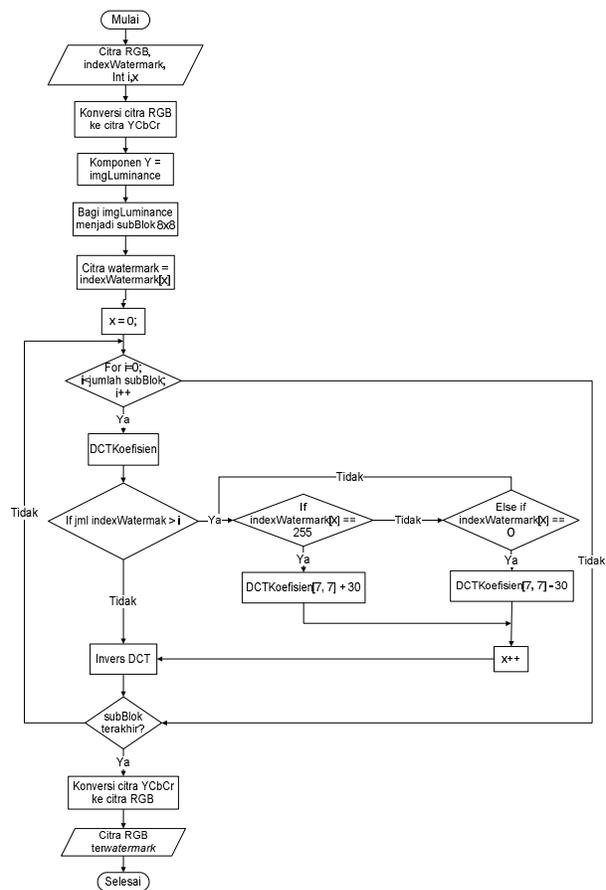
semakin baik juga tingkat kemiripan antara *host image* dengan citra yang telah dimanipulasi. Untuk menghitung nilai PSNR, sebelumnya harus menghitung nilai Mean Square Error (MSE) dari kedua citra. MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara *host image* dengan citra yang sudah direkonstruksi. Berikut merupakan rumus untuk perhitungan PSNR:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i, j)^2 - f_b(i, j)^2)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX_i^2}{MSE}$$

Untuk image watermarking, kualitas citra terwatermark yang baik memiliki nilai PSNR 40 dB atau lebih (Cheddad, 2010).

5. Proses Penyisipan Watermark



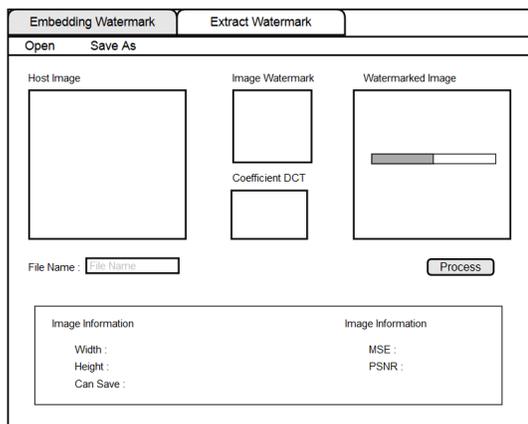
Gambar 2. Flowchart Penyisipan Watermark

- User menginputkan *host image*, yaitu berupa citra RGB yang nantinya akan disisipi watermark. Sedangkan watermark disini tidak perlu diinputkan karena bersifat default.
- Selanjutnya citra RGB akan dikonversikan menjadi citra YCbCr, kemudian diambil komponen *luminance* (Y) saja untuk proses

transformasi DCT. Hal ini karena sistem penglihatan manusia lebih sensitif terhadap intensitas cahaya. Dengan demikian diharapkan hasil *imperceptible* citra terwatermark lebih baik. Sedangkan komponen *chrominance blue* (Cb) dan *chrominance red* (Cr) tidak ditransformasikan dan digunakan pada saat proses *invers* DCT.

- Kemudian bagi komponen Y menjadi sub blok berukuran 8 x 8 piksel.
- Selanjutnya dilakukan transformasi DCT pada setiap sub blok. Untuk proses penyisipan, citra *watermark* adalah citra biner dengan nilai piksel 255 (putih) dan 0 (hitam). Jika piksel dari citra *watermark* bernilai 255 maka indeks ke [7, 7] dari koefisien DCT ditambah 30, sedangkan jika citra *watermark* bernilai 0 maka koefisien DCT dikurangi 30. Proses ini diulang sampai indeks *watermark* yang terakhir. Setelah mencapai indeks *watermark* yang terakhir maka dilakukan proses *invers* DCT untuk mendapatkan komponen Y terwatermark.
- Kemudian komponen Y digabungkan kembali dengan komponen Cb dan Cr sehingga membentuk citra YCbCr terwatermark.
- Proses terakhir konversikan kembali citra YCbCr terwatermark menjadi citra RGB sehingga menjadi citra RGB terwatermark.

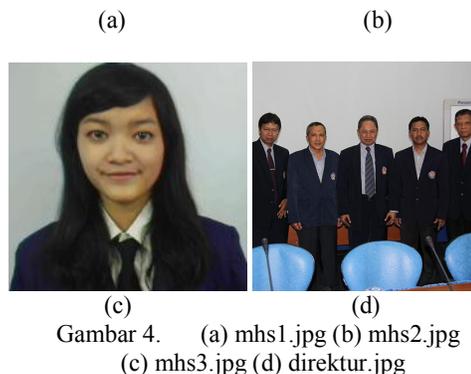
6. Tampilan Antarmuka



Gambar 3. Tampilan borang *embedding watermark*

7. Hasil Pengujian

Citra yang digunakan sebagai host image pengujian kali ini ditunjukkan pada Gambar



Gambar 4. (a) mhs1.jpg (b) mhs2.jpg (c) mhs3.jpg (d) direktur.jpg

Pengujian pertama adalah pengujian dari ukuran citra *watermark* yang akan disisipkan, tujuan dari pengujian ini adalah bagaimana pemilihan citra *watermark* yang baik untuk proses penyisipan pada *host image* dengan cara membandingkan dimensi ukuran dari citra *watermark* dan mengukur PSNR dari citra terwatermark. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian citra *watermark*

Dimensi Watermark	Citra	MSE	PSNR
40 x 40	mhs1.jpg	15.994	33.091
	mhs2.jpg	15.999	36.089
	mhs3.jpg	15.995	36.091
	direktur.jpg	19.985	35.123
32 x 32	mhs1.jpg	15.992	36.091
	mhs2.jpg	15.999	36.089
	mhs3.jpg	15.996	36.091
	direktur.jpg	8.138	39.026
20 x 20	mhs1.jpg	12.789	37.062
	mhs2.jpg	12.819	37.051
	mhs3.jpg	12.848	37.042
	direktur.jpg	2.0991	44.910

Selanjutnya ditunjukkan hasil pengujian penyisipan *watermark* pada masing-masing frekuensi pada koefisien DCT pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perbandingan antar frekuensi

Frekuensi	Citra	MSE	PSNR
Frekuensi Rendah	mhs1.jpg	28.429	33.593
	mhs2.jpg	28.446	33.591
	mhs3.jpg	28.584	33.569
	direktur.jpg	4.089	42.014

Frekuensi Tengah	mhs1.jpg	28.559	33.573
	mhs2.jpg	28.594	33.568
	mhs3.jpg	28.589	33.568
	direktur.jpg	4.102	42.001
Frekuensi Tinggi	mhs1.jpg	28.048	33.651
	mhs2.jpg	28.041	33.652
	mhs3.jpg	28.061	33.649
	direktur.jpg	4.033	42.075

Pengujian selanjutnya dilakukan pengujian pada proses penyisipan citra *watermark*. Pada proses ini dilihat berapa piksel dari citra *watermark* yang dapat disisipkan ke dalam 1 sub blok koefisien DCT pada *host image*. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penyisipan citra *watermark*

Banyak Piksel	<i>Host image</i>	MSE	PSNR
1	mhs1.jpg	15.992	36.091
	mhs2.jpg	15.999	36.089
	mhs3.jpg	15.996	36.091
	direktur.jpg	8.138	39.026
2	mhs1.jpg	28.048	33.652
	mhs2.jpg	28.041	33.652
	mhs3.jpg	28.061	33.649
	direktur.jpg	4.032	42.074
4	mhs1.jpg	28.519	33.579
	mhs2.jpg	28.548	33.574
	mhs3.jpg	32.003	33.078
	direktur.jpg	4.029	42.078
8	mhs1.jpg	127.692	27.069
	mhs2.jpg	33.457	32.886
	mhs3.jpg	55.543	30.684
	direktur.jpg	4.064	42.040

Pengujian yang terakhir merupakan pengujian ketahanan citra *watermark* terhadap manipulasi citra. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ketahanan citra ter*watermark*

Pengujian	Citra	Ekstraksi
Kompresi 20 %	 MSE : 108.70 PSNR : 27.64	
<i>Cropping</i>	 184 x 124 piksel	
<i>Screen Capture</i>	 184 x 164	
Penambahan Teks		
Penambahan <i>noise blur</i> 11 px		
Penambahan <i>noise emboss</i>		
Penambahan <i>noise invert</i>		

Penambahan noise background merah		
Perubahan warna Grayscale		
Perubahan warna		

8. Kesimpulan

Penyisipan watermark menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* telah dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual C#.NET*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan:

1. Penyisipan watermark menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dapat melindungi hak cipta pada citra digital.
2. Aplikasi penyisipan watermarking menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* tidak dapat dikenali secara kasat mata.
3. Proses ekstraksi pada aplikasi penyisipan tidak membutuhkan citra asli.
4. Untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang baik, perbandingan ukuran citra watermark dengan citra asli adalah 1:32 piksel.
5. Pengujian kompresi JPEG pada citra terwatermark menghasilkan citra terwatermark dapat tahan terhadap kompresi hingga 50% dan menghasilkan nilai PSNR yang cukup tinggi, yaitu 30 dB.
6. Pengujian berupa *screen capture* menghasilkan citra watermark dengan kualitas yang rendah dengan nilai PSNR rata-rata 25 dB.
7. Pada pengujian citra berupa cropping, citra watermark akan hilang pada bagian yang terkena cropping.
8. Pengujian berupa perubahan warna dan penambahan teks menghasilkan hasil ekstraksi citra watermark dengan kualitas yang baik secara *imperceptibility*, namun citra watermark memiliki nilai PSNR yang

rendah karena bernilai di bawah 30 dB, namun pada penggantian background dan penambahan filter berupa *emboss* dan penambahan filter *blur* menghasilkan ekstraksi citra watermark yang buruk, karena nilai PSNR yang sangat rendah atau bernilai di bawah 15 dB.

9. Saran

Berdasarkan penelitian yang diperoleh, ada beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut, sebagai berikut:

- Pada penelitian ini, manipulasi citra berupa kompresi di atas 50% dapat membuat watermark hilang. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan penambahan metode agar watermark lebih tahan terhadap manipulasi kompresi.
- Pada penelitian ini, watermark disisipkan dari sub blok pertama. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan watermark dapat disisipkan secara acak agar lebih tahan terhadap manipulasi *cropping* dan *rotate*.

Daftar Pustaka

Amrullah, N, A. 2008. *Perbandingan Algoritma LSB dan DCT Pada Steganografi*

Anju, Reena and Vandana. 2013. "Modified Algorithm for Digital Image Watermarking Using Combined DCT and DWT". *International Journal of Information and Computation Technology*. 3(7), 693-694

Britanak, Vladimir., et all. *Discrete Cosine and Sine Transforms*. Academic Press

De Rosal, I. M. S., et all. 2012. "Robust Color Image Watermarking Dengan Kombinasi Transformasi DCT-DWT Untuk Meningkatkan Ketahanan Dari Kompresi JPEG", *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012*

Hakim, A, R. 2012. *Analisa Perbandingan Watermarking Image Menggunakan Discrete Wavelet Transform*

Jaiswal, S dan Saxena, A. 2014. "A Review on Various Watermarking & Information Hiding Techniques". *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 4(9)

Munir, Rinaldi. 2004. *Steganografi dan Watermarking*. Bandung: Departemen Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung

_____. 2010. "Image Watermarking untuk Citra Berwarna dengan Metode Berbasis Korelasi dalam Ranah DCT". *Jurnal Petir Vol.3 No.1*

Pravin M. Pithiya. 2013. "DCT Based Digital Image Watermarking, De-watermarking & Authentication". 2(3)

Sangadji, I, B, M dan Rezeki, R., 2009. "Pengukuran Kualitas Citra Ter-watermarking Model DCT

- (Discrete cosine transform) Menggunakan PSNR”. Jurnal Petir. 2(1)
- Singh, Vipula. 2011. “Digital Watermarking: A Tutorial”. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)*
- Singla, D dan Syal, R. 2012. “Data Security Using LSB & DCT Steganography In Images”. *International Journal Of Computational Engineering Research*. Volume 2
- Soleh, Muhamad. 2010. *Analisis Dan Implementasi Watermarking Dengan Algoritma Aes Untuk Pemberian Data Hak Cipta Pada File Audio*