

Reversible Watermarking Dengan Kemampuan Koreksi ErrorYustina Retno Wahyu Utami ⁷⁾**ABSTRACT**

Reversible watermarking with histogram shift on difference image produce thin distortion of image and large capacity. This research adds error correction capability in Lee's method. Experimental results demonstrate that the average PSNR value > 49 dB. Watermarked image with 100 x 100 pixel salt n' pepper noise on the density of 0.05 is obtained that the watermark with ECC is more robust than a watermark without ECC. JPEG compression in lossless mode may be applied to the watermarked image.

Keyword: *difference image, histogram, reversible watermarking*

1. Pendahuluan

Teknologi digital menawarkan berbagai keuntungan jika dibandingkan dengan sistem analog, antara lain kemudahan dalam pengiriman dan pertukaran data dengan menggunakan jaringan internet tanpa kehilangan kualitas secara signifikan, juga kemudahan dan kemurahan dalam penggandaan (peng-copy-an) serta penyimpanannya untuk digunakan lagi pada saat diperlukan. Kemudahan ini dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab untuk mengambil, memodifikasi atau merusak suatu data digital sehingga tidak lagi memperhatikan hak cipta dan privasi yang berkaitan dengan modifikasi data digital tersebut.

Upaya perlindungan hak cipta dan privasi terhadap data digital menjadi perhatian serius sehingga banyak cara yang ditempuh untuk memberikan perlindungan data digital, salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan *digital watermarking*. *Watermarking* dalam beberapa aplikasinya mengharuskan akurasi data yang tinggi dalam pemrosesan data digital sehingga tidak mentoleransi adanya distorsi data. Untuk mengatasi kebutuhan akurasi data digunakan teknik *reversible watermarking* dimana proses penanaman *watermark* pada media asli

⁷⁾ Staf Pengajar STMIK Sinar Nusantara Surakarta

yang dapat dibalik. Sehingga media asli dapat diperoleh kembali setelah *watermark* dikeluarkan dari media yang tertanami *watermark* tersebut.

Teknik *reversible watermarking* dengan pergeseran histogram yang telah ada menghasilkan distorsi yang tipis dengan kapasitas penyembunyian data yang besar (Ni, dkk, 2006). Penelitian juga dilakukan pada *difference image* oleh Lee dan Ho (2006) yang menghasilkan distorsi tipis dan dapat mendeteksi kesalahan lokal pada citra ter-*watermark*. Hal ini mendorong penelitian terhadap *reversible watermarking* pada *difference image* dengan meningkatkan kemampuan koreksi *error* sehingga kualitas citra ter-*watermark* tetap terjaga.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari studi pustaka, perancangan sistem dan Implementasi.

2.1 Studi Pustaka

2.1.1 Citra Digital

Citra merupakan matriks dua dimensi dari fungsi intensitas cahaya. Oleh sebab itu untuk merepresentasikan citra digunakan dua buah variabel yang menunjukkan posisi pada bidang dengan sebuah fungsi intensitas cahaya yang dapat dituliskan sebagai fungsi $f(x,y)$, dimana f adalah nilai amplitudo pada koordinat spasial (x,y) .

Ketika citra digital dapat direpresentasikan sebagai suatu matriks dengan ukuran $M \times N$, maka setiap pasangan indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra. Sedangkan nilai dari elemen matriksnya menyatakan tingkat keabuan atau warna pada titik tersebut. Titik-titik tersebut dinamakan sebagai elemen citra atau *pixel* (*picture element*) (Gonzales dan Woods, 1992). Citra digital yang direpresentasikan dalam bentuk matriks $M \times N$ ditulis sebagai berikut :

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

dimana elemen-elemen matriks atau piksel menunjukkan nilai keabuan atau warna.

2.1.2 Watermarking

Watermarking merupakan salah satu cabang ilmu *steganography*. Sedangkan *steganography* merupakan ilmu yang mempelajari tentang bagaimana menyembunyikan suatu data pada data yang lain. Perbedaan *steganography* dengan *cryptography* terletak pada proses penyembunyian data dan hasil akhir dari proses tersebut. *Watermarking* dapat didefinisikan sebagai teknik menyembunyikan data rahasia (*watermark*) ke data host yang tidak disadari oleh orang lain (Murinto, 2004). Jadi seolah-olah tidak ada perbedaan antara data *host* sebelum dan sesudah proses *watermarking*.

Ada tiga tipe *watermarking*, yaitu *robust watermarking*, *fragile watermarking* dan *semi-fragile watermarking*. Salah satu skema *watermarking* yang mempunyai sifat *fragile* ini adalah *reversible watermarking*. Skema *watermarking* tidak hanya memberikan proteksi autentikasi tetapi juga mengembalikan citra asli dari citra ter-*watermark* ke dalam bentuk citra asli seperti pada kondisi awalnya.

Banyak teknik dan metode *watermarking* telah dikembangkan untuk memperoleh sistem *watermarking* yang memenuhi semua karakteristiknya. Beberapa karakteristik *watermarking* diantaranya adalah :

- a. *Robustness*, diartikan bahwa *watermark* harus tahan terhadap beberapa operasi pemrosesan digital pada umumnya, seperti konversi dari digital ke analog atau sebaliknya, kompresi dan sebagainya.
- b. *Fidelity*, merupakan derajat degradasi atau penurunan kualitas data host setelah ditumpangi *watermark* dibandingkan dengan sebelum ditumpangi *watermark*.
- c. *Temper resistance*, adalah ketahanan sistem *watermark* terhadap kemungkinan adanya serangan (*attack*) atau usaha untuk menghilangkan, merubah atau memberikan *watermark* palsu pada data host.

Selain karakteristik tersebut, *reversible watermarking* juga memiliki karakteristik tambahan berikut (Feng dkk, 2006) :

- 1) *Blind*, yang berarti proses ekstraksinya tidak membutuhkan citra asli.
- 2) *Higher Embedding Capacity*, kebutuhan *embedding capacity* skema ini lebih besar jika dibandingkan dengan skema *watermarking* konvensional.

2.1.3 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Nilai PSNR digunakan untuk menentukan kualitas citra. Nilai ini

diperoleh dengan membandingkan setiap piksel pada citra asli dengan citra yang ter- *watermark*. Semakin besar nilai PSNR mempunyai arti bahwa penanaman *watermark* ke dalam citra *host* tidak mengakibatkan penurunan kualitas citra yang berarti. Sebaliknya jika nilai PSNR semakin kecil maka terjadi penurunan yang berarti pada kualitas citra yang dikarenakan proses penanaman *watermark*. Misalkan Citra Host $I(i,j)$ dan citra terwatermark $K(i,j)$ berukuran $M \times N$, maka rumus untuk menghitung PSNR adalah sebagai berikut:

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

2.1.4 Error-Correction Coding(ECC)

Deteksi dan koreksi error sangat berguna pada media komunikasi dengan banyak noise. Citra *watermark* di-encode kemudian disisipkan pada citra *host*. Pada penelitian ini ECC yang digunakan adalah kode Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH). Penggunaan kode BCH sebagai ECC mengacu pada Hsieh, dan Wu (2001) yang dalam penelitiannya menggunakan kode BCH dan *repetition code* untuk *watermarking* konvensional pada koefisien wavelet. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa *watermark* dengan kode BCH memiliki ketahanan lebih baik daripada *repetition code*.

Kode BCH adalah metode standard pengkodean yang terdiri atas:

(1) Kalkulasi nilai sindrom

$S_{it_i}, i=1,2,...,2t$ membentuk polynomial $r(x)$;

(2) Tentukan polynomial untuk lokasi error $\sigma(x)$ dari nilai sindrom;

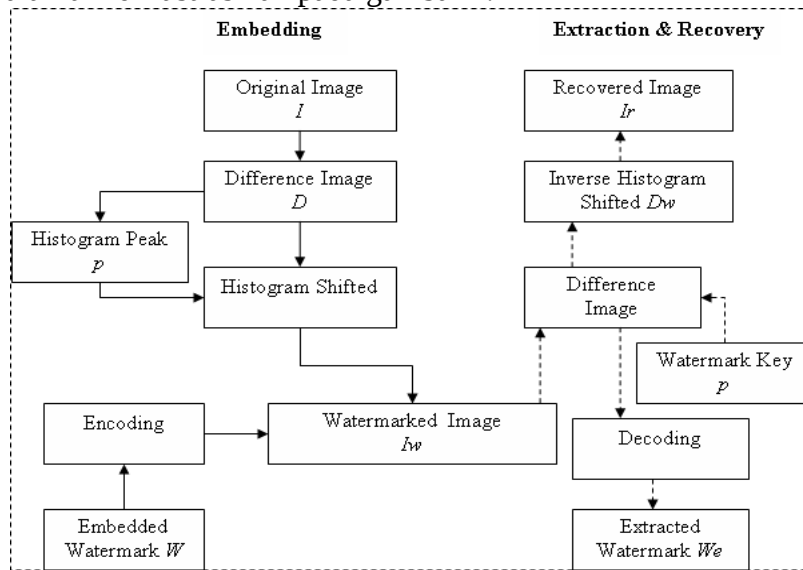
(3) Tentukan akar dari $\sigma(x)$, dimana $\sigma(x)$ adalah lokasi error.

2.2. Perancangan Sistem

2.2.1 Gambaran Umum Sistem

Reversible watermarking dalam penelitian ini mengacu pada metode Lee dan Ho (2006) dengan penambahan *encoding* sebelum penyisipan *watermark* dan *decoding* setelah ekstraksi *watermark*. Citra *host* adalah citra grayscale dan data yang disisipkan berupa citra biner. Citra *watermark* di-encode menggunakan BCH code. Citra yang telah di-encode disisipkan ke dalam citra media. Untuk melihat kembali data teks yang asli dilakukan ekstraksi dan recovery. Proses ekstraksi citra ter-*watermark* akan menghasilkan pesan yang kemudian pesan tersebut di-*decode* untuk melihat pesan asli. Proses *recovery* dilakukan pada citra

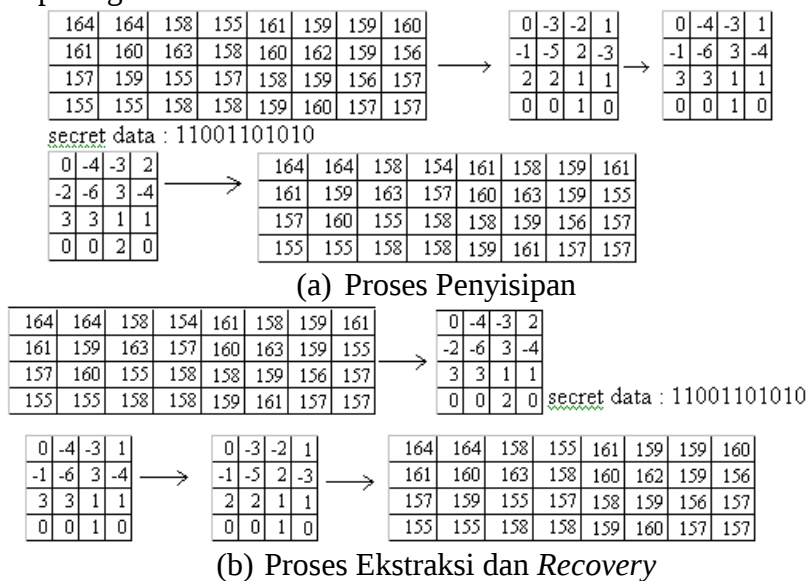
media sehingga citra dapat kembali seperti semula. Arsitektur sistem secara umum diilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

2.2.2 Metode Reversible Watermarking

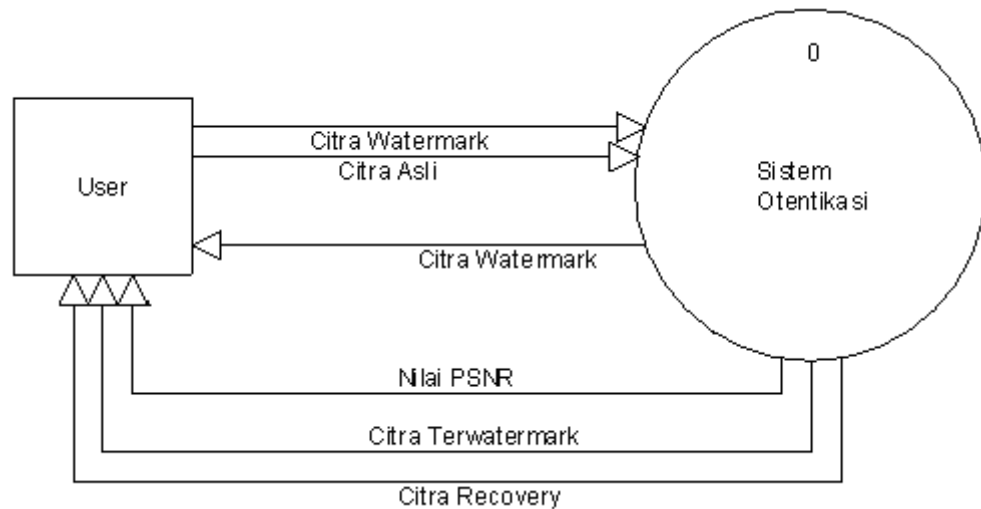
Metode *reversible watermarking* yang dikembangkan Lee (2006) terlihat pada gambar 2.



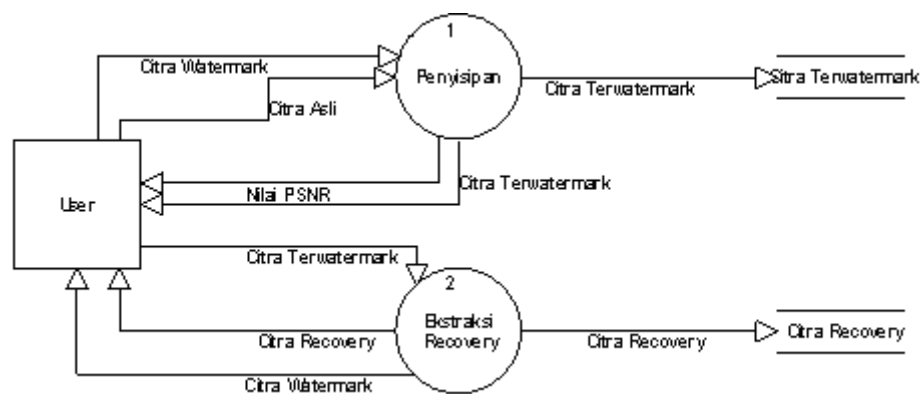
Gambar 2. Reversible Watermarking pada Difference Image

2.2.3 Desain Sistem

Sistem ini memiliki input citra *watermark* dan citra asli(host). Output sistem adalah citra ter-*watermark*, nilai PSNR, citra hasil ekstraksi dan *recovery*. Sistem digambarkan dengan diagram konteks seperti gambar 3.



Gambar 3 Diagram Konteks Sistem



Gambar 4. DFD level 1

Pada DFD level 1, sistem terbagi menjadi dua proses yakni Penyisipan *watermark* dan ekstraksi *recovery*. Proses penyisipan membutuhkan input citra asli dan watermark. Hasil proses ini berupa citra terwatermark dan nilai PSNR. Sedangkan proses ekstraksi dan

recovery membutuhkan input citra ter-*watermark* dan menghasilkan output berupa citra hasil *recovery* dan citra hasil ekstraksi (*watermark*).

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Perbandingan Kualitas Citra

Citra *watermark* yang digunakan untuk pengujian adalah citra biner logo IEEE berukuran 36 x 105 piksel dalam format file .bmp. *Watermark* di-*encode* menggunakan BCH code(255,115).



Gambar .5 Citra *watermark*

Penyisipan dilakukan pada citra uji standard 8 bit (*grayscale*) dengan hasil seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kualitas citra ter-*watermark*

Citra	PSNR (dB)	
	Tanpa ECC	Dengan ECC
Lena	50.18	50.13
Baboon	49.81	49.77
Airplane	50.16	50.09
Barbara	50.64	50.58
Boat	49.97	49.93
House	50.47	50.45
Elaine	49.99	49.94
Aerial	49.79	49.82
Truck	50.71	50.65
ChemicalPlant	49.86	49.90
Clock	50.71	50.45
APC	50.90	50.82

Kualitas citra ter-*watermark* baik tanpa ECC maupun dengan ECC memiliki nilai PSNR lebih dari 49 dB. Hal ini memperlihatkan bahwa kualitas citra ter-*watermark* tetap terjaga walaupun terdapat penambahan ECC pada *watermark*.

3.2 Kemampuan Koreksi Error

Pengujian kemampuan koreksi *error* dilakukan dengan memberi noise pada citra ter-watermark. Noise yang ditambahkan salt and pepper berukuran 100 x 100 (gambar 6 (a)). Hasil ekstraksi watermark tanpa ECC dan dengan ECC terlihat pada gambar 6 (b) dan (c). Dibanding dengan watermark tanpa ECC, watermark dengan ECC masih terlihat walaupun terdapat noise yang tidak terkoreksi.



(a) Noise pada Citra host



(b) Ekstraksi watermark tanpa ECC



(c) Ekstraksi watermark dengan ECC

Gambar 6. Noise pada Citra Ter-watermark

3.3 Kompresi JPEG

Kompresi JPEG dapat dilakukan pada citra ter-watermark dengan metode pada mode *lossless*. Hasil ekstraksi citra ter-watermark yang terkompresi JPEG dengan mode *lossless* akan sama dengan watermark sebelum penyisipan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Metode *revesible watermarking* pada *difference image* dengan ECC dapat mendeteksi dan mengkoreksi *error* pada citra ter-watermark.
2. Kualitas citra ter-watermark dengan ECC memiliki nilai PSNR >49 dB.
3. Citra ter-watermark tidak terpengaruh dengan kompresi JPEG dengan mode *lossless*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Gonzalez. R.C., dan Woods. R. E., 2008, “*Digital Image Processing*”, Prentice Hall.
- Fallahpour. M, Sedaaghi. M. H, 2007, “High Capacity Lossless Data Hiding Based on Histogram Modification”, *IEICE Electronics Express*, Vol. 4, No.7, pp. 205-210
- Feng. J-B, Lin. I-C, Tsai. C-S dan Chu Y-P, 2006, “Reversible Watermarking: Current Status and key issue”, *International Journal of Network Security*, Vol.2, No.3, pp. 161-171.
- Hsieh. Ching-Tang, Wu. Yeh-Kuang, 2001, “Digital Image Multiresolution Watermark Based on Human Visual System Using Error Correcting Code”, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Vol. 4, No. 3, pp. 201-208
- Ni. Zhicheng, Shi. Yun Q., dan Su. Wei, 2006, “Reversible Data Hiding”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol 16, no 3, Maret, pp. 354-362
- Murinto, 2004, Digital watermarking dalam domain spatial menggunakan pendekatan blok, *Tesis S2 Ilmu Komputer, UGM*.
- S. Lee,Y. Suh, and Y. Ho, 2006, “Reversible image authentication based on watermarking”, *IEEE Proc. Of ICME*, Juli, pp. 1321-1324.
- Thana S.M., 2008, “Steganografi Pada Citra Digital dengan Fast Fourier Transform” *Tesis*, Program Studi S2 Ilmu Komputer, Universitas Gadjah Mada.