

PENGGUNAAN KLASSTER PIKSEL UNTUK MENINGKATKAN KINERJA *REDUCED DIFFERENCE EXPANSION*

Adhi Prasetyo R¹⁾ dan Tohari Ahmad²⁾

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Noverber
Surabaya, Indonesia

E-mail: ¹adhi13@mhs.if.its.ac.id, ²tohari@if.its.ac.id

ABSTRAK

Reduced Difference expansion merupakan metode *reversible data hiding* dalam steganografi. Citra stego yang dihasilkan dari metode *Reduced Difference Expansion* dapat kembali ke dalam bentuk asli (cover) setelah proses ekstraksi. Kinerja dari metode ini masih dapat ditingkatkan, khususnya dalam hal kapasitas penyisipan data serta kualitas citra stego yang dihasilkan. Berdasarkan metode *Reduced Difference Expansion*, penelitian ini mengusulkan penggunaan metode baru untuk meningkatkan kinerja dari metode *reduced difference expansion* khususnya dalam hal kapasitas penyisipan data serta kualitas citra stego yang dihasilkan. Cara kerja dari metode yang diusulkan yaitu dengan membaca seluruh piksel terlebih dahulu, kemudian piksel-piksel tersebut akan dimasukkan ke dalam klaster sebelum dilakukan reduksi. Hasil percobaan yang dilakukan pada 3 citra *dataset* berhasil meningkatkan kapasitas penyisipan data serta meningkatkan kualitas citra *stego* yang diukur dengan menggunakan PSNR.

Kata Kunci: *Kerahasiaan Data, Reduced Difference Expansion, Reversible Data Hiding, Steganography.*

ABSTRACT

Reduced Difference expansion is method of *reversible data hiding* in steganography. Stego image generated from *Reduced Difference Expansion* method can return to the original image (cover) after the extraction process. Performance of this method can still be improved, particularly in terms of capacity data insertion and stego image quality produced. Based on *Reduced Difference Expansion* method, this research proposes the use of a new method to improve the performance of the *reduced difference expansion* method, especially in terms of data embedding capacity and stego image quality produced. The workings of the proposed method is to read the entire pixels in advance, then the pixels will be incorporated into the cluster before reduction. Results of experiments on three image datasets successfully managed to increase capacity of data insertion and improve the quality stego image as measured by using PSNR.

Keywords: *Data Confidentiality, Reduced Difference Expansion, Reversible Data Hiding, Steganography.*

PENDAHULUAN

Reversible data hiding merupakan salah satu cabang dari steganografi, dimana pesan akan dimasukkan dalam sebuah media yang berupa citra (*cover*), dimana cira yang dihasilkan disebut citra *stego* [1]. Terdapat berbagai metode dalam *reversible data hiding*, diantaranya metode *difference expansion* yang diusulkan oleh [1], dimana metode *difference expansion* bekerja pada pasangan nilai piksel yang saling bertetangga. Kelebihan dari metode *difference expansion* adalah mampu menyediakan kapasitas yang tinggi dengan tetap menjaga kualitas citra yang dihasilkan [2]. Banyak penelitian yang menggunakan metode *difference expansion*, diantaranya pada tahun 2003 [1], mengusulkan metode yang bekerja dengan menyisipkan *bit* data setiap selisih pasangan piksel. Alattar [3] mengembangkan *difference expansion* dengan memasukkan nilai-nilai piksel ke dalam blok untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan data. Tahun 2004 Alattar mengembangkan penelitian [3] menjadi *quad* [4]. M. Thodi [2] mengkombinasikan *difference expansion* dan *prediction-error expansion* untuk meningkatkan kualitas gambar. Penelitian [5] mengusulkan *prediction error scheme* yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan ekspansi antara piksel dan memprediksikan nilai ekspansi. Hasio [6], membagi gambar menjadi dua bagian, daerah dari data penyisipan dan daerah data penyisipan tambahan. Pada tahun 2009 [7] melakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas citra *stego* serta kapasitas data yang dapat disisipkan dengan cara melakukan reduksi setelah pencarian selisih piksel. Penelitian [8] melakukan modifikasi terhadap penelitian [9], dimana dilakukan reduksi sebelum penyisipan *bit* data.

Penelitian mengenai *difference expansion* pada umumnya mampu mengembalikan citra *stego* ke dalam bentuk citra asli (*cover*), tetapi terdapat masalah pada penyisipan pesan, yaitu kesamaan antara citra *cover* dengan citra

stego dan kapasitas data yang dapat disisipkan ke dalam citra *cover*. Meningkatkan kapasitas penyisipan dan mengurangi kerusakan pada gambar asli merupakan tantangan dari data *reversible hiding* [10].

Penelitian yang diusulkan ini mengacu pada dua masalah yang telah diuraikan, peningkatan kapasitas data dengan tingkat distorsi yang rendah dengan cara modifikasi penelitian RDE. Penelitian ini mengusulkan penggunaan kluster piksel untuk meningkatkan kinerja *Reduced Difference Expansion* dengan cara membagi piksel ke dalam tingkat kluster agar diperoleh hasil dengan kapasitas penyisipan data yang maksimal dan tingkat distorsi yang rendah.

PENELITIAN TERKAIT

Bagian ini menjelaskan metode-metode yang digunakan sebagai acuan terhadap usulan penelitian ini, yaitu *Reduced Difference Expansion*, *Generalized Difference Expansion* dan *Pixel-Value Differencing*.

Reduced Difference Expansion (RDE)

Reduced Difference Expansioan merupakan pengembangan dari *Difference Expansion*. RDE bekerja dengan cara melakukan reduksi sebelum proses penyisipan *bit* dengan menggunakan (1) [7].

$$h' = \begin{cases} h & , \text{jika } h < 2 \\ h - 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor - 1} & , \text{jika } h \geq 2 \end{cases} \quad (1)$$

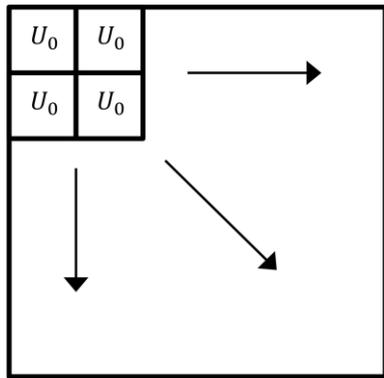
Untuk melakukan proses pengembalian ke bentuk *cover*, setiap blok piksel yang telah direduksi akan ditandai di dalam *location map* dan akan dilakukan untuk setiap perhitungan. Ketentuan nilai dari *Location Map (LM)* terdapat dalam (2).

$$LM = \begin{cases} 0 & , \text{jika } 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} = 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \text{ atau } h' = h \\ 1 & , \text{jika } 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \neq 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \end{cases} \quad (2)$$

Setiap blok piksel yang berhasil direduksi akan diberi nilai 1, sedangkan untuk yang lain akan diberi nilai 0. Ukuran *location map* tergantung pada jumlah piksel

Generalized Difference Expansion (GDE)

Generalized difference expansion merupakan pengembangan dari metode *difference expansion* dengan meningkatkan kapasitas data yang disisipkan [9]. Metode *difference expansion* dapat menyisipkan 1 bit data ke dalam setiap pasangan piksel, sedangkan dalam metode *generalized difference expansion bit* data dapat disisipkan sebanyak 3 bit dari setiap 4 piksel [9]. Metode GDE bekerja dengan cara membagi piksel gambar kedalam blok-blok yang terdiri dari 4 piksel dalam satu blok. Untuk citra *grayscale 8-bit*, jika w merupakan lebar dan h merupakan tinggi dari gambar asli, maka $1 \leq a \leq h, 1 \leq b \leq w$ dan $u = (u_0, u_1, u_2, u_3)$, u merupakan piksel dalam satu blok seperti Gambar 1, sehingga didapatkan perhitungan selisih $h = (h_0, h_1, h_2, h_3)$ sesuai (3). Pembagian blok dilakukan secara berurutan mulai dari kiri ke kanan dan atas ke bawah.



Gambar 1. Blok *Generalized difference expansion*

$$\begin{cases} h_0 = \lfloor \frac{u_0+u_1+u_2+u_3}{4} \rfloor \\ h_1 = u_1 - u_0 \\ h_2 = u_2 - u_1 \\ h_3 = u_3 - u_2 \end{cases} \quad (3)$$

Proses penyisipan ini dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu dengan menggunakan (4) dan (5):

$$\begin{cases} h'_1 = 2 \times h_1 - b_1 \\ h'_2 = 2 \times h_2 - b_2 \\ h'_3 = 2 \times h_3 - b_3 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} h'_1 = 2 \times \lfloor \frac{h_1}{2} \rfloor - b_1 \\ h'_2 = 2 \times \lfloor \frac{h_2}{2} \rfloor - b_2 \\ h'_3 = 2 \times \lfloor \frac{h_3}{2} \rfloor - b_3 \end{cases} \quad (5)$$

Dimana $b_1, b_2, \text{ dan } b_3 \in [0,1]$ merupakan bit data yang akan disisipkan.

Setelah proses penyisipan bit data, maka selanjutnya $h' = (h'_0, h'_1, h'_2, h'_3)$ akan ditransformasikan ke dalam bentuk $u' = (u'_0, u'_1, u'_2, u'_3)$ seperti pada (6) berikut ini:

$$\begin{cases} u'_0 = h'_0 - \lfloor \frac{v_1+v_2+v_3}{4} \rfloor \\ u'_1 = h'_1 + u_0 \\ u'_2 = h'_2 + u_1 \\ u'_3 = h'_3 + u_2 \end{cases} \quad (6)$$

Pixel-Value Differencing

Metode Pixel-Value Differencing bekerja dengan cara, pertama kluster harus dirancang terlebih dahulu, sehingga kluster memiliki n rentang bersebelahan (n rentang yang berdekatan, misalnya R_i di mana $i = 1, 2, 3, \dots, n$). Kluster memiliki rentang dari 0 sampai 255, sehingga terdapat dua tingkatan, yaitu bawah dan atas dengan nilai-nilai terikat pada R_i . Kemudian setiap blok dengan piksel u_i dan u_{i+1} akan dicari selisih perbedaannya dengan $d_i = |u_i - u_{i+1}|$ dengan R_i yang telah ditentukan. Jika nilai perbedaannya d_i berada dalam tingkat atas,

maka metode *embedding* akan sama dengan nilai perbedaan piksel. Jika tidak, nilai perbedaan d_i berada pada tingkat rendah, dan u_i dan u_{i+1} dapat disisipi 3-bit LSB. Untuk memenuhi proses ekstraksi perbedaan nilai piksel harus berada dalam rentang yang sama, sehingga jika terjadi perbedaan rentang, maka nilai dari piksel akan disesuaikan [11].

METODE

Penelitian ini mengusulkan metode *reversible data hiding* berbasis *Difference Expansion*. Metode yang diusulkan merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, terutama pada penelitian *Reduced Difference Expansion* (RDE) dan *Generalized Difference Expansion* (GDE).

1. Penyisipan

Metode ini bekerja dengan cara menempatkan nilai piksel sesuai dengan klaster yang telah ditentukan. Klaster harus ditentukan terlebih dahulu seperti pada [11]. Setiap klaster memiliki nilai 0 sampai $2^i - 1$ (misalkan klaster S_1 memiliki nilai 0 sampai 1, S_2 memiliki nilai 2 sampai 3) sehingga klaster S_i bernilai 0 sampai 255, dimana $i = 1, 2, 3 \dots 8$. Setelah itu akan dilakukan pencarian selisih terhadap piksel menggunakan (7) yang didapatkan dari modifikasi [9]. Reduksi akan dilakukan setelah perhitungan selisih antara piksel yang bertetangga dengan ketentuan seperti (8).

$$h = u - v \tag{7}$$

Dimana u merupakan nilai piksel dan v merupakan batas bawah klaster.

$$h' = \begin{cases} h & , \text{jika } h < 2 \\ h - 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} & , \text{jika } \frac{3}{2} 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \leq h < 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor + 1} \\ h - (2^{\lfloor \log_2 h \rfloor - 1} + 1) & , \text{jika } 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \leq h < \frac{3}{2} 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \end{cases} \tag{8}$$

Kategori h	Location Map	
	Bit	Bit
	Pertama	Kedua
$2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} < h < \frac{3}{2} 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor}$	1	1
$h = 2^i$	1	0
$\frac{3}{2} 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \leq h < 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor + 1}$ atau $h = 1$	0	1
$h = 0$	0	0

Setelah mendapatkan h' , selanjutnya menyisipkan *bit* data b menggunakan (3) dan setiap piksel yang telah direduksi ditandai *Location Map*. *Location Map* akan digunakan untuk menjamin piksel dapat kembali ke nilai awal pada saat ekstraksi. Kategori *Location Map* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori h berdasarkan Location Map

Setelah mendapatkan selisih yang memuat *bit* data yaitu h'' , langkah selanjutnya untuk mendapatkan piksel baru u' dengan menggunakan (9).

$$u' = u - v \tag{9}$$

2. Ekstraksi

Proses awal ekstraksi yaitu dengan menempatkan setiap piksel sesuai dengan klaster yang telah ditentukan seperti pada proses penyisipan. Setelah nilai piksel berada dalam setiap klaster, proses selanjutnya menghitung nilai selisih h menggunakan (6). Setelah mendapatkan selisih h , selanjutnya untuk mendapatkan *bit* data b menggunakan (10) dan mencari nilai h' dengan menggunakan (11) seperti pada metode RDE.

$$b = LSB(h) \tag{10}$$

$$h' = \left\lfloor \frac{h}{2} \right\rfloor \tag{11}$$

Location Map akan digunakan pada proses ekstraksi untuk mendapatkan h'' dengan mengikuti (12), selanjutnya untuk mengembalikan piksel menggunakan (8).

$$h'' = \begin{cases} h' & , \text{jika } LM = 00 \\ h' + 2^{\lfloor \log_2 (2 \cdot h') + 1 \rfloor} & , \text{jika } LM = 01 \\ h' + 2^{\lfloor \log_2 h' \rfloor} + 1 & , \text{jika } LM = 11 \\ h' + 2^{\lfloor \log_2 (2 \cdot h') + 1 \rfloor} + 1 & , \text{jika } LM = 10 \end{cases} \quad (12)$$

Langkah terakhir yaitu mengembalikan piksel ke posisi awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN



(A)



(B)



(C)

Tingkat kualitas dari *stego* akan dihitung dengan menggunakan *Peak-Signal-to-Ratio* (PSNR), jika semakin tinggi nilai PSNR, maka kualitas dari *stego* akan semakin baik. Kapasitas akan dihitung berdasarkan kemampuan citra dalam menampung data, jika semakin banyak *bit-bit* yang dapat ditampung, maka semakin banyak pula kapasitas data yang dapat ditampung. Evaluasi terhadap metode dengan cara membandingkan hasil nilai PSNR dari metode yang diusulkan dengan metode *Reduced Difference Expansion*. Percobaan akan dilakukan terhadap 3 citra *grayscale* berukuran 512x512 yang diperoleh dari OpenCV [12]. Citra yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Percobaan dilakukan dengan cara penyisipan data sebanyak yang bisa ditampung oleh citra.

Gambar 2. Dataset (A) Peppers (B) Elaine (c) Man (Sumber:[12])

Penyisipan data sebesar kapasitas yang dapat ditampung oleh citra

ditunjukkan dalam Tabel 2. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode yang diusulkan menghasilkan nilai PSNR

CITRA	PSNR (dB)			
	Data Maksimal		Kapasitas	
	RDE	Usulan	RDE	Usulan
Peppers	29.232	32,849	130650	262144
Elaine	29.426	29,113	131032	262144
Man	26.031	33,613	128786	262144

dan kapasitas yang lebih baik dibandingkan metode RDE. Peningkatan nilai PSNR tertinggi adalah 7,58 *dB* yang terjadi ketika menggunakan citra Man, sedangkan pada citra Elaine terjadi penurunan PSNR sebesar 0,313 *dB*. Peningkatan kapasitas tertinggi terjadi ketika menggunakan citra Stream yaitu 133358 *bit*.

Secara umum dari hasil yang diperoleh, rata-rata nilai PSNR yang dihasilkan mampu memberikan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode RDE, selain itu metode yang diusulkan mampu untuk memberikan peningkatan kapasitas penyisipan yang lebih baik dari metode RDE.

Tabel 2. PSNR dan Kapasitas Hasil Penyisipan Dengan Maksimal kapasitas yang dapat ditampung citra

SIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan metode baru berbasis *Difference Expansion*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode yang diusulkan ini dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan data serta kualitas yang diukur dengan menggunakan PSNR. Peningkatan PSNR tertinggi adalah 7,58 *dB* dan peningkatan kapasitas tertinggi adalah 133358 *bit*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jun Tian, "Reversible data embedding using a difference expansion," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.* 13.8, hal. 890-896, 2003.
- [2] Diljith M Thodi dan Jeffrey J. Rodríguez, "Expansion embedding techniques for reversible watermarking," *Image Processing, IEEE Transactions on* 16.3, hal. 721-730, 2007.
- [3] Adnan M Alattar, "Reversible watermark using difference expansion of triplets," in *Image Processing, 2003. ICIP 2003. Proceedings. 2003 International Conference on. Vol. 1. IEEE*, 2003, hal. I-501.
- [4] Adnan M Alattar, "Reversible watermark using difference expansion of quads," in *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004. Proceedings.(ICASSP'04). IEEE International Conference*, 2004, hal. III-377.
- [5] Hsien-Wen Tseng, Chi-Pin Hsieh, "Prediction-based reversible data hiding," *Information Sciences* 179, hal. 2460-2469. 2009
- [6] Ju-Yuan Hsiao, Ke-Fan Chan, dan J. Morris Chang, "Block-based Reversible data embedding," *Signal Processing* 89, hal 556-569. 2009.
- [7] Der-Chyuan Lou, Ming-Chiang Hu, dan Jiang-Lung Liu, "Multiple layer data hiding scheme for medical images," *Computer Standards & Interfaces* 31, hal. 329 –335, 2009.
- [8] Muhammad Holil dan Tohari Ahmad, Peningkatan Performa Metode Steganografi Berbasis Difference Expansion Menggunakan Reduksi Selisih, " *Juti Vol. 12*, Nomor 2, hal 9-17. 2014.
- [9] Adnan M. Alattar, "Reversible watermark using the difference expansion of a generalized integer transform," *Image Processing, IEEE Transactions on* 13.8, hal. 1147-1156., 2004.
- [10] Ju-Yuan Hsiao, Ke-Fan Chan, dan J. Morris Chang, "Block-based Reversible data embedding," *Signal Processing* 89, hal 556-569. 2009.
- [11] D.C.Wu and W.H.Tsai, "A steganographic method for images by pixel-value differencing," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 24, no. 9–10, pp. 1613–1626, 2003.
- [12] OpenCV DevZone, gsoc2012 - Revision 279. [Online]. Tersedia: http://code.opencv.org/svn/gsoc2012/denoising/trunk/dataset/grayscale/denoise_lab/Original%20Images/