

PENINGKATAN KECEPATAN PROSES PADA METODE COLOR ORDERING DAN MAPPING DENGAN PENDEKATAN DELAPAN-KETETANGGAAN

Astried¹ dan Tri Basuki Kurniawan²

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

²Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma, Palembang, Sumatera-Selatan

email: tribasukikurniawan@yahoo.com

Abstract

The development of digital technology and internet, nowadays, has given the facility for easy access and distribution of a lot of information in digital form. The facilities in distributing digital data also has emerged the negative impact such as the violence of copy right. One of techniques developed from negative impact is water making technique. Several techniques have been mentioned by many researches in water making, one of them is the use of color palette and color index which is also know as ordering and mapping color method. In this method, the substitute color found through all colors in the pallets so this process gives the longer time in bit watermark inserting process. In this paper, ordering and mapping color which use color pallet of an image will be modified to increase the speed of the process by using eight neighborhoods approximation. From experimental result conducted to 30 images, it can be concluded that the proposed approximation has taken the shorter time than the conventional method.

Keywords: watermarking, color ordering and mapping, eight neighbor.

Abstrak

Perkembangan teknologi digital dan internet saat ini telah memberi kemudahan untuk melakukan akses serta mendistribusikan berbagai informasi dalam format digital. Kemudahan dalam pendistribusian sebuah data digital ini menimbulkan dampak negatif, berupa pelanggaran hak cipta. Salah satu teknik yang dikembangkan untuk menghindari dampak negatif tersebut adalah teknik watermaking. Beberapa teknik telah diperkenalkan oleh beberapa peneliti pada bidang watermarking, salah satunya adalah metode yang menggunakan color palette dan color indexes yang dikenal sebagai metode color ordering dan mapping. Pada metode ini, warna pengganti dicari pada seluruh warna di dalam palette sehingga menyebabkan proses penyisipan bit watermark yang memerlukan waktu yang relatif lama. Pada makalah ini, metode color ordering and mapping yang memanfaatkan palette warna sebuah citra akan diubah untuk ditingkatkan kecepatannya dengan menggunakan pendekatan delapan-ketetangga. Dari hasil percobaan terhadap 30 buah citra, dapat disimpulkan bahwa pendekatan yang diusulkan memerlukan waktu proses yang lebih singkat dibandingkan metode aslinya.

Kata Kunci: watermarking, color ordering and mapping, delapan-ketetangga.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital serta internet saat ini telah memberi kemudahan untuk melakukan akses serta mendistribusikan berbagai informasi dalam format digital. Beberapa faktor yang membuat data digital (seperti suara, citra, video dan teks) banyak digunakan antara lain dikarenakan kemudahan dalam proses duplikasi dan hasil dari duplikasi akan tetap sama dengan aslinya, juga dikarenakan biaya yang murah dalam proses duplikasi dan penyimpanan, serta mudah disimpan dan kemudian untuk diolah atau diproses lebih lanjut [1].

Kemudahan tersebut akhirnya dapat digunakan secara negatif, tanpa memperhatikan aspek hak cipta (*intellectual property right*) oleh orang-orang yang kurang bertanggung jawab. Banyak cara yang sudah ditempuh untuk mengamankan atau melindungi data digital. Teknologi

watermarking merupakan suatu solusi didalam melindungi hak cipta kepemilikan terhadap data-data digital, yang akhir-akhir ini dikembangkan para peneliti [2]

Watermarking adalah teknik yang digunakan untuk menyembunyikan atau penyisipan data/informasi ke dalam suatu data digital lainnya dengan memanfaatkan kekurangan-kekurangan sistem indera manusia, seperti mata dan telinga, sehingga data yang disisipkan tidak diketahui kehadirannya oleh manusia dan mampu menghadapi proses-proses pengolahan sinyal digital yang tidak merusak kualitas data yang ter-watermark sampai pada tahap tertentu [3].

Beberapa teknik telah diperkenalkan oleh beberapa peneliti pada bidang *watermarking*. Salah satunya adalah metode yang menggunakan *color palette* dan *color indexes* pada proses penggantian warna dalam usaha menyisipkan suatu data rahasia pada *palette image*. Teknik ini dikenal sebagai metode *color ordering and mapping*. Metode *color ordering and mapping* [4] adalah salah satu metode *watermarking* yang memanfaatkan sekelompok piksel yang berdekatan (warna-warna tetangga) sebagai input dan nilai *binary* "0" atau "1" sebagai output dengan menggunakan beberapa fungsi seperti fungsi relasi pengurutan warna (*color-ordering relationship*), fungsi pemetaan warna (*color mapping function*) dan fungsi *color-difference*. Pada metode ini, warna pengganti dicari pada seluruh warna di dalam *palette*. Hal ini menyebabkan proses penyisipan bit *watermark* (data yang akan disembunyikan) memerlukan waktu yang relatif lama [4].

Pada makalah ini diusulkan sebuah pendekatan yang berbeda. Pencarian warna pengganti hanya dilakukan kepada delapan warna tetangga, sehingga dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses penyisipan. Selanjutnya, pembahasan dalam makalah akan dilakukan sebagai berikut; secara singkat, metode *color ordering and mapping* akan dibahas lebih lanjut pada bagian 2. Pada bagian 3, akan dibahas pendekatan yang diusulkan untuk memberikan waktu proses penyisipan yang lebih singkat. Selanjutnya, hasil dari percobaan akan ditampilkan dan perbandingan hasil antara hasil dari pendekatan yang diusulkan dan hasil dari metode asal [4] akan dibahas pada bagian 4. Terakhir, pada bagian 5 akan diberikan kesimpulan dari makalah ini.

2. METODE COLOR ORDERING DAN MAPPING

Secara sederhana, ide dasar yang digunakan dalam metode *color ordering and mapping* adalah bagaimana mengubah warna piksel-piksel pada sebuah image agar sesuai dengan hasil keluaran dari *color-mapping function* (F_{cm}) yang berupa *binary*, berdasarkan nilai dari bit data yang akan disembunyikan.

2.1. Color Ordering Relationship (R_{co})

Pencarian *color-ordering relationship* (R_{co}) berdasarkan pada nilai luminan v_1 dan v_2 dari c_1 dan c_2 , dimana nilai luminan v_1 dan v_2 diperoleh dengan persamaan (1).

$$\begin{aligned} v_1 &= 0.3 \times r_1 + 0.59 \times g_1 + 0.11 \times b_1 \\ v_2 &= 0.3 \times r_2 + 0.59 \times g_2 + 0.11 \times b_2 \end{aligned} \quad (1)$$

Maka tiga kemungkinan pengurutan warna antara c_1 dan c_2 , yang kemudian disebut *color-ordering relationship* (R_{co}), seperti pada persamaan (2).

$$R_{co} = \begin{cases} c_1 > c_2 & \text{if } (v_1 > v_2) \text{ or} \\ & (v_1 = v_2 \text{ and } r_1 > r_2) \text{ or} \\ & (v_1 = v_2 \text{ and } r_1 = r_2 \text{ and } g_1 > g_2) \\ c_1 = c_2 & (r_1 = r_2 \text{ and } g_1 > g_2 \text{ and } b_1 = b_2) \\ c_1 < c_2 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (2)$$

2.2. Color Mapping (F_{cm})

Hasil dari pengurutan warna c_1 - c_4 berdasarkan R_{co} , adalah c'_1 - c'_4 , dimana c'_1 merupakan nilai tertinggi dalam pengurutan, yang selanjutnya dapat digunakan untuk mencari nilai b hasil dari *color mapping function* (F_{cm}), seperti pada persamaan (3):

$$f_{cm}(c, c'_1, \dots, c'_4) = \begin{cases} 0, & \text{if } c \geq c'_1 \\ 1, & \text{if } c'_1 > c \geq c'_2 \\ 0, & \text{if } c'_2 > c \geq c'_3 \\ 1, & \text{if } c'_3 > c \geq c'_4 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

2.3. Color Difference

Perbedaan warna antara dua buah warna, (c_1 dan c_2), sebagai jarak *Euclidean* antara nilai (r_1, g_1, b_1) dan (r_2, g_2, b_2) dari c_1 dan c_2 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4):

$$|c_1 - c_2| = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad (4)$$

3. METODE YANG DIUSULKAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan sejumlah perbaikan dari metode [4], dimana perubahan dilakukan pada proses pencarian nilai warna pengganti untuk piksel X. Pada metode [4], warna pengganti dicari pada seluruh warna di dalam *palette*. Hal ini menyebabkan proses penyisipan bit *watermark* memerlukan waktu yang lebih lama. Sedangkan dalam penelitian ini, pencarian warna pengganti diutamakan pada warna tetangga sehingga waktu yang diperlukan untuk penyisipan menjadi lebih singkat. Pencarian warna pengganti di dalam *palette* hanya dilakukan jika seluruh warna tetangga sama. Perubahan juga dilakukan pada bentuk ketetanggaannya. Bentuk ketetanggaan yang digunakan pada metode ini berbeda dengan metode [4], yaitu bentuk delapan-ketetanggaan, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Selanjutnya metode yang dimodifikasi ini disebut dengan metode delapan-ketetanggaan.

Dalam metode Tzeng [4], proses menentukan apakah sebuah piksel dapat disisipi (*embeddable*) ataukah tidak dapat disisipi (*non-embeddable*), menggunakan sebuah nilai *threshold* sebagai pembatas. Dengan demikian, tidak semua piksel di dalam citra dapat digunakan untuk menyimpan data.

Pada metode delapan-ketetanggaan citra dibagi dalam beberapa blok berukuran 3x3, dimana piksel pada koordinat (2,2) pada blok tersebut yang akan digunakan untuk menyisipkan bit *watermark* dan setiap blok dapat digunakan untuk menyisipkan bit *watermark*. Hal ini dilakukan agar citra ter-*watermark* yang dihasilkan dapat tahan terhadap serangan *noise salt and pepper* dan kompresi JPEG.

3.1. Algoritma Penyisipan *Watermark*

Metode delapan-ketetanggaan citra dibagi atas blok 3x3, dan kedelapan tetangganya berada pada koordinat (i-1,j-1), (i-1,j), (i-1,j+1), (i,j-1), (i,j+1), (i+1,j-1), (i+1,j), (i+1,j+1). Adapun algoritma penyisipan *watermark* Metode 8-ketetanggaan adalah sebagai berikut:

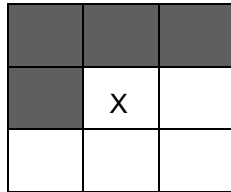
Algorithm 1. Penyisipan *watermark*

Input I = citra *host*
 S = bit rahasia (b_1, b_2, \dots, b_i) / *watermark*

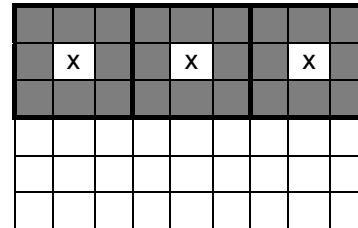
Output I' = citra ter-*watermark*

1. Bagi citra kedalam blok berukuran 3x3.
2. Untuk masing-masing blok, Hitung nilai α . α adalah banyaknya warna yang berbeda pada tetangga $I(i, j)$
3. Jika $\alpha > 1$
 - a. Urutkan warna tetangga yang berbeda berdasarkan R_{co}
 - b. Hitung nilai b berdasarkan F_{cm}
 - c. Jika $b = b_i$, lanjutkan ke blok selanjutnya.
 - d. Jika $b \neq b_i$, cari warna tetangga yang memiliki perbedaan warna minimum dengan warna c piksel X dan ganti warna piksel (X) dengan warna tetangga tersebut sehingga $b = b_i$

- e. Lanjutkan ke blok selanjutnya.
4. Jika $\alpha = 1$
 - a. Hitung nilai b berdasarkan F_{cm}
 - b. Jika $b = b_i$, lanjutkan ke blok selanjutnya.
 - c. Jika $b \neq b_i$ cari warna yang memiliki perbedaan warna minimum dengan warna c dari piksel X dalam *palette* sehingga nilai $b = b_i$.
 - d. Jika tidak terdapat warna yang memenuhi, ganti nilai warna piksel $(i-1, j)$ dengan warna yang memiliki perbedaan warna minimum dengan warna piksel $(i-1, j)$ dalam *palette*.
 - e. Lakukan langkah 3.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) ketetangaan Metode Tzeng [4] (b) ketetangaan Metode delapan-ketetangaan

3.2. Algoritma Pengekstrakan *Watermark*

Algoritma 2. Pengekstrakan *watermark*

Input I' = Citra ter-*watermark*

Output S = bit rahasia (b_1, b_2, \dots, b_i) / *watermark*

1. Bagi citra kedalam sejumlah blok yang berukuran 3x3.
2. Untuk masing-masing blok, tentukan α dari piksel (i, j) .
3. Hitung nilai b dari F_{cm} dari piksel tersebut berdasarkan warna tetangga yang berbeda. Nilai F_{cm} ini adalah bit yang disembunyikan dalam blok tersebut.
4. *Decoding* bit-bit yang diperoleh dari langkah 3 sehingga diperoleh citra *watermark*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan terhadap 30 buah citra *host*, 2 diantaranya seperti diperlihatkan pada Gambar 2, dengan menggunakan format file gif. Sedangkan untuk citra *watermark*, yang digunakan adalah citra biner dengan ukuran 89 x 33, seperti diperlihatkan pada Gambar 3 [5].

Perbandingan yang dilakukan pada metode Tzeng [4] dan metode delapan-ketetangaan dilakukan terhadap dua proses, yaitu proses penyisipan dan proses pengekstrakan citra *watermark*. Pada proses penyisipan citra *watermark* metode Tzeng [4] menggunakan tiga buah set parameter sebagai nilai *threshold*. Sedangkan proses penyisipan pada metode delapan-ketetangaan tidak menggunakan parameter. Adapun yang dibandingkan adalah nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR) dari hasil proses dan waktu yang diperlukan untuk melakukan proses penyisipan.

Pada proses pengekstrakan citra *watermark* untuk kedua metode, yang dibandingkan adalah nilai *normalized cross-correlation* (NC) dan waktu yang diperlukan untuk proses pengekstrakan. Nilai *threshold* yang digunakan untuk metode Tzeng [4] sama dengan nilai *threshold* pada saat penyisipan. Selain itu, kedua metode juga akan dibandingkan dalam hal ketahanannya terhadap serangan yang diberikan yaitu berupa derau/*noise salt and pepper* dan kompresi JPEG dengan *quality factor* 95 dan 90.



(a) Citra Puppy.gif (400 x 300)



(b) Citra Garfield.gif (300 x 255)

Gambar 2. Contoh Citra Host



Gambar 3. Citra watermark dengan ukuran (89 x33)

Tabel. 1. Rata-rata perbandingan nilai PSNR dan waktu proses pada metode Tzeng [4] dengan metode delapan-ketetanggaan

	Tzeng [4]			Delapan-ketetanggaan	
	Threshold	PSNR (dB)	Waktu (detik)	PSNR (dB)	Waktu (detik)
Nilai rata-rata	$T_c = 1, T_d = 30, T_v = 15$	46,531	140,272	43,577	2,876
	$T_c = 2, T_d = 20, T_v = 10$	13,516	31,483		

Pada Tabel 1, diperlihatkan perbandingan hasil dari proses pada metode Tzeng [4] dengan hasil dari proses metode yang diusulkan, berupa rata-rata nilai PSNR dan waktu proses. Dapat bahwa dilihat dari perbandingan nilai PSNR, metode Tzeng [4] mempunyai nilai PSNR yang lebih baik daripada nilai PSNR metode delapan-ketetanggaan, tetapi metode Tzeng [4] memerlukan waktu yang lebih lama untuk proses penyisipan.

Pada proses penyisipan metode Tzeng [4], yang banyak memerlukan waktu adalah proses untuk menentukan apakah sebuah bit piksel pada citra *host* bersifat *embeddable* atau *non-embeddable*. Pada metode delapan-ketetanggaan, setiap blok yang ada pada citra *host* bersifat *embeddable*, hal ini menyebabkan waktu proses menjadi lebih singkat.

Proses lainnya yang juga memerlukan banyak waktu adalah proses pencarian warna optimal sebagai warna pengganti apabila hasil dari F_{cm} tidak sama dengan bit yang akan disisipkan. Pada metode Tzeng [4], proses pencarian warna pengganti dilakukan di dalam *palette* yang mempunyai jumlah warna maksimum 256 warna, sedangkan pada metode delapan-ketetanggaan, pencarian warna optimal hanya dilakukan pada warna-warna tetangga saja dan hanya apabila nilai *alpha* sama dengan 1, barulah proses pencarian warna pengganti dilakukan dalam *palette*. Untuk perbandingan hasil proses pengekstrakan antara Tzeng [4] dengan delapan-keteranggaan, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata perbandingan nilai NC dan waktu proses pada metode Tzeng [4] dengan metode delapan-ketetanggaan

	Tzeng [4]			Delapan-ketetanggaan	
	Threshold	Waktu (detik)	NC	Waktu (detik)	NC
Nilai rata-rata	$T_c = 1, T_d = 30, T_v = 15$	101,863	1	0,543	1
	$T_c = 2, T_d = 20, T_v = 10$	18,719	1		

Pada proses pengekstrakan, seperti ditampilkan pada Tabel.2, dapat dilihat bahwa citra *watermark* hasil pengekstrakan mempunyai nilai NC = 1. Hal ini berarti kedua metode dapat menghasilkan citra *watermark* yang tepat sama seperti citra *watermark* asli. Untuk waktu proses, metode delapan-ketetanggaan memberikan nilai waktu proses yang lebih singkat dibandingkan metode Tzeng [4]. Pada metode Tzeng [4], untuk proses pengekstrakan setiap bit harus diperiksa, apakah bersifat *embeddable* atau *non embeddable* untuk menentukan piksel mana yang menyimpan bit-bit citra *watermark*, sedangkan pada metode delapan-ketetanggaan, hal tersebut tidak perlu dilakukan karena tiap-tiap bit piksel pada citra ter-*watermark* bersifat *embeddable* yang berarti menyimpan 1 bit dari citra *watermark*.

Perbandingan kualitas citra *watermark* hasil pengekstrakan citra ter-*watermark* yang diuji ketahanannya dengan memberikan serangan berupa derau dan kompresi JPEG pada kedua metode tersebut, ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata perbandingan nilai NC dan waktu proses pengekstrakan dengan derau pada metode Tzeng [4] dengan metode delapan-ketetanggaan

	Tzeng [4]				Delapan-ketetanggaan		
	Threshold	Derau (%)	Waktu (detik)	NC	Derau (%)	Waktu (detik)	NC
Nilai rata-rata	$T_c = 1, T_d = 30$	1	107,239	0,7464	1	0,533	0,928
		5	94,4111	0,6494			
		10	93,753	0,574			
	$T_c = 2, T_d = 20$	1	28,547	0,195	5	0,531	0,704
		5	22,242	0,135			
		10	18,181	0,106			

Tabel 4. Rata-rata perbandingan nilai NC dan waktu proses pengekstrakan dengan dikompresi JPEG pada metode Tzeng [4] dengan metode delapan-ketetanggaan

	Tzeng [4]				Delapan-ketetanggaan		
	Threshold	Quality Factor	Waktu (detik)	NC	Quality Factor	Waktu (detik)	NC
Nilai rata-rata	$T_c = 1, T_d = 30$	95	103,644	0,511	95	0,508	0,685
		90	112,992	0,443			
	$T_c = 2, T_d = 20$	95	77,461	0,484	95	0,517	0,571
		90	83,523	0,461			

Pada metode delapan-ketetanggaan citra *watermark* yang diekstrak masih dapat diperoleh kembali dengan nilai NC yang cukup tinggi bila dibandingkan pada metode Tzeng [4]. Hal ini dikarenakan pada metode Tzeng [4] pemberian derau dan pengkompresian citra ter-*watermark* akan sangat mempengaruhi sifat *embeddable* sebuah piksel.

5. SIMPULAN

Proses penyisipan dan pengekstrakan *watermark* pada metode yang diusulkan, yaitu metode delapan-ketetanggaan memerlukan waktu yang lebih cepat, namun nilai PSNR yang dihasilkan lebih rendah meskipun secara visual perbedaan tersebut tidak terlihat secara jelas. Pada metode yang diusulkan, semua blok piksel pada citra *host* bersifat *embeddable*, sehingga kapasitas citra *host* yang dapat disisipi menjadi relatif lebih besar terutama apabila sebagian besar piksel dari citra *host* mempunyai bagian yang berwarna sama. Metode ini relatif lebih tahan (*robust*) terhadap serangan *noise salt and pepper* dan kompresi JPEG. Pada penelitian ini citra *host* yang digunakan adalah format citra berindeks. Untuk file bukan dengan format citra berindeks, perlu dilakukan perubahan format citra ke format citra berindeks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Supangkat, S. H., Kuspriyanto., dan Juanda., 2000, "Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital", Majalah Ilmiah Teknik Elektro. Vol 6. No.3
- [2]. Sirait, R., 2006, "Teknologi Watermarking Pada Citra Digital", Jurnal Tetron. Vol 3. No1.
- [3]. Suhail, A. M., 2005, "Digital Watermarking for Protection of Intellectual Property, Multimedia security: steganography and digital watermarking techniques for protection of intellectual property", Chun-Shien Lu, Editor, Idea Group Inc.
- [4]. Tzeng C-H., Yang Z-F., dan Tsai W-H., 2004, , IEEE Transaction on Communications Vol.52 No.5.
- [5]. Astried, 2008, "Watermarking dengan metode Color Ordering dan Mapping pada Palette Images", Tesis-S2 Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.