

TEKNIK WATERMARKING MENGGUNAKAN METODE CRT PADA DETEKSI TEPI CANNY UNTUK PERLINDUNGAN HAK CIPTA (DAGADU)

Nuniek Herawati¹

¹Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta
Email: ¹nuniekh@akprind.ac.id

Masuk: 01 Januari 2019, Revisi masuk: 10 Januari 2019, Diterima: 16 Januari 2019

INTISARI

Yogyakarta merupakan salah satu kota tujuan wisata favorit di Indonesia. Hampir setiap akhir pekan atau liburan Kota Gudeg ini selalu dipadati oleh wisatawan baik lokal maupun manca negara dari anak-anak, remaja sampai orang dewasa. Pada kota pariwisata khususnya, ketersediaan cinderamata dan oleh-oleh memegang peran penting untuk menambah *income* daerah dan sudah pasti mempunyai kekhasan. Kota Yogyakarta tak hanya terkenal dengan oleh-olehnya yang berupa gudeg, batik dan bakpia saja, namun juga dikenal dengan *brand* fashion Dagadu. Dagadu merupakan sebuah merek dagang khas Yogyakarta berupa rancangan grafis yang dibuat pada cinderamata terutama kaos, baju, gantungan kunci, stiker dan lain-lain. Rancangan grafis dimana menghasilkan citra bisa dijaga dari manipulasi citra agar tidak bisa ditiru oleh pihak lain. Skema *watermarking* dibuat untuk mengatasi hal ini.

Teknik *watermarking* merupakan salah satu solusi menghindari penyalinan yang tidak legal. Saat ini banyak skema *watermarking* yang telah diajukan untuk mengatasi masalah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan teknik *watermarking Chinese Remainder Theorem* (CRT) untuk pelabelan hak cipta. Sebelum dilakukan penanaman *watermark*, dilakukan proses *preprocessing* terlebih dahulu menggunakan metode deteksi tepi Canny untuk mengetahui tepi dan batas-batas pada citra. Hasil pengukuran kualitas citra menggunakan *Structural Similarity* (SSIM), terlihat metode CRT pada deteksi tepi Canny mampu meningkatkan kualitas citra *watermark* secara signifikan dengan rata-rata 0.99963 dibandingkan dengan metode CRT yang hanya memiliki rata-rata 0.99842. Pada saat diberi serangan pengolahan citra, CRT pada deteksi tepi Canny mampu mempertahankan *robustness* terhadap serangan dengan rata-rata kompresi 0,68212 dan *noise* 0.940038 sedangkan metode CRT hanya memiliki rata-rata kompresi 0,56653 dan *noise* 0.93632.

Kata-kata kunci: *Watermarking*, CRT, Canny, SSIM, NC.

PENDAHULUAN

Yogyakarta merupakan salah satu kota tujuan wisata favorit di Indonesia. Hampir setiap akhir pekan atau liburan Kota Gudeg ini selalu dipadati oleh wisatawan baik lokal maupun manca negara dari anak-anak, remaja sampai orang dewasa. Pada kota pariwisata khususnya, ketersediaan cinderamata dan oleh-oleh memegang peran penting untuk menambah *income* daerah dan sudah pasti mempunyai kekhasan. Kota Yogyakarta tak hanya terkenal dengan oleh-olehnya yang berupa gudeg, batik dan bakpia saja, namun juga dikenal dengan *brand* fashion Dagadu. Dagadu merupakan sebuah merk dagang khas Yogyakarta berupa rancangan grafis

yang dibuat pada cinderamata terutama kaos, baju, gantungan kunci, sticker dan lain-lain. Rancangan grafis dimana menghasilkan citra bisa dijaga dari manipulasi citra agar tidak bisa ditiru oleh pihak lain

Merk dagang merupakan sesuatu yang cukup penting dimiliki oleh seseorang atau perusahaan. Seiring dengan perkembangan jaman, tidak sedikit merk dagang yang banyak di manipulasi atau digunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab untuk mendapat keuntungan. Munculnya masalah manipulasi gambar atau citra ini membuat khawatir beberapa pihak, padahal pemerintah Indonesia sudah mencanangkan peraturan yang sudah

tertulis dalam sebuah UUHC (Undang-undang Hak Cipta), yaitu Undang-undang yang mengatur Hak Cipta adalah Undang-undang nomor 28 tahun 2014 (Syamsudin, 2014). Dalam pasal 1 butir 1 pengertian hak cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Otentikasi gambar menjadi permasalahan penting, sebagai akibat dari pertumbuhan daya komputasi, teknologi internet, pasar multimedia, aplikasi pencitraan medis, dan meningkatkan minat dalam aplikasi *web*. Dengan jumlah data multimedia yang sangat banyak dan menggunakan format digital dapat dengan mudah diubah atau dirusak menggunakan alat pengolahan gambar, maka dari itu tidak dapat dipastikan bahwa gambar yang diterima melalui internet adalah otentik. Perlindungan hak cipta menjadi satu permasalahan yang serius untuk memastikan integritas gambar yang diterima serta kepemilikan asli untuk keamanan. Beberapa teknik perlindungan hak cipta diantaranya adalah kriptografi, steganografi, dan *watermarking*. Konsep dari ketiga teknik tersebut adalah *data hiding*, dimana suatu informasi rahasia akan disisipkan pada sebuah objek sehingga tidak dapat diketahui oleh orang asing.

Teknik *watermarking* merupakan salah satu solusi menghindari penyalinan yang tidak sah. Baru-baru ini banyak skema *watermarking* telah diajukan untuk mengatasi masalah ini. Teknik *watermarking* didefinisikan sebagai proses menyembunyikan data digital dalam data penutup yang harus dilindungi dan diekstraksi kemudian untuk verifikasi kepemilikan. Kelebihan *watermarking* adalah tahan terhadap berbagai jenis serangan, diantaranya *cropping*, *rotating*, *scaling*, *low pass filtering*, mengubah ukuran, dan kompresi JPEG.

Ada 2 jenis domain yang dapat dilakukan penyisipan *watermarking*, diantaranya yaitu domain spasial dan domain frekuensi. Dengan algoritme sederhana, *watermarking* domain spasial

untuk menanamkan citra *watermark*, yaitu dengan cara nilai piksel pada citra asli diubah. Namun *watermark* domain ini bersifat lemah, tidak tahan dengan serangan, dan informasi yang ditanamkan mudah rusak dan diubah. Sedangkan *watermarking* domain frekuensi, nilai lain piksel ditransformasikan menjadi koefisien. Untuk pemrosesan penanaman *watermark* pada citra asli, koefisien tersebut harus diubah. Sebagian besar operasi pengolahan citra dapat dikenali dengan mudah

Teknik *watermarking* yang digunakan oleh Patra dkk. (2010) adalah *Chinese Remainder Theorem* (CRT). Penggunaan CRT memberikan keuntungan dalam hal peningkatan keamanan dan kompleksitas komputasi rendah. Dalam skema ini hanya beberapa informasi yang diperlukan untuk ekstraksi *watermark*. Skema yang diusulkan dapat meningkatkan kapasitas *embedding* dalam citra dan tetap menjaga *imperceptibility* dan ketahanan terhadap serangan. Namun, kelemahan CRT yaitu tidak tahan terhadap kompresi JPEG dan *brightening attack*. Maka dari itu teknik *watermarking* CRT perlu diterapkan pada deteksi tepi agar tahan terhadap kompresi.

Metode deteksi tepi *Canny* dapat melakukan perhitungan deteksi tepi dengan baik dibanding metode lainnya. Dan dapat meningkatkan akurasi dalam pengenalan pola. Kelebihan dari metode *Canny* adalah sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi, metode *Canny* terlebih dahulu mengurangi noise, sehingga menghasilkan tepi-tepi yang lebih optimal.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti menggunakan metode *Chinese Remainder Theorem* (CRT) untuk penanaman *watermark*. Sebelum dilakukan penanaman *watermark*, citra Dagadu di *preprocessing* terlebih dahulu menggunakan metode deteksi tepi *Canny* untuk mengetahui tepi dan batas-batas pada citra.

METODE PENELITIAN

Alat Penelitian

1. Perangkat lunak

Perangkat lunak merupakan komponen utama yang digunakan dalam

penelitian, supaya maksud dan tujuan penelitian yang dilakukan dapat tercapai dengan baik. Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem operasi, sistem operasi yang digunakan adalah Windows 7 Home Premium 64-bit.
- b. Aplikasi pengolah, aplikasi yang digunakan adalah Matlab R2012a. Matlab R2012a digunakan untuk mengolah gambar yang akan ditanami *watermark* dan juga untuk menguji kualitas gambar yang telah ditanami *watermark*.

2. Perangkat keras

Faktor utama lain adalah kebutuhan perangkat keras. Perangkat keras yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu, sebagai berikut :

- a. Laptop
Laptop adalah perangkat keras utama dalam menyelesaikan penelitian ini, spesifikasi dari laptop yang digunakan adalah:
 - *Operating System*: Windows 7 Home Premium 64-bit
 - *System manufacture*: HP
 - *Processor*: Intel(R) Celeron(R) CPU 1000M @ 1.80GHz (2 CPUs), ~1.8GHz
 - *Memory* : 4096MB RAM

b. Printer

3. Teknik analisis data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini mengaplikasikan metode deteksi tepi Canny untuk proses *preprocessing*. Berikut adalah langkah dari *preprocessing* metode deteksi tepi Canny:

- a. Membuang *noise* yang terdapat pada citra asli dengan menerapkan filter Gaussian.
- b. Melakukan deteksi tepi dengan melakukan pencarian secara horisontal (G_x) dan vertikal (G_y). Dua operator disatukan untuk menghasilkan gabungan tepi horisontal dan vertikal memanfaatkan rumus (1) dan (2):

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$|G| = |G_x| + |G_y| \dots\dots\dots (2)$$

- c. Menentukan arah tepian dilakukan menggunakan rumus (3):

$$\theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \dots\dots\dots (3)$$

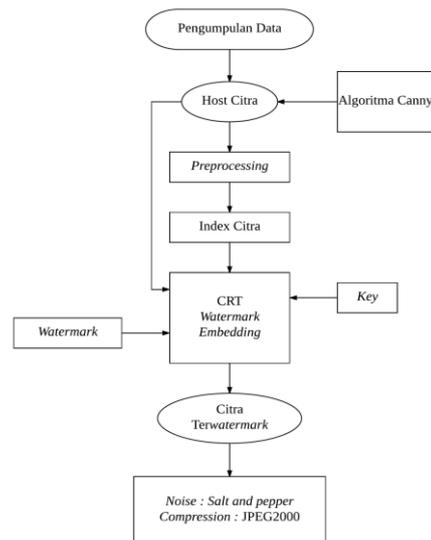
Kemudian memecah menjadi 4 warna, sehingga garis dengan arah yang berlainan memiliki warna yang berlainan pula. Berikut adalah pembagiannya:

- 0° - $22,5^\circ$ dan $157,7^\circ$ - 180° berwarna kuning
- $22,5^\circ$ - $67,5^\circ$ berwarna hijau
- $67,5^\circ$ - $157,5^\circ$ berwarna merah

- d. Menerapkan *non maximum suppression* untuk memperkecil garis tepi yang muncul, sehingga garis tepi yang dihasilkan lebih ramping.

- e. Menerapkan *thresholding* untuk binerisasi.

Gambar 1 menampilkan langkah proses penyisipan menggunakan metode CRT.



Gambar 1. Proses penyisipan menggunakan metode CRT

4. Tahap penyisipan watermark (*watermark embedding*)

Langkah penyisipan *watermark* (*watermark embedding*) adalah sebagai berikut:

- a. Pilih piksel bagian tepi (piksel terindeks), untuk disematkan di blok, menggunakan PRNG.

- b. Mengkonversi nilai desimal X , yang berkisar 0-255, menjadi bentuk biner 28.
 - c. Perhatikan 6 bit yang paling tidak signifikan (LSBs) dari X dan ubah menjadi nilai desimal Z . Rentang Z adalah 0-63.
 - d. Pada 2 bit yang paling signifikan (MSB) X , ubah menjadi nilai desimal Y dengan mengambil nilai 0, 64, 128 dan 192.
 - e. Pilih pasangan bilangan *co-prima* sebagai $M_1 = 6$, $M_2 = 11$.
 - f. Tentukan R_1 dan R_2 untuk Z dengan menerapkan invers CRT.
 - g. Untuk menyisipkan bit '1', kondisi yang dibutuhkan adalah:
 $R_1 \geq R_2$ (4)
 - h. Untuk menyisipkan bit '0', kondisi yang dibutuhkan adalah:
 $R_1 < R_2$ (5)
 - i. Setelah diperoleh nilai R_1 dan R_2 , CRT digabungkan dengan M_1 dan M_2 untuk mendapatkan Z' .
 - j. Kombinasikan nilai Y dengan Z' untuk mendapatkan X' , nilai piksel *watermark* yang baru.
 - k. Ulangi langkah a-j untuk semua blok sampai semua bit *watermark* disisipkan.
5. Tahap ekstraksi *watermark* (*watermark extracting*)
Prosedur ekstraksi adalah kebalikan dari prosedur penyisipan. Proses ekstraksi untuk mengambil *watermark* dari citra yang disisipi *watermark* perlu diketahui informasi berikut:
- a. Citra ter*watermark*
 - b. Ukuran *watermark*
 - c. Dasar dari PRNG 30
 - d. Pasangan bilangan *co-prima* M_1 dan M_2
- Dengan mengetahui PRNG, piksel blok dimana *watermark* disisipkan akan dipilih dan nilai piksel Z ditemukan. Setelah itu, dengan menggunakan M_1 , M_2 dan Z , nilai R_1 dan R_2 ditentukan. Selanjutnya, perbandingan dibuat antara R_1 dan R_2 . Jika $R_1 \geq R_2$, maka akan diekstraksi nilai bit '1', jika tidak bit '1' maka akan diekstraksi bit '0'. Langkah-langkah ini diulang untuk setiap blok berturut-turut untuk mengekstrak semua bit *watermark*.

6. Eksperimen dan cara pengujian metode
Pengujian kualitas citra *watermarking* dilakukan menggunakan SSIM (*Structural Similarity*) dan NC (*Normalized Correlation*) yang dibuat dengan menggunakan aplikasi Matlab R2012a. Untuk perhitungan SSIM dibutuhkan citra asli dan citra yang sudah dikenakan *watermark*). Sedangkan untuk perhitungan NC dibutuhkan citra *watermark* asli dan citra *watermark* terekstrak. Hasil dari pengujian ini mendeskripsikan tingkat *imperceptibility* dan *robustness* citra *watermark*. Setelah dilakukan perhitungan dengan SSIM dan NC, hasil pengujian dicatat dengan *form* yang menunjukkan *range* angka yang didapatkan pada saat pengujian dilakukan.

PEMBAHASAN

1. Citra yang Digunakan

Citra yang digunakan untuk implementasi penelitian ini adalah 10 citra asli tipe warna *grayscale* berukuran 512x512 piksel, dan 1 citra *watermark* tipe biner berukuran 128x128 piksel dengan format PNG. Citra asli dan citra *watermark* yang digunakan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Dagadu

2. Deteksi Tepi Canny

Deteksi tepi Canny memberikan fleksibilitas yang tinggi, melokalisasi tepi, dan hanya menunjukkan satu respon pada tiap tepi. Implementasi deteksi tepi Canny dilakukan melalui empat tahapan, yaitu:

- a. Mengubah citra RGB ke *grayscale*
Langkah pertama yang harus dilakukan adalah merubah citra RGB ke citra *grayscale*
- b. Filter Gaussian
Mengurangi *noise* pada citra asli untuk mencegah kesalahan deteksi tepi, dilakukan dengan melalui proses *smoothing*. Tahap ini diterapkan teknik filter Gaussian untuk mengurangi *noise*.
- c. Filter Prewitt
Metode Prewitt menggunakan matrik 3x3 dan susunan pikselnya di sekitar piksel (x,y).
- d. Mengubah Arah Tepian
Penentuan arah tepian dengan menggunakan acuan berikut:
 - 1). Setiap arah tepian yang bernilai antara 0 hingga 22,5 dan 157,5 hingga 180 derajat dirubah menjadi 0 derajat.
 - 2). Setiap arah tepian yang bernilai antara 22,5 hingga 67,5 derajat dirubah menjadi 45 derajat.
 - 3). Setiap arah tepian yang bernilai antara 67,5 hingga 112,5 derajat dirubah menjadi 90 derajat.

3. Proses Penyisipan *Watermark*

Berikut ini adalah proses penyisipan citra menggunakan algoritme CRT.

- a. Menentukan nilai piksel (X) pada blok menggunakan *Pseudorandom Number Generator* (PRNG) dengan *Linear Congruential Generator* (LCG). Persamaan LCG yang digunakan adalah:

$$X_{n+1} = (a \times X_n + c) \bmod n \dots\dots (6)$$

Contoh:

$$a = 5$$

$$c = 9$$

$$X_n = 1 \text{ (merupakan perulangan dari } n = 1 \text{ hingga } n = 64)$$

$$\begin{aligned} X_0 &= (5 \times 1 + 9) \bmod 64 \\ &= 14 \bmod 64 \\ &= 14 \end{aligned}$$

- b. Mengonversi nilai piksel X hasil dari PRNG, menjadi bentuk biner.
Jika bernilai pecahan maka bilangan diubah menjadi bilangan bulat tanpa pecahan dengan melakukan pembulatan ke bawah pada bilangan tersebut, kemudian bilangan dikonversi ke dalam bentuk biner, sedang-

kan nilai pecahan akan digunakan untuk nilai selanjutnya saat *embedding*.

$$X = 202$$

$$202_{10} = 110010102$$

3. Pada 6 bit yang paling tidak signifikan (LSBs) dari X, ubah menjadi nilai desimal Z dengan rentang 0-63.

$$X = 11001010$$

$$Z = 001010$$

$$0010102 = 1010$$

$$Z = 10$$

4. Pada 2 bit yang paling signifikan (MSB) X, ubah menjadi nilai desimal Y, biasanya mengambil nilai 0, 64, 128 dan 192.

$$Y = 11$$

5. Pilih pasangan bilangan co-prima sebagai $M1 = 6, M2 = 11$
6. Tentukan R1 dan R2 untuk Z dengan menerapkan invers CRT.
7. Berikut adalah proses penyisipan *watermark*:

- a. Jika nilai piksel *watermark* sama dengan bit '1', maka kondisi nilai $R1 \geq R2$. Sedangkan untuk nilai piksel *watermark* sama dengan bit '0', maka diperlukan kondisi $R1 < R2$. Apabila kondisi tidak terpenuhi, maka nilai Z akan dimodifikasi.

- b. Dari *watermark* diambil nilai piksel untuk digunakan sebagai proses *embedding*, dimana *watermark* berukuran 128x128. Pada penelitian ini hanya dipaparkan piksel *watermark* berukuran 2x1.

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan metode CRT pada deteksi tepi Canny memiliki kemampuan *imperceptibility* yang signifikan, yaitu citra ter-*watermark* yang dihasilkan sangat mirip dengan citra asli.
2. Metode yang diusulkan mampu mengoptimalkan tingkat *robustness* dan *imperceptibility*. Hal ini ditunjukkan pada pengukuran kualitas citra menggunakan SSIM, ternyata metode CRT pada deteksi tepi Canny mampu meningkatkan kualitas citra *watermark* secara signifikan dengan nilai rata-rata 0.99963 dibandingkan deng-

an metode CRT yang hanya memiliki rata-rata 0.99842. Pada saat diberi serangan pengolahan citra, CRT pada deteksi tepi Canny mampu mempertahankan *robustness* terhadap serangan dengan rata-rata kompresi 0,68212 dan *noise* 0.940038, sedangkan metode CRT hanya memiliki rata-rata kompresi 0,56653 dan *noise* 0.93632.

DAFTAR PUSTAKA

Patra, J. C., Phua, J. E., and Bornand, C., 2010, A Novel DCT Domain CRT-Based Watermarking Scheme for Image Authentication Surviving JPEG Compression, *Elsevier Digit. Signal Process. A Rev. J.*, vol. 20, no. 6, pp. 1597-1611.

Syamsudin, A., 2014, Undang-undang Nomor 28 Tahun 2007 tentang Hak Cipta.

BIODATA PENULIS

Dra. Nuniek Herawati, M.Kom., lahir di Tegal tanggal 31 Desember 1961, menyelesaikan pendidikan S1 dari Universitas Diponegoro pada tahun 1989, dan S2 program studi Ilmu Komputer dari Universitas Gadjah Mada tahun 2003. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap program studi Sistem Komputer di Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta dengan jabatan akademik Lektor pada bidang minat ilmu komputer.