

OTENTIKASI CITRA DENGAN WATERMARKING DIGITAL BERBASIS KONTEN MENGUNAKAN INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS DAN DISCRETE COSINE TRANSFORM

Dimas Rizky Fajar¹, Retno Novi Dayawati², Tjokorda Agung Budi Wirayuda³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Citra digital adalah buah karya seseorang. Oleh karena itu status kepemilikannya harus dilindungi. Juga bila telah mengalami perubahan, harus bisa cepat dideteksi. Digital watermarking memberikan solusi yang tepat untuk kedua permasalahan ini. Pada sistem watermarking di tugas akhir ini, sistem tidak hanya bisa menyisipkan watermark pada suatu citra, namun juga bisa mendeteksi erubahan pada citra sehingga keaslian citra tetap terjaga.

Watermark dibangkitkan menggunakan algoritma ICA dari citra induk, oleh karena itu dapat juga disebut Self-Embed Watermarking. Sebelumnya matriks citra induk disegmentasi menjadi beberapa blok untuk mempermudah perhitungan, kemudian pada masing-masing blok diperoleh matriks pencampurnya dengan menggunakan ICA. Setelah itu Frobenius norm dihitung hingga menghasilkan suatu bilangan tunggal non-negatif. Bilangan ini, digabung dengan bilangan yang diperoleh dengan cara serupa dari blok-blok lain, adalah watermark yang akan disisipkan. Penyisipan watermark dilakukan menggunakan DCT dengan kuantisasi dengan cara mengganti koefisien tengah pada masing-masing blok dengan bilangan watermark yang telah didapat. Pengujian sistem dilakukan dengan melakukan beberapa serangan pada citra ter-watermark dengan harapan sistem dapat mendeteksi bagian yang ter-defect. Selain itu kualitas citra ter-watermark juga akan dibandingkan dengan citra asli/citra induk. Watermark yang baik tidak banyak menurunkan kualitas citra induk.

Hasil pengujian menunjukkan sistem menghasilkan citra ter-watermark dengan kualitas yang bagus (PSNR > 40 dB). Teknik ICA dan DCT yang digunakan juga menghasilkan watermark yang tahan (robust) terhadap beberapa serangan. Dengan demikian dapat disimpulkan penggabungan ICA dan DCT untuk watermarking dapat memberikan solusi pada masalah otentikasi citra.

Kata Kunci : digital watermarking, watermark, ICA, DCT, robust

Telkom
University

Abstract

Digital image is a result of someone's work. Therefore, the status of ownership of the image should be protected. Also if it has been tampered, must be able to be detected quickly. Digital watermarking provides the perfect solution to both problems. In the watermarking system in this final project, the system not only able to embed a watermark into an image, but also able to detect the tampered part so that the authenticity of the image is maintained.

The watermark is generated from the host image using ICA algorithm. Therefore, this technique also can be called Self-Embedding Watermarking. Previously, matrix from the host image is segmented into several blocks in order to simplify the calculation process, then obtain the mixing matrix from each block using ICA. After that, Frobenius norm is computed in order to produce single non-negative number. This number, combined with numbers obtained from a similar operation of other blocks, forms a string of watermark that will be embedded. Watermark embedding performed using quantized DCT by replacing the middle coefficient from each block with a number of watermark that has been obtained. The system is tested by introducing several attacks on the watermarked image with expectations that the system able to detect a defected part. In addition, the quality of watermarked image will also be compared with the host image. A good watermark does not degrade much quality of the host image.

The experiments show that the system generates a good quality watermarked image (PSNR > 40 dB). ICA and DCT technique used is also generates watermarks that are robust to certain attacks. Thus, it can be concluded that merging ICA and DCT for watermarking can provide a solution to the image authentication problem.

Keywords : digital watermarking, watermark, ICA, DCT, robust

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Teknologi internet telah mengalami peningkatan. Dari yang semula media komunikasi dan transfer data kini telah menjadi gaya hidup atau bahkan salah satu alternatif mata pencaharian. Bersamaan dengan hal ini, mulai bermunculan berbagai tindakan yang dikategorikan kriminal. Salah satunya adalah pembajakan atas hak cipta seseorang. Setiap harinya, seorang pengguna internet dapat *download* lagu dan gambar yang dilindungi hak cipta hingga ratusan *item*. Permasalahan pun muncul, yaitu bagaimana cara agar seseorang mendapatkan perlindungan akan data digital ciptaannya.

Terdapat banyak sekali gambar beredar dalam internet. Mulai dari yang bersifat bebas dimana orang dapat mengunduh secara bebas hingga yang komersil. Khusus untuk yang bersifat komersil, keaslian gambar menjadi suatu permasalahan utama yang klasik. Seseorang dapat mengunduh gambar karya orang lain dan memanipulasinya sehingga mengalami perubahan tanpa sepengetahuan pemilik gambar.

Lalu bagaimana caranya untuk menanggulangi isu otentikasi ini? Salah satu solusinya adalah dengan *digital watermarking*. *Digital watermarking* adalah teknik penyisipan informasi ke dalam suatu media digital. Informasi yang disisipkan disebut *watermark* atau tanda air. Penyisipan *watermark* ini dilakukan tanpa merubah data digital induknya. Bentuk *watermark* dapat berupa teks, gambar, audio atau rangkaian bit yang tidak bermakna. *Watermark* yang disisipkan tidak dapat diketahui oleh indera manusia, namun melalui teknik yang tepat komputer dapat mendeteksi dengan mudah.

Salah satu kebutuhan seseorang terhadap suatu gambar ciptaannya adalah otentikasi keaslian citra. Setelah berpindah tangan, suatu gambar dapat saja mengalami perubahan baik itu melalui proses kompresi, *noise* atau pun *filtering*. Untuk itu, dalam hal ini *watermark* harus bersifat *robust* agar tidak mudah rusak terhadap serangan tersebut.

Tugas akhir ini menggunakan metode *content-based watermarking* untuk mengimplementasikan *watermark* ke citra. *Content-based watermarking* merupakan teknik *watermarking* yang menganalisa konten-konten tertentu dari sebuah gambar untuk menghasilkan gambar ter-*watermark*. Teknik ini digunakan karena hasil *watermark*-nya yang terkenal *robust* dan dapat menyimpan banyak informasi (*high capacity watermark*) sehingga memungkinkan untuk menyisipkan *watermark* dalam *size* yang cukup besar. Untuk proses *watermark generation* digunakan teknik *Independent Component Analysis* (ICA). ICA adalah algoritma yang sering digunakan untuk mendapatkan persamaan linear yang saling bebas dari suatu persamaan yang ada. Dalam pencitraan dua dimensi, ICA digunakan untuk memisahkan *mixing matrix* dengan *independent source*, dua komponen yang membentuk sebuah citra. Salah satu kelebihan ICA adalah proses komputasinya yang relatif lebih mudah dibandingkan dengan algoritma *watermarking* lainnya. ICA mengenal bermacam-macam algoritma namun yang

akan digunakan untuk tugas akhir ini adalah algoritma *FastICA*. Lalu untuk proses implementasi watermark ke dalam gambar induk digunakan algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT). Algoritma-algoritma ini digunakan karena dapat bekerja dengan baik pada teknik *content-based watermarking* dan diharapkan menghasilkan performa deteksi kerusakan citra yang baik pula.

Dengan teknik *content-based watermarking* menggunakan ICA dan DCT diharapkan akan didapat sebuah gambar ter-watermark dengan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan gambar asli. *Watermark* yang dihasilkan pun memiliki sifat *robust* dari berbagai macam jenis serangan.

1.2. Perumusan Masalah

Mengacu dari latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan *content-based watermarking* untuk menyisipkan *watermark* pada suatu konten citra.
2. Apakah penggunaan algoritma ICA dan DCT dapat menghasilkan watermark yang *robust*.
3. Apakah *content-based watermarking* dapat memenuhi kebutuhan otentikasi pada suatu gambar.
4. Apakah *content-based watermarking* dengan ICA dan DCT dapat menghasilkan citra terwatermark yang tidak jauh berbeda kualitasnya dengan citra asli.

Untuk menghindari meluasnya ruang lingkup tugas akhir, perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan dalam proses evaluasi adalah citra digital diam *grayscale* berformat *bitmap* dengan ukuran 128 x 128 *pixels*.
2. *Watermark* yang disisipkan bukan suatu logo, teks atau citra bebas lainnya. *Watermark* di-generate langsung dari citra asli melalui proses ICA dan menghasilkan serangkaian bilangan yang akan di-embed kedalam citra sebagai *watermark*.
3. Sebelum proses *watermarking*, citra akan dibagi menjadi blok-blok berukuran 8 x 8 untuk memudahkan proses komputasi. Nantinya pada masing-masing blok ini akan dilakukan algoritma ICA dan DCT untuk menghasilkan citra ter-watermark.
4. Untuk kepentingan analisis kualitas citra ter-watermark yang dihasilkan, parameter pembandingan antara citra asli dengan citra ter-watermark menggunakan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).
5. Untuk menganalisis ketahanan (*robust*) citra ter-watermark, digunakan gangguan-gangguan berupa *brightness & contrast manipulation*, *Additive White Gaussian Noise* (AWGN) dan *low-pass filtering*.

1.3. Tujuan

Beberapa hal yang diharapkan tercapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

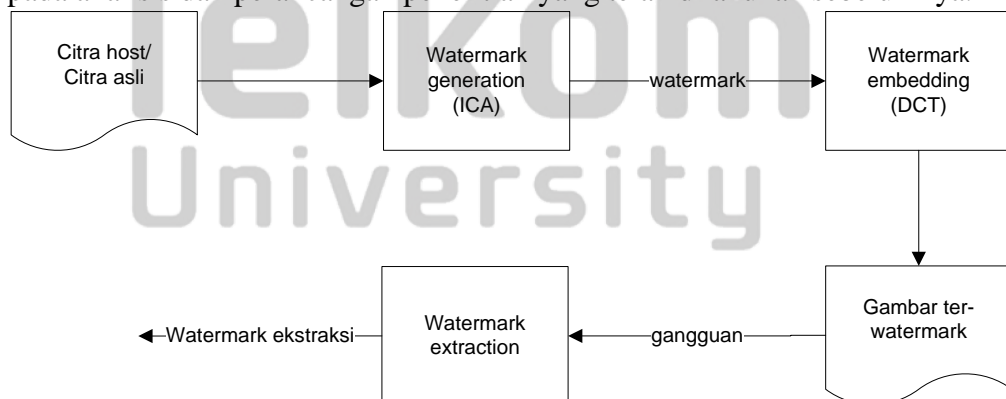
1. Berhasil mengimplementasikan *watermark* pada suatu citra dengan menggunakan *content-based watermarking* menggunakan *Independent Component Analysis* (ICA) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT).

2. Menganalisis hasil citra ter-*watermark* dengan citra asli dengan menggunakan parameter pembandingan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).
3. Menganalisis ketahanan citra ter-*watermark* dengan menggunakan gangguan-gangguan berupa *brightness & contrast manipulation*, *Additive White Gaussian Noise* (AWGN) dan *low-pass filtering*.
4. Menganalisis dan memberi kesimpulan akhir mengenai *content-based watermarking* dengan ICA dan DCT berkaitan dengan kebutuhan akan otentikasi citra.

1.4. Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur
Tahap pembelajaran secara lebih mendalam dan mencari informasi selengkap-lengkapannya mengenai *watermarking*, *content-based watermarking*, *Independent Component Analysis* (ICA), *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan parameter-parameter dan gangguan-gangguan pada gambar yang digunakan pada tugas akhir ini. Pencarian sumber informasi dapat melalui buku, website atau artikel-artikel lepas.
2. Pengumpulan Data Penunjang Tugas Akhir
Melakukan pencarian data-data berupa *source code* yang bersifat *open source*, gambar-gambar yang akan digunakan untuk *watermarking* dan data-data lain yang tidak kalah penting untuk menunjang tugas akhir.
3. Analisis dan Perancangan Sistem
Menganalisa kebutuhan dan *watermarking* yang akan dikembangkan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dan berdasarkan data-data yang ada.
4. Implementasi Sistem
Pada tahap ini, dimulai proses realisasi teknik *content-based watermarking* yang diimplementasikan pada suatu gambar. Meliputi proses *watermark generation* dan *watermark embedding*. *Watermarking* direalisasikan menggunakan aplikasi MATLAB versi 7.1. Proses implementasi ini mengacu pada analisis dan perancangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 1-1: Bagan proses implementasi sistem

Deskripsi detail:

Proses *watermarking* yang terjadi dapat dideskripsikan sebagai berikut. Gambar awal berukuran 128 x 128 akan dibagi menjadi n blok berukuran 8 x 8. Kemudian pada blok pertama dilakukan algoritma ICA sehingga didapat *mixing matrix* A . Setelah itu hitung *Frobenius norm* dari *mixing matrix*, hasilnya adalah w_1 . Hasil w_1 ini merupakan *content-based watermark* dari blok pertama. Ulangi langkah ini untuk tiap-tiap blok hingga menghasilkan *watermark* utuh $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$. Setelah *watermark* didapat, selanjutnya untuk penyisipan lakukan DCT pada tiap blok. Lalu pilih koefisien *mid-frequency* pada tiap blok, dan lakukan *replacement* koefisien tersebut dengan nilai w_n yang sudah didapat. *Mid-frequency* dipilih karena lebih stabil. Pemilihan *low-frequency* akan menghasilkan penurunan kualitas citra yang besar, sedangkan pemilihan *high-frequency* akan beresiko mengalami *lost data* saat proses penyisipan terjadi [4]. Selanjutnya untuk menyelesaikan penyisipan dilakukan inverse DCT pada masing-masing blok. Hasil akhir dari proses ini adalah gambar ter-*watermark*. Setelah itu gambar ter-*watermark* akan diberi gangguan. Untuk mendeteksi apakah ada perubahan pada gambar, proses ICA dan DCT kembali dilakukan untuk mendapatkan *watermark* ekstraksi W' .

5. Tes Kualitas dan Pengujian Sistem Beserta Analisis

Ada dua proses: tes kualitas dan pengujian. Tes kualitas maksudnya adalah citra ter-*watermark* akan dievaluasi dengan membandingkan dengan citra asli untuk mengetahui apakah kualitas citra ter-*watermark* berbeda jauh dengan citra aslinya atau tidak. Pengujian maksudnya adalah gambar ter-*watermark* akan diuji menggunakan gangguan-gangguan berupa kompresi, *filtering* dan *noise*. Langkah pengujian membutuhkan proses *watermark extraction*. Dari citra ter-*watermark* yang telah diberi gangguan akan diekstrak kembali *watermark*-nya. *Watermark* yang diekstrak ini akan dibandingkan dengan *watermark* yang didapat saat proses *watermark generation* guna mendeteksi apakah citra mengalami perubahan atau tidak. Hasil dari evaluasi dan pengujian ini nantinya akan dianalisa secara lengkap agar dapat ditarik kesimpulannya.

6. Penulisan Laporan

Melaporkan seluruh dokumentasi tugas akhir ke dalam suatu laporan yang tata cara penulisannya telah disyaratkan oleh Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap pengukuran secara obyektif maupun subyektif dari sistem *watermarking* dengan ICA dan DCT, dapat ditarik kesimpulan:

1. Berdasarkan pengujian skenario 1 mengenai kualitas citra ter-*watermark*. Kualitas suatu citra ter-*watermark* berbanding terbalik dengan intensitas penyisipan. Dari tiga intensitas penyisipan yang diuji, kualitas citra terbaik terdapat pada intensitas penyisipan = 0.005 dengan rata-rata PSNR > 40 dB untuk ketujuh citra uji. Dengan PSNR sebesar itu sistem *watermarking* dengan ICA dan DCT memberikan kualitas citra ter-*watermark* yang baik.
2. Berdasarkan skenario 3, 4 dan 5 mengenai ekstraksi *watermark*, pengekstraksian *watermark* dari suatu citra yang belum dilakukan serangan tidak dapat memberikan nilai *watermark* yang sama dengan *watermark* semula karena penggunaan matriks kuantisasi pada proses DCT. Sedangkan untuk pengekstraksian *watermark* setelah dilakukan serangan, sistem ini menghasilkan *watermark* yang *robust* pada sebagian besar blok citra.
3. Penggunaan matriks kuantisasi perlu untuk sistem ini mengingat pentingnya mengantisipasi proses pengacakan *pixels* yang dilakukan saat proses DCT. Kuantisasi memberikan citra hasil yang lebih baik dibanding tanpa kuantisasi (Gambar 3-3).

5.2. Saran

Adapun saran untuk pengembangan sistem *multiple watermarking* ini antara lain :

1. Selain menggunakan perhitungan per blok, gunakan rata-rata nilai delta untuk mengetahui delta secara keseluruhan.
2. Melakukan eksplorasi terhadap ICA dan DCT lebih dalam lagi untuk menghasilkan sistem *watermarking* dengan ICA dan DCT yang lebih baik.
3. Menggunakan metode ICA selain FastICA untuk mengetahui metode terbaik.

Daftar Pustaka

- [1] A. Hyvarinen, E. Oja. 2000. *Independent Component Analysis: Algorithms and Applications*, diperoleh dari: <http://www.cs.helsinki.fi/u/ahyvarin/papers/NN00new.pdf>, diakses tanggal 18 September 2009.
- [2] Bounkong, Stephane, Toch, Boremi, Saad David, Lowe David. *ICA for Watermarking Digital Images*. United Kingdom: Aston University.
- [3] Daryanti Mutiara, Nova. 2009. *Watermarking Citra Digital Menggunakan Spread Spectrum pada Domain ICA (Independent Component Analysis)*. Bandung: IT Telkom.
- [4] Dr. Latha Parameswaran, Dr. K. Anbumani. 2007. *Content-Based Watermarking for Image Authentication Using Independent Component Analysis*, diperoleh dari: http://www.informatica.si/PDF/32-3/08_Content-Based%20Watermarking%20for%20Image%20Authentication%20Using.pdf, diakses tanggal 18 September 2009.
- [5] Francisco J. Gonzalez-Serrano, Juan J. Murillo-Fuentes. *Independent Component Analysis Applied to Digital Watermarking*, diperoleh dari: <http://personal.us.es/murillo/ica/icassp01mur2.pdf>, diakses tanggal 18 September 2009.
- [6] I Made Edi Juliana. 2005. *Implementasi Algoritma Fuzzy untuk Pembelajaran Kuantisasi Vektor pada Kuantisasi Citra Berbasis Transformasi Wavelet dan DCT*. Bandung: IT Telkom.
- [7] Indrastanti. 2010. *Kuantisasi*, diperoleh dari: <http://indrastanti.blogspot.com/2010/12/kuantisasi.html>, diakses tanggal 29 Juli 2011.
- [8] Shen Minfen, Xinjuang Zhang, Lisha Sun. *A Method for Digital Image Watermarking Using ICA*. China: Shantou University.
- [9] Suhono H. Supangkat, Kuspriyanto, Juanda. 2000. *Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital*, diperoleh dari: <http://digitally1.paume.itb.ac.id/MITE/Paper%206%203%202000%203.pdf>, diakses tanggal 29 Juli 2011.
- [10] Zen Wei, Li Jin, Yuxue Jin. 2005. *Independent Component Analysis*. Stanford University.