

ANALISIS ROBUSTNESS DAN FRAGILITY PADA MULTIPLE WATERMARKING CITRA MEDIS MENGGUNAKAN REED-MULLER CODE BERBASIS WAVELET DAN HASH BLOCK CHAINING

Sugeng Dinda Winanjuar¹, Adiwijawa², Tjokorda Agung Budi Wirayuda³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Citra medis digital mempunyai dua hal penting yang perlu diperhatikan yaitu otoritas kepemilikan dan keaslian citra. Kepemilikan citra harus dinyatakan dengan benar dan modifikasi pada citra harus dapat dideteksi. Solusi dari kedua permasalahan tersebut adalah multiple watermarking. Terdapat dua jenis watermark yang digunakan yaitu signature watermark dan reference watermark. Signature watermark untuk menyatakan kepemilikan dari citra medis. Sedangkan reference watermark untuk mendeteksi keaslian citra.

Kedua watermark disisipkan pada dua area berbeda pada citra. Signature watermark disisipkan pada RONI citra dengan Reed-Muller Code berbasis transformasi Wavelet. Sedangkan reference watermark disisipkan pada ROI citra dengan metode Hash Block Chaining. Parameter performansi yang digunakan adalah Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Bit Error Rate (BER), Character Error Rate (CER), dan Mean Opinion Score (MOS). PSNR, BER dan CER merupakan parameter penilaian obyektif, sedangkan MOS adalah parameter penilaian subyektif. Pengujian dilakukan dengan menganalisis kualitas citra ber-watermark serta kualitas citra reference watermark hasil ekstraksi setelah diberikan serangan. Serangan yang diujikan adalah sharpening, blur, gaussian noise dan kompresi JPEG.

Hasil pengujian menunjukkan Reed-Muller Code mampu meningkatkan ketahanan signature watermark dari serangan sharpening, blur, gaussian noise dan kompresi JPEG meskipun tidak begitu signifikan. Sementara reference watermark mampu mendeteksi serangan yang terjadi meskipun serangan tersebut kecil.

Kata Kunci : multiple watermarking, wavelet, hash block chaining.

Abstract

Digital medical images has two important things, there are authority of ownership and authenticity of image. Ownership of image must be stated correctly and modifications to image must be detected. Solution for both problems is multiple watermarking. There are two types of watermarks are used, namely signature watermark and reference watermark. Signature watermark to claim ownership of medical images. While reference watermark to detect authenticity of image.

These watermarks are embedded in two different areas in image. Signature watermark embedded in RONI image using Reed-Muller Code based on Wavelet transformation while reference watermark is embedded in ROI image using Hash Block Chaining. Performance parameters used are Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Bit Error Rate (BER), Character Error Rate (CER), as objective assessment parameters and Mean Opinion Score (MOS) as a subjective assessment parameter. Testing is done by analyzing quality of watermarked image and reference watermark extracted after given an attack. Attacks tested are sharpening, blur, gaussian noise and JPEG compression.

Test results showed Reed-Muller Code can improve robustness of signature watermark to sharpening, blur, gaussian noise and JPEG compression attacks although not significantly. While reference watermark is able to detect attacks that occur despite these minor attacks.

Keywords : multiple watermarking, wavelet, hash block chaining.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital serta *Internet* yang cukup pesat telah memberikan kemudahan dalam mengakses dan mendistribusikan berbagai informasi multimedia dalam bentuk digital, baik berupa teks, citra, *audio* maupun *video*. Hal ini tentunya memiliki dampak positif maupun dampak negatif. Sisi positifnya adalah informasi multimedia tersebut, misalnya citra digital hasil lomba fotografi, dapat dengan mudah disebar ke berbagai alamat di dunia melalui *Internet* sehingga memudahkan proses pemasarannya. Akan tetapi sisi negatifnya adalah citra digital hasil lomba fotografi tersebut akan sangat mudah untuk digandakan, dimanipulasi bahkan diakui kepemilikannya oleh pihak lain yang tidak bertanggung jawab. Hal ini dikarenakan tidak adanya hak cipta pada citra digital tersebut [12].

Salah satu informasi multimedia khususnya dalam bentuk citra atau *image* yang bersifat sensitif adalah citra medis dalam bentuk digital [15]. Hal ini dikarenakan suatu citra medis memuat informasi medis dari seorang pasien sehingga dokter dapat mendiagnosis dan mengambil keputusan berdasarkan citra medis dari pasien tersebut. Dengan demikian suatu citra medis secara spesifik mengacu kepada informasi medis untuk seorang pasien dan tidak semestinya dimanipulasi atau pun digandakan oleh pihak lain yang tidak berwenang. Melihat betapa sensitifnya informasi dalam citra medis digital maka dibutuhkan suatu teknik perlindungan terhadap citra medis tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan teknik digital *watermarking*.

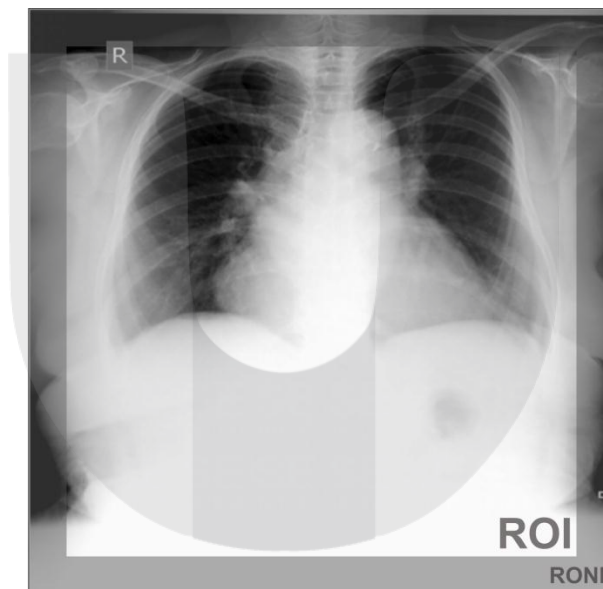
Digital *watermarking* adalah teknik untuk menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam data digital secara permanen dan dapat dideteksi kembali dengan menggunakan operasi komputasi dengan tujuan untuk membuktikan kepemilikan data yang bersangkutan. Informasi tersebut dapat berupa teks, gambar, *audio* maupun *video* [04]. Penyisipan dilakukan sedemikian rupa sehingga *watermark* tidak merusak data digital yang dilindungi [15].

Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dari citra medis digital, yaitu autentikasi kepemilikan (*origin authentication*) dan keaslian citra (*integrity control*). Citra medis harus mempunyai informasi mengenai identitas kepemilikan citra yang tersimpan dengan aman, tahan dan tidak mudah rusak oleh manipulasi yang dilakukan terhadap citra. Untuk itu, upaya manipulasi yang dilakukan terhadap citra medis tersebut harus dapat terdeteksi sehingga keaslian citra dapat tetap terjaga [14]. Untuk mendeteksi adanya manipulasi yang mungkin dilakukan pada proses pendistribusiannya maka informasi yang disisipkan pada citra medis harus bersifat mudah rusak [15].

Hal ini tentu bertolak belakang, di satu sisi tujuan diterapkannya teknik digital *watermarking* pada citra medis adalah untuk keperluan autentikasi kepemilikan sehingga teknik *watermarking* harus bersifat tahan (*robust*) terhadap manipulasi-manipulasi yang dilakukan. Sementara di sisi lain untuk mendeteksi

keaslian citra terhadap manipulasi-manipulasi yang dilakukan maka teknik digital *watermarking* harus bersifat mudah rusak (*fragile*) [15]. Oleh karena itu, dibutuhkan teknik *multiple watermarking* agar dua tujuan dilakukannya *watermarking* pada citra medis tersebut dapat sekaligus terpenuhi.

Pada *multiple watermarking*, dapat disisipkan dua buah *watermark* secara sekaligus pada satu data digital (dalam hal ini adalah citra medis). Dua buah *watermark* tersebut adalah *signature watermark* dan *reference watermark*. *Signature watermark* disisipkan pada *Region of Non-Interest* (RONI) citra, yaitu bagian sisi dari citra medis. *Signature watermark* ini digunakan untuk kebutuhan autentikasi kepemilikan (*origin authentication*) sehingga harus bersifat *robust*. Sementara itu *reference watermark* disisipkan pada *Region of Interest* (ROI), yaitu bagian tengah dari citra medis. *Reference watermark* ini digunakan untuk mendeteksi keaslian citra medis (*integrity control*) sehingga harus bersifat *fragile*. Gambar 1-1 mengilustrasikan perbedaan antara ROI dan RONI yang ada pada citra medis.



ROI = Region of Interest (bagian yang dianggap penting)
 RONI = Region of Non-Interest (bagian yang dianggap tidak begitu penting)

Gambar 1-1 : ROI dan RONI citra medis.

Untuk meningkatkan ketahanannya, metode penyisipan *signature watermark* adalah dengan menggunakan *Reed-Muller Code* berbasis transformasi *Wavelet*. Sedangkan metode yang digunakan untuk penyisipan *reference watermark* adalah menggunakan *Hash Block Chaining* yang bekerja pada domain spasial.

Penelitian ini menerapkan teknik *multiple watermarking* pada citra medis, maka hipotesa awal penelitian ini adalah teknik *multiple watermarking* pada citra medis dapat digunakan untuk menjaga autentikasi kepemilikan sekaligus mampu mendeteksi keaslian citra medis tersebut terhadap modifikasi yang dilakukan. Sejalan dengan proses yang telah dijelaskan, citra medis hasil *multiple watermarking* harus terjaga kualitasnya (nilai *imperceptability*-nya bagus). Dengan demikian, citra medis yang akan didiagnosis oleh dokter tetap memiliki kualitas yang baik.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *multiple watermarking* pada citra medis di mana terdapat dua buah *watermark* yang akan disisipkan pada daerah yang berbeda?
2. Apakah dengan digunakannya *Reed-Muller Code* berbasis *Wavelet* dan *Hash Block Chaining* (HBC) dapat menjawab dua tujuan secara sekaligus, yaitu menjaga autentikasi kepemilikan dan mendeteksi keaslian citra medis tersebut?
3. Bagaimana perbandingan kualitas citra ber-*watermark* dengan kualitas citra asli (*host*) sebelum disisipi *watermark*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan mengimplementasikan *multiple watermarking* pada citra medis menggunakan *Reed-Muller Code* berbasis *Wavelet* dan *Hash Block Chaining*.
2. Menganalisis performansi hasil *multiple watermarking* citra medis terhadap serangan-serangan yang dilakukan agar autentikasi kepemilikan tetap terjaga sekaligus keaslian citra juga dapat dideteksi.
3. Menganalisis performansi *robustness* dan *fragility* dari hasil *multiple watermarking* dengan penilaian objektif berdasarkan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Character Error Rate* (CER), dan *Normalized Hamming Distance* (NHD).
4. Menganalisis performansi sistem *multiple watermarking* dengan penilaian subjektif berdasarkan *Mean Opinion Score* (MOS).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra *host* yang akan disisipi *watermark* adalah citra medis digital yang dibatasi hanya untuk citra sinar X berwarna abu-abu (*grayscale*) dengan ukuran 512 x 512 *pixel* berformat bitmap (berekstensi bmp).
2. *Signature watermark* (*robust*) yang akan disisipkan berupa teks.
3. *Reference watermark* (*fragile*) yang akan disisipkan berupa citra biner dengan ukuran 64 x 64 *pixel* berformat bitmap.
4. Metode penyisipan yang digunakan pada *signature watermark* adalah menggunakan *Reed-Muller Code* RM (1,3) berbasis *Wavelet*. Sedangkan metode penyisipan untuk *reference watermark* adalah HBC.
5. Parameter performansi yang akan dianalisis dari hasil *multiple watermarking* yaitu: *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Character Error Rate* (CER), *Normalized Hamming Distance* (NHD) dan *Mean Opinion Score* (MOS).
6. Serangan-serangan yang akan dilakukan terhadap citra ber-*watermark* antara lain pemberian *noise*, kompresi citra, *sharpening* dan *blur*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian *multiple watermarking citra medis* ini terdiri atas lima tahap, yaitu:

1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pendalaman materi terhadap konsep dan teori *watermarking* baik melalui konsultasi maupun studi literatur terkait dengan pustaka *online* yang menunjang penelitian ini. Selain itu dilakukan juga pengumpulan data-data yang menunjang perancangan dan pengujian sistem. Data-data tersebut berupa sampel citra medis yang diperoleh dari rumah sakit-rumah sakit tertentu.

2. Tahap Analisis dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang akan dibangun berdasarkan literatur-literatur dan data-data yang ada. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis terhadap rancangan sistem yang akan dibangun tersebut.

3. Tahap Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan implementasi dari rancangan sistem yang telah dibuat. Proses implementasi ini dilakukan secara bertahap modul demi modul dan kemudian diintegrasikan menjadi suatu sistem yang utuh. Sistem *multiple watermarking* citra medis ini akan diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab R2009a.

4. Tahap Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pengujian sistem dilakukan terhadap data uji yang telah dipersiapkan dan menganalisis hasil *output* sistem.

5. Tahap Pembuatan Laporan

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan penelitian dalam bentuk buku Skripsi sesuai dengan aturan yang dikeluarkan oleh Program Studi Sarjana Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Tahun Ajaran 2010/2011.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari sistem *multiple watermarking* pada citra medis ini adalah:

1. Penggunaan *Error Correction Code* (khususnya *Reed-Muller Code*) dapat mereduksi CER sebanyak 15,06% (serangan *gaussian noise* dengan SNR 20 dB) daripada tidak menggunakan *Error Correction Code* sama sekali.
2. *Robustness signature watermark* dapat ditingkatkan dengan menggunakan *Error Correction Code* misalnya *Reed-Muller Code* meskipun tidak begitu signifikan. Hal ini dikarenakan kemampuan *Reed-Muller Code* yang sangat terbatas yaitu melakukan perbaikan 1 bit *error* dari 8 bit yang ada.
3. Tingkat *robustness signature watermark* ketika disisipkan pada *subband LL* lebih kokoh terhadap serangan *sharpening*, *blur*, *gaussian noise* dan kompresi JPEG daripada disisipkan pada *subband LH*, *HL* dan *HH*.
4. *Reference watermark* memiliki tingkat *fragility* yang tinggi karena mampu mendeteksi serangan-serangan dengan *level* serangan yang rendah, misalnya *sharpening* dengan α 0.02, *blur* dengan *radius* 0.55, *gaussian noise* dengan SNR 58 dB, kompresi JPEG dengan *quality factor* 99%.
5. Tingkat *fragility reference watermark* dengan MD5 lebih tinggi dibandingkan dengan MAC. PSNR *reference watermark* MD5 rata-rata lebih rendah 0,6 dB (turun 11,8%) dibanding MAC, namun MAC lebih aman karena menggunakan kunci rahasia saat penyisipan maupun ekstraksi.
6. Teknik *multiple watermarking* dengan berbasis *Wavelet* dan HBC menunjukkan performansi yang bagus, hal ini terlihat dari rata-rata PSNR mencapai 46,6 dB dan rata-rata MOS *imperceptability*-nya mencapai 4,59.
7. Semakin tinggi *level Daubechies* yang digunakan maka kualitas citra *ber-watermark* semakin bagus meskipun tidak begitu signifikan. PSNR yang dihasilkan berkisar antara 47 – 50 dB dengan rata-rata mencapai 48,9 dB.
8. Ukuran blok yang digunakan MAC dalam HBC tidak mempengaruhi kualitas citra *ber-watermark*. PSNR yang dihasilkan berkisar 47 – 49 dB.
9. Kualitas citra *ber-watermark* dengan MAC sangat mirip dengan MD5. PSNR yang dihasilkan berkisar antara 47 – 49 dB. Namun waktu penyisipan *reference watermark* dengan menggunakan MAC lebih cepat dibanding MD5. Selisihnya waktunya antara 1 – 2 detik, artinya MAC mampu mereduksi waktu MD5 hingga rata-rata 17,8%.
10. Dengan citra *host* yang bertipe JPEG, kualitas citra *ber-watermark* yang dihasilkan pada setiap komponen warna memiliki nilai PSNR yang sama. Nilai PSNR untuk setiap komponen warna ini nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai PSNR ketika citra *host* bertipe *bitmap*. PSNR yang dihasilkan berkisar antara 46 – 49 dB.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem *multiple watermarking* ini adalah:

1. Tambahkan teknik yang mampu menentukan parameter-parameter yang cocok ketika menyisipkan *watermark*.
2. Kembangkan teknik yang mampu memperbaiki kualitas citra ber-*watermark* yang telah diserang.
3. Kembangkan teknik untuk meningkatkan *robustness* dari *signature watermark* dengan menggunakan ECC lain, misalnya *Reed-Solomon Code*.



Referensi

- [01] Agustina, R., Adiwijaya, dan Barmawi, A.M. 2010. *Pendeteksian dan Perbaikan Citra Termanipulasi yang Disisipi Watermark Menggunakan Block Truncation Coding (BTC) Berbasis Wavelet*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.
- [02] Boato, G., Natale, F.G., Fontanari, C. 2007. "Digital Image Tracing by Sequential Multiple Watermarking". *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 9, No. 4, pp. 677-686, June.
- [03] Cooke, Ben. 1999. "Reed-Muller Error Correction Codes". *MIT Undergraduate Journal of Mathematics*, Vol. 1, pp. 21-26.
- [04] Fahmi dan Munir, R. 2007. *Studi dan Implementasi Watermarking Citra Digital dengan Menggunakan Fungsi Hash*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [05] Kallel, M., Lapayre, J.C., Bouhlef, M.S. 2007. "A Multiple Watermarking Scheme for Medical Image in the Spatial Domain". *GVIP Journal*, Volume 7, Issue 1, pp. 35-42, April.
- [06] Khalifa, O., Abdullah, A., Suriyana, N., Zawanah, S., and Hameed, S. 2008. "Reed-Muller Codec Simulation Performance". *Journal of Computer Science*, Volume 4, Issue 10, pp. 792-798.
- [07] Mohan, B., C., Srinivas, S., and Chatterji, B., N. 2008. "A Robust Digital Image Watermarking Scheme using Singular Value Decomposition (SVD), Dither Quantization and Edge Detection". *ICGST-GVIP Journal*, Vol. 8, Issue. 1, pp. 17-23, June.
- [08] Mostafa, S.A.K., El-Sheimy, N., Tolba, A.S., Abdelkader, F.M., Elhindy, H.M. 2010. "Wavelet Packets-Based Blind Watermarking for Medical Image Management". *The Open Biomedical Engineering Journal*, Vol. 4, pp. 93-98.
- [09] Munir, Rinaldi. 2006. *Kriptografi*. Bandung : Informatika.
- [10] Saragih, E., dan Tarigan, P. 2008. *Penerapan Daubechies Wavelet dan Hamming Code dalam Watermarking Citra Digital*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [11] Secretary of Commerce of Information Technology Management. 2002. "Announcing the Secure Hash Standard". Federal Information Processing Standards Publications, National Institute of Standards and Technology, December.
- [12] Ulhaq, M. M., Wirayuda, T.A.B., dan Violina, S. 2010. *Implementasi dan Analisis Blind Watermarking Citra Digital dengan Skema CDMA pada Domain Wavelet*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.

- [13] Wakatani, Akiyoshi. 2002. *“Digital Watermarking for ROI Medical Images by Using Compressed Signature Image”*. *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Science*.
- [14] Yunaswati, B., Adiwijaya, dan Wirayuda, T.A.B. 2009. *Multiple Watermarking Pada Citra Medis Menggunakan Wavelet dan Hash Block Chaining (HBC)*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.
- [15] Yusantina, I.C., Adiwijaya, dan Wirayuda, T.A.B. 2009. *Multiple Watermarking pada Citra Medis pada Domain Wavelet Menggunakan BCH Encoding*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.

