

11-25-2010

EVALUASI SKEMA WATERMARKING CITRA BERBASIS SINGULAR VALUE DECOMPOSITION, KUANTISASI DITHER, DAN DETEKSI SISI

Rahmatri Mardiko

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia, chan@cs.ui.ac.id

T. Basaruddin

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia, chan@cs.ui.ac.id

Follow this and additional works at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science>

Recommended Citation

Mardiko, Rahmatri and Basaruddin, T. (2010) "EVALUASI SKEMA WATERMARKING CITRA BERBASIS SINGULAR VALUE DECOMPOSITION, KUANTISASI DITHER, DAN DETEKSI SISI," *Makara Journal of Science*: Vol. 14: Iss. 2, Article 31.

Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol14/iss2/31>

This Article is brought to you for free and open access by the Universitas Indonesia at UI Scholars Hub. It has been accepted for inclusion in Makara Journal of Science by an authorized editor of UI Scholars Hub.

EVALUASI SKEMA WATERMARKING CITRA BERBASIS SINGULAR VALUE DECOMPOSITION, KUANTISASI DITHER, DAN DETEKSI SISI

Rahmatri Mardiko, dan T. Basaruddin *)

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

*)E-mail: chan@cs.ui.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan *singular value decomposition* (SVD) di bidang *watermarking* telah banyak dikembangkan oleh para peneliti. Di makalah ini, kami memaparkan hasil evaluasi terhadap salah satu skema *watermarking* berbasis SVD dengan kuantisasi Dither dan deteksi sisi yang dikembangkan oleh Mohan, *et al.* Sebagai *benchmark* pengujian serangan terhadap citra, kami menggunakan StirMark untuk menghasilkan citra-citra yang telah dimodifikasi dengan berbagai teknik serangan. *Watermark* yang diekstraksi dari citra-citra tersebut dibandingkan dengan *watermark* asli dengan menghitung *bit correlation ratio* (BCR). Hasil penelitian kami menunjukkan skema *watermarking* tersebut andal terhadap serangan kompresi JPEG, rotasi, perbesaran/pengecilan, dan PSNR. Skema tersebut juga cukup andal untuk penghapusan baris atau kolom dan *cropping* sampai tingkat tertentu.

Abstract

Evaluation of Singular Value Decomposition based Digital Image Watermarking with Dither Quantization and Edge Detection. The use of singular value decomposition (SVD) in watermarking area has been developed by many researchers. In this paper, we describe our evaluation result against an SVD based watermarking scheme with Dither quantization and edge detection proposed by Mohan et al. As an evaluation benchmark, we use StirMark to produce modified images by various image attacks. The extracted watermarks from these images were compared with the original watermark by calculating its bit correlation ratio (BCR). The result shows that the scheme is robust against JPEG compression, rotation, scaling, and PSNR attack. The scheme is also quite robust to some extents against remove-line attack and cropping.

Keywords: digital image watermarking, singular value decomposition, stirmark benchmark

1. Pendahuluan

Meluasnya penggunaan Internet membuat proses pengiriman data, berkas atau dokumen dalam format digital menjadi semakin mudah. Kemudahan ini di satu sisi menguntungkan karena meningkatkan keterbukaan dan akses terhadap informasi, tapi di sisi lain semakin membuka kemungkinan terhadap pelanggaran hak cipta atas hasil karya seni dan intelektual.

Untuk mencegah hal tersebut, kini banyak dikembangkan teknik-teknik untuk autentikasi keaslian suatu dokumen. Salah satu teknik yang dikenal luas untuk autentikasi dokumen multimedia (audio, video, dan gambar) adalah *watermarking*. *Watermarking* adalah proses untuk menyembunyikan informasi berupa citra pada dokumen multimedia sehingga pembuat bisa mengklaim dokumen tersebut adalah hasil karyanya

dengan mengekstraksi citra yang telah disisipkan sebelumnya. Pada makalah ini, *watermarking* yang dibahas pada dokumen citra.

Teknik *watermarking* pada dokumen citra telah banyak diteliti dan dikembangkan dengan berbagai pendekatan. Secara umum, skema *watermarking* bisa dibagi ke dalam dua kategori besar, yaitu domain spasial dan domain transformasi. Teknik *watermarking* berbasis *singular value decomposition* (SVD) adalah salah satu teknik yang termasuk domain transformasi.

Dalam penelitian ini, kami melakukan pengujian terhadap skema *watermarking* berbasis SVD yang diajukan oleh Mohan *et al.* [1]. StirMark digunakan untuk menghasilkan citra-citra yang telah dimodifikasi dengan berbagai teknik serangan.

Misalkan diketahui suatu matriks A berukuran $N \times N$ dengan rank r , maka bentuk faktorisasi:

$$A = USV^T$$

$$A = [u_1, u_2, \dots, u_N] \times \begin{bmatrix} \sigma_1 & & & \\ & \sigma_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & \sigma_N \end{bmatrix} \times [v_1, v_2, \dots, v_N]^T \quad (1)$$

Merupakan SVD dari matriks A yang mana U, V ortogonal. S adalah matriks diagonal dengan elemen-elemen $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N$ yang merupakan nilai-nilai singular dari matriks A dan berlaku $\sigma_1 > \sigma_2 > \dots > \sigma_N$. Jumlah nilai singular yang tidak nol sama dengan r .

Di dalam teknik watermarking berbasis SVD, citra watermark bisa disisipkan di matriks U, S, atau V. Penyisipan bisa dilakukan ke seluruh citra asli [2-4] atau pada blok-blok tertentu [1,5-6]. Di beberapa penelitian terakhir, SVD dikombinasikan dengan teknik-teknik transformasi frekuensi seperti DFT, DCT [7], dan DWT [8] untuk menghasilkan skema watermarking yang lebih andal.

Skema watermarking yang diajukan oleh Chandra et al. [4], adalah sebagai berikut: (1) Lakukan deteksi sisi pada seluruh citra dengan metode Canny, (2) Citra dibagi ke dalam blok-blok yang tidak beririsan kemudian hitung jumlah sisi pada setiap blok tersebut, (3) Urutkan blok-blok berdasarkan jumlah sisi yang telah dihitung secara menurun, (4) Pilih $P \times P$ (ukuran citra watermark) blok pertama dan lakukan perhitungan SVD pada masing-masing blok tersebut, (5) Buat sebuah matriks D_{large} berukuran $P \times P$ yang berisi nilai-nilai singular terbesar ($d_{large} = \sigma_1$) pada blok yang telah dipilih, (6) Hitung nilai terkecil d_{min} dan terbesar d_{max} lalu buat sejumlah t interval dengan lebar yang sama. Masing-masing interval memiliki batas bawah d_l dan batas atas d_h , (7) Tentukan keanggotaan blok-blok dalam interval-interval tersebut berdasarkan nilai d_{large} , (8) Modifikasi nilai d_{large} berdasarkan ketentuan:

$$d_{large} = \frac{d_l + \frac{d_l + d_h}{2}}{2} \quad (2)$$

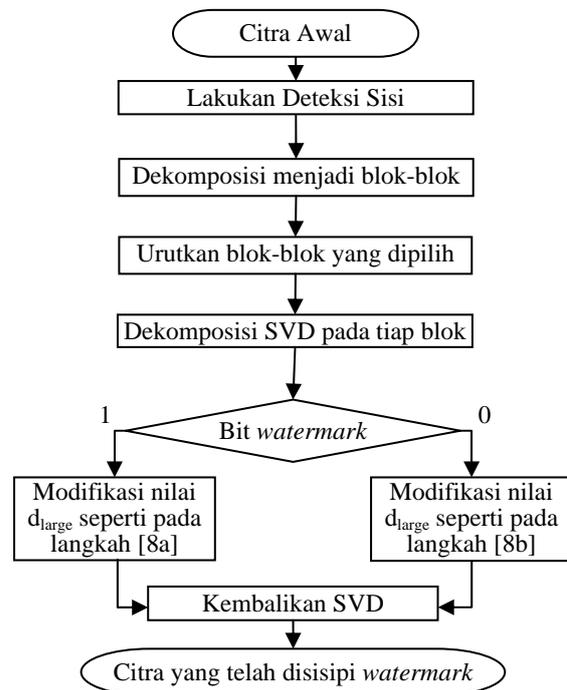
jika bit pada citra watermark bernilai 1.

$$d_{large} = \frac{d_h + \frac{d_l + d_h}{2}}{2}, \quad (3)$$

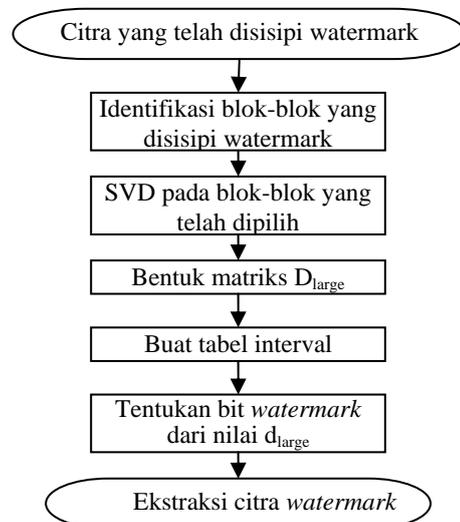
jika bit pada citra watermark bernilai 0, (9) Hitung kembali matriks untuk setiap blok dengan nilai σ_1 / d_{large} yang telah dimodifikasi.

Sedangkan untuk ekstraksi citra watermark, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) Citra yang telah disisipi watermark dibagi ke dalam blok-blok yang tidak beririsan, (2) Identifikasi blok-blok yang memiliki jumlah sisi yang lebih besar dari

suatu nilai *threshold* yang telah ditentukan sebelumnya, (3) Lakukan transformasi SVD pada masing-masing blok tersebut, (4) Bentuk matriks D_{large} dengan nilai-nilai d_{large} dari hasil perhitungan SVD, (5) Buat sebuah tabel yang berisi interval-interval dengan lebar t . Masing-masing interval memiliki batas bawah d_l dan batas atas d_h , (6) Tentukan interval untuk setiap nilai d_{large} , (7) Nilai bit citra watermark adalah 1 jika d_{large} bernilai antara d_l dan $(d_h + d_l)/2$, (8) Nilai bit citra watermark adalah 0 jika d_{large} bernilai antara $(d_h + d_l)/2$ dan d_h . Jika digambarkan dalam bentuk bagan, maka proses penyisipan dan ekstraksi citra watermark akan tampak pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Skema Penyisipan Watermark



Gambar 2. Skema Ekstraksi Watermark

2. Eksperimental

Kami mengimplementasi skema yang dijelaskan di atas dengan menggunakan MATLAB. Sebagai sampel eksperimen, kami menggunakan citra lena dalam format *grayscale*. Sebagai citra *watermark*, kami membuat citra berukuran 32×32 yang memuat huruf-huruf J,N,T, dan U seperti pada Gambar 3.

Saat proses implementasi, kami melakukan beberapa penyesuaian yang perlu tanpa mengubah algoritma di dalam skema secara berarti, di antaranya: (1) Pada proses penyisipan, kami menyimpan indeks blok-blok yang dipilih (langkah 4) dan interval-interval yang dihasilkan (langkah 6), (2) Pada proses penyisipan, langkah ke 2 tidak dilakukan karena blok-blok yang dipilih sudah disimpan sebelumnya.

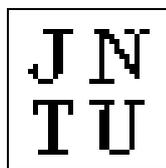
Perubahan tersebut kami lakukan dengan alasan jika citra berubah maka perhitungan jumlah sisi untuk setiap blok pada citra juga akan berubah sehingga mempengaruhi pemilihan blok-blok yang memiliki sisi terbanyak. Jika pemilihan blok-blok saat penyisipan dan ekstraksi berbeda maka hasil ekstraksi tidak akan tepat.

Untuk menguji keandalan skema *watermark*, kami menggunakan StirMark [8-10] untuk membuat beragam citra yang telah diserang atau dimodifikasi dengan teknik-teknik tertentu. Pada eksperimen yang kami lakukan, serangan-serangan terhadap citra mencakup penambahan *noise*, median filter, rotasi, pengecilan atau perbesaran, kompresi JPEG, *cropping*, penghapusan baris/kolom, PSNR, dan *random distortion*.

Citra-citra yang telah dimodifikasi tersebut kami ekstrak dengan skema ekstraksi di atas dan kami lihat hasilnya. Sebagai kriteria pengukuran tingkat kebenaran hasil ekstraksi, kami menggunakan rumus *Bit Correlation Ratio* (BCR) sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\sum_{i=1}^{P \times P} W_i \oplus W'_i}{P \times P} \times 100\% \quad (4)$$

Citra hasil ekstraksi relatif bisa dikenali untuk nilai $BCR > 0,8$. Selain menghitung BCR, kami juga mengukur secara kualitatif dengan pengamatan apakah hasil ekstraksi bisa dikenali atau tidak.



Gambar 3. Citra *Watermark* yang Digunakan

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah pertama yang kami lakukan adalah menyisipkan citra *watermark* pada citra lena yang asli dengan ukuran blok 8×8 . Citra lena yang asli dan yang telah disisipkan *watermark* dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat dilihat bahwa hasil penyisipan *watermark* tidak terlihat dengan mata telanjang. Nilai PSNR kedua citra tersebut sebesar 42 db yang berarti kedua citra tersebut sangat mirip dan tidak bisa dibedakan secara kasat mata. Sebagai catatan, pada proses ini, penghitungan jumlah sisi pada tiap blok memakan waktu sangat lama karena harus menelusuri sisi yang ditemukan satu per satu.

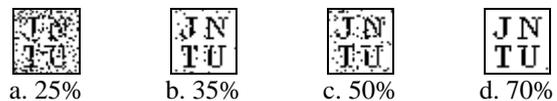
Citra lena yang telah disisipkan *watermark* kemudian diproses oleh program StirMark sehingga menghasilkan citra-citra yang telah dimodifikasi dengan berbagai teknik pengolahan citra. Dari hasil citra yang telah dimodifikasi tersebut kami melakukan proses ekstraksi *watermark*.

Setelah melihat hasil ekstraksi untuk masing-masing serangan, kami mendapatkan bahwa skema *watermarking* yang diajukan cukup andal untuk teknik-teknik kompresi JPEG, PSNR, rotasi, dan perbesaran/pengecilan. Untuk *cropping* cukup andal dengan persentase potongan gambar 75%. Untuk penghapusan baris/kolom, hasil ekstraksi cukup baik untuk penghapusan enam baris dan kolom sedangkan untuk teknik-teknik penambahan *noise*, rotasi + *cropping*, rotasi + perbesaran/pengecilan, *median filter*, *convolution filter*, transformasi *affine*, dan *random distortion*, kualitas hasil ekstraksi *watermark* sangat rendah.

Untuk kompresi JPEG, kami melakukan pengujian untuk tingkat kompresi 25%, 35%, 50%, dan 70%. Hasil ekstraksi sangat baik dan citra *watermark* bisa dikenali sampai persentase 25%, seperti terlihat pada Gambar 5 (a-d).



Gambar 4. Citra Lena Asli (kiri) dan Setelah Disisipi *Watermark* (kanan)



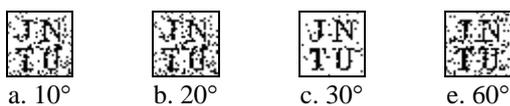
Gambar 5. Hasil Ekstraksi Kompresi JPEG

Untuk rotasi, kami menguji dengan sudut putaran 10°, 20°, 30°, 40°, 60°. Sebelum ekstraksi, kami memutar dengan arah kebalikan dari sudut putaran kemudian melakukan *cropping* untuk mendapatkan citra lena berukuran 512 × 512. Hasil ekstraksi bisa dilihat pada Gambar 6 (a-e). Hasil tersebut menunjukkan proses ekstraksi yang tidak stabil. Secara perhitungan matematika, rotasi adalah transformasi yang umum pada matriks dan tidak mengubah nilai *pixel* secara signifikan. Namun, saat melakukan *cropping*, kami menemukan ada beberapa kasus ketika citra lena tidak bisa diperoleh secara utuh, tetapi ada satu baris atau kolom yang sedikit terganggu. Akan tetapi, secara umum, ekstraksi *watermark* bisa dikenali.

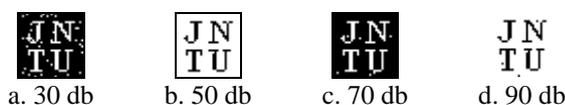
Untuk tes serangan PSNR, hasil ekstraksi sangat baik dan relatif tidak ada masalah mulai dari nilai PSNR 30 ke atas.

Untuk perbesaran dan pengecilan, sebelum ekstraksi kami kembalikan ukuran citra ke ukuran 512 × 512 dengan metode interpolasi bilinear. Data pengujian menggunakan ukuran 50%, 75%, 150%, dan 200%. Hasil ekstraksi yang kami dapatkan dapat dilihat pada Gambar 8. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa hasil ekstraksi masih bisa dikenali.

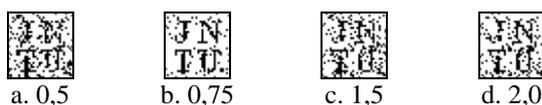
Untuk serangan berupa menghilangkan beberapa baris dan kolom (*remove line attack*), hanya mampu sampai 6 baris yang dihilangkan atau menghapus satu baris/kolom setiap 100 baris/kolom. Hasil ekstraksinya bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 6. Hasil Ekstraksi Rotasi



Gambar 7. Hasil Ekstraksi PSNR



Gambar 8. Hasil Ekstraksi Kompresi JPEG



Gambar 9. Hasil Ekstraksi untuk Penghilangan Baris/Kolom (6 baris dihilangkan)



Gambar 10. Hasil Ekstraksi untuk *Cropping*

Tabel 1. Hasil Penghitungan Nilai BCR

Jenis Serangan	Nilai BCR
	0,83
Kompresi JPEG (25%, 35%, 50%, 75%)	0,96 0,93 0,99
	0,87
Rotasi (10°, 20°, 30°, 60°)	0,85 0,96 0,85
	0,81
Perbesaran/Pengecilan (0,5, 0,75, 1,5, 2,0)	0,92 0,82 0,85
	0,96
PSNR (30, 50, 70, 90)	0,99 0,99 0,99
<i>Cropping</i> (75%)	0,96
Penghapusan baris/kolom	0,86
Median Filter	<0,79
<i>Convolution Filter</i>	<0,66
Transformasi <i>affine</i>	<0,36
Random <i>Distortion</i>	<0,54

Teknik serangan *cropping* termasuk sulit untuk ekstraksi karena banyak informasi *pixel* yang hilang maka semakin kecil citra hasil *cropping* dan semakin buruk hasil ekstraksinya. Dalam percobaan ini, kami hanya mampu mengekstrak citra *watermark* untuk *cropping* berukuran 75% dari citra asli (diambil bagian tengah). Sebelum mengekstrak, ukuran citra diperbesar menjadi 512 × 512 di mana citra hasil *cropping* diletakkan persis di tengah dan *pixel* lainnya bernilai nol. Hasil ekstraksinya dapat dilihat pada Gambar 10.

Untuk teknik-teknik serangan lainnya seperti penambahan *noise*, *median filtering*, *convolution filter*, rotasi + *cropping*, rotasi + perbesaran/pengecilan, transformasi *affine*, dan *random distortion* kualitas citra *watermark* sangat rendah dan tidak bisa dikenali.

Hasil penghitungan lengkap nilai-nilai BCR semua hasil ekstraksi bisa dilihat pada Tabel 1.

4. Simpulan

Penelitian yang telah kami lakukan menunjukkan bahwa skema *watermarking* yang diajukan oleh Chandra Mohan *et al.* cukup andal untuk jenis serangan kompresi

JPEG, rotasi, perbesaran/pengecilan, dan PSNR. Untuk serangan *cropping* dan penghapusan baris/kolom, hasil ekstraksi cukup bagus sampai tingkat tertentu, dan untuk *median filter*, *convolution filter*, transformasi *affine* serta *random distortion* skema yang diajukan tidak cukup andal.

Daftar Acuan

- [1] B.C. Mohan, S. Srinivaskumar, B.N. Chatterji, ICGST-GVIP Journal 8 (2008) 18.
- [2] Cahyana, T. Basaruddin, D. Jaya, Proceedings of National Conference on Computer Science and Information Technology, Depok, 2007, p.294.
- [3] T. Basaruddin, Cahyana, Jurnal Makara Seri Sains 10/2 (2006) 83.
- [4] D.V.S. Chandra, Proc. of the 45th Midwest Symposium on Circuits and Systems 3 (2002) 264.
- [5] C.C. Chang, Y.S. Hu, C.C. Lin, LNCS 461 (2007) 82.
- [6] C.C. Chang, C.C. Lin, Y.S. Hu, ICIC International 3/3 (2007) 609.
- [7] D. Sudiana, D. Apriyadi, Proceedings of Indonesia-Japan Joint Scientific Symposium, Chiba, 2008, p.131.
- [8] T. Basaruddin, D. Maulidiya, Jurnal Makara Seri Teknologi 13/1 (2009) 7.
- [9] F.A.P. Petitcolas, R.J. Anderson, M.G. Kuhn, In: David Aucsmith (Ed.), Information Hiding, Second International Workshop, Proceedings, LNCS 1525, Springer-Verlag, Portland, Oregon, U.S.A., 1998, p.219.
- [10] F.A.P. Petitcolas, IEEE Signal Processing 17/5 (2000) 58.