

11-25-2009

DETEKSI PEMALSUAN CITRA BERBASIS DEKOMPOSISI NILAI SINGULIR

Dewi Yanti Liliana

Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

T. Basaruddin

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia, dewi.yanti71@ui.ac.id

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

Recommended Citation

Liliana, Dewi Yanti and Basaruddin, T. (2009) "DETEKSI PEMALSUAN CITRA BERBASIS DEKOMPOSISI NILAI SINGULIR," *Makara Journal of Science*: Vol. 13: Iss. 2, Article 57.
Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol13/iss2/57>

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.

DETEKSI PEMALSUAN CITRA BERBASIS DEKOMPOSISI NILAI SINGULIR

Dewi Yanti Liliana¹, T. Basaruddin^{2*)}

1. Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

2. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

^{*)}E-mail: dewi.yanti71@ui.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi pemrosesan citra saat ini memudahkan pengguna untuk melakukan modifikasi dan pemalsuan citra. Pemalsuan citra adalah proses manipulasi pada sebagian atau seluruh daerah citra baik terhadap isi maupun konteks citra dengan bantuan teknik pemrosesan citra digital. Pemalsuan citra sering tak dapat dikenali secara kasat mata karena citra hasil pemalsuan terlihat sangat natural. Namun dengan teknik komputasi numerik dapat dideteksi bukti citra palsu. Penelitian ini berhasil menerapkan metode dekomposisi nilai singular untuk mendeteksi pemalsuan citra. Proses deteksi didahului dengan algoritma prapemrosesan citra yang akan menghasilkan dua vektor yang ortogonal terhadap vektor nilai singular yang penting bagi pendeteksian citra palsu. Hasil eksperimen terhadap citra dengan berbagai kondisi berhasil mendeteksi citra hasil pemalsuan dengan nilai ambang batas 0,2. Deteksi pemalsuan citra berbasis dekomposisi nilai singular dapat digunakan untuk menginvestigasi citra palsu hasil modifikasi terhadap citra asli secara akurat.

Abstract

Image Fakery Detection Based on Singular Value Decomposition. The growing of image processing technology nowadays make it easier for user to modify and fake the images. Image fakery is a process to manipulate part or whole areas of image either in its content or context with the help of digital image processing techniques. Image fakery is barely unrecognizable because the fake image is looking so natural. Yet by using the numerical computation technique it is able to detect the evidence of fake image. This research is successfully applied the singular value decomposition method to detect image fakery. The image preprocessing algorithm prior to the detection process yields two vectors orthogonal to the singular value vector which are important to detect fake image. The result of experiment to images in several conditions successfully detects the fake images with threshold value 0.2. Singular value decomposition-based detection of image fakery can be used to investigate fake image modified from original image accurately.

Keywords: image fakery, orthogonalized vector, singular value decomposition

1. Pendahuluan

Pemalsuan citra adalah permasalahan yang sedang berkembang di berbagai bidang seperti kriminal, politik, fotografi, dan hiburan. Proses pemalsuan terhadap citra digital sangatlah mudah dilakukan dengan banyaknya alat bantu berupa perangkat lunak pemrosesan citra. Pemalsuan citra didefinisikan oleh Gopi [1] sebagai proses manipulasi terhadap citra fotografis asli berupa perubahan ukuran, penskalaan, rotasi, dan lain-lain. Sedangkan menurut Riome [2], pemalsuan citra bermakna subyektif berdasarkan konteks yang digunakan. Misalnya, citra fotografi yang berkualitas buruk kemudian dirubah tingkat kecerahannya tidak

dapat dikategorikan sebagai citra hasil pemalsuan. Selain itu proses pemalsuan citra menurut Lu, dan kawan-kawan [3] adalah proses menyalin sebagian daerah citra asal dan menempelkannya ke dalam citra tujuan. Dalam penelitian ini pemalsuan citra yang digunakan adalah proses menyalin sebagian daerah dan menempelkannya ke citra asli dengan bantuan perangkat lunak pemrosesan citra, penambahan obyek atau penghapusan daerah citra asli, dan perubahan-perubahan baik isi maupun konteks citra asli sehingga menjadi citra palsu.

Permasalahannya adalah bagaimana cara mengenali citra hasil pemalsuan. Biasanya terdapat batas pemisah

antara daerah yang asli dan daerah yang dipalsukan, tetapi dengan berkembangnya perangkat lunak manipulasi citra maka batas pemisah sulit ditentukan [3]. Berbagai metode telah dikembangkan untuk mendeteksi pemalsuan citra. Fridrich [4] menggunakan teknik autokorelasi dan teknik pencocokan terhadap citra asli untuk mengenali citra palsu. Popescu dan Farid [5] mengenalkan teknik untuk menampilkan pemalsuan citra digital dengan cara mendeteksi resample. Garg, dan kawan-kawan [6] menggunakan DCT dan rata-rata distorsi di setiap blok citra untuk mendeteksi daerah pemalsuan, metode pemalsuan yang diinvestigasi adalah rotasi, *copy-paste*, pemotongan, dan perubahan tingkat kecerahan citra sidik jari. Gopi [1] berusaha mendeteksi daerah yang dipalsukan dengan pelatihan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Lu, dan kawan-kawan [3] mengembangkan skema deteksi citra palsu berbasis dekomposisi nilai singular, yang menggunakan perubahan arah vektor eigen pada sub ruang ortogonal untuk mendeteksi bukti pemalsuan citra.

Skema yang diajukan oleh Lu [3] direimplementasikan dalam penelitian ini menjadi sebuah sistem pendeteksi pemalsuan gambar berbasis dekomposisi nilai singular (*Singular Value Decomposition* - SVD). Pengujian dilakukan terhadap beberapa kondisi untuk melihat keefektifan kinerja sistem.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode penelitian yang dilakukan adalah studi tentang dekomposisi nilai singular, teknik deteksi citra palsu yang diawali dengan tahap pra-pemrosesan citra kemudian tahap deteksi citra palsu.

Dekomposisi Nilai Singular. Dekomposisi nilai singular atau yang lebih sering disingkat SVD dikenal sebagai teknik pemrosesan sinyal untuk mendiagonalisasi matriks dimana elemen diagonal matriks tergolong stabil terhadap modifikasi sinyal matriks [7].

Diberikan suatu matriks A berukuran $m \times n$, dekomposisi nilai singular terhadap matriks A menjadi matriks ortogonal U dan V serta matriks diagonal S , sedemikian sehingga:

$$A = USV^T \quad (1)$$

dengan elemen diagonal matriks S , yaitu $s_1, s_2, \dots, s_k$ non-negatif dan terurut turun, yaitu $s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_k \geq 0$, dengan $k = \min(m, n)$. Selanjutnya s_i disebut nilai singular dari matriks A , sedangkan kolom-kolom matriks U disebut vektor singular kiri dan kolom-kolom matriks V disebut vektor singular kanan dari matriks A [8].

Apabila matriks U , S , dan V sudah diketahui, maka matriks A dapat direkonstruksi sebagai berikut:

$$A = \sum_{i=1}^k s_i u_i v_i^T \quad (2)$$

Dalam hal ini U dan V adalah matriks yang kolom-kolomnya saling ortonormal [8].

Pra-pemrosesan Citra. Tahap pra-pemrosesan citra dilakukan terhadap citra asli yang akan menghasilkan citra hasil pra-pemrosesan. Tahap ini dilakukan untuk membantu pendeteksian [3].

Pada tahap pra-pemrosesan, citra asli I ditransformasi menggunakan SVD sehingga menghasilkan matriks U, S , dan V :

$$I = USV^T \quad (3)$$

dengan U dan V adalah matriks ortogonal, V^T adalah transpos dari matriks V . S adalah matriks diagonal dimana elemen-elemen diagonalnya dapat membentuk vektor kolom nilai singular v .

Langkah selanjutnya adalah mengkonstruksi dua buah vektor kolom v_1 dan v_2 yang pada penelitian Lu [3] disebut sebagai vektor rahasia (*secret vectors*). Keunikan dari vektor v_1 dan v_2 adalah propertinya memenuhi:

$$\|v_1 \cdot v\| = 0, \|v_2 \cdot v\| = 0, \|v_1 \cdot v_2\| = 0 \quad (4)$$

Oleh karena inner product antara vektor kolom v, v_1 , dan v_2 adalah 0 hal ini berarti bahwa ketiga vektor kolom tersebut saling ortogonal. Konstruksi v_1 dan v_2 menggunakan teknik proyeksi ortogonal atau yang lebih dikenal dengan teknik Gram-Schmidt [9]. Proyeksi ortogonal terhadap vektor v yang bebas linier dalam ruang inner product menghasilkan vektor-vektor yang ortogonal ($u_1, \dots, u_k$) dalam sub ruang yang sama.

Didefinisikan operator proyeksi:

$$proj_u v = \frac{(u \cdot v)}{norm(v)^2} * u \quad (5)$$

Algoritma Gram-Schmidt adalah:

$$u_1 = v_1,$$

$$u_2 = v_2 - proj_{u_1} v_2,$$

$$u_3 = v_3 - proj_{u_1} v_3 - proj_{u_2} v_3$$

$$\vdots$$

$$u_k = v_k - \sum_{j=1}^{k-1} proj_{u_j} v_k,$$

Pada penelitian ini hanya digunakan dua buah vektor v_1 dan v_2 yang ortogonal terhadap vektor v . Berikutnya dihitung nilai vektor v' yang merupakan vektor nilai singular hasil pra-pemrosesan yang nilainya diperoleh dari persamaan:

$$v' = v + \alpha v_1 \frac{\|v\|}{\|v_1\|} \quad (6)$$

dengan α adalah faktor skalar yang diset 0.01 dalam eksperimen [3]. Vektor v' kemudian disimpan sebagai elemen diagonal dari matriks S' . Dari tahap pra-pemrosesan citra diperoleh citra baru yang dinamakan citra hasil pra-pemrosesan I' yang direkonstruksi dari persamaan:

$$I' = US'V^T \quad (7)$$

dengan matriks ortogonal U dan V yang digunakan untuk merekonstruksi citra I' berasal dari citra asli I . Citra hasil pra-pemrosesan inilah yang terbuka untuk umum dan bisa dimodifikasi atau dipalsukan [3].

Telah diketahui bahwa SVD handal terhadap sedikit gangguan citra [8], sehingga gangguan kecil terhadap vektor v pada prosedur pra-pemrosesan dimana $v' \approx v$ tidak terlalu banyak menurunkan kualitas citra asli yang akan dibuktikan pada tahap eksperimen.

Deteksi Pemalsuan Citra. Deteksi pemalsuan citra dilakukan terhadap citra uji I^* . Langkah-langkah deteksinya adalah: 1) Dekomposisi citra I^* dengan SVD, 2) Hitung nilai deteksi dari citra I^* Dekomposisi citra I^* dengan persamaan:

$$I^* = U^* S^* (V^*)^T \quad (8)$$

menghasilkan vektor kolom v^* yang berisi elemen-elemen diagonal dari matriks S^* .

Perhitungan nilai deteksi ρ yang menunjukkan tingkat kepalsuan citra menggunakan persamaan berikut [3]:

$$\rho = \left\| \frac{v^*}{\|v^*\|} \cdot \frac{v_1}{\|v_1\|} \right\| + \left\| \frac{v^*}{\|v^*\|} \cdot \frac{v_2}{\|v_2\|} \right\| \quad (9)$$

Berdasarkan hasil eksperimen akan diperoleh nilai ambang (*threshold*) T_{th} . Interpretasinya adalah jika $\rho \geq T_{th}$ maka dapat disimpulkan bahwa citra uji adalah citra hasil pemalsuan, demikian pula sebaliknya apabila $\rho < T_{th}$ maka citra uji bukan citra hasil pemalsuan.

Pada penelitian ini, kunci utamanya adalah konstruksi dua vektor ortogonal v_1 dan v_2 , karena nilai deteksi bergantung kepada dua vektor tersebut. Misalkan $\|v\| = \|v_1\| = \|v_2\|$ dan vektor v^* dibentuk dari $v^* = v' + v_f$, dimana v' adalah vektor nilai singular hasil pra-pemrosesan dan v_f adalah vektor nilai singular pemalsuan. Dari persamaan 2.6 maka ρ dapat diuraikan menjadi:

$$\rho = \left\| \frac{v' + v_f}{\|v^*\|} \cdot \frac{v_1}{\|v_1\|} \right\| + \left\| \frac{v' + v_f}{\|v^*\|} \cdot \frac{v_2}{\|v_2\|} \right\|$$

$$\rho = \left\| \frac{(v_f + v + \alpha v_1 \frac{\|v\|}{\|v_1\|}) \cdot (v_1 + v_2)}{\|v^*\| \|v_2\|} \right\| \quad (10)$$

Berdasarkan relasi ortogonal antara v , v_1 , dan v_2 maka:

$$\rho = \left\| \frac{v_f \cdot (v_1 + v_2) + \alpha v_1 \cdot v_1 \frac{\|v\|}{\|v_1\|}}{\|v^*\| \|v_2\|} \right\| \quad (11)$$

Nilai α diset cukup kecil sehingga persamaan (11) dapat diaproksimasi menjadi [3]:

$$\rho \approx \left\| \frac{v_f \cdot (v_1 + v_2)}{\|v^*\| \|v_2\|} \right\|$$

$$\rho = \frac{\|v_f\| \|v_1 + v_2\|}{\|v^*\| \|v_2\|} = \sqrt{2} \frac{\|v_f\|}{\|v^*\|} \quad (12)$$

Jelas sekali bahwa nilai deteksi ρ bergantung pada vektor v_f , sedangkan v_f melambangkan tingkat kepalsuan citra uji, oleh karena itu nilai deteksi ρ menunjukkan apakah citra uji palsu atau tidak. Persamaan (12) juga membuktikan bahwa vektor ortogonal v_1 dan v_2 tidak mempengaruhi nilai hasil deteksi.

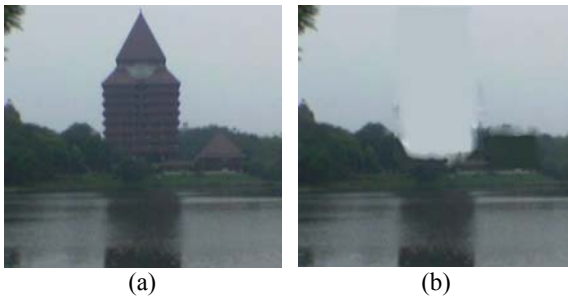
3. Hasil dan Pembahasan

Eksperimen dilakukan untuk menguji kinerja sistem pendeteksi citra palsu. Citra uji yang digunakan adalah citra RGB sebanyak 10 buah citra asli, kemudian dari tahap pra-pemrosesan terhadap citra asli dihasilkan 10 buah citra hasil pra-pemrosesan, citra inilah yang akan dimodifikasi pada sebagian daerahnya untuk menghasilkan 10 buah citra palsu. Contoh sepasang citra uji ditampilkan pada Gambar 1, dimana Gambar 1(a) adalah citra asli dan Gambar 1(b) adalah citra palsu.

Berdasarkan persamaan (12) hasil deteksi bergantung pada vektor palsu v_f . Sedikit pemalsuan pada daerah citra akan menghasilkan nilai deteksi yang kecil, sedangkan jika daerah yang dipalsukan besar maka akan

menghasilkan nilai deteksi yang besar. Untuk menganalisis hubungan antara besarnya daerah pemalsuan citra dengan nilai deteksi digambarkan pada Gambar 3.

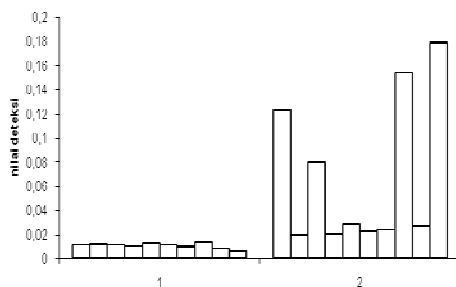
Adanya tahap pra-pemrosesan citra menyebabkan tak dapat dihindari terjadinya distorsi sinyal citra asli. Eksperimen ini juga menguji kesamaan antara citra asli dan citra hasil pra-pemrosesan menggunakan *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), yang digunakan untuk mengukur perbedaan antara dua buah citra berdasarkan



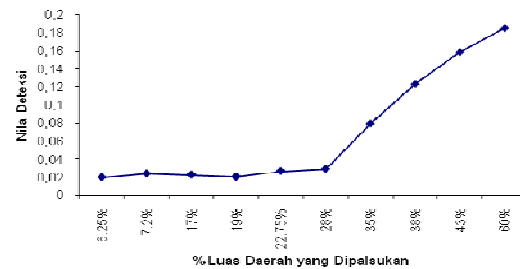
Gambar 1. (a) Citra Asli Hasil Pra-pemrosesan, (b) Citra Hasil Pemalsuan dari (a)

Tabel 1. *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) antara Citra Asli dan Citra Hasil Pra-pemrosesan

Citra Asli	Citra Hasil Pra-pemrosesan	PSNR
tes1	praposes1	26,68
tes2	praposes2	29,23
tes3	praposes3	23,24
tes4	praposes4	34,83
tes5	praposes5	23,38
tes6	praposes6	24,48
tes7	praposes7	21,42
tes8	praposes8	28,16
tes9	praposes9	24,33
tes10	praposes10	20,35
rata-rata		25,61



Gambar 2. Grafik Hasil Deteksi antara Citra Pra-Pemrosesan dengan Citra Palsu, (1) Citra Pra Pemrosesan, (2) Citra Palsu



Gambar 3. Hubungan Luas Daerah yang Dipalsukan dengan Nilai Deteksi

distorsi sinyal [10]. Tabel 1 menunjukkan rata-rata PSNR antara seluruh citra asli dan citra hasil pra-pemrosesan adalah 25,61, sedangkan PSNR untuk Gambar 1 adalah 34,83. Oleh karena nilai PSNR besar maka distorsi sinyal yang terjadi karena adanya tahap pra-pemrosesan citra dapat diabaikan.

Skenario pengujian dilakukan untuk menghitung nilai deteksi ρ . Nilai deteksi ρ dihitung terhadap citra asli, citra hasil pra-pemrosesan, dan citra palsu. Karena citra uji adalah RGB maka nilai deteksi akhir merupakan penjumlahan nilai deteksi untuk ketiga kanal RGB. Nilai deteksi ρ untuk seluruh citra asli adalah 0, artinya bahwa citra tersebut benar-benar asli tanpa modifikasi. Gambar 2 menunjukkan threshold T_{th} untuk citra palsu yaitu 0,02, dimana seluruh citra palsu memiliki $\rho \geq 0,02$. Sedangkan nilai deteksi ρ untuk citra hasil pra-pemrosesan adalah dibawah nilai T_{th} yaitu antara 0,0062–0,013. Berdasarkan eksperimen dalam penelitian ini nilai T_{th} untuk deteksi pemalsuan citra adalah 0,02. Citra dengan nilai deteksi diatas 0,02 dianggap sebagai citra palsu, sedangkan citra dengan nilai deteksi dibawah 0,02 dianggap bukan citra palsu.

4. Simpulan

Penelitian ini telah menerapkan SVD untuk mendeteksi pemalsuan citra. Sebelum citra asli dibuka untuk umum, beberapa informasi disisipkan dalam nilai matriks citra tersebut. Berdasarkan informasi yang disisipkan inilah dapat disimpulkan apakah suatu citra palsu atau tidak berdasarkan sistem pendeteksian yang diajukan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem yang dibangun bekerja secara efektif. Penelitian selanjutnya difokuskan pada kinerja sistem dan keandalannya untuk melakukan deteksi tanpa bantuan citra asli melalui proses klasifikasi dengan teknik pembelajaran mesin.

Daftar Acuan

- [1] E.S. Gopi, Applied Mathematics and Computation 194/2 (2007) 540-543.
- [2] A. Riome, Digital Image Forgery Detection Techniques for Still Images, <http://home.wmin.ac.uk/docs/HSCS/andrew2007.ppt>, 2007.

- [3] W. Lu, F.L. Chung, H. Lu, IEICE Transaction of Communication E89-B/5 (2006) 1726.
- [4] J. Fridrich, D. Soukal, J. Lukas, Detection of Copy-Move Forgery in Digital Images, Proc. Digital Forensic, Research Workshop, Cleveland, OH, August 2003, p.19.
- [5] A.C. Popescu, H. Farid, Exposing Digital Forgeries by Detecting Traces of Resampling, IEEE Transaction on Signal Processing 53/2 (2005) 758-767.
- [6] A. Garg, A. Hailu, R. Sridharan, Image Forgery Identification Using JPEG Intrinsic Fingerprints, www.stanford.edu/~divad/mentorship/GargHailuSridharan.pdf, 2008.
- [7] H. Andrews and C. Patterson, IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Processing, 24/1(1976) 26–53.
- [8] T. Basaruddin, Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi 6/2 (2006) 18.
- [9] H. Anton, Elementary Linear Algebra, John Wiley & Son, London, 2000, p.134.
- [10] Y. Fisher, Fractal Image Compression, Springer Verlag, New York 1995, p.657.