

# Penyisipan informasi ke dalam citra digital dengan *singular value decomposition* (SVD)

Ahmad Solikhudin<sup>1</sup>, dan Mohammad Yasin<sup>2</sup>

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI MALANG

E-mail: msmcleren@gmail.com

**ABSTRAK:** Di zaman sekarang ini banyak terjadi perkembangan di ilmu pengetahuan di bidang teknologi, salah satunya adalah internet. Dengan adanya internet seseorang dapat bertukar informasi walaupun dengan jarak yang sangat jauh. Di sisi lain beberapa pihak memanfaatkan internet untuk kegiatan yang merugikan pihak lain yaitu pencurian informasi. Berbagai macam teknik digunakan untuk melindunginya, salah satunya dengan digital watermarking. Melalui digital watermarking informasi akan disisipkan ke dalam media digital tanpa mempengaruhi media digital itu sendiri. Beberapa media digital yang dapat digunakan yaitu citra, video, suara, dan teks. Singular Value Decomposition (SVD) merupakan salah satu metode menyisipkan informasi ke dalam media digital. Metode tersebut mendekomposisi citra digital menjadi matriks-matriks persegi. Metode penyisipan informasi dengan SVD ternyata cukup baik dalam mempertahankan citra pada saat proses ekstraksi. Dari hasil percobaan menghasilkan tingkat kemiripan terhadap informasi asli sebesar 0.97200. Hasil ini menunjukkan bahwa implementasi digital watermarking dengan menggunakan metode SVD ternyata menunjukkan kinerja ketahanan yang cukup baik.

**Kata Kunci:** penyisipan, informasi, citra digital, *Singular Value Decomposition*

**ABSTRACT:** In this day and age many developments in science in the field of technology, one of which is the Internet. With the Internet anyone can exchange information even with very long distances. On the other hand some people use the Internet for activities that harming the other side, namely the theft of information. Various kinds of techniques are used to protect it, one of them with digital watermarking. Through digital watermarking information will be inserted into the digital media without the influence of digital media itself. Some digital media that can be used are image, video, sound, and text. Singular Value Decomposition (SVD) is one method of inserting information into digital media. The method of decomposing the digital image into a square matrices. Insertion of information with SVD method turned out pretty well in maintaining the image during the extraction process. From the experimental results produce a level of similarity to the original information of 0.97200. These results indicate that the implementation of digital watermarking using SVD method turned out to show the performance of resilience.

**Keywords:** insertion, information, digital images, *Singular Value Decomposition*

---

1. Ahmad Solikhudin adalah mahasiswa jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang  
2. Mohamad Yasin adalah dosen jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang

Di zaman sekarang ini banyak terjadi perkembangan ilmu pengetahuan di berbagai bidang khususnya dalam bidang teknologi informasi. *Internet* merupakan salah satu perkembangan dalam bidang teknologi informasi dan pertanda awal kemajuan teknologi informasi. Dengan adanya *internet* laju informasi menjadi sangat cepat dan efisien. Informasi dapat dikirim kepada seseorang yang jaraknya sangat jauh dengan waktu yang singkat. Selain itu informasi juga akan mengalami perubahan yaitu menjadi data digital. Data digital ini kemudian dikirimkan ke penerima informasi melalui *internet*. Di sisi lain beberapa pihak memanfaatkan *internet* untuk keperluan pribadi yang cenderung merugikan orang lain. Salah satunya adalah pencurian informasi. Sangat sulit untuk mengetahui apakah informasi yang dikirimkan telah dicuri atau tidak. Untuk itu dilakukan beberapa upaya untuk menghindarinya, yaitu dengan menyembunyikan informasi tersebut. Salah satu teknik penyembunyian informasi adalah dengan menggunakan *digital watermarking*. Melalui *digital watermarking* informasi akan disisipkan ke dalam media digital tanpa mempengaruhi media digital itu sendiri. Beberapa media digital yang dapat digunakan yaitu citra, video, suara, dan teks. Dalam karya tulis ini penulis menggunakan Informasi dan media digital berupa citra digital berektensi *jpg*.

*Singular Value Decomposition* (SVD) merupakan salah satu metode penyisipan informasi yang bekerja pada domain spasial. Metode ini mendekomposisi citra digital menjadi matriks-matriks persegi. Matriks-matriks tersebut kemudian diproses sedemikian sehingga informasi dapat tersisipkan ke dalam media digital.

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan salah satu bahasa pemrograman yang mendukung perhitungan matematis. MATLAB adalah bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk komputasi teknis. Selain itu MATLAB memberikan sistem interaktif yang menggunakan konsep *array*/matrik sebagai standar variabel elemennya tanpa membutuhkan pendeklarasian *array* seperti pada bahasa pemrograman lainnya.

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

$$A = U \Sigma V^T$$

$$A = [u_1 \quad \cdots \quad u_r] \begin{bmatrix} \sigma_1 & & & \\ & \cdot & & \\ & & \cdot & \\ & & & \sigma_r \end{bmatrix} [v_1 \quad \cdots \quad v_r]^T$$

Merupakan SVD dari  $A$  dimana matriks  $U, V$  merupakan matriks orthogonal.  $\Sigma$  merupakan matriks diagonal singular dengan elemen singular dari  $A$  yaitu  $\sigma_1, \dots, \sigma_r$ , dengan  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_r > 0$ .

Dalam teknik *watermarking* berbasis SVD informasi akan disisipkan di matriks  $U, V$ , dan  $\Sigma$ . Penyisipan dilakukan di seluruh bagian citra. Yang artinya penyisipan dilakukan pada setiap piksel citra.

Skema *watermarking* yang diajukan oleh Loukhaoukha (2011) adalah sebagai berikut:

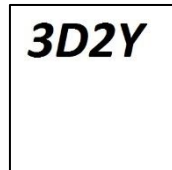
1. Terapkan SVD pada matriks citra.
2. Bentuk matriks  $D$  sebagai informasi.
3. Terapkan SVD pada  $D$ .
4. Hitung matriks  $I_W$ .

Sedangkan untuk ekstraksi dilakukan sebagai berikut:

1. Terapkan SVD pada  $I_W$
2. Hitung matriks  $D^*$  sebagai matriks informasi
3. Hitung matriks  $W^*$  sebagai citra informasi.

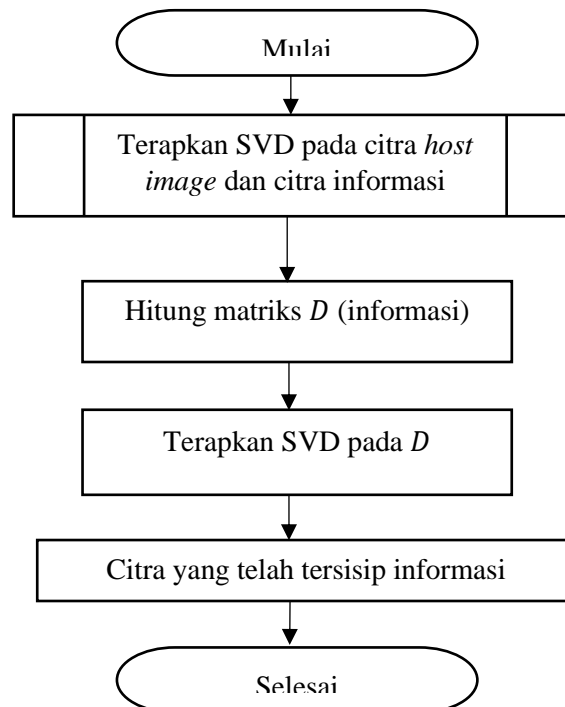
## METODE

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan beberapa tahapan yaitu proses investigasi terhadap masalah yang akan dipecahkan melalui program, menterjemahkan syarat kebutuhan perancangan perangkat lunak yang dapat diperkirakan sebelum pembuatan *code*, penerjemahan *design* dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer. Dalam pengimplementasian skema *watermarking* menggunakan MATLAB. Dalam penelitian ini menggunakan citra logo UM berukuran 300 x 300 piksel sebagai media. Sebagai citra informasi dibuat suatu citra yang memuat huruf-huruf 3D2Y seperti pada Gambar 1.

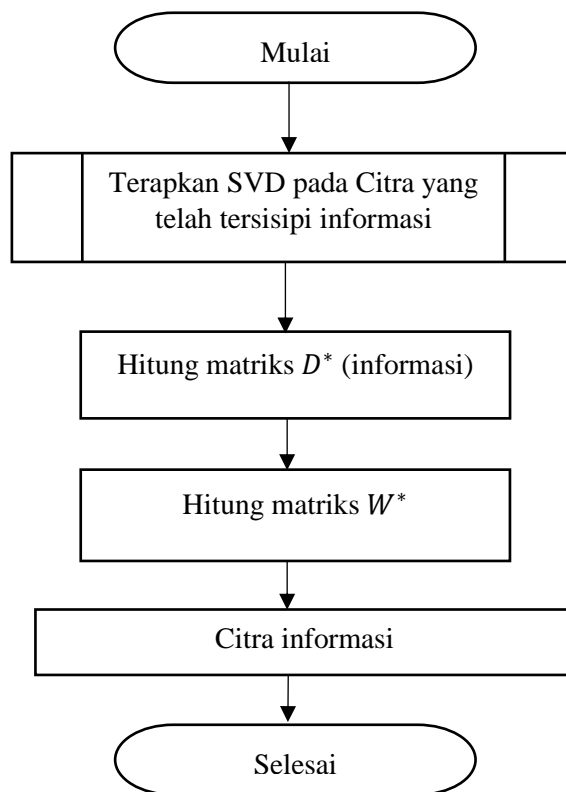


**Gambar 1** Citra Informasi yang Digunakan

Dari skema diatas dibuat bagan yang menjelaskan keseluruhan skema yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2** Skema Penyisipan Informasi



**Gambar 3** Skema Ekstraksi Informasi

Untuk menghitung kriteria tingkat kemiripan citra digunakan rumus *Normalized Correlation* (NC) sebagai berikut:

$$NC(W, W^*) = \frac{\sum \sum W \cdot W^*}{\sum \sum W^2}$$

Hasil perhitungan tersebut berada pada interval 0 sampai 1, dimana nilai 1 menunjukkan tingkat kemiripan sempurna.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam penyisipan adalah mendekomposisi matriks citra logo UM menjadi  $U, \Sigma, V^T$ . Selanjutnya informasi disisipkan ke dalam matriks-matriks tersebut. Secara kasat mata citra logo UM asli dan citra logo UM yang telah disisipkan informasi tidak dapat dibedakan yang terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** Citra logo UM Asli (kiri) dan Setelah Penyisipan (kanan)

Citra logo UM yang telah disiapkan informasi kemudian diekstrak untuk melihat nilai NC (tingkat kemiripan). Untuk mengetahui pengaruh resolusi terhadap NC setelah proses ekstraksi dilakukan pengujian terhadap citra dengan resolusi besar.

Dari hasil pengujian mendapatkan bahwa semakin besar resolusi citra semakin meningkat nilai NC. Akan tetapi semakin besar resolusi suatu citra semakin lama pula proses penyisipan informasi maupun proses ekstraksi informasi. Hal ini dikarenakan pada proses penyisipan maupun proses ekstraksi dilakukan operasi titik demi titik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

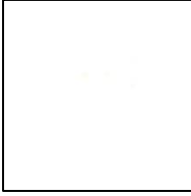

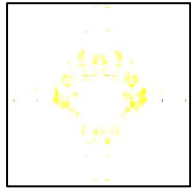






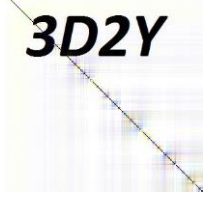

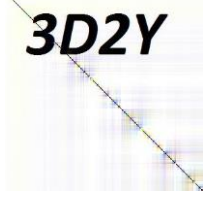

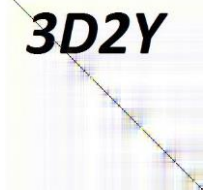
**Tabel 1** Hasil Pengujian Resolusi Terhadap Nilai NC

<i>Host image</i>	Waktu Penyisipan (detik)	Resolusi	Waktu Ekstraksi (detik)	<i>NC</i>
Logo UM	2.799562	300 x 300	1.438029	0.97200
Logo UM	19.950780	600 x 600	11.513403	0.97361
Logo UM	43.586608	800 x 800	24.212877	0.98248
Logo UM	88.137067	1000 x 1000	47.930173	0.98364
Logo UM	264.292893	1200 x 1200	137.616488	0.99181
Logo UM	683.800872	1600 x 1600	359.426399	0.98677
Logo UM	1469.535665	2000 x 2000	826.588456	0.98754


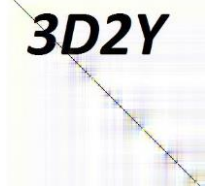



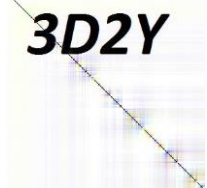



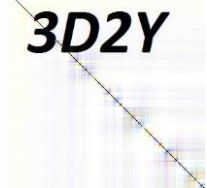

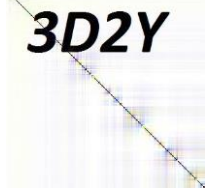


Untuk ukuran resolusi citra lebih dari 2000 x 2000 piksel proses menjadi lama dan sangat berat. Sehingga komputer menjadi panas dan aplikasi mengalami *error*. Dapat dilihat pada Tabel 1 semakin besar resolusi nilai NC juga semakin meningkat, tetapi waktu yang dibutuhkan juga semakin lama.

Untuk memaksimalkan nilai NC selanjutnya dilakukan pengujian terhadap nilai *scaling factor* ( $\alpha$ ). *Scaling factor* dalam proses penyisipan digunakan untuk membentuk matriks informasi. Hasil pengujian nilai *scaling factor* dapat dilihat pada Tabel 2.




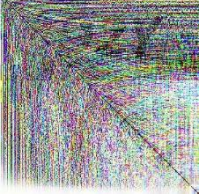

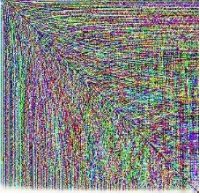
**Tabel 2** Pengujian Nilai *Scalling Factor* Terhadap Citra Logo UM 300 x 300

<i>Host image</i>	<i>Scalling Factor</i>	Citra Hasil Penyisipan	Informasi Hasil Ekstraksi	NC
Logo UM	10			0.10075
Logo UM	5			0.20085
Logo UM	1			0.73766
Logo UM	$10^{-1}$			0.9617
Logo UM	$10^{-5}$			0.97198
Logo UM	$10^{-6}$			0.97199
Logo UM	$10^{-7}$			0.97200

Lanjutan Tabel 2.

<i>Host image</i>	<i>Scalling Factor</i>	Citra Hasil Penyisipan	Informasi Hasil Ekstraksi	NC
Logo UM	$10^{-8}$			0.97200
Logo UM	$10^{-9}$			0.97200
Logo UM	$10^{-10}$			0.97200
Logo UM	$10^{-11}$			0.97200
Logo UM	$10^{-12}$			0.97198
Logo UM	$10^{-13}$			0.96779
Logo UM	$10^{-14}$			0.95277

Lanjutan Tabel 2.

<i>Host image</i>	<i>Scalling Factor</i>	Citra Hasil Penyisipan	Informasi Hasil Ekstraksi	NC
Logo UM	$10^{-15}$			0.8506
Logo UM	$10^{-16}$			0.61186
Logo UM	$10^{-17}$			0.51336

Dari hasil uji coba pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa untuk nilai *scalling factor* lebih dari atau sama dengan 1 akan merusak *host image* dan informasi menjadi gelap. Sedangkan untuk nilai *scalling factor* antara 0 dan 1 tidak terjadi perubahan yang besar pada citra *host image*. Akan tetapi untuk nilai *scalling factor*  $10^{-14}$  muncul gangguan (*noise*) pada citra informasi di bagian pojok kiri atas. Untuk nilai *scalling factor*  $10^{-17}$  gangguan sudah menyebar sehingga menutupi keseluruhan citra informasi.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa citra asli (logo UM) secara kasatmata tidak berbeda dengan citra logo UM yang sudah tersisip informasi. Sehingga penyisipan informasi dengan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dapat diandalkan dalam menyisipkan informasi.

Tingkat kemiripan citra logo UM semakin meningkat seiring bertambahnya resolusi citra, akan tetapi proses juga semakin lama. Proses mengalami *error* pada citra logo UM dengan resolusi lebih dari 2000 x 2000 piksel. Selain itu nilai *scalling factor* ( $\alpha$ ) optimum pada  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$ , dan  $10^{-11}$  dengan nilai NC (*Normalized Correlation*) atau tingkat kemiripan informasi sebesar 0.97200. Citra informasi mengalami gangguan (*noise*) pada nilai *scalling factor* lebih dari  $10^{-13}$ . Sedangkan nilai *scalling factor* lebih dari atau sama dengan 1 mengalami kerusakan pada citra *host image* dan citra informasi menjadi gelap.

## Saran

Penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dengan media digital lain. Tidak hanya pada citra digital melainkan pada media digital lain seperti video, rekaman suara, dan lain sebagainya. Disarankan juga untuk mencoba dengan metode penyisipan informasi yang lain. Selain itu penulis menyarankan untuk menambahkan kunci ekstraksi sebagai perlindungan tambahan terhadap informasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B., Firdausy, K.. 2013. *Pengolah Citra Digital Menggunakan Delphi*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Away, G.A.. 2014. *The Shortcut of MATLAB Programming*. Bandung. Informatika.
- Katzenbeisser, S., Petitcolas, F.. 2000. *Information Hiding Technique for Stenography and Digital Watermarking*. United of State Amerika. Artech House, Inc.
- Loukhaoukha, K.. 2012. *On the Security of Digital Watermarking Scheme Based on SVD and Tiny-GA*. *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, (Online), 3 No. 2, 135-141, (<http://www.jihmsp.org/~jihmsp/2012/vol3/JIH-MSP-2012-02-002.pdf>), diakses 19 Januari 2015.
- Prasetyo, E.. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Pressman, R.S.. 2001. *Software Wngineering: A Practitioner's Approach*. New York. McGraw-Hill.
- Sianipar, R.H., Mangiri, H.S., Wiryajati, I.K. 2013. *MATLAB Untuk Pemrosesan Citra Digital*. Bandung. Informatika.
- Spence, L.E., Insel, A.J., Friedberg, S.H.. 2008. *Elementary Linear Algebra: A Matrix Approach*. United State of America. Pearson Education, Inc.
- Sutoyo, T., Mulyanto, E., dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Andi Offset.