

KINERJA SKEMA PEMBERIAN TANDA AIR PADA CITRA DIGITAL BERBASIS KOMPUTASI NUMERIK

Endina Putri Purwandari¹, Diyah Puspitaningrum², Muhamad Yose Sastra³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹endinaputri@unib.ac.id

²diyahpuspitaningrum@gmail.com

³muhamadyose@ymail.com

Abstrak: Penduplikasian citra digital sangatlah merugikan bagi pemilik aslinya. Salah satu solusi yang diusulkan adalah pemberian tanda air pada citra digital tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan skema pemberian tanda air pada citra digital dengan berbasis komputasi numerik (SVD – *Singular Value Decomposition*). Citra masukan yang digunakan terdiri dari 10 buah citra berukuran 512x512 dengan format *.jpg dan *.png. sebagai citra tanda air digital menggunakan citra logo Universitas Bengkulu. Skema yang diusulkan adalah dengan menyisipkan citra masukan dengan citra tanda air logo UNIB, kemudian dilakukan ekstraksi. Citra yang telah diberikan tanda air digital akan diberikan tiga macam serangan, berupa pemberian: (1) *noise* 15% dan 20%; (2) kompresi JPEG 5%, 15%, dan 25%; (3) pengkaburan radius 2 piksel dan 3 piksel. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa skema ini dapat memberikan hasil yang optimal untuk penyisipan tanda air citra digital, dan berhasil mengekstraksi kembali tanda air digital berupa logo Universitas Bengkulu walaupun telah melalui serangan. Kata kunci : tanda air, citra digital, komputasi numerik, ekstraksi, SVD.

Abstract: *This paper presents a watermarking scheme technique for preventing digital image duplication using numeric computation method (SVD – Singular Value Decomposition). Input images consist of 10 digital images with size of 512x512 pixels all in *.jpg and *.png. Logo University of Bengkulu is used as digital watermark image. The proposed scheme is: inserting an input image with watermark logo, then extract the watermarked image. Each watermarked images was attacked with: (1) noise 15% and 20%; (2) JPEG compression 5%, 15%, and 25%; and (3) blurring radius 2 pixels and 3 pixels. Experiments show that the scheme can provide optimal results for inserting watermark image, and then extracting the logo of digital watermark even though the watermarked images are attacked.*

Keywords: *watermark, digital image, numeric computation, ekstraksi, SVD.*

I. PENDAHULUAN

Watermarking merupakan suatu teknik penyembunyian data atau informasi rahasia ke dalam suatu data lainnya untuk ditumpangi (biasanya disebut dengan *host data*), dimana orang tidak menyadari kehadiran adanya data tambahan

pada *host*-nya [1]. Jadi seolah-olah tidak ada perbedaan antara *host data* sebelum dan sesudah proses *watermarking*. Ada beberapa teknik *watermarking* yang digunakan yaitu teknik *watermarking* yang bekerja pada domain spasial dan yang bekerja pada domain transformasi frekuensi. Pada domain spasial salah satunya adalah metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dan LSB. Sedangkan pada domain transformasi frekuensi ada beberapa transformasi, diantaranya seperti: *Discrete Wavelete Transform* (DWT), *Discrete Fourier Transform* (DFT), dan *Discrete Cosine Transform* (DCT).

Trunojoyo [2] menggunakan teknik *watermarking* dalam domain *wavelet* untuk proteksi kepemilikan pada data citra medis. Tyas [3] mengusulkan skema *watermarking* berbasis SVD dan kuantisasi dengan mengeksplorasi matriks nilai *singular* untuk menyisipkan *watermark*. Mekanisme dasar yang digunakan adalah kuantisasi

koefisien terbesar pada matriks nilai *singular* dengan sebuah nilai konstan yang disebut koefisien kuantisasi.

Basaruddin [4] melakukan penelitian terhadap skema pemberian tanda air (*watermark*) pada video digital berbasis DWT-SVD dengan detektor *semi-blind*. Penyisipan blok tanda air yang berbeda pada masing-masing video akan mengubah intensitas *frame* secara bervariasi. Perbedaan pengaruh ini bergantung pada histogram citra dan sebaran koefisien diagonal tiap kanal *frame*. *Robustness* tanda air pada skema di tentukan oleh pemilihan ukuran blok citra yang akan di sisipkan. Semakin kecil ukuran blok maka tanda air yang diekstrak akan mempunyai kualitas visual lebih bagus. Semakin sedikit informasi yang disisipkan ke dalam *subband* diagonal, makin sedikit koefisien diagonal yang berubah. Sehingga saat rekonstruksi oleh *inverse-DWT*, hanya sedikit blok tanda air yang berubah. Tetapi jika blok citra yang disisipkan makin besar, maka makin banyak informasi tanda air yang hilang akibat rekonstruksi tersebut.

Pada teknik *watermark* dengan metode *Singular Value Decomposition* penyisipan umumnya dilakukan pada nilai-nilai *singular* berdasarkan pertimbangan bahwa nilai *singular* tidak akan mengalami perubahan signifikan jika terjadi sedikit gangguan pada citra [5]. Metode SVD merupakan teknik yang digunakan untuk merubah matriks citra menjadi matriks SVD dengan cara mendekomposisikannya untuk mendapatkan nilai *singular* dari citra.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Citra Digital

Citra atau *image* merupakan istilah lain untuk gambar. Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks akan tetapi bisa juga berupa citra. Citra digital adalah citra yang dapat diolah

oleh komputer. Data berupa citra mempunyai karakteristik yang berbeda dengan bentuk data yang lainnya, yakni banyak informasi yang dapat diambil dari sebuah citra.

Secara matematis citra merupakan suatu fungsi intensitas cahaya pada bidang 2-dimensi sehingga dapat disimbolkan dengan $f(x,y)$, dengan (x,y) merupakan titik koordinat pada bidang 2-dimensi dan $f(x,y)$ merupakan nilai intensitas cahaya pada titik tersebut. Simbol x , y dan $f(x,y)$ bernilai diskrit [6].

2.2. Tanda Air Digital

Watermarking memanfaatkan kekurangan-kekurangan sistem indra manusia seperti mata dan telinga. Jadi *watermarking* merupakan suatu cara untuk menyembunyikan atau penanaman data atau informasi tertentu (baik berupa catatan umum maupun rahasia) ke dalam suatu data *digital* lainnya, tetapi tidak diketahui oleh indra manusia (baik indra penglihatan atau indra pendengaran), mampu menghadapi proses-proses pengolahan sinyal digital yang tidak merusak kualitas data yang di-*watermark* sampai pada tahap tertentu. Data ter-*watermark* tersebut harus tahan terhadap serangan-serangan baik secara sengaja maupun tidak sengaja untuk menghilangkan data *watermark* yang terdapat di dalamnya.

2.3. Singular Value Decomposition (SVD)

Metode *Singular Value Decomposition* (SVD) adalah salah satu teknik dalam basis komputasi numerik yang digunakan untuk “mendiagonalkan” matriks. Dalam sudut pandang pengolahan citra, *singular value* dari suatu citra memiliki keuntungan stabilitas yang baik, dimana ketika ada sedikit gangguan diberikan pada citra tersebut, *singular value* tidak berubah secara signifikan. Keuntungan lain adalah ukuran matriks dari

transformasi metode SVD tidak tetap dan dapat berupa persegi. Kemudian *singular value* mengandung informasi properti persamaan linear citra.

Suatu matriks misalkan dinamai matriks A dengan nilai eigen dari matriks $A^T A$ yaitu λ_i untuk setiap $1 \leq i \leq n$ dengan n yaitu banyak nilai eigen, maka *nilai singular* matriks A yaitu $\sigma_i = \sqrt{\lambda_i}$ dan v_i merupakan vektor eigen matriks $A^T A$ yang bersesuaian dengan nilai $A^T A$.

Secara umum algoritma *Singular Value Decomposition* (SVD) adalah sebagai berikut [4]:

1. Dibentuk matriks $A^T A$ dengan nilai eigen λ_i untuk setiap $1 \leq i \leq n$ maka nilai singular matriks $A^T A$ yaitu $\sigma_i = \sqrt{\lambda_i}$

2. Dibentuk matriks diagonal $S =$

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \sigma_n \end{bmatrix}$$

3. Dicari himpunan vektor eigen dari matriks $A^T A$ misalkan $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ merupakan vektor-vektor eigen matriks $A^T A$ dengan v_i merupakan vektor eigen yang bersesuaian dengan nilai λ_i .

4. Dibentuk matriks orthogonal $V = [v_1, v_2, \dots, v_n]$

5. Dibentuk himpunan vektor $U = \{[u_1, u_2, \dots, u_n]$ dengan $u_i = \frac{1}{\sigma_i}$

$A v_i$ untuk setiap $1 \leq i \leq n$

6. Dibentuk matriks orthogonal $U = [u_1, u_2, \dots, u_n]$

7. Bentuk dekomposisi SVD $A = USV^T$

Nilai $\sigma_1 \dots \sigma_n$ dari S disebut nilai-nilai singular dari A , kolom-kolom dari U merupakan vektor-vektor singular kiri dari A dan kolom-kolom dari V merupakan Vektor-vektor singular kanan dari A . Jika A adalah sebuah citra maka pengubahan

sedikit pada nilai-nilai singular tidak mempengaruhi kualitas citra dan nilai-nilai singular tidak berubah banyak setelah citra diserang [3]. Setelah citra A diproses menjadi matriks SVD, untuk menjadikan citra A menjadi citra yang dengan *watermark* dibutuhkan adanya kunci *watermark*. Kunci yang akan dibangkitkan oleh penulis menggunakan pembangkit *pseudorandom* yaitu *pseudorandom* dari aturan 2D.

2.4. Parameter Kinerja Watermarking

Parameter pengukuran kinerja *watermarking* menggunakan perhitungan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut [7]. PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel*(dB). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *cover* sebelum dan sesudah disisipi *watermark*. Untuk menentukan nilai PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE. MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil manipulasi. Nilai PSNR yang lebih tinggi menyiratkan kemiripan yang lebih erat antara citra asli dengan citra hasil rekonstruksi. PSNR didefinisikan sebagai :

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \quad \dots(1)$$

Dengan *Mean Square Error* (MSE) sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \quad \dots(2)$$

Dimana :

m, n = Dimensi dari citra.

$I(i, j)$ = Menyatakan citra asli.

$K(i, j)$ = Menyatakan citra hasil.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 10 (sepuluh) citra masing-masing berukuran 512 x 512 piksel, berformat *.jpg dan *.png. Sedangkan citra sisipan adalah citra berwarna logo Universitas Bengkulu. Selanjutnya citra yang telah disisipi tanda air akan diberikan serangan dengan pengkaburan (*blurring*), *noise*, dan kompresi. Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam membangun aplikasi adalah komputer dengan *Processor* Intel Core I, *DDR3* 2 GB, *Harddisk* 500 GB, dan *Monitor* LCD. Perangkat lunak yang digunakan adalah: Sistem Operasi *Windows Seven Ultimate*, dan bahasa pemrograman *MatLab R2010A*.

IV. EKSPERIMEN

Pada penelitian ini akan dibangun skema pemberian tanda air digital dengan menggunakan komputasi numerik melalui metode *Singular Value Decomposition* (SVD). Skema yang dibangun diharapkan juga mampu mengidentifikasi citra *watermark* dari ter-*watermark* ketika mendapat serangan *blur*, *noise*, dan kompresi.

Skema pemberian tanda air digital berbasis komputasi numerik ini terbagi menjadi dua tahapan, yaitu penyisipan dan ekstraksi.

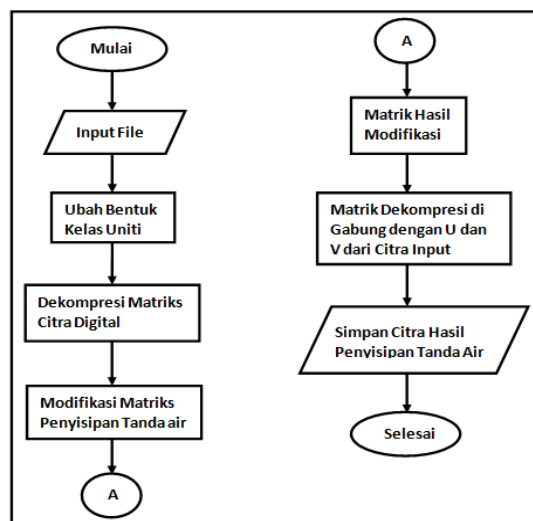
a. *Embedding* (penyisipan)

Penyisipan digunakan untuk menyisipkan *watermark* ke dalam media pembawa (*host*) yang akan dilindungi. Untuk menyisipkan *watermark* pada dokumen digital, dibutuhkan suatu algoritma penyisipan. Algoritma penyisipan ini dapat dianalogikan dengan menggunakan 4 variabel (W, I, K, I_w) dan setiap variabel merepresentasikan setiap komponen pada proses pemberian *watermark*. Dimana I adalah media yang belum disisipkan *watermark, W adalah *watermark* yang akan disisipkan, dan K adalah*

media kunci. Proses E yaitu penyisipan tergantung pada W , media pembawa dan kunci sebagai bentuk pengamanannya. Fungsi ini akan menghasilkan I_w yang merupakan media yang telah disisipkan dengan *watermark*.

Fungsi SVD menjadi tiga matriks S , U dan V , lalu matriks S dimodifikasi dengan menyisipkan *watermark* yang dikalikan suatu nilai konstanta sebagai nilai intensitas dengan rentang 0,1 sampai 1 dengan jarak 0,1. Proses dilanjutkan dengan mengkomposisi matriks S hasil modifikasi lalu digabungkan dengan matriks U dan V dari citra asal. Citra hasil penyisipan *watermark* disimpan ke dalam file baru (lihat Gambar 1).

$$A_w = US_w V^T \dots (3)$$

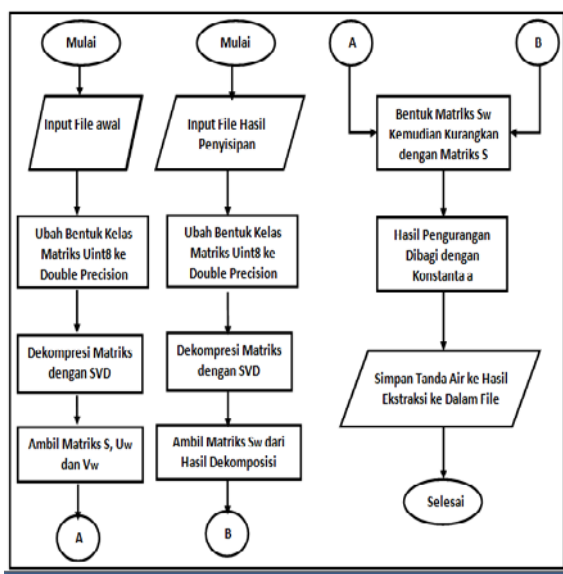


Gambar 1. Skema Proses Penyisipan Tanda Air

b. *Extracting* (ekstraksi)

Ekstraksi digunakan untuk mengambil kembali *watermark* yang telah disisipkan pada media tersebut. Pada skema ekstraksi terdapat variabel baru yaitu I_w dan W , dimana I_w didefinisikan sebagai media yang sudah disisipkan *watermark* dan W didefinisikan sebagai *watermark* hasil ekstraksi. Variabel tersebut berbeda dengan variabel pada fungsi penyisipan, karena

dianalogikan bahwa terdapat kemungkinan \hat{I}_w telah dilakukan modifikasi oleh seseorang sehingga *watermark* W tidak secara tepat sama. Kemudian jika akan dilakukan pengambilan kembali *watermark* tersebut sebagai bentuk verifikasi, maka digunakan suatu algoritma ekstraksi.



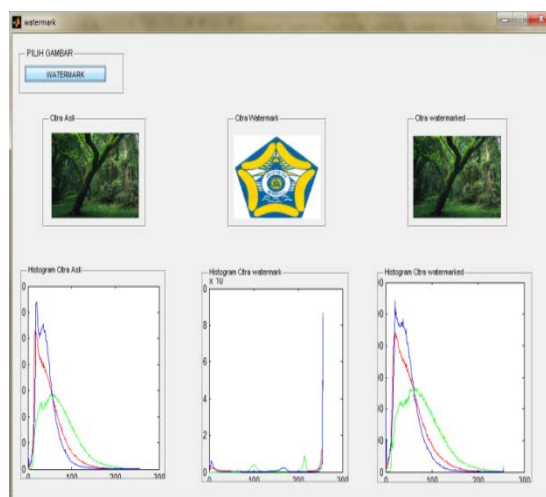
Gambar 2. Skema Proses Ekstraksi Citra Sisipan

Teknik pemberian *watermark* berbasis komputasi numerik dilakukan secara *non-blind*, yaitu pada proses ekstraksi membutuhkan komponen dari citra asalnya. Proses ekstraksi *watermark* dapat dilihat pada Gambar 2.

Langkah pertama adalah memasukkan citra asal dan citra yang telah disisipkan *watermark*. Proses ekstraksi membutuhkan matriks S dari citra asal untuk mendapatkan matriks U_w dan V_w . Setelah diperoleh matriks U_w dan V_w , kemudian dikalikan dengan matriks S_w^* yang berasal dari citra yang ter-*watermark* untuk mendapatkan matriks matriks S^* . Langkah terakhir adalah dengan mengurangi matriks S^* dengan matriks S pada citra asli dan membagi dengan nilai intensitasnya. Citra hasil ekstraksi disimpan ke dalam *file* yang baru. Berikut ini beberapa eksperimen yang dilakukan:

4.1 Hasil Pengujian Metode SVD Terhadap Citra Tanpa Serangan

Menu penyisipan tanda air digital dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam aplikasi ini pengguna dapat memasukkan gambar apapun dalam format *.jpg dan *.png untuk dilakukan penyisipan tanda air citra logo UNIB.



Gambar 3. Aplikasi Penyisipan Tanda Air

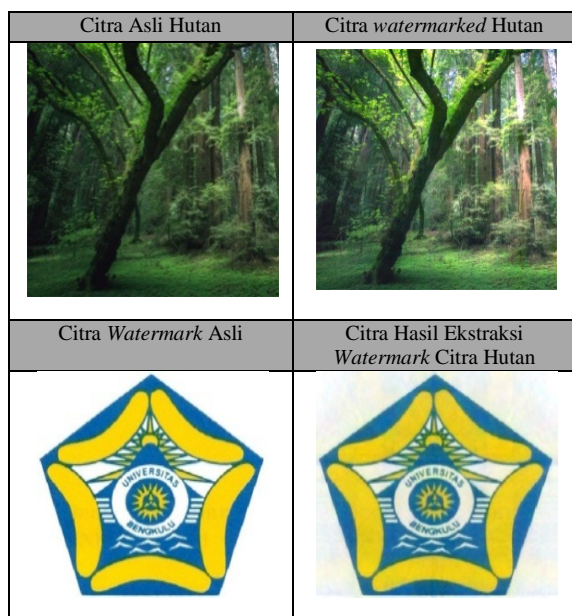
Pada Tabel 1. menunjukkan nilai PSNR untuk ketiga kanal R, G, dan B. Nilai PSNR *Red* tertinggi terdapat pada citra Hutan.jpg yaitu 66,127 dB. Sedangkan Nilai PSNR *Red* terendah pada nilai PSNR *Red* citra Babon.png yaitu 45,9585 dB. Nilai PSNR *Green* tertinggi terdapat pada citra Malena.png yaitu 73,4948. Sedangkan untuk nilai PSNR tertinggi dari *Blue* terdapat pada citra Cabe.jpg yaitu 59,305.

Pada tabel 2 menunjukkan perbedaan citra masukan dan citra keluaran yang telah disisipi. Citra menjadi lebih cerah dari citra asli hal ini disebabkan karena citra *watermark* yang disisipkan mempunyai warna lebih cerah atau dominan warna putih, sehingga citra yang disisipi menjadi lebih cerah sebaliknya semakin gelap citra *watermark* yang disisipkan maka citra hasil *watermarked* akan semakin gelap juga.

Tabel 1. Nilai PSNR citra penyisipan dari citra tanpa serangan

No.	Nama File	Nilai PSNR Citra Watermarked (dB)		
		R	G	B
1	Android.png	47.593	57.6566	44.0747
2	Babon.png	45.9585	57.9466	43.5205
3	Cabe.jpg	56.529	83.0734	59.305
4	Hutan.jpg	66.127	71.6554	50.2285
5	Koala.jpg	56.8202	64.3279	56.9382
6	Kolam.jpg	50.5954	61.6827	44.677
7	Malena.png	50.9559	73.4948	54.2987
8	Mobil.png	62.2478	72.2974	55.2933
9	Pantai.jpg	53.1731	71.6443	49.3465
10	Sawah.jpg	51.571	65.1484	46.8777
Rata-rata		54,1571	67,8928	50,4560

Tabel 2. Perbandingan citra asli dan citra pemberian tanda air digital



Pada Tabel 3 terdapat nilai PSNR RGB citra hasil ekstraksi *watermark*. Terlihat dari citra yang diujikan nilai PSNR yaitu citra hasil ekstraksi *watermark*, perubahan pada nilai PSNR-nya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan RGB dari citra asli dan citra *watermark*. Perubahan pada nilai PSNR mengakibatkan citra berkurang kualitasnya dari citra input. Hal ini disebabkan karena format *file* dari citra, ukuran *file* citra, warna dasar citra asli, dan warna dari *watermark* itu sendiri. Nilai PSNR

Red dan *Green* tertinggi terdapat pada nilai PSNR dari citra Hutan.jpg yaitu *Red* = 31,9399 dB, untuk *Green* = 33,7467dB. Sedangkan untuk nilai PSNR *Red* dan *Green* terendah terdapat pada citra Kolam.jpg yaitu *Red* = 29,427 dB, untuk *Green* = 29,01 dB. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa citra hasil ekstraksi Hutan.jpg memiliki kualitas yang paling baik jika dibandingkan dengan citra yang lainnya. Sedangkan citra kualitas paling buruk adalah citra kolam.

Tabel 3. Nilai PSNR citra ekstraksi logo UNIB

No	Nama File	Nilai PSNR Hasil Ekstraksi (dB)		
		R	G	B
1	Android.png	30.1453	30.0297	30.285
2	Babon.png	29.7365	29.0103	29.9498
3	Cabe.jpg	29.9626	30.0982	31.9934
4	Hutan.jpg	31.9399	33.7467	32.4717
5	Koala.jpg	30.1596	30.1875	30.6079
6	Kolam.jpg	29.427	29.01	29.7142
7	Malena.png	29.9111	31.1971	35.6021
8	Mobil.png	30.2404	30.1925	30.7105
9	Pantai.jpg	30.0363	30.0031	30.2428
10	Sawah.jpg	30.3303	31.8929	33.9756

4.2 Hasil Pengujian Metode SVD Terhadap Citra dengan Serangan *Noise* 15% dan 20%

Pada Tabel 4 menunjukkan nilai PSNR RGB dari citra hasil ekstraksi *watermark* dengan serangan *Noise* 15 % dan 20 %. Citra *watermark* dengan serangan *noise* 15 % dan 20 % mengalami perubahan nilai PSNR jika dibandingkan dengan tanpa serangan, hal ini disebabkan oleh warna dasar dari citra asli, warna dasar citra ter-*watermarked*, format *file* citra, ukuran *file* citra asli, serta persentase serangan *noise* yang diberikan terhadap citra tersebut. Dengan serangan *noise* 15% menghasilkan nilai PSNR citra hasil ekstraksi lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra dengan serangan *noise* 20%. Sehingga citra hasil ekstraksi

dengan serangan *noise* 15% lebih baik jika dibandingkan dengan serangan *noise* 20%.


Tabel 4. Nilai PSNR citra ekstraksi dari citra serangan *noise* 15%

No.	Nama <i>file</i>	Nilai PSNR <i>watermark</i> dengan <i>noise</i> 15% (dB)		
		R	G	B
1	Babon.png	30.116	29.682	30.259
2	Cabe.jpg	30.030	29.638	30.312
3	Hutan.jpg	30.16	30.845	32.441
4	Koala.jpg	33.613	33.370	33.446
5	Kolam.jpg	30.243	30.450	31.151
6	Malena.png	30.039	29.750	30.422
7	Mobil.png	30.068	31.390	32.307
8	Pantai.jpg	30.450	30.650	31.121
9	Sawah.jpg	30.437	30.481	30.426
10	Babon.png	30.721	31.751	32.513
Rata-rata		30,588	30,801	31,440

Tabel 5. Nilai PSNR citra ekstraksi dari citra serangan *noise* 20%

No.	Nama <i>file</i>	Nilai PSNR <i>watermark</i> dengan <i>noise</i> 20% (dB)		
		R	G	B
1	Babon.png	30.146	29.627	30.423
2	Cabe.jpg	30.148	29.863	30.591
3	Hutan.jpg	30.204	30.439	32.512
4	Koala.jpg	31.695	31.301	32.467
5	Kolam.jpg	30.252	30.189	31.001
6	Malena.png	30.225	29.907	30.714
7	Mobil.png	30.092	30.574	31.394
8	Pantai.jpg	30.432	30.221	30.995
9	Sawah.jpg	30.412	30.044	30.550
10	Babon.png	30.510	30.524	31.360
Rata-rata		30,412	30,269	31,201

Tabel 6 Perbandingan citra hasil ekstraksi serangan *noise* 15% dan 20%

Hasil <i>Watermark</i> Citra Hutan Dengan <i>noise</i> 15%	Hasil <i>Watermark</i> Citra Hutan Dengan <i>noise</i> 20%
	

Pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 terlihat perbedaan antara citra ekstraksi dengan *noise* 15%

terlihat lebih baik jika dibandingkan dengan citra dengan *noise* 20%. Artinya persentase dari *noise* yang diberikan di citra mempengaruhi hasil dari ekstraksi citra tersebut.

4.3 Hasil Pengujian Metode SVD Terhadap Citra dengan Serangan Kompresi *file* 5%, 15%, dan 25%

Pada Tabel 7 terdapat nilai PSNR RGB dari citra ekstraksi dengan serangan kompresi 5 %. Citra yang mendapatkan serangan kompresi 5% menurun kualitas citranya. Rata-rata nilai PSNR RGB dari citra tersebut lebih kecil dari citra tanpa serangan. Dengan kata lain citra tersebut memiliki kualitas citra yang menurun dari citra tanpa serangan.

Tabel 7. Nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan kompresi *file* 5 %

No	Nama <i>file</i>	Ukuran Gambar (kb)	Nilai PSNR Ekstraksi dengan Serangan (dB)		
			R	G	B
1	Babon.png	27,5	29.97	29.66	30.03
2	Cabe.jpg	16,6	30.00	29.99	32.19
3	Hutan.jpg	20,8	30.95	31.67	32.97
4	Koala.jpg	25	30.16	30.08	30.37
5	Kolam.jpg	20,7	29.52	28.86	29.68
6	Malena.png	17,6	29.87	30.22	30.88
7	Mobil.png	31,5	30.22	30.11	30.46
8	Pantai.jpg	22,4	30.17	29.71	30.11
9	Sawah.jpg	14,5	30.29	30.52	32.25
Rata-rata			30,13	30,09	30,99

Pada Tabel 8 terlihat nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan kompresi 15%. Citra yang mendapat serangan kompresi 15% mengalami penurunan nilai PSNR citra hasil ekstraksinya jika dibandingkan dengan citra tanpa serangan maupun dengan kompresi 5%. Pada saat dilakukan ekstraksi *watermark* dari citra tersebut terlihat lebih pekat jika dibandingkan dengan citra

ekstraksi tanpa serangan maupun dengan serangan kompresi 5%.

Tabel 8. Nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan kompresi file 15 %

No	Nama Gambar	Ukuran Gambar (kb)	Nilai PSNR Ekstraksi dengan Serangan (dB)		
			R	G	B
1	Cabe.jpg	20,8	29.94	29.94	31.96
2	Hutan.jpg	35,4	30.76	31.34	32.32
3	Sawah.jpg	21,9	30.28	30.50	32.41
4	Kolam.jpg	32	29.41	28.85	29.64
5	Koala.jpg	36,9	30.14	30.06	30.42
6	Kelapa.jpg	31,8	30.12	29.73	30.08
7	Malena.png	23,3	29.83	30.23	31.00
8	Babon.png	40,3	29.89	29.50	29.97
Rata-rata			30,05	30,02	30,97

Pada Tabel 9 terlihat nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan kompresi 25%. Citra yang mendapat serangan kompresi 25% mengalami penurunan kualitas citra hasil ekstraksinya jika dibandingkan dengan citra tanpa serangan maupun dengan kompresi 5% dan 15%. Hal ini dapat dilihat dengan berkurangnya nilai PSNR dari hasil ekstraksi citra dengan serangan kompresi 25%. Pada saat dilakukan ekstraksi *watermark* dari citra tersebut terlihat lebih pekat dibandingkan dengan citra tanpa serangan maupun dengan serangan kompresi 5% dan 15%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa citra dengan serangan kompresi 25% kurang baik kualitas ekstraksinya jika dibandingkan dengan citra hasil ekstraksi yang diserang dengan kompresi 5% dan 15%.

Tabel 9. Nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan kompresi file 25 %

No	Nama Gambar	Ukuran Gambar (kb)	Nilai PSNR Ekstraksi dengan Serangan (dB)		
			R	G	B
1	Cabe.jpg	24,2	29.9431	29.9289	32.0087
2	Hutan.jpg	53,1	30.6875	31.0869	32.3446
3	Sawah.jpg	28,3	30.2801	30.5038	32.302
5	Koala.jpg	49	30.1368	30.0628	30.4196
7	Malena.png	29,2	29.8349	30.2291	30.9827
8	Mobil.png	19,2	30.227	30.0992	30.4809
9	Babon.png	52,6	29.8816	29.4855	29.9607

Pada tabel 9 dan Tabel 10 terlihat citra hasil ekstraksi dengan serangan kompresi yang berbeda. Jika dibedakan dengan hanya melihat ketiga citra tersebut tampak tidak ada perbedaan akan tetapi jika dibandingkan dengan menghitung nilai PSNR-nya maka citra dengan kompresi 5% lebih baik dibandingkan dengan citra kompresi 15% dan 25%.

Tabel 10. Perbandingan citra ekstraksi serangan kompresi 5%, 15%, dan 25%

Citra Hasil Ekstraksi Hutan Dengan Serangan Kompresi 5%	Citra Hasil Ekstraksi Hutan Dengan Serangan Kompresi 15%
	
Citra Hasil Ekstraksi Hutan Dengan Serangan Kompresi 25%	
	

4.4 Hasil Pengujian Metode SVD Terhadap Citra dengan Serangan Gaussian *Blur* (Radius 2 dan 3 Piksel)

Pengujian berikutnya adalah pengujian *black box* terhadap metode SVD dengan menggunakan citra 512x512 piksel dengan serangan *Gaussian Blur* (Radius 2 dan 3 piksel). Berikut tabel 11 dan Tabel 12 menunjukkan hasil nilai PSNR dari percobaannya.

Tabel 11. Nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan *Gaussian Blur* dengan radius 2 piksel

No.	Nama File	Nilai PSNR Ekstraksi Serangan <i>Gaussian Blur</i> (Radius 2 Piksel) (dB)		
		R	G	B
1	Android.png	30.08	29.92	30.17
2	Babon.png	29.74	29.10	30.10
3	Cabe.jpg	30.01	32.49	32.83
4	Hutan.jpg	45.04	45.89	40.57
5	Koala.jpg	30.38	31.86	33.31
6	Kolam.jpg	29.73	29.51	30.00
7	Malena.png	30.58	47.97	42.77
8	Mobil.png	30.68	31.30	31.50
9	Pantai.jpg	30.79	50.18	30.43
10	Sawah.jpg	31.41	39.27	37.67
Rata-Rata		31,84	36,75	33,93

Tabel 12. Nilai PSNR citra ekstraksi dengan serangan *Gaussian Blur* dengan radius 3 piksel

No.	Nama File	Nilai PSNR Ekstraksi Serangan <i>Gaussian Blur</i> (Radius 3 Piksel) (dB)		
		R	G	B
1	Android.png	30.06	29.88	30.14
2	Babon.png	29.75	29.10	30.12
3	Cabe.jpg	30.00	32.72	33.57
4	Hutan.jpg	44.96	45.65	42.48
5	Koala.jpg	30.51	32.71	34.81
6	Kolam.jpg	29.74	29.53	30.02
7	Malena.png	30.78	50.55	44.32
8	Mobil.png	30.95	31.76	31.81
9	Pantai.jpg	31.07	50.91	30.42
10	Sawah.jpg	32.30	40.86	38.63
Rata-Rata		32,01	37,37	34,63

Pada Tabel 12 dan Tabel 13 terdapat nilai PSNR RGB dari citra dengan serangan *Gaussian Blur*. Citra yang mendapatkan serangan *blur* (radius 3 piksel) mempunyai nilai PSNR RGB rata-rata lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra serangan *blur* (radius 2 piksel). Perubahan hasil ekstraksi dari citra dipengaruhi oleh tingkatan *blur* yang diberikan terhadap citra yang diujikan

Tabel 13. Perbandingan citra ekstraksi serangan *Gaussian Blur*

Pada tabel 13 terlihat bahwa citra dengan serangan *blur* radius 2 piksel lebih baik dibandingkan dengan citra dengan serangan *blur* radius 3 piksel.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implementasi dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Metode *Singular Value Decomposition* yang diimplementasikan pada aplikasi ini memberikan hasil yang optimal untuk penyisipan dan ekstraksi *watermark* pada citra digital baik dengan serangan maupun tanpa serangan.
- 2) Aplikasi mampu mendeteksi *watermark* dari citra ter-*watermarked* yang mendapat serangan *noise*. Dari hasil percobaan dengan serangan *noise* 15% menghasilkan citra hasil ekstraksi lebih baik dibandingkan dengan serangan *noise* 20 %.
- 3) Aplikasi mampu mendeteksi *watermark* dari citra ter-*watermarked* yang mendapat serangan *Gaussian blur*. Dari hasil percobaan dengan serangan *blur* (radius 3 piksel) menghasilkan citra hasil ekstraksi lebih baik dibandingkan dengan serangan *blur* (radius 2 piksel).
- 4) Aplikasi mampu mendeteksi *watermark* dari citra ter-*watermarked* yang mendapat serangan kompresi *file*. Citra dengan serangan kompresi

5% menghasilkan citra hasil ekstraksi lebih baik dibandingkan dengan serangan kompresi 15%, dan 25%.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, saran yang dapat diberikan, yaitu:

- 1) Mengembangkan aplikasi *watermarking* ini dengan menambahkan pengujian dengan serangan yang lebih banyak untuk mengidentifikasi *watermark*, misalnya terhadap berbagai jenis *noise*, citra dengan penimpaan ganda *watermark*, dan sebagainya.
- 2) Aplikasi ini hanya menguji citra dengan format *.JPG dan *.PNG, sehingga di masa depan baiknya pengujian dilakukan dengan lebih banyak format *file*.

REFERENSI

- [1] Nurlailah, Siti. *Aplikasi Fragile Watermarking untuk Melindungi Keaslian Foto*. Universitas Syarif Hidayatullah. Jakarta. 2010.
- [2] Mulaab. *Teknik Watermaking Dalam Domain Wavelet Untuk Proteksi Kepemilikan Pada Data Citra Medis*. Jurnal Trunojoyo. Universitas Trunojoyo. Madura. 2011.
- [3] Tyas, Lia Ayuning. *Watermarking Citra Digital Berbasis DWT-SVD Dengan Detektor Non-Blind*. Universitas Diponegoro. Semarang. 2009.
- [4] Basaruddin, T. *Studi Skema Pemberian Tanda Air Video Digital Berbasis DWT-SVD dengan Detektor SEMI-BLIND*. Jurnal Makara. Universitas Indonesia. Jakarta. 2009.
- [5] Utari, Suci. *Implementasi Watermarking Citra Digital menggunakan DB4 dan SVD*. Sekolah Tinggi Teknologi (STT) PLN. Jakarta. 2007.
- [6] Doleres. *Pengantar Matlab 6*. PT. Indeks Kelompok. Jakarta. 2003.
- [7] Putra, Dharma. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi. Yogyakarta 2010.