

PERBANDINGAN TEKNIK WATERMARKING CITRA DIGITAL MENGUNAKAN DWT-SVD DAN RDWT-SVD

Qurrota Ayun Majid, T. Sutojo, S.Si, M.Kom

Teknik Informatika - S1 Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Dian Nuswantoro Semarang

111201207118@mhs.dinus.ac.id tsutojo@dsn.dinus.ac.id

Abstract

Watermarking is one of the methods developed in terms of ownership of data, such as digital image. Watermarking technique is divided into the frequency domain (for example DWT) and spatial domain (for example SVD). Each has different characteristics. Based on research, DWT is more resistant to attack. While SVD singular value with good stability, but it is not resistant to attack. For that usually SVD combined with frequency domain techniques (for example DWT-SVD). Nevertheless, the use of DWT will result in watermarked image noise. These problems can be overcome by RDWT (RDWT-SVD). The quality of the watermarked image was measured using the Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) while the quality of the extracted watermark image is measured using the Correlation Coefficient (CC). This study describes the results of watermarked image quality of each algorithm using PSNR measurement results. RGB image to JPG format is inserted and produces images with JPG, BMP, PNG and TIFF. As for the extraction process combined with some attacks like Gaussian noise, salt & peppers noise, speckle noise, the addition and subtraction of brightness and contrast. This study also describes the results of extracted watermark image quality of each algorithm using CC measurement results.

Keyword : watermarking, image, DWT, RDWT, SVD

I. LATAR BELAKANG

Seiring dengan semakin meluasnya jaringan multimedia, maka proses pengiriman dan pengaksesan dari data digital juga semakin mudah. Hal ini membawa masalah baru dalam hal kepemilikan untuk suatu data seperti citra asli. Salah satu metode yang dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah digital *Watermarking*. *Watermarking* merupakan proses untuk menyisipkan informasi ke dalam data digital secara rahasia. Teknik *watermarking* dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok utama, yaitu teknik *watermarking* berbasis domain spasial (contoh SVD) dan domain frekuensi (contoh DWT, RDWT). *Singular Value Decomposition* (SVD) memodifikasi koefisien yang diperoleh dari dekomposisi nilai singular dari citra asli. Nilai singular ini memiliki stabilitas yang baik, dimana ketika ada sedikit gangguan diberikan pada citra tersebut, nilai singular tidak berubah secara signifikan. Kelemahan yang paling penting dari algoritma SVD adalah adanya penurunan kualitas dari citra terwatermark dan citra ekstraksi hasil watermark tidak kuat terhadap serangan. Dengan demikian SVD biasanya digabungkan dengan algoritma dari teknik *watermarking* berbasis domain frekuensi (DWT-SVD). Karena *Discrete Wavelet Transform* (DWT) lebih kuat terhadap serangan. Meskipun demikian, penggunaan DWT akan menghasilkan *noise* pada citra terwatermark. Masalah tersebut dapat diatasi dengan *Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT-SVD).

II. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kualitas dari citra digital RGB setelah disisipi citra *watermark* dengan menggunakan penggabungan dari algoritma DWT-SVD dan RDWT-SVD.
2. Bagaimana kualitas dari citra *watermark* setelah disisipkan pada citra asli dengan menggunakan penggabungan dari algoritma DWT-SVD dan RDWT-SVD

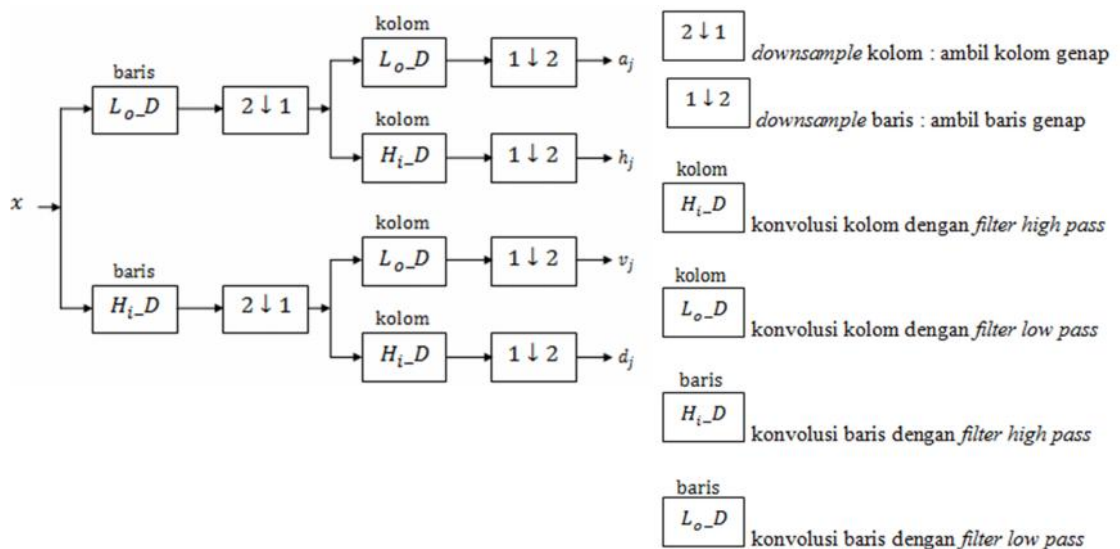
III. TUJUAN

1. Mendeskripsikan kualitas dari citra digital RGB setelah disisipi citra *watermark* dengan menggunakan penggabungan dari algoritma DWT-SVD dan RDWT-SVD.
2. Mendeskripsikan kualitas dari citra *watermark* setelah disisipkan pada citra asli dengan menggunakan penggabungan dari algoritma DWT-SVD dan RDWT-SVD.

IV. METODE YANG DIGUNAKAN

1. Discrete Wavelet Transform (DWT)

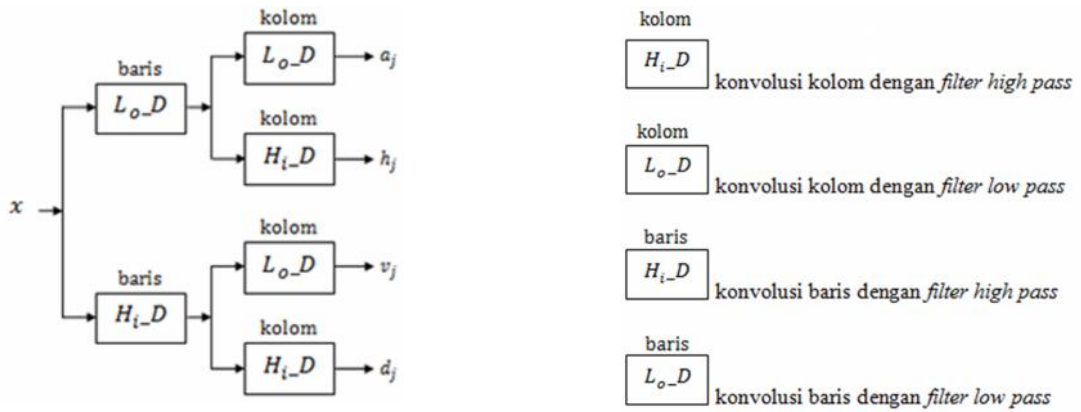
Discrete Wavelet Transform (DWT) merupakan salah satu teknik *watermarking* domain frekuensi dimana citra akan didekomposisi menjadi 4 *subbands*, yaitu LL, LH, HL, HH.



Gambar 1 : Diagram Dekomposisi 2D DWT

2. Redundant Discrete Wavelet Transform (RDWT)

Redundant Discrete Wavelet Transform (RDWT) pada dasarnya hampir sama dengan DWT dimana citra akan didekomposisi menjadi 4 *subbands*, yaitu LL, LH, HL, HH. Perbedaannya adalah pada proses dekomposisi, RDWT menghilangkan proses *downsampling*.



Gambar 2 : Diagram Dekomposisi 2D RDWT

3. Singular Value Decomposition (SVD)

Singular Value Decomposition (SVD) didasarkan pada teorema dari aljabar linear yang mengatakan bahwa persegi panjang matriks A dapat dipecah menjadi tiga matriks yaitu matriks *orthogonal* U, matriks diagonal S, dan *transpose* dari matriks V *orthogonal*. Teorema SVD digambarkan seperti berikut ini.

$$A_{m \times n} = U_{m \times m} S_{m \times n} V_{n \times n}^T \dots \dots \dots (1)$$

dimana $U^T U = I$, $V^T V = I$; kolom U adalah *eigen vector orthogonal* dari AA^T , kolom V adalah *eigen vector orthogonal* dari $A^T A$, dan S adalah matriks diagonal yang berisi akar kuadrat dari nilai eigen dari U atau V dalam urutan menurun.

4. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra asli sebelum dan sesudah disisipkan pesan (*host images* dan *watermarked image*). PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel* (dB). Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara *host images* dengan *watermarked images*. MSE dan PNSR didefinisikan sebagai berikut.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (S_{xy} - C_{xy})^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \dots \dots \dots (3)$$

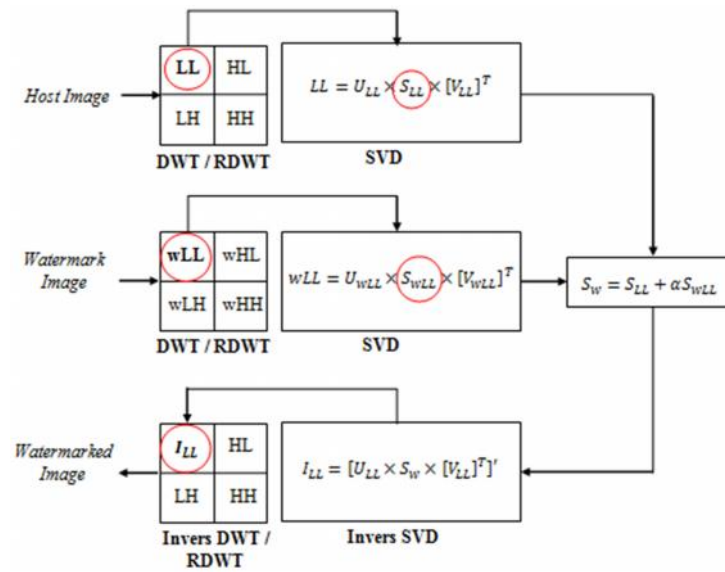
5. Correlation Coefficient (CC)

Tingkat kemiripan antara citra *watermark* asli (*watermark image*) dengan citra *watermak* hasil ekstraksi (*extracted watermak image*) secara kuantitatif diukur menggunakan *Correlation Coefficient* (CC). CC didefinisikan sebagai berikut.

$$CC = \frac{\sum_{m=1}^n \sum_{n=1}^n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_{m=1}^n \sum_{n=1}^n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_{m=1}^n \sum_{n=1}^n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \dots \dots \dots (4)$$

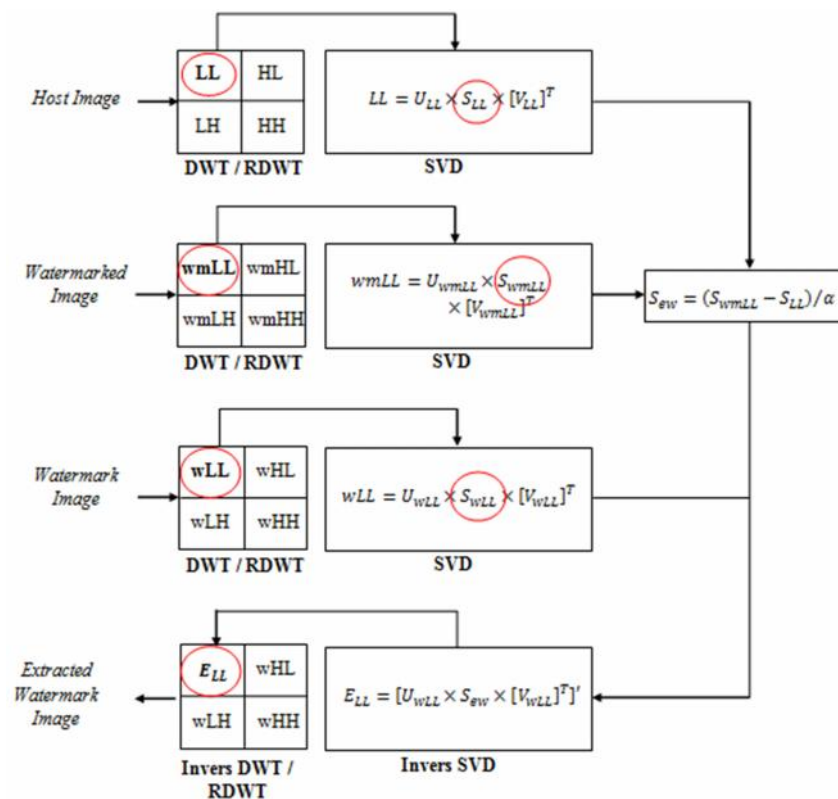
6. Proses Watermarking

a. Proses Penyisipan



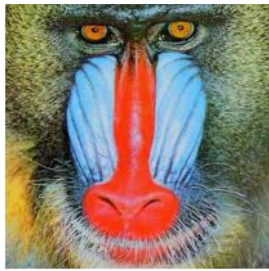
Gambar 3 : Diagram Proses Penyisipan Algoritma

b. Proses Ekstraksi



Gambar 4 : Diagram Proses Ekstraksi Algoritma

7. Citra yang Digunakan



(a) Citra Asli 1



(b) Citra Asli 2



(c) Citra *Watermark*

Gambar 5 : Citra Berukuran 512x512 px yang Digunakan

V. ANALISIS HASIL PENELITIAN

1. Pengukuran PSNR pada *watermarked images*

a. Pengukuran dengan output JPG

Tabel 1 Hasil Pengukuran nilai PSNR dengan output JPG

Nilai Alpha	Nilai PSNR Citra 1		Nilai PSNR Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	32.3422	32.3429	32.3068	32.3097
0.02	30.9107	30.9144	30.8175	30.8194
0.03	29.3110	29.3263	29.1176	29.1184
0.04	27.7919	27.7946	27.5232	27.5230
0.05	26.4334	26.4415	26.0852	26.0889
0.06	25.2398	25.2548	24.8027	24.8118
0.07	24.1951	24.2066	23.6760	23.6831
0.08	23.2533	23.2686	22.6831	22.6909
0.09	22.4041	22.4166	21.7744	21.7847
0.10	21.6242	21.6422	20.9626	20.9695
0.11	20.9152	20.9322	20.2308	20.2369
0.12	20.2528	20.2698	19.5688	19.5732
0.13	19.6406	19.6587	18.9542	18.9612
0.14	19.0706	19.0863	18.3941	18.3969
0.15	18.5366	18.5578	17.8770	17.8840
0.16	18.0461	18.0644	17.3970	17.4047
0.17	17.5929	17.6078	16.9535	16.9606
0.18	17.1666	17.1851	16.5405	16.5477
0.19	16.7710	16.7888	16.1574	16.1638
0.20	16.3980	16.4180	15.7965	15.8026

b. Pengukuran dengan output BMP

Tabel 2 Hasil Pengukuran nilai PSNR dengan output BMP

Nilai Alpha	Nilai PSNR Citra 1		Nilai PSNR Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	41.0003	41.0203	40.8873	40.8994
0.02	35.0293	35.0434	34.9495	34.9607
0.03	31.6093	31.6272	31.4537	31.4648
0.04	29.2148	29.2331	28.9808	28.9914
0.05	27.3845	27.4033	27.0633	27.0735
0.06	25.9097	25.9283	25.5066	25.5180
0.07	24.6752	24.6945	24.1983	24.2096
0.08	23.6122	23.6315	23.0714	23.0826
0.09	22.6767	22.6962	22.0834	22.0945
0.10	21.8386	21.8584	21.2063	21.2174
0.11	21.0784	21.0982	20.4212	20.4321
0.12	20.3825	20.4027	19.7140	19.7247
0.13	19.7413	19.7614	19.0720	19.0829
0.14	19.1479	19.1682	18.4864	18.4970
0.15	18.5977	18.6184	17.9486	17.9592
0.16	18.0889	18.1090	17.4527	17.4633
0.17	17.6167	17.6369	16.9947	17.0048
0.18	17.1790	17.1988	16.5700	16.5801
0.19	16.7710	16.7909	16.1751	16.1848
0.20	16.3889	16.4088	15.8053	15.8150

c. Pengukuran dengan output PNG

Tabel 3 Hasil Pengukuran nilai PSNR dengan output PNG

Nilai Alpha	Nilai PSNR Citra 1		Nilai PSNR Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	41.0003	41.0203	40.8873	40.8994
0.02	35.0293	35.0434	34.9495	34.9607
0.03	31.6093	31.6272	31.4537	31.4648
0.04	29.2148	29.2331	28.9808	28.9914
0.05	27.3845	27.4033	27.0633	27.0735
0.06	25.9097	25.9283	25.5066	25.5180
0.07	24.6752	24.6945	24.1983	24.2096
0.08	23.6122	23.6315	23.0714	23.0826
0.09	22.6767	22.6962	22.0834	22.0945
0.10	21.8386	21.8584	21.2063	21.2174
0.11	21.0784	21.0982	20.4212	20.4321

0.12	20.3825	20.4027	19.7140	19.7247
0.13	19.7413	19.7614	19.0720	19.0829
0.14	19.1479	19.1682	18.4864	18.4970
0.15	18.5977	18.6184	17.9486	17.9592
0.16	18.0889	18.1090	17.4527	17.4633
0.17	17.6167	17.6369	16.9947	17.0048
0.18	17.1790	17.1988	16.5700	16.5801
0.19	16.7710	16.7909	16.1751	16.1848
0.20	16.3889	16.4088	15.8053	15.8150

d. Pengukuran dengan output TIFF

Tabel 4 Hasil Pengukuran nilai PSNR dengan output TIFF

Nilai Alpha	Nilai PSNR Citra 1		Nilai PSNR Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	41.0003	41.0203	40.8873	40.8994
0.02	35.0293	35.0434	34.9495	34.9607
0.03	31.6093	31.6272	31.4537	31.4648
0.04	29.2148	29.2331	28.9808	28.9914
0.05	27.3845	27.4033	27.0633	27.0735
0.06	25.9097	25.9283	25.5066	25.5180
0.07	24.6752	24.6945	24.1983	24.2096
0.08	23.6122	23.6315	23.0714	23.0826
0.09	22.6767	22.6962	22.0834	22.0945
0.10	21.8386	21.8584	21.2063	21.2174
0.11	21.0784	21.0982	20.4212	20.4321
0.12	20.3825	20.4027	19.7140	19.7247
0.13	19.7413	19.7614	19.0720	19.0829
0.14	19.1479	19.1682	18.4864	18.4970
0.15	18.5977	18.6184	17.9486	17.9592
0.16	18.0889	18.1090	17.4527	17.4633
0.17	17.6167	17.6369	16.9947	17.0048
0.18	17.1790	17.1988	16.5700	16.5801
0.19	16.7710	16.7909	16.1751	16.1848
0.20	16.3889	16.4088	15.8053	15.8150

2. Pengukuran CC pada *extracted watermark images*

a. Pengukuran dengan *watermarked images* JPG

- Pengukuran dengan serangan *gaussian noise*

Tabel 5 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *gaussian noise*

Nilai Variabel	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.864899	0.887358	0.940386	0.959652
0.02	0.739037	0.770521	0.888758	0.914300
0.03	0.614425	0.661131	0.834889	0.871601
0.04	0.519131	0.547147	0.786501	0.827076
0.05	0.424459	0.430546	0.780477	0.786571

- Pengukuran dengan serangan *salt & peppers*

Tabel 6 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *salt & peppers*

Nilai Density	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.951634	0.955657	0.982224	0.987819
0.02	0.904600	0.917195	0.955011	0.968327
0.03	0.850295	0.866485	0.926206	0.947529
0.04	0.797957	0.822480	0.896155	0.923589
0.05	0.743454	0.763795	0.863128	0.898651

- Pengukuran dengan serangan *speckle noise*

Tabel 7 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *speckle noise*

Nilai Variabel	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.921841	0.927005	0.983570	0.987876
0.02	0.852659	0.867185	0.960226	0.971869
0.03	0.781748	0.805753	0.939657	0.955529
0.04	0.709250	0.733864	0.913779	0.938570
0.05	0.641808	0.684789	0.890740	0.920690

- Pengukuran dengan serangan penambahan *brighthness*
Tabel 8 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan penambahan *brighthness*

Nilai <i>Brightness</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
+5.1	0.973884	0.974034	0.981565	0.981559
+10.2	0.977916	0.976905	0.953170	0.952010
+15.3	0.934982	0.930418	0.913768	0.908325
+20.4	0.839077	0.820601	0.809822	0.796558
+25.5	0.578829	0.551441	0.504979	0.490520

- Pengukuran dengan serangan pengurangan *brighthness*
Tabel 9 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan pengurangan *brighthness*

Nilai <i>Brightness</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
-5.1	0.970997	0.975806	0.992152	0.992310
-10.2	0.927102	0.937609	0.968266	0.969373
-15.3	0.749409	0.770249	0.889245	0.891199
-20.4	0.238579	0.249919	0.636223	0.637576
-25.5	0.0301101	0.0456896	0.233941	0.232085

- Pengukuran dengan serangan penambahan *contrast*
Tabel 10 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan penambahan *contrast*

Nilai <i>Contrast</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
+6	0.960359	0.966122	0.988681	0.989988
+10	0.927372	0.936392	0.976491	0.979631
+14	0.899354	0.910945	0.964869	0.969560
+18	0.874396	0.887448	0.952973	0.958781
+22	0.851826	0.866160	0.938480	0.945347

- Pengukuran dengan serangan pengurangan *contrast*

Tabel 11 Hasil Pengukuran nilai CC output JPG dan nilai alpha 0.1 dengan serangan pengurangan *contrast*

Nilai <i>Contrast</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
-6	-0.153281	-0.206610	0.817507	0.835499
-10	-0.593496	-0.642768	0.148744	0.106017
-14	-0.649542	-0.693271	-0.266094	-0.316451
-18	-0.662182	-0.697383	-0.371887	-0.411255
-22	-0.667726	-0.699610	-0.403556	-0.434702

b. Pengukuran dengan *watermarked images* BMP

- Pengukuran dengan serangan *gaussian noise*

Tabel 12 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *gaussian noise*

Nilai Variabel	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.894053	0.908750	0.937822	0.958280
0.02	0.773318	0.795744	0.881292	0.914688
0.03	0.642372	0.687150	0.831475	0.869194
0.04	0.541518	0.584045	0.777534	0.821672
0.05	0.451348	0.486994	0.743121	0.791001

- Pengukuran dengan serangan *salt & peppers*

Tabel 13 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *salt & peppers*

Nilai <i>Density</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.965175	0.969258	0.978268	0.986279
0.02	0.931819	0.937066	0.949909	0.967688
0.03	0.877441	0.900660	0.921733	0.944723
0.04	0.838027	0.861022	0.892310	0.920949
0.05	0.785491	0.810493	0.855570	0.897862

- Pengukuran dengan serangan *speckle noise*

Tabel 14 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan *speckle noise*

Nilai Variabel	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
0.01	0.935847	0.941499	0.980060	0.986163
0.02	0.876995	0.887589	0.955911	0.970098
0.03	0.811411	0.836531	0.931695	0.953294
0.04	0.746197	0.767482	0.907230	0.935067
0.05	0.685506	0.707965	0.884268	0.913819

- Pengukuran dengan serangan penambahan *brighthness*

Tabel 15 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan penambahan *brighthness*

Nilai <i>Brighthness</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
+5.1	0.982426	0.981746	0.982929	0.982270
+10.2	0.981888	0.980888	0.953592	0.950356
+15.3	0.942012	0.936750	0.911509	0.900740
+20.4	0.868966	0.845214	0.794393	0.761594
+25.5	0.635277	0.590129	0.486326	0.467743

- Pengukuran dengan serangan pengurangan *brighthness*

Tabel 16 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan pengurangan *brighthness*

Nilai <i>Brighthness</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
-5.1	0.978937	0.983213	0.994279	0.994151
-10.2	0.939811	0.949573	0.971469	0.972106
-15.3	0.801242	0.819571	0.895696	0.897041
-20.4	0.353696	0.364367	0.644131	0.645698
-25.5	0.0680799	0.0740805	0.238476	0.239773

- Pengukuran dengan serangan penambahan *contrast*

Tabel 17 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan penambahan *contrast*

Nilai <i>Contrast</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
+6	0.958377	0.965433	0.988566	0.990420
+10	0.925993	0.936137	0.976731	0.980274
+14	0.898220	0.911250	0.965175	0.969864
+18	0.873489	0.888089	0.953160	0.958811
+22	0.851282	0.867323	0.938004	0.944829

- Pengukuran dengan serangan pengurangan *contrast*

Tabel 18 Hasil Pengukuran nilai CC output BMP dan nilai alpha 0.1 dengan serangan pengurangan *contrast*

Nilai <i>Contrast</i>	Nilai CC Citra 1		Nilai CC Citra 2	
	DWT-SVD	RDWT-SVD	DWT-SVD	RDWT-SVD
-6	0.0238237	-0.044789	0.817745	0.825893
-10	-0.554574	-0.609192	0.124091	0.0670075
-14	-0.633841	-0.679153	-0.272983	-0.325806
-18	-0.649608	-0.687548	-0.375547	-0.415584
-22	-0.656576	-0.689185	-0.405214	-0.437337

VI. KESIMPULAN

1. Berdasarkan nilai *Peak Signal to Noise ratio* (PSNR), baik pada algoritma DWT-SVD maupun RDWT-SVD, dengan nilai alpha yang sama, semakin tinggi nilai alpha maka kualitas dari *watermarked images* akan semakin rendah. Kualitas *watermarked images* dengan format BMP sama dengan kualitas *watermarked images* dengan format PNG dan TIFF serta lebih baik dari pada kualitas *watermarked images* dengan format JPG. Kualitas *watermarked images* yang menggunakan algoritma RDWT-SVD lebih baik dari pada kualitas *watermarked images* yang menggunakan algoritma DWT-SVD.
2. Berdasarkan nilai *Correlation Coefficient* (CC), dengan nilai *noise*, *brightness* dan *contrast* yang sama, algoritma RDWT-SVD lebih tahan terhadap serangan *gaussian noise*, *salt & peppers noise*, *speckle noise*, penambahan *brightness* dan pengurangan *contrast* dari pada algoritma DWT-SVD. Sedangkan algoritma DWT-SVD lebih tahan terhadap serangan pengurangan *brightness* dan penambahan *contrast* dari pada algoritma RDWT-SVD. Sehingga kualitas *extracted watermark image* dari algoritma RDWT-SVD lebih baik dari pada kualitas *extracted watermark image* dari algoritma DWT-SVD.