

Jurnal Ilmiah

# DASI

DATA MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI INFORMASI



STMIK AMIKOM  
YOGYAKARTA

VOL. 17 NO. 4 DESEMBER 2016

ISSN:1411-3201

JURNAL  
ILMIAH  
**DASI**

**DATA MANAJEMEN DAN  
TEKNOLOGI INFORMASI**



**STMIK AMIKOM  
YOGYAKARTA**

**VOL. 17 NO. 4 DESEMBER 2016**  
**JURNAL ILMIAH**  
**Data Manajemen Dan Teknologi Informasi**

---

Terbit empat kali setahun pada bulan Maret, Juni, September dan Desember berisi artikel hasil penelitian dan kajian analitis kritis di dalam bidang manajemen informatika dan teknologi informatika. ISSN 1411-3201, diterbitkan pertama kali pada tahun 2000.

**KETUA PENYUNTING**

Abidarin Rosidi

**WAKIL KETUA PENYUNTING**

Heri Sismoro

**PENYUNTING PELAKSANA**

Emha Taufiq Luthfi

Hanif Al Fatta

Hastari Utama

**STAF AHLI (MITRA BESTARI)**

Jazi Eko Istiyanto (FMIPA UGM)

H. Wasito (PAU-UGM)

Supriyoko (Universitas Sarjana Wiyata)

Ema Utami (AMIKOM)

Kusrini (AMIKOM)

Amir Fatah Sofyan (AMIKOM)

Ferry Wahyu Wibowo (AMIKOM)

Rum Andri KR (AMIKOM)

Arief Setyanto (AMIKOM)

Krisnawati (AMIKOM)

**ARTISTIK**

Robert Marco

**TATA USAHA**

Nila Feby Puspitasari

**PENANGGUNG JAWAB :**

Ketua STMIK AMIKOM Yogyakarta, Prof. Dr. M. Suyanto, M.M.

**ALAMAT PENYUNTING & TATA USAHA**

STMIK AMIKOM Yogyakarta, Jl. Ring Road Utara Condong Catur Yogyakarta, Telp. (0274) 884201 Fax. (0274) 884208, Email : jurnal@amikom.ac.id

**BERLANGGANAN**

Langganan dapat dilakukan dengan pemesanan untuk minimal 4 edisi (1 tahun)

pulau jawa Rp. 50.000 x 4 = Rp. 200.000,00 untuk luar jawa ditambah ongkos kirim.

VOL. 17 NO. 4 DESEMBER 2016

ISSN : 1411- 3201

JURNAL ILMIAH

**DASI**

**DATA MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
AMIKOM  
YOGYAKARTA**

# JURNAL ILMIAH

# **DASI**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas anugerahnya sehingga jurnal edisi kali ini berhasil disusun dan terbit. Beberapa tulisan yang telah melalui koreksi materi dari mitra bestari dan revisi redaksional dari penulis, pada edisi ini diterbitkan. Adapun jenis tulisan pada jurnal ini adalah hasil dari penelitian dan pemikiran konseptual. Redaksi mencoba selalu mengadakan pembenahan kualitas dari jurnal dalam beberapa aspek.

Beberapa pakar di bidangnya juga telah diajak untuk berkolaborasi mengawal penerbitan jurnal ini. Materi tulisan pada jurnal berasal dari dosen tetap dan tidak tetap STMIK AMIKOM Yogyakarta serta dari luar STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Tak ada gading yang tak retak begitu pula kata pepatah yang selalu di kutip redaksi, kritik dan saran mohon di alamatkan ke kami baik melalui email, faksimile maupun disampaikan langsung ke redaksi. Atas kritik dan saran membangun yang pembaca berikan kami menghaturkan banyak terimakasih.

Redaksi

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
Rancang Bangun Ujian Online Di Smp Negeri 2 Nusa Penida .....	1-6
Ni Kadek Sukerti <sup>1)</sup> , Ni Wayan Cahya Ayu Pratami <sup>2)</sup> <sup>(1,2)</sup> Sistem Informasi STMIK STIKOM Bali)	
Penerapan Algoritma AHP dan SAW Dalam Pemilihan Penginapan Di Yogyakarta .....	7-12
Andri Syafrianto (Teknik Informatika STMIK EL-RAHMA Yogyakarta)	
Penentuan Kualitas Air Tanah Menggunakan Algoritma Perceptron .....	13-19
Hartatik <sup>1)</sup> , Agus Fatkhurohman <sup>2)</sup> <sup>(1)</sup> Manajemen Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta, <sup>2)</sup> Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	
Investigasi Forensik Pada E-Mail Spoofing Menggunakan Metode <i>Header</i> <i>Analysis</i> .....	20-25
Hoiriyah <sup>1)</sup> , Bambang Sugiantoro <sup>2)</sup> , Yudi Prayudi <sup>3)</sup> <sup>(1,3)</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, <sup>2)</sup> Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)	
Perancangan <i>Content Management System</i> (CMS) Untuk Publikasi Ilmiah Berbasis Website.....	26-31
Arif Dwi Laksito <sup>1)</sup> , Rizqi Sukma Kharisma <sup>2)</sup> <sup>(1)</sup> Magister Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta, <sup>2)</sup> Sistem Informasi STMIK AMIKOM Yogyakarta )	
Penerapan Konsep Gamification Dalam Merancang Aplikasi Pembelajaran Tenses Bahasa Inggris Berbasis Website Menggunakan <i>Framework Codeigniter</i> Dengan Pola MVC .....	32-37
Bety Wulan Sari <sup>1)</sup> , Anggit Dwi Hartanto <sup>2)</sup> <sup>(1)</sup> Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	
Sistem Informasi Administrasi Keuangan Online Pendorong <i>Smart City</i> Di Indonesia.....	38-44
Meme Susilowati <sup>1)</sup> , Hendro Poerbo Prasetija <sup>2)</sup> , Yoel Peter Chandra <sup>3)</sup> <sup>(1,2,3)</sup> Sistem Informasi FST Universitas Ma Chung)	
Penerapan Gamification Sebagai Media Pembelajaran Anak Autis.....	45-49
Donni Prabowo <sup>1)</sup> , Heri Sismoro <sup>2)</sup> <sup>(1)</sup> Sistem Informasi STMIK AMIKOM Yogyakarta, <sup>2)</sup> Manajemen Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	

Perancangan Sistem Informasi Layanan Kesehatan Masyarakat Desa Jangrana Kabupaten Cilacap.....	50-55
Zulfikar Yusya Mubarak <sup>1)</sup> , Febryan Destyanto <sup>2)</sup> , M. Iqbal Mustofa <sup>3)</sup> , Alfahmi Muhammad Arif <sup>4)</sup> , Efrilianwan Noor <sup>5)</sup> , Kurnianto Tri Nugroho <sup>6)</sup> ( <sup>1,2,3,4,5,6)</sup> Magister Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	
Information Retrieval Mendeteksi Konten Anarkis Pada Web Keagamaan Menggunakan Algoritma Rabin Karp .....	56-62
Yuli Astuti <sup>1)</sup> , Sumarni Adi <sup>2)</sup> ( <sup>1)</sup> Manajemen Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta, <sup>2)</sup> Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	
Analisis Hasil Studi Mahasiswa Melalui Penerapan <i>Business Intelligence</i> Dengan Teknik OLAP .....	63-68
Ike Verawati (Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta)	
<i>Hybrid Image Watermarking</i> RDWT Dengan SVD Untuk Perlindungan Hak Cipta Pada Citra Digital .....	69-74
Muhammad Innuddin <sup>1)</sup> , Bambang Sugiantoro <sup>2)</sup> , Yudi Prayudi <sup>3)</sup> ( <sup>1,3)</sup> Magister Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, <sup>2)</sup> Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)	



## HYBRID IMAGE WATERMARKING RDWT DENGAN SVD UNTUK PERLINDUNGAN HAK CIPTA PADA CITRA DIGITAL

Muhammad Innuddin<sup>1)</sup>, Bambang Sugiantoro<sup>2)</sup>, Yudi Prayudi<sup>3)</sup>

<sup>1),3)</sup> Magister Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

<sup>2)</sup> Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

email : [14917150@students.uui.ac.id](mailto:14917150@students.uui.ac.id)<sup>1)</sup>, [bambang.sugiantoro@uin-suka.ac.id](mailto:bambang.sugiantoro@uin-suka.ac.id)<sup>2)</sup>, [prayudi@uui.ac.id](mailto:prayudi@uui.ac.id)<sup>3)</sup>

### Abstraksi

*Watermarking* merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam perlindungan hak cipta terhadap konten multimedia untuk menanggulangi penyebaran karya seseorang secara ilegal. Teknik *watermarking* dibagi kedalam domain frekuensi (misalnya RDWT) dan domain spasial (misalnya SVD). *Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT) merupakan modifikasi dari *Discrete Wavelet Transform* (DWT) yang tahan dari berbagai serangan. Sementara *Singular Value Decomposition* (SVD) memiliki stabilitas yang baik tetapi tidak tahan terhadap serangan. Pada paper ini peneliti menggabungkan algoritma RDWT dengan SVD untuk menghasilkan teknik *watermarking* yang lebih baik yakni dengan melakukan penyisipan *watermark* pada *subband horizontal detail* (LH) yang merupakan bagian karikatur dari 4 citra hasil RDWT yang sedikit mengandung informasi jika dibandingkan dengan *subband approximation* (LL) yang mengandung banyak informasi. Skema ini diterapkan supaya tidak mempengaruhi citra *host* saat disisipi *watermark* dan didukung dengan nilai *alpha* 0.1 untuk memperoleh tingkat *imperceptibility* dan *robustness* yang tinggi. Dari hasil pengujian skema menghasilkan tingkat *imperceptibility* dan *robustness* yang tinggi.

### Kata Kunci :

*Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT), *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Singular Value Decomposition* (SVD), LH, *alpha*

### Abstract

*Watermarking* is one of methods that often used in copyright protection regarding multimedia content to overcome distributing the work of someone illegally. *Watermarking Techniques* is divided into the frequency domain (for example RDWT) and spatial domain (for example SVD). *Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT) is a modification of the *Discrete Wavelet Transform* (DWT) which more resistant to attack. While *Singular Value Decomposition* (SVD) has good stability, but it is not resistant to attack. In this paper, researcher combine RDWT algorithms with SVD for generating techniques *Watermarking* better by insertion *Watermark* on *subband horizontal detail* (LH) which part caricature of 4 images RDWT results that contains little information compared to *subband approximation* (LL) which contains a lot of information. This scheme is applied so that do not influence the image hosted when inserted *Watermark* and supported by *alpha* value of 0.1 to obtain *imperceptibility* level and high *robustness*. From the test results making scheme *imperceptibility* level and high *robustness*.

### Keywords :

*Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT), *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Singular Value Decomposition* (SVD), LH, *alpha*

### Pendahuluan

*Watermarking* merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam perlindungan hak cipta terhadap konten multimedia, seperti citra digital untuk menanggulangi penyebaran karya seseorang secara ilegal [3]. Kemajuan teknologi internet dan aplikasi manipulasi citra digital dari tahun ke tahun semakin berkembang menjadi salah satu alasan bagi para peneliti untuk terus menemukan algoritma *watermarking* yang mampu beradaptasi dengan kemajuan tersebut.

Seiring perkembangannya, para peneliti sudah banyak menemukan algoritma baru yang mampu

melebihi algoritma sebelumnya. *Redundant Discrete Wavelet Transform* (RDWT) merupakan modifikasi dari algoritma DWT dengan menghilangkan proses *down-sampling*, sehingga mengakibatkan *redundant* pada nilai spasialnya [5].

*Singular Value Decomposition* (SVD) merupakan teknik domain spasial yang memodifikasi koefisien yang diperoleh dari dekomposisi nilai *singular* citra asli dan memiliki stabilitas yang baik [10].

Untuk menghasilkan skema *watermarking* yang memiliki kriteria *imperceptibility* dan *robustness* yang tinggi perlu dilakukan penggabungan algoritma atau sering disebut dengan *hybrid image*



watermarking. Tujuan dari *hybrid image watermarking* yaitu untuk menghasilkan skema *watermarking* yang lebih baik.

*Hybrid image watermarking* yang pernah dilakukan antara lain *Discrete Wavelet Transform (DWT)-Singular Value Decomposition (SVD)* [11], *Discrete Wavelet Transform (DWT)- Discrete Cosine Transform (DCT)- Singular Value Decomposition (SVD)* [4], *Discrete Cosine Transform (DCT) - Spread Spectrum* [9], *Redundant Discrete Wavelet Transform (RDWT)- Singular Value Decomposition (SVD)* [6].

Dari *hybrid image watermarking* yang sudah ada *hybrid RDWT-SVD* merupakan *hybrid* yang populer pada tahun terakhir ini. *hybrid image watermarking RDWT-SVD* pernah dilakukan oleh beberapa peneliti tetapi penyisipan *watermark* pada *subband* dan *level* dekomposisi berbeda. Penelitian dengan dekomposisi sama pernah dilakukan oleh [1] penyisipan *watermark* pada *subband* LL<sub>2</sub>. Menurut [5] penyisipan pada *subband* LH dan HL dapat meningkatkan tingkat *imperceptibility* yang baik karena penyisipan dilakukan pada bagian karikatur sedikit mengandung informasi sehingga tidak mempengaruhi file citra digital yang menampungnya dan hasil ekstrak yang baik. Sehingga pada penelitian ini ingin membuktikannya dengan melakukan penyisipan pada *subband* LH di level 2. Dalam [11] level dekomposisi yang lebih tinggi dapat menghasilkan kriteria *imperceptibility* yang lebih baik.

**Tinjauan Pustaka**

Penelitian yang pernah dilakukan dan berkaitan dengan *hybrid image watermarking* yang menjadi referensi dalam penulisan penelitian ini, diantaranya: Sebuah komparasi *hybrid image watermarking RDWT-SVD* dengan *DWT-SVD* yang terbaik untuk perlindungan hak cipta pada citra digital.

Dalam penelitian ini digunakan parameter penilaian kelayakan yaitu *Peak Signal to Nois Ratio (PSNR)*, *Perceptual Quality Matric (Q)* dan *Corr*. Skema yang dirancang yaitu dekomposisi level 2 atau *two-scale 2D RDWT/DWT-SVD* dan *watermark* disisipkan pada *subband* frekuensi rendah yaitu *aproximation (LL<sub>2</sub>)*. Dari hasil pengujian komparasi *hybrid* ini menunjukkan bahwa *hybrid image watermarking RDWT-SVD* lebih baik dari *DWT-SVD*, karena dapat menghilangkan *nois* dari pergeseran invariant akibat proses *down-sampling* dengan nilai maksimal PSNR pada *RDWT-SVD* yaitu 44.5237 dB [2].

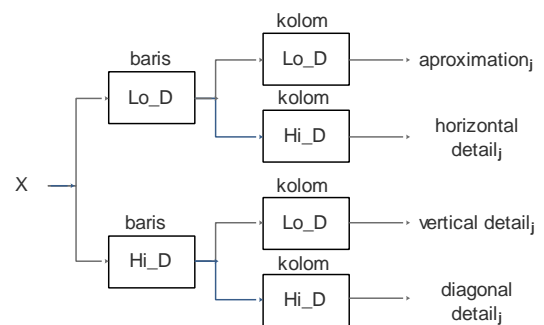
Pada penelitian ini mengusulkan teknik semi-rapuh *watermarking* dengan skema *one-scale 2D RDWT-SVD* dan *watermark* disisipkan pada frekuensi rendah level 1 (LL). Sebelum *watermark* disisipkan

kedalam frekuensi *RDWT* dari *singular SVD* terlebih dahulu dilakukan enkripsi menggunakan *Quantization Index Modulation (QIM)* terhadap *watermark*. Hasil dari skema ini mendapatkan nilai maksimal PSNR 40.5994 dB [6].

Berdasarkan penelitian diatas maka paper ini mengembangkan skema teknik *watermarking* baru, yaitu *two-scale 2D RDWT-SVD* dengan penyisipan *watermark* pada *subband* frekuensi tinggi yaitu *horizontal detail (LH<sub>2</sub>)*, sehingga diperoleh kriteria *imperceptibility* dan *robustness* yang lebih baik. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah penyisipan dilakukan pada frekuensi tinggi bagian *horizontal detail* level 2 merupakan bentuk karikatur dari citra hasil *RDWT* dan sedikit mengandung informasi sehingga tidak mempengaruhi citra penampungnya dan hasil ekstraksi yang baik.

**Redundant Discrete Wavelet Transform (RDWT)** Merupakan modifikasi dari algoritma *DWT* dengan menghilangkan proses *down-sampling*, sehingga mengakibatkan *redundant* pada nilai spasial-nya. Karakteristik pergeseran varian *DWT* yang timbul dari penggunaan *down-sampling* menghasilkan *nois* yang dapat mengurangi *imperceptibility* dari citra digital yang sudah disisipi *watermark*, sedangkan *Redundant Discrete Wavelet Transform (RDWT)* adalah pergeseran invarian tetap pada tempatnya, sehingga dapat menghilangkan *nois* dan tetap menjaga *imperceptibility* dan *robustness* terhadap beberapa serangan [5].

*RDWT* pada dasarnya hampir sama dengan *DWT* citra digital di dekomposisi menjadi 4 *subband*, yaitu LL, LH, HL dan HH. Perbedaannya *RDWT* menghilangkan proses *down-sampling* saat di dekomposisi sehingga menghasilkan dimensi citra yang sama dengan citra asli. Proses dekomposisi *RDWT* dapat dilihat pada gambar 1 [8].



**Gambar 1. Dekomposisi 2D RDWT**

Keterangan:  
 Lo\_D (baris): Konvolusi baris dengan *filter low pass*  
 Hi\_D (baris): Konvolusi baris dengan *filter high pass*  
 Lo\_D (kolom): Konvolusi kolom dengan *filter low pass*  
 Hi\_D (kolom): Konvolusi kolom dengan *filter high pass*.

**Singular Value Decomposition (SVD)**

Merupakan teknik yang didasarkan pada teorema aljabar linier yang mengatakan bahwa persegi panjang matriks A dapat dipecah menjadi tiga matriks, yaitu matriks *ortogonal* U, matriks *diagonal* S dan *transpose* dari matriks V *ortogonal*. Pada dasarnya matriks apapun dapat dibagi menjadi ketiga matriks tersebut. Untuk mendapatkan matriks SVD dihitung menggunakan persamaan [10]:

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

Pada penelitian ini implementasi *hybrid image watermarking* RDWT-SVD menggunakan pemrograman matlab R2013b dan menggunakan citra *grayscale* dengan parameter pengukur menggunakan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Perceptual Quality Matric* (Q) dan *Corr*.

Untuk menghitung nilai PSNR menggunakan persamaan;

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Untuk menghitung nilai Q menggunakan persamaan;

$$Q = \frac{5}{1 + N \times E} \dots \dots \dots (3)$$

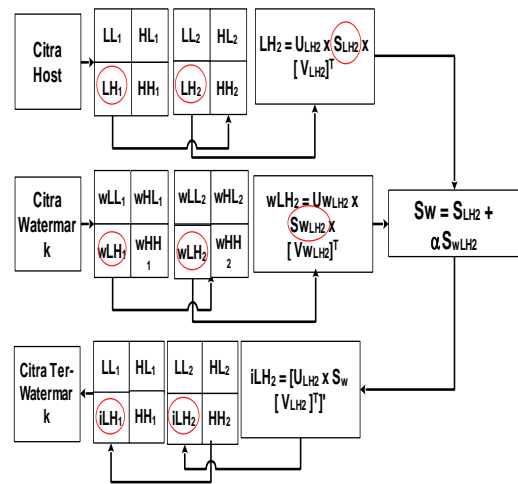
Untuk mengetahui nilai Corr menggunakan persamaan;

$$correlation = \frac{\sum(x-y)(y-y)}{\sqrt{\sum(x-x)^2} \sqrt{\sum(y-y)^2}} \dots \dots \dots (4)$$

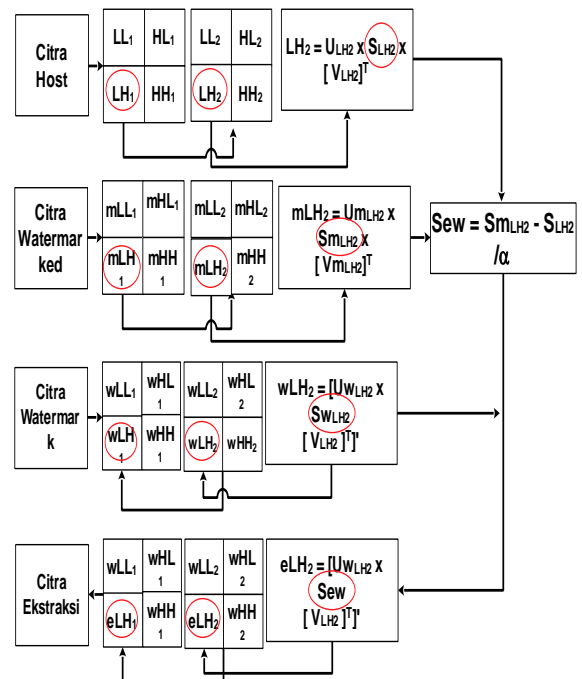
Pada pengujian *hybrid image watermarking* peneliti menggunakan citra *host*, yaitu Brick wall, Brodats – Brick wall, Brodats – Bark, San diego (Point Loma), North Island NAS, San diego (Shelter Island), F1, Girl (Tiffany), Splash, Motion01, Motion02, Motion03 dan citra *watermark* menggunakan Earth from space.

**Metode Penelitian**

Pada penelitian ini implementasi *hybrid image watermarking two-scale* 2D RDWT-SVD pada *subband* LH<sub>2</sub> untuk perlindungan hak cipta dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Proses embedding watermark RDWT-SVD



Gambar 3. Proses ekstraksi watermark RDWT-SVD

Penjelasan proses penyisipan atau *embedding watermark* pada citra *host* menggunakan *hybrid image watermarking* RDWT-SVD sebagai berikut.

1. Menentukan citra digital yang akan dijadikan citra *host* atau *cover image* dan citra *watermark*;
2. Dekomposisi level 1 pada citra *host* dan *watermark* menggunakan algoritma RDWT, sehingga didapat 4 *subband*, yaitu LL<sub>1</sub>, LH<sub>1</sub>, HL<sub>1</sub> dan HH<sub>1</sub>;
3. Dekomposisi level 2 pada *subband* LH<sub>1</sub> baik untuk citra *host* maupun *watermark*, sehingga didapatkan LL<sub>2</sub>, LH<sub>2</sub>, HL<sub>2</sub> dan HH<sub>2</sub>;
4. Terapkan algoritma SVD pada *subband* LH<sub>2</sub> di citra *host* dengan persamaan;  

$$LH_2 = U_{LH_2} S_{LH_2} V_{LH_2}^T$$

5. Terapkan algoritma SVD pada *subband*  $LH_2$  di citra *watermark* dengan persamaan;  
 $LH_2 = U_{LH_2} S_{LH_2} V_{LH_2}^T$
6. Sisipkan *watermark* kedalam citra *host* dengan algoritma penyisipan sebagai berikut;  
 $SW = S_{LH_2} + \alpha S_{WLH_2}$
7. Lakukan *invers* SVD pada *watermarked* dengan modifikasi nilai *singular*;
8. Lakukan *invers* RDWT untuk merekonstruksi *watermarked image* menjadi gambar.

Penjelasan proses ekstraksi *watermark* dari citra *host* menggunakan *hybrid image watermarking* RDWT-SVD sebagai berikut.

1. Pilih citra *watermarked* yang ingin di ekstraksi;
2. Pilih citra *host* dan *watermark* sebelumnya pernah digunakan sesuai citra dengan *watermarked*;
3. Dekomposisi level 1 pada citra *watermarked*, *host* dan *watermark* menggunakan algoritma RDWT, sehingga didapat 4 *subband*, yaitu  $LL_1$ ,  $LH_1$ ,  $HL_1$  dan  $HH_1$ ;
4. Dekomposisi level 2 pada *subband*  $LH_1$  baik untuk citra *watermarked*, *host* dan *watermark*, sehingga didapatkan  $LL_2$ ,  $LH_2$ ,  $HL_2$  dan  $HH_2$ ;
5. Terapkan algoritma SVD pada *subband*  $LH_2$  di citra *host* dengan persamaan;  
 $LH_2 = U_{LH_2} S_{LH_2} V_{LH_2}^T$
6. Terapkan algoritma SVD pada *subband*  $LH_2$  di citra *watermarked* dengan persamaan;  
 $mLH_2 = U_{mLH_2} S_{mLH_2} V_{mLH_2}^T$
7. Terapkan algoritma SVD pada *subband*  $LH_2$  di citra *watermark* dengan persamaan;  
 $LH_2 = U_{LH_2} S_{LH_2} V_{LH_2}^T$
8. Ekstrak *watermark* dari citra *watermarked* menggunakan algoritma ekstraksi sebagai berikut;  
 $Sew = S_{mLH_2} - S_{LH_2} / \alpha$
9. Lakukan *invers* SVD dengan modifikasi nilai *singular* untuk memperoleh koefisien frekuensi tinggi dari *watermark*;
10. Lakukan *invers* RDWT untuk merekonstruksi citra *watermark*.

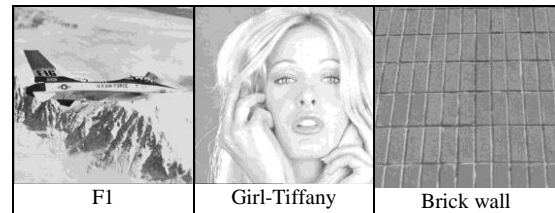
### Hasil dan Pembahasan

#### Pengujian tingkat *imperceptibility* RDWT-SVD

Pada pengujian tingkat *imperceptibility* peneliti menggunakan nilai *alpha* sebesar 0,1, karena berdasarkan hasil pengujian bahwa nilai *alpha* dari 0,1 sampai 0,9, nilai 0,1 memiliki tingkat *imperceptibility* yang tinggi dan *wavelet haar*. Untuk mengetahui tingkat *imperceptibility* dari *hybrid image watermarking* RDWT-SVD dapat dilakukan dengan mengukur parameter seperti PSNR, Q dan *corr*.

Tabel 1. Nilai parameter *imperceptibility* RDWT-SVD

Karakteristik	Image Grayscale	RDWT-SVD		
		PSNR	Q	Corr
Textur	Brick wall	48,4622	4,9848	0,9980
	Brodats-Brick wall	39,9436	4,9786	0,9968
	Brodats-Bark	38,6931	4,9937	0,9980
Aerials	San diego--Point Lo	47,3514	4,9823	0,9984
	North Island NAS	43,1827	4,9872	0,9993
	San diego-Shelter Is	43,2938	4,9847	0,9976
Miscellaneous	F1	46,3787	4,9887	0,9996
	Girl (Tiffany)	46,3109	4,9856	0,9992
	Splash	49,3148	4,9874	0,9998
Sequences	Motion01	45,8573	4,9693	0,9982
	Motion02	45,6	4,9693	0,9981
	Motion03	45,5027	4,9697	0,9982
Nilai Rata - rata		44,9909	4,9818	0,9984



Gambar 3 Citra asli (sebelum disisipi *watermark*)



Gambar 4 Citra *watermarked*

Menurut [7] standar untuk parameter *imperceptibility* pada *watermarking* untuk citra digital diupayakan menghasilkan nilai PSNR diatas 35dB, rating kualitas citra (Q) minimal 4 (*good*) dan *correlation* (*corr*) 0,8 (skala 0-1).

Berdasarkan data pada tabel1 hasil pengujian tingkat *imperceptibility* menggunakan 3 parameter menunjukkan bahwa *hybrid image watermarking* RDWT-SVD dengan penyisipan pada *subband*  $LH_2$  sangat baik dalam meningkatkan *imperceptibility* pada citra digital, karena mampu memenuhi standar nilai yang ditentukan dengan nilai rata-rata PSNR sebesar 44,9909, nilai Q sebesar 4,9818 dan *corr* sebesar 0,9984.

Subband LH<sub>2</sub> merupakan bagian karikatur dari 4 bagian citra hasil penerapan RDWT level 2 dan mengandung sedikit informasi, sehingga ketika penyisipan watermark dilakukan pada subband ini dapat meningkatkan tingkat imperceptibility yang baik dan mampu mengekstrak kembali watermark yang disisipkan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya hybrid image watermarking two-scale RDWT-SVD pernah dilakukan oleh [2] dalam penelitiannya menerapkan two-scale RDWT-SVD dengan penyisipan pada subband LL<sub>2</sub> merupakan bagian konsentrasi citra yang menyerupai citra aslinya, karena mirip dengan citra aslinya maka informasi yang dimilikipun banyak, sehingga ketika penyisipan dilakukan pada subband ini dapat mempengaruhi tingkat imperceptibility dari hasil watermarking.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel2 yaitu tabel perbandingan tingkat imperceptibility berdasarkan nilai PSNR (dB) dari hybrid image watermarking two-scale RDWT-SVD penyisipan pada subband LL<sub>2</sub> [2] dengan skema usulan.

Tabel 2. Perbandingan imperceptibility (dB)

Nama gambar	Skema penelitian	Ansari dan Prayudi [2]
motion01	45,8573	44,5237
motion02	45,6	44,4264
motion03	45,5027	44,3784
Nilai rata-rata	45,6533	44,4428

Berdasarkan data pada tabel 2 skema penelitian yang di usulkan mendapatkan nilai rata-rata PSNR sebesar 45,6533 dB dan [2] mendapatkan nilai rata-rata PSNR 44,4428 dB, membuktikan bahwa penyisipan pada subband LH<sub>2</sub> lebih imperceptibility dibandingkan dengan penyisipan di LL<sub>2</sub> dengan selisih nilai rata-rata 1,2105.

**Pengujian tingkat robustness RDWT-SVD**

Untuk dapat mengetahui tingkat ketahanan atau robust pada hybrid image watermarking RDWT-SVD dapat di uji dengan memberikan berbagai macam serangan terhadap citra hasil watermarking atau citra watermarked kemudian melakukan ekstraksi watermark dari citra watermarked yang sudah diberikan serangan dan hasil ekstraksi watermark akan di ukur menggunakan parameter corr untuk mengetahui tingkat korelasi citra watermark hasil ekstraksi dengan citra watermark asli. Menurut [7] metode watermarking akan dikatakan robust apabila mampu menghasilkan nilai corr diatas 0,8.

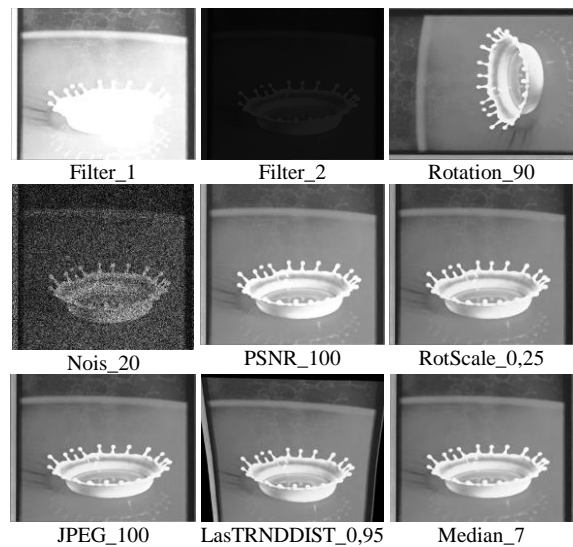
Pada penelitian ini peneliti menggunakan progam automatic attack yaitu stirmark versi 4.0 sebagai pemberi serangan terhadap citra hasil watermarking.

Dalam pengujian ini citra yang dijadikan sampel dalam pengujian ini untuk citra host yaitu image 1 (Brick wall), image 2 (San diego-Poin Loma) dan image 3 (Splash) sedangkan untuk citra watermark menggunakan Earth from space. Hasil pengujian tingkat robust dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Nilai corr parameter robustness RDWT-SVD

No	Kelompok Attack	Image 1	Image 2	Image 3
1	Filtering	0,9842	0,9762	0,9812
2	JPEG	0,9987	0,9985	0,9991
3	Remodulation	0,9806	0,9702	0,9986
4	ML	0,9951	0,9889	0,9849
5	PSNR	0,9990	0,9992	0,9993
6	Rotation	0,9981	0,9991	0,9985
7	Nois	0,3968	0,3841	0,4302
8	Rotation Scala	0,9985	0,9983	0,9846
Nilai rata-rata		0,9189	0,9143	0,9221

Untuk gambar sampel hasil attack dan ekstraksi dapat dilihat pada gambar .



Gambar 4 Hasil Attack Image

Berdasarkan data pada tabel3 menghasilkan nilai corr yang tinggi dengan rata-rata nilai sebesar 0,9189 untuk image 1, 0,9143 image 2 dan 0,9221 untuk image 3 menandakan bahwa skema yang di usulkan dalam penelitian memiliki ketahanan yang baik, karena mampu mendeteksi atau mengekstrak citra watermark dengan nilai corr tinggi, tetapi terdapat 1 kelompok serangan yang nilai corr-nya dibawah standar yaitu serangan nois menandakan bahwa skema watermarking yang diusulkan lemah terhadap serangan nois.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat dilakukan perbandingan untuk mengetahui tingkat robust-nya. Pada perbandingan robust ini peneliti mengambil sampel serangan jpeg\_50. Perbandingan tingkat robust dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan *robustness* (corr)

Nama gambar	Skema penelitian	Ansari dan Prayudi []
motion01	0,99899	0,98468
Brodats	0,99880	0,99246

Berdasarkan data perbandingan pada tabel 4 membuktikan bahwa penyisipan pada *subband* LH2 juga tahan atau *robust* terhadap serangan yang diberikan selama tidak di rekayasa menggunakan *nois*.

### Kesimpulan dan Saran

Dari penelitian “Hybrid Image Watermarking RDWT dengan SVD untuk Perlindungan Hak Cipta pada Citra Digital” dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pada penerapan *hybrid image watermarking* RDWT dengan SVD nilai *alpha* dapat mempengaruhi tingkat *imperceptibility* terhadap citra *watermarked*, karena nilai *alpha* menunjukkan tingkat ketampakan (*visible*) *watermark* pada *cover image*. Semakin rendah nilai *alpha* maka tingkat ketampakan *watermark* semakin berkurang dan tingkat *imperceptibility* semakin tinggi. Dari pengujian yang dilakukan ditemukan nilai *alpha* terbaik yaitu nilai *alpha* 0.1, karena mendapatkan nilai PSNR, Q dan Corr tertinggi.
2. Berdasarkan pengujian tingkat *imperceptibility* skema *Hybrid Image Watermarking* RDWT dengan SVD penyisipan pada *subband* LH<sub>2</sub> menghasilkan tingkat *imperceptibility* yang baik dengan rata-rata parameter diatas standar, nilai PSNR sebesar 44,9909 dB, Q sebesar 4,9818 mendekati nilai 5 (*excellent*) dan corr sebesar 0,9984 mendekati nilai 1 yaitu sempurna.
3. Dari hasil pengujian tingkat *robustness* skema *Hybrid Image Watermarking* RDWT dengan SVD memiliki nilai tingkat deteksi *watermark* yang sangat tinggi yaitu *image1* sebesar 0,9189, *image2* sebesar 0,9143 dan *image3* 0,9221 menandakan bahwa penyisipan pada LH<sub>2</sub> *robust* terhadap serangan selama tidak direkayasa menggunakan *nois*.
4. Berdasarkan data perbandingan tingkat *imperceptibility* dan *robustness* skema *Hybrid Image Watermarking* RDWT dengan SVD penyisipan pada *subband* LH<sub>2</sub> lebih baik dari penyisipan di *subband* LL<sub>2</sub>.

### Saran

1. Peningkatan tingkat *imperceptibility* dan *robustness* menjadi isu yang paling sering muncul jadi permasalahan dalam implementasi metode *watermarking*, sehingga penelitian berikutnya diharapkan dapat menemukan metode *watermarking* dengan karakteristik *imperceptibility* dan *robustness* yang tinggi.

2. Metode *hybrid image watermarking* untuk pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan kombinasi algoritma atau *hybrid algoritma* dua atau bahkan lebih untuk mendapatkan karakteristik *imperceptibility* dan *robustness* yang tinggi.

### Daftar Pustaka

- [1] Ansari, M. (2015). *Komparasi Metode Hybrid Image Watermarking DWT-SVD dengan RDWT-SVD Untuk Proteksi dan Perlindungan Hak Cipta Pada Citra Digital (Master Theses)*. Program Studi Teknik Informatika Program Pascasarjana Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [2] Ansari, M., & Prayudi, Y. (2014). *Komparasi Metode Hybrid Image Watermarking DWT-SVD dengan RDWT-SVD Untuk Proteksi dan Perlindungan Hak Cipta Pada Citra Digital. Cybermatika ITB*, 2(2), 23–29. Retrieved from <http://cybermatika.stei.itb.ac.id/ojs/index.php/cybermatika/article/view/65>
- [3] Ariyus, D. (2009). *Keamanan Multimedia : Pengenalan Konsep Multimedia, Keamanan Multimedia, Cryptography, Steganography dan Watermarking*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- [4] Hidayat, E. Y., & Udayanti, E. D. (2011). *Hybrid Watermarking Citra Digital Menggunakan Teknik DWT-DCT dan SVD. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (Semantik)*.
- [5] Hien, T. D., Nakao, Z., & Chen, Y. W. (2005). *RDWT / ICA for Image Authentication*, 805–810.
- [6] Kourkchi, H., & Ghaemmaghami, S. (2008). *Image adaptive semi-fragile watermarking scheme based on RDWT-SVD. 2008 International Conference on Innovations in Information Technology, IIT 2008*, 130–134. <http://doi.org/10.1109/INNOVATIONS.2008.4781744>
- [7] Kutter, M., & Petitcola, F. A. P. (1999). *A fair benchmark for image watermarking systems. Security and Watermarking of Multimedia Contents The International Society for Optical Engineering The Computer Laboratory, University of Cambridge*, 3657, 1–14
- [8] Mathworks, C. (2016). *MATLAB Documentation*. Retrieved from <http://www.mathworks.com/help/matlab>
- [9] Prayudi, Y. (2002). *Metode Watermarking Ganda Sebagai Teknik Pengaman Pada Citra Digital (Master Theses)*. Program Studi Teknik Informatik Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [10] S. M. R. Haque, “Singular Value Decomposition and Discrete Cosine Transform,” School of Engineering Blekinge Institute of Technology Sweden, Sweden, 2008
- [11] Seema, & Sharma, S. (2012). *DWT-SVD Based Efficient Image Watermarking Algorithm to Achieve High Robustness and Perceptual Quality*, 2(4), 2–5.