

SKRIPSI

**PENENTUAN KUALITAS *ROBUSTNESS* PADA *AUDIO*
WATERMARKING MENGGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM*
(FFT) DAN *SINGULAR VALUE DECOMPOSITION* (SVD)**



**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

AHMAD MATIN

03041181520098

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN KUALITAS *ROBUSTNESS* PADA *AUDIO*
WATERMARKING MENGGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM*
(*FFT*) DAN *SINGULAR VALUE DECOMPOSITION* (*SVD*))**



SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

AHMAD MATIN

03041181520098

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197108141999031005**

**Indralaya, Desember 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

**Puspa Kurniasari, S.T., M.T.
NIP.198404162012122002**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Matin
NIM : 03041181520098
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya


Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “ Penentuan Kualitas *Robustness* pada *Audio Watermarking* menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD)” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Desember 2019



Ahmad Matin

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Puspa Kurniasari, S.T., M.T.

Tanggal : 12 Desember 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih karunia-Nya yang berlimpah penulis dapat menyusun dan menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir dengan judul “ Penentuan Kualitas *Robustness* pada *Audio Watermarking* menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD)” yang merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Sarjana S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik di Universitas Sriwijaya.

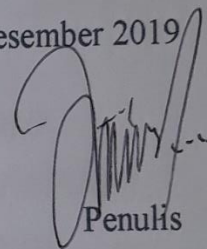
Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dalam bimbingan, bantuan data, dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih dari hati yang paling dalam kepada :

1. Emak dan almarhum ayah yang selalu dan selalu mencurahkan kasih sayangnya yang tak dapat terbalaskan.
2. Kakak saya Heli Agustin dan adik saya Hesti Tri Ulia yang selalu saya cintai
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T. selaku pembimbing saya yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dan selalu membantu saya dalam memberikan arahan dan idenya demi terselesainya Tugas Akhir ini
5. Dosen-dosen yang mengajar Teknik Telekomunikasi dan Informasi yaitu Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. , Bapak Abdul Haris Dalimunthe, S.T., M.T., Ibu Desi Windi Sari, S.T., M.Eng., dan Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T. yang telah mengajar saya selama masa perkuliahan
6. Amelia Regita Safitri dan Sartika Sari yang telah menjadi partner dikala suka dan suka selama masa perkuliahan

7. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro Angkatan 2015 selaku teman seperjuangan dalam kegiatan perkuliahan
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang positif dan membangun untuk dijadikan bahan perbaikan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Demikianlah, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Desember 2019



Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Matin

NIM : 03041181520098

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

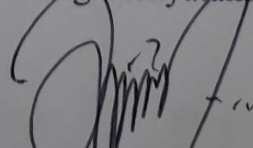
**PENENTUAN KUALITAS *ROBUSTNESS* PADA *AUDIO*
WATERMARKING MENGGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM*
(*FFT*) DAN *SINGULAR VALUE DECOMPOSITION* (*SVD*)**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya

Pada tanggal : 12 Desember 2019

Yang Menyatakan,


Ahmad Matin

ABSTRAK

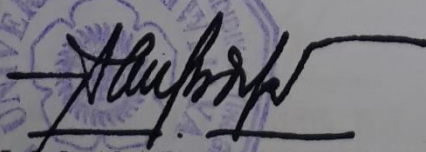
Berkembangnya teknologi internet memberi kemudahan untuk mengakses berbagai informasi dalam format digital, salah satunya berupa data *audio*. Kemudahan dalam mengolah data digital inilah yang membuat lagu dan musik atau file *audio* lain dapat dengan mudahnya dimanipulasi dan diduplikasi. Upaya *preventif* yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan hak cipta dari suatu karya digital adalah dengan menyisipkan data digital baik berupa teks ataupun citra ke dalam lagu dan musik atau file *audio* lain yang ingin dilindungi, upaya ini dikenal dengan *audio watermarking*.

Pada penelitian ini dirancang sistem audio watermarking untuk menjaga hak cipta pemilik audio dengan melakukan penyisipan citra informasi ke dalam suatu file audio dan ekstraksi audio ter-watermark dengan menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dan SVD (*Singular Value Decomposition*). Pengujian terhadap audio ter-watermark dilakukan tanpa serangan dan pengujian dengan serangan yaitu *low pass filter*, *resampling*, *AWGN*, dan *cropping*.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, *audio watermarking* dengan metode *Fast Fourier Transform* dan *Singular Value Decomposition* sudah memiliki tingkat robustness yang tinggi karena sudah dapat menghasilkan nilai SNR 0.1538 dB, PSNR 72,2132 dB, BER 0,0039 dan SSIM 0,9999.

Kata kunci: *Audio Watermarking, Fast Fourier Transform, Singular Decomposition Value.*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197108141999031005

Indralaya, Desember 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Puspa Kurniasari, S.T., M.T.
NIP.198404162012122002

ABSTRACT

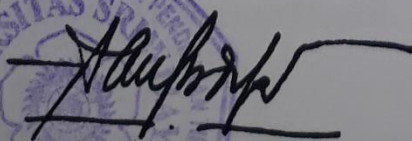
The development of internet technology makes it easy to access various information in digital format, one of which is audio data. The ease in processing digital data makes songs and music or other audio files easily manipulated and duplicated. Preventive efforts undertaken to overcome the copyright issues of a digital work is to insert digital data in the form of text or images into songs and music or other audio files that you want to protect, this effort is known as audio watermarking.

In this research, an audio watermarking system is designed to safeguard the copyright of audio owners by inserting images into an audio file and extracting watermarked audio using FFT (Fast Fourier Transform) and SVD (Singular Value Decomposition) methods. Testing of watermarked audio is carried out without attack and also testing with attacks such as low pass filter, resampling, AWGN, and cropping.

Based on the results, audio watermarking using the Fast Fourier Transform and Singular Value Decomposition methods already has a high level of robustness because it can produce SNR values of 0.1538 dB, PSNR 72.2132 dB, BER 0.0039 and SSIM 0.9999.

Keywords : *Audio Watermarking, Fast Fourier Transform, Singular Decomposition Value.*

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197108141999031005

Indralaya, Desember 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Puspa Kurniasari, S.T., M.T.
NIP.198404162012122002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR ISTILAH	xxii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
2.1 Sinyal Analog dan Digital.....	6
2.1.1 Sinyal <i>Analog</i>	6
2.1.2 Sinyal <i>Digital</i>	6
2.2 Modulasi <i>Analog</i> dan <i>Digital</i>	7
2.2.1 Modulasi <i>Analog</i>	8
2.2.2 Modulasi <i>Digital</i>	12

2.3	<i>Watermarking</i>	15
2.3.1	Manfaat <i>watermarking</i>	16
2.4	<i>Audio Watermarking</i>	18
2.5	Citra Digital.....	19
2.5.1	Citra Biner	21
2.5.2	Citra <i>Grayscale</i>	21
2.5.3	Citra <i>Red Green Blue (RGB)</i>	22
2.6	<i>Singular Value Decomposition</i>	22
2.7	<i>Discrete Wavelet Transform (DWT)</i>	24
2.8	<i>Haar Wavelet</i>	25
2.9	<i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	26
2.10	<i>Quantization Index Modulation</i>	28
2.10.1	<i>QIM Encoding</i>	28
2.10.2	<i>QIM Decoding</i>	29
2.11	Parameter Pengukuran	29
2.11.1	<i>Signal-to-Noise Ratio (SNR)</i>	29
2.11.2	Peak Signal to Noise Ratio (PSNR).....	30
2.11.3	<i>Bit Error Rate (BER)</i>	30
2.11.4	<i>Structural Similarity Index (SSIM)</i>	31
2.11.5	<i>Mean Opinion Score (MOS)</i>	31
BAB III	33
3.1	<i>Audio Watermarking</i>	33
3.2	Persiapan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	33
3.2.1	Spesifikasi Perangkat Keras	33
3.2.2	Spesifikasi Perangkat Lunak.....	33
3.3	Ilustrasi Pemodelan	34
3.4	Diagram Alir Penelitian	34
3.5	Pengujian Rancangan	37
3.6	Analisis Hasil	38
BAB IV	39
4.1	Penentuan Input <i>Audio</i>	39

4.2 Penentuan Gambar Sisipan	39
4.3 Penentuan Serangan pada Sistem <i>Audio Watermarking</i>	41
4.3.1 <i>Low Pass Filter</i>	41
4.3.2 <i>Resampling</i>	42
4.3.3 <i>Additive White Gaussian Noise (AWGN)</i>	42
4.3.4 <i>Cropping</i>	43
4.4 Sistem <i>Audio Watermarking</i>	43
4.4.1 <i>Input Audio</i>	43
4.4.2 Penentuan Sinyal Diskrit	44
4.4.3 <i>Input Image</i>	47
4.4.4 Transformasi <i>Input Audio</i> Melalui Teknik <i>Discrete Wavelet Transform</i>	47
4.5 Hasil Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Tanpa Serangan...	48
4.5.1 Pengaruh Koefisien <i>Watermarking</i> terhadap <i>Signal to noise ratio (SNR)</i>	49
4.5.2 Pengaruh Koefisien <i>Watermarking</i> terhadap <i>Peak Signal To Noise Ratio (PSNR)</i>	55
4.5.3 Pengaruh Koefisien <i>Watermarking</i> terhadap <i>Bit Error Rate (BER)</i>	59
4.5.4 Pengaruh Koefisien <i>Watermarking</i> terhadap <i>Structural Similarity Index (SSIM)</i>	62
4.6 Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Dengan Serangan	65
4.6.1 Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Dengan Serangan <i>Low Pass Filtering</i>	65
4.6.2 Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Dengan Serangan <i>Resampling</i>	71
4.6.3 Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Dengan Serangan AWGN	76
4.6.4 Pengujian dan Analisa Sistem <i>Audio Watermarking</i> Dengan Serangan <i>Cropping</i>	82
4.7 Pengujian <i>Mean Opinion Score (MOS)</i>	88

BAB V.....	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sinyal Analog	6
Gambar 2.2 Sinyal <i>Digital</i>	7
Gambar 2.3 Sinyal Pembawa dan Sinyal Informasi	8
Gambar 2.4 Sinyal Modulasi Amplitudo yang dihasilkan	9
Gambar 2.5 Pengarus Indeks Modulasi	10
Gambar 2.6 Proses Modulasi Frekuensi	10
Gambar 2.7 Proses Modulasi Fasa	11
Gambar 2.8 Proses Modulasi <i>Amplitudo Shift Keying</i>	13
Gambar 2.9 Blok Diagram <i>Amplitudo Shift Keying</i>	13
Gambar 2.10 Proses Modulasi <i>Frequency Shift Keying</i>	14
Gambar 2.11 Blok Diagram <i>Frequency Shift Keying</i>	14
Gambar 2.12 Proses Modulasi <i>Frequency Shift Keying</i>	15
Gambar 2.13 Blok Diagram <i>Frequency Shift Keying</i>	15
Gambar 2.14 Proses Penyisipan (<i>Embedding</i>)	19
Gambar 2.15 Citra Digital	20
Gambar 3.1. Pemodelan Rancang Bangun Sistem	34
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Sistem	35
Gambar 3.3. Blok Diagram Perancangan Sistem	37
Gambar 4.1. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Ikon Black and White	50
Gambar 4.2. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Ikon Berwarna ..	51
Gambar 4.3. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Leena	51
Gambar 4.4. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Ikon Black and White	52

Gambar 4.5. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Ikon Black and White	52
Gambar 4.6. Grafik Perubahan Nilai SNR dengan Watermark Ikon Black and White	53
Gambar 4.7. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Kamera Berwarna	57
Gambar 4.8. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Tanda Tangan .	57
Gambar 4.9. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Kamera Berwarna	60
Gambar 4.10. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Tanda Tangan .	60
Gambar 4.11. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Kamera Berwarna	63
Gambar 4.12. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Tanda Tangan	63
Gambar 4.13. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan LPF	66
Gambar 4.14. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan LPF.....	67
Gambar 4.15. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan LPF.....	68
Gambar 4.16. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan LPF.....	68

Gambar 4.17. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan LPF.....	69
Gambar 4.18. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan LPF.....	69
Gambar 4.19. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Resampling	72
Gambar 4.20. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Resampling	72
Gambar 4.21. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Resampling	73
Gambar 4.22. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Resampling	74
Gambar 4.23. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Resampling	75
Gambar 4.24. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Resampling	75
Gambar 4.25. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan AWGN	77
Gambar 4.26. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan AWGN	78
Gambar 4.27. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan AWGN	79

Gambar 4.28. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan AWGN	79
Gambar 4.29. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan AWGN	80
Gambar 4.30. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan AWGN	81
Gambar 4.31. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Cropping	83
Gambar 4.32. Grafik Perubahan Nilai PSNR dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Cropping	83
Gambar 4.33. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Cropping	84
Gambar 4.34. Grafik Perubahan Nilai BER dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Cropping	85
Gambar 4.35. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Kamera Berwarna dengan Serangan Cropping	86
Gambar 4.36. Grafik Perubahan Nilai SSIM dengan Watermark Tanda Tangan dengan Serangan Cropping	86
Gambar 4.37. Grafik Nilai MOS Watermark 16x16 px.....	89
Gambar 4.38. Grafik Nilai MOS Watermark 32x32 px.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Dasar Robustness	18
Tabel 2.2 Penilaian Mean Opinion Score	31
Tabel 4.1 Host Audio	39
Tabel 4.2 Citra Watermark	41
Tabel 4.3 Tampilan Gelombang Sinyal Sinusoidal dan Sinyal Diskrit Host Audio	45

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	9
Rumus 2.2	9
Rumus 2.3	9
Rumus 2.4	9
Rumus 2.5	9
Rumus 2.6	10
Rumus 2.7	10
Rumus 2.8	11
Rumus 2.9	13
Rumus 2.10	13
Rumus 2.11	14
Rumus 2.12	14
Rumus 2.13	15
Rumus 2.14	15
Rumus 2.15	23
Rumus 2.16	23
Rumus 2.17	24
Rumus 2.18	24
Rumus 2.19	24
Rumus 2.20	25
Rumus 2.21	25
Rumus 2.22	27
Rumus 2.23	27
Rumus 2.24	27
Rumus 2.25	28
Rumus 2.26	28

Rumus 2.27	28
Rumus 2.28	28
Rumus 2.29	28
Rumus 2.30	29
Rumus 2.31	29
Rumus 2.32	29
Rumus 2.33	30
Rumus 2.34	30
Rumus 2.35	30
Rumus 2.36	31
Rumus 2.37	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Data Pengaruh Koefisien Watermarking terhadap <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)
Lampiran 2	Tabel Data Pengaruh Koefisien Watermarking terhadap <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (PSNR)
Lampiran 3	Tabel Data Pengaruh Koefisien Watermarking terhadap <i>Bit Error Rate</i> (BER)
Lampiran 4	Tabel Data Pengaruh Koefisien Watermarking terhadap <i>Structural Similarity Index</i> (SSIM)
Lampiran 5	Tabel Data Hasil Pengujian Sistem Audio Watermarking Dengan Serangan <i>Low Pass Filtering</i>
Lampiran 6	Tabel Data Hasil Pengujian Sistem Audio Watermarking Dengan Serangan <i>Resampling</i>
Lampiran 7	Tabel Data Hasil Pengujian Sistem Audio Watermarking Dengan Serangan <i>Additive White Gaussian Noise</i>
Lampiran 8	Tabel Data Hasil Pengujian Sistem Audio Watermarking Dengan Serangan <i>Cropping</i>
Lampiran 9	Hasil Ekstraksi Watermark dengan Variasi Koefisien Watermark
Lampiran 10	Hasil Ekstraksi Watermark Dengan Serangan <i>Low Pass Filter</i>
Lampiran 11	Hasil Ekstraksi Watermark Dengan Serangan Resampling
Lampiran 12	Hasil Ekstraksi Watermark Dengan Serangan AWGN
Lampiran 13	Hasil Ekstraksi Watermark Dengan Serangan Cropping
Lampiran 14	Tampilan Form Kuisisioner Penilaian MOS
Lampiran 15	Hasil Penilaian Mean Opinion Score (MOS)
Lampiran 16	Lembar Persentase Plagiarisme dan Berita Acara Seminar Hasil

DAFTAR ISTILAH

<i>Attack</i>	Serangan
Ekstraksi	Proses mengambil kembali citra <i>watermark</i> yang telah disisipkan
<i>Embedding</i>	Proses penyisipan citra <i>watermark</i>
<i>Host</i>	Data <i>audio</i> untuk penyisipan <i>watermark</i>
<i>Robustness</i>	Ketahanan terhadap serangan
<i>Watermark</i>	Citra atau gambar yang disisipkan
MOS	<i>Mean Opinion Score</i>
QIM	<i>Quantization Index Modulation</i>
SNR	<i>Signal-to-Noise Ratio</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
SVD	<i>Singular Value Decomposition</i>
BER	<i>Bit Error Rate</i>
LPF	<i>Low Pass Filter</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya teknologi internet yang pesat belakangan ini telah memberi kemudahan pada manusia untuk mengakses berbagai macam informasi dalam format digital, salah satu informasi yang dimaksud berupa data *audio*. Kemudahan-kemudahan dalam mengolah data digital inilah yang membuat lagu dan musik atau file *audio* lain dapat dengan mudahnya dimanipulasi dan diduplikasi oleh orang lain serta hasil atas perbuatan tersebut juga nyaris tidak dapat dibedakan dengan aslinya.

Tidak hanya itu, orang lain pun kemudian dapat melakukan modifikasi terhadap hasil penggandaan dan mendistribusikannya ke seluruh dunia dengan nyaris tanpa biaya. Hal ini tentu membuat sangat mudah bagi hampir semua orang untuk melanggar hak cipta orang lain dalam skala kecil maupun skala yang sangat besar, sehingga sangat sulit bagi pemilik hak cipta dari karya digital yang sebenarnya untuk mengetahui telah terjadinya pelanggaran atas karya digital miliknya ^[1]. Upaya *preventif* yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan hak cipta dari suatu karya digital adalah dengan menyisipkan data digital baik berupa teks ataupun citra ke dalam lagu dan musik atau file *audio* lain yang ingin dilindungi, upaya ini dikenal dengan *audio watermarking*. Berbagai penelitian tentang *audio watermarking* telah dilakukan untuk mendapatkan kualitas ketahanan yang paling baik dari data digital yang disisipkan agar menjamin karya digital berupa lagu dan music yang dilindungi tidak dapat dilakukan penyalahgunaan sama sekali.

Permasalahan hak cipta yang terjadi hampir diseluruh dunia, menarik minat Pranab Kumar Dhar dari *Chittagong University of Engineering and Technology* , Bangladesh yang bekerja sama dengan Jong-Myon Kim dari *University of Ulsan* , Korea Selatan untuk melakukan penelitian tentang *audio watermarking* yang dilakukan pada tahun 2011. Penelitian tersebut menciptakan skema *audio watermarking* yang baru dengan performansi yang dihasilkan lebih baik daripada

menggunakan metode Cox, yaitu menghasilkan nilai SNR 20 dB – 28 dB dengan sebelumnya 14 dB – 23 dB [2].

Penelitian mengenai *digital watermarking* juga banyak dilakukan di Indonesia, salah satunya penelitian mengenai *image watermarking* yang dilakukan pada tahun 2012 oleh Himawan beserta dengan timnya dari Universitas Budi Luhur berhasil membuat aplikasi yang dapat menyisipkan data digital kedalam citra JPEG dan GIF [3]. Selanjutnya penelitian *audio watermarking* yang dilakukan Dedi Darwis dari Universitas Budi Luhur pada tahun 2015 berhasil menyisipkan citra JPEG kedalam file *audio .wav* [4]. Pada tahun 2018, Robinzon Pakpahan dan timya dari Universitas Telkom berhasil melakukan penyisipan citra dengan format .bmp ke dalam *audio* dengan format .wav menggunakan metode *Singular Value Decomposition* dengan nilai SNR yang sudah baik yakni sebesar 69 dB [5]. Kemudian dilakukan optimisasi dengan menggunakan algoritma genetika oleh Beatrix Sitompul dari Universitas Telkom walaupun SNR yang dihasilkan hanya sebesar 9 dB [6].

Maka dari itu, penulis akan melakukan penelitian mengenai sistem yang dapat melakukan penyisipan *citra JPEG* yang berwarna maupun *black and white* pada sebuah data *audio .wav* dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem *watermarking* pada file *audio* yang dapat menyisipkan citra JPEG dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD) ?
2. Bagaimana metode pengujian dan pengukuran sistem *audio watermarking* ?

3. Bagaimana cara menganalisis hasil sistem *audio watermarking* yang ditinjau dari *Robustness* (ketahanan) terhadap berbagai *attack* yang diberikan ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari permasalahan, maka batasan masalah yang dikaji adalah :

1. Format citra yang digunakan sebagai *watermark* adalah JPEG
2. Jumlah file *audio* yang digunakan sebanyak 8 lagu yang berformat .wav
3. Genre masing-masing lagu yang diujikan adalah *pop, rap, jazz, rock, RnB*, dangdut, lagu Jawa, dan lagu tradisional Sumatera Selatan yang sebelumnya diunduh dari internet.
4. Durasi yang dijadikan sample dari setiap *host audio* yaitu 60 detik.
5. Serangan yang dilakukan menggunakan *noise, low pass filtering, cropping* dan *resampling*
6. Parameter performansi sistem *audio watermarking* yang diukur yakni *Signal to Noise Ratio (SNR), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), Bit Error Rate (BER), Structural Similarity Index (SSIM)* dan *Mean Opinion Score (MOS)* dengan responden sebanyak 30 orang.
7. Perancangan sistem dilakukan menggunakan aplikasi MATLAB R2018a

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah merancang kualitas *Robustness* pada *audio Watermarking* menggunakan *Fast Fourier Transform (FFT)* dan *Singular Value Decomposition (SVD)*.

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini yaitu:

Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mendahulukan studi serta kajian teori yang mendukung perancangan sistem pada penelitian ini. Literatur yang dijadikan

sumber berasal dari buku, jurnal dan referensi lain yang relevan dengan hal-hal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan *hardware* dan penyesuaian *software* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sistem berdasarkan hasil perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya.

Pengujian Sistem

Setelah semua blok dan sistem telah dibuat, maka untuk selanjutnya akan dilakukan penyerangan terhadap *host audio* dan pengambilan data sesuai parameter uji yang telah ditentukan di awal.

Analisis Hasil Pengujian Pengukuran

Tahap akhir dalam penelitian adalah menganalisis data dari hasil pengukuran yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri atas lima bab yang terdiri dari:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini penulisan memberikan gambaran secara jelas mengenai latar belakang permasalahan, ruang lingkup masalah, maksud dan tujuan, metodologi penulisan dan sistem penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang teori-teori dasar yang menjadi landasan dan mendasari penulisan ini yang mendukung penyusunan penelitian sesuai dengan judul yang diambil.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode perancangan sistem, blok diagram sistem, dan rencana pelaksanaan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dari analisis data pengukuran sesuai parameter yang telah ditentukan diawal.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan penulis dari perangkat yang telah dibuat serta saran kepada pembaca mengenai sistem yang telah dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi tentang sumber yang menjadi acuan atau rujukan penulis dalam pembuatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kusno , Direktorat Kriminal Umum Polisi Daerah Provinsi Lampung, “Perlindungan Hukum Hak Cipta Terhadap Pencipta Lagu Yang Diunduh Melalui Internet : *Legal Protection of Copyright Creator of Song Downloaded Through the Internet,*” *Fiat Justisia J. Law*, vol. 10, no. 3, pp. 489–502, 2016.
- [2] P. K. Dhar and J. M. Kim, “*Digital watermarking scheme based on fast Fourier transformation for audio copyright protection,*” *Int. J. Secur. its Appl.*, vol. 5, no. 2, pp. 33–48, 2011.
- [3] H. Wijaya, U. Matana, and P. Irfansyah, “Penggunaan Teknik *Watermarking* Menggunakan *Metode Discrete Cosine Transform (DCT)* dalam Perlindungan Hak Cipta Dokumen Citra Digital,” no. December, 2012.
- [4] D. Darwis, “Implementasi Steganografi Pada Berkas Audio Wav Untuk Penyisipan Pesan Gambar Menggunakan Metode *Low Bit Coding,*” *Jmsit*, vol. Volume 05, 2015.
- [5] R. Pakpahan, “*Audio Watermarking* dengan Menggunakan Metode *Fast Fourier Transform (FFT)* dan *Singular Value Decomposition (SVD),*” vol. 5, no. 2, pp. 6–13, 2018.
- [6] B. Sitompul, F. Raekania, and G. Budiman, “Optimasi *Audio Watermarking* Berbasis *Discrete Cosine Transform* Dengan Teknik *Singular Value Decompositon,*” *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind. 2017*, vol. ISSN 2085-, pp. 1–7, 2017.
- [7] S. M. Sagita, S. Khotijah, and R. Amalia, “Pengkonsersian Data Analog Menjadi Data Digital Dan Data Digital Menjadi Data Analog Menggunakan Interface PPI 8255 Dengan Bahasa Pemrograman Borland Delphi 5 . 0,” vol. 6, no. 2, pp. 168–179, 2013.
- [8] A. Muliansyahputra, B. H. Akbar, and G. Budiman, “Perancangan Dan Analisis *Audio Watermarking* Berbasis Teknik Modulasi Digital,” pp. 1–7, 2017.
- [9] A. A. Agha Kurniawan Hapsara, Imam Santoso, “Kinerja Modulasi Digital Dengan Metode PSK (*Phase Shift Keying*),” vol. 35, no. October, pp. 1–6, 2013.
- [10] X. Liu *et al.*, “*M-ary pulse-position modulation and frequency-shift keying with additional polarization/phase modulation for high-sensitivity optical transmission,*” *Opt. Express*, vol. 19, no. 26, p. B868, 2011.
- [11] S. H. Supangkat, “*Watermarking* sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital,” vol. 6, no. 3, pp. 19–27, 2000.

- [12] I. N. Piarsa, “Steganografi Pada Citra JPEG Dengan Metode *Sequential* Dan *Spreading*,” *Lontar Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 52–63, 2011.
- [13] R. Warkar, P. More, and D. Waghole, “*Digital audio watermarking and image watermarking for information security*,” *2015 Int. Conf. Pervasive Comput. Adv. Commun. Technol. Appl. Soc. ICPC 2015*, vol. 3, no. 3, 2015.
- [14] F. A. P. Petitcolas, “*Watermarking Scheme Evaluation*,” *IEEE Signal Processing Magazine*, no. 1053–5888, 2000.
- [15] A. Lang, J. Dittmann, D. Megías Jimenez, and J. Herrera-Joancomartí, “*Practical Audio Watermarking Evaluation Tests and its Representation and Visualization in the Triangle of Robustness, Transparency and Capacity*,” *Second Wavila Chall.*, 2006.
- [16] W. Winanti, “Penyembunyian Pesan pada Citra Terkompresi JPEG Menggunakan Metode *Spread Spectrum*,” *Communications*, no. 13505017, 2009.
- [17] V. Gopan and M. Joseph, “*SVD audio watermarking*,” *Int. J. Cybern. Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 377–386, 2016.
- [18] H. Harahap, G. Budiman, And L. Novamizanti, “Implementasi Teknik *Watermarking* menggunakan FFT dan *Spread Spectrum Watermark* pada Data *Audio Digital*,” *J. Elkomika*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [19] P. N. Hanggarsari, H. Fitriawan, and Y. Yuniati, “Simulasi Sistem Pengacakan Sinyal Suara Secara *Realtime* Berbasis *Fast Fourier Transform* (FFFT),” no. 3, pp. 192–198, 2012.
- [20] D. A. Bhagaskara, G. Budiman, and I. Safitri, “Perancangan *Watermarking Audio* Berbasis OFDM Menggunakan Metode *Quantization Index Modulation* (QIM) Dan *BCH Code*,” pp. 1–6, 2017.
- [21] D. Setiadikarunia and F. Michael, “*Watermarking* pada Citra Warna Menggunakan Teknik SVD – DCT Berdasarkan *Local Peak SNR*,” *ISSN Electr. Eng. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 111–130, 2017.
- [22] “*Bit Error Rate*”, Oct. 28, 18. Accessed on : Feb. 04, 19. [Online]. Available : <https://www.techopedia.com/definition/33081/bit-error-rate-ber>
- [23] “*Structural Similarity*”, Feb. 05, 19. Accessed on : Feb. 05, 19. [Online]. Available : <https://www.cns.nyu.edu/~lcv/ssim/>
- [24] I. Mamun, Image Classification Using SSIM, Jan. 2019. Accessed on : Feb. 05, 19. [Online]. Available : <https://towardsdatascience.com/image-classification-using-ssim-34e549ec6e12>
- [25] “*Mean Opinion Score*”, Jan. 15, 19. Accessed on : Feb. 05, 18. [Online]. Available : <https://arimas.com/mos-mean-opinion-score/>