



TUGAS AKHIR - KI141502

Steganografi pada Audio Menggunakan Metode *Improved SVM (Sample Value Modification)*

JEFFRY NASRI FARUKI
NRP 05111440000043

Dosen Pembimbing I
Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II
Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.

Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - KI141502

Steganografi pada Audio Menggunakan Metode Improved SVM (Sample Value Modification)

**JEFFRY NASRI FARUKI
NRP 0511144000043**

**Dosen Pembimbing I
Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.**

**Dosen Pembimbing II
Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.**

**Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



UNDERGRADUATE THESES - K1141502

Steganography In Audio Using Improved SVM (Sample Value Modification) Method

**JEFFRY NASRI FARUKI
NRP 0511144000043**

First Advisor

Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.

Second Advisor

Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.

**Department of Informatics
Faculty of Information Technology and Communication
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

STEGANOGRAFI PADA AUDIO MENGGUNAKAN METODE *IMPROVED SVM (SAMPLE VALUE MODIFICATION)*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Bidang Studi Komputasi Berbasis Jaringan
Program Studi S-1 Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

JEFFRY NASRI FARUKI
NRP: 05111440000043

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Tohari Ahmad, S.Kom., M.T., Ph.D.
(NIP. 197505252003121002) (Pembimbing 1)
2. Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.
(NIP. 194806191973011001) (Pembimbing 2)

SURABAYA
JULI, 2018

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

STEGANOGRAFI PADA AUDIO MENGGUNAKAN METODE IMPROVED SVM (SAMPEL VALUE MODIFICATION)

Nama Mahasiswa : JEFFRY NASRI FARUKI
NRP : 0511144000043
Departemen : Informatika FTIK-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.
**Dosen Pembimbing 2 : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc.,
Ph.D.**

Abstrak

Steganografi merupakan salah satu pengamanan yang dapat dilakukan dalam pertukaran data di internet dengan cara menyembunyikan pesan rahasia dalam sebuah berkas. Berkas yang digunakan bisa berupa gambar, audio, video, atau teks. Dalam prosesnya, semakin sedikit noise pada berkas stego audio yang dihasilkan, semakin aman steganografi, karena tidak menimbulkan kecurigaan orang lain bahwa ada pesan rahasia pada berkas tersebut. Ada banyak metode dalam steganografi. Secara garis besar metode-metode tersebut di bagi menjadi dua yaitu reversible dan irreversible. Di irreversible, setelah dilakukan ekstraksi pesan rahasia pada stego file, stego file tidak dapat dikembalikan ke berkas semula. Sedangkan di reversible, stego file dapat dikembalikan ke berkas semula.

Pada tugas akhir ini, penulis akan melakukan pengembangan pada metode steganografi SVM (Sampel Value Modification) yang bersifat reversible. Media steganografi yang digunakan adalah berkas audio. Dari hasil analisa uji coba yang dilakukan didapatkan bahwa dengan meningkatkan jumlah penyisipan per sampel audio, terjadi rata-rata penurunan pada jumlah sampel audio yang terpakai sebesar 87.5 %, sehingga dapat meningkatkan kapasitas penyisipan data. Nilai PSNR juga

mengalami rata - rata penurunan sebesar 8.66%. Sedangkan, dengan mengubah persamaan pada proses *embedding* dan *extracting* pada metode *Sample Value Modification*, nilai PSNR mengalami rata-rata peningkatan sebesar 6,23%.

Kata kunci: *Steganografi, Data Hiding, Audio, Reversible, SVM.*

STEGANOGRAPHY IN AUDIO USING IMPROVED SVM METHOD (SAMPLE VALUE MODIFICATION)

Student's Name : JEFFRY NASRI FARUKI
Student's ID : 0511144000043
Department : Informatics FTIK-ITS
First Advisor : Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.
Second Advisor : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.

Abstract

Steganography is one of the security method that be used for exchange of data on the internet by hiding secret messages in a cover file. Cover file to use can be image, audio, video, or text. A safe steganography has a little noise on the stego file, so it does not arouse the suspicion of others that there is secret message in the stego file. There are many methods in steganography. In general, the methods are divided into two that are reversible and irreversible. In irreversible, after extracting secret message on the stego file , the stego file can not be restored to the original file. While in reversible, stego files can be restored to the original file.

In this final project, the writer develop on SVM (Sample Value Modification) method which is reversible. File that be used in the method is an audio file. The result of the experiment shows that increasing the capacity of embedding each audio sample will decrease the average of used sample audio 87.5%. So it can increase the capacity of the embedding data. The average of PSNR value also decrease 8.66%. After change the equation of embedding and extracting process in SVM method, the average of PSNR increase 6.23%.

Keywords: *Steganography, Data Hiding, Audio, Reversible, SVM.*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“STEGANOGRAFI PADA AUDIO MENGGUNAKAN METODE IMPROVED SVM (SAMPLE VALUE MODIFICATION)”**. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menempuh ujian sidang guna memperoleh gelar Sarjana Komputer. Dengan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis bisa belajar banyak untuk memperdalam dan meningkatkan apa yang telah didapatkan penulis selama menempuh perkuliahaan di Teknik Informatika ITS.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan doa, moral, dan material yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D. dan Bapak Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing dan memberikan motivasi, nasehat dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom. selaku kepala jurusan Teknik Informatika ITS.
5. Bapak Dr. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc. selaku koordinator Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Informatika ITS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama menjalani masa studi di ITS.

7. Ibu Eva Mursidah dan Ibu Sri Budiati yang selalu mempermudah penulis dalam peminjaman buku di RBTC.
8. Teman-teman seperjuangan RMK NCC/KBJ, yang telah menemani dan menyemangati penulis.
9. Admin LAB RMK NCC/KBJ yang telah banyak membantu memfasilitasi sarana dan prasarana dalam pengerjaan.
10. Teman-teman angkatan 2014, yang sudah mendukung penulis selama perkuliahan.
11. Sahabat penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu membantu, menghibur, menjadi tempat bertukar ilmu dan berjuang bersama-sama penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan ke depan.

Surabaya, Juli 2018

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Permasalahan	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi	3
1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir	3
1.6.2 Studi Literatur	3
1.6.3 Analisis dan Desain Perangkat Lunak	4
1.6.4 Implementasi Sistem.....	4
1.6.5 Pengujian dan Evaluasi.....	4
1.6.6 Penyusunan Buku	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Steganografi	7
2.2 <i>Sample Value Modification</i>	7
2.3 MSE (<i>Mean Squared Error</i>)	11
2.4 <i>PSNR (Peak Signal Noise Ratio)</i>	11
2.5 Correlation.....	11
2.6 Python	12
2.7 Anaconda.....	12
2.8 Scipy.....	13
2.9 Numpy	14
2.10 TkInter.....	14
BAB III PERANCANGAN	17

3.1	Deskripsi Umum	17
3.2	Perancangan Data	18
3.2.1	Data Masukkan	18
3.2.1.1	Proses Penyisipan Data	18
3.2.1.2	Proses Ekstraksi Data	18
3.2.2	Data Keluaran	19
3.2.2.1	Proses Penyisipan Data	19
3.2.2.2	Proses Ekstraksi Data	19
3.3	Perancangan Modifikasi Metode SVM	19
3.4	Perancangan Antarmuka	23
3.4.1	Halaman Utama	23
3.4.2	Halaman <i>Embedding</i>	25
3.4.3	Halaman <i>Extracting</i>	26
3.4.4	Halaman PSNR	28
3.4.5	Halaman Correlation	30
BAB IV IMPLEMENTASI.....		33
4.1	Lingkungan Implementasi	33
4.2	Implementasi	33
4.2.1	Modul Audio.....	33
4.2.1.1	Fungsi <i>read_audio</i>	34
4.2.1.2	Fungsi <i>write_audio</i>	34
4.2.2	Modul <i>Payload</i>	35
4.2.2.1	Fungsi <i>read_message</i>	35
4.2.2.2	Fungsi <i>write_message</i>	35
4.2.3	Modul <i>Location Map</i>	36
4.2.3.1	Fungsi <i>read_lm</i>	36
4.2.3.2	Fungsi <i>write_lm</i>	36
4.2.4	Modul SVM.....	37
4.2.4.1	Fungsi <i>encode</i>	37
4.2.4.2	Fungsi <i>decode</i>	38
4.2.5	Fungsi <i>calculate_PSNR</i>	39
4.2.6	Fungsi <i>calculate_correlation</i>	40
BAB V HASIL UJI COBA DAN EVALUASI		41
5.1	Lingkungan Uji Coba.....	41
5.2	Data Pengujian	41

5.2.1	<i>Cover Audio</i>	42
5.2.2	<i>Payload</i>	42
5.3	Skenario Uji Coba	43
5.3.1	Skenario Uji Coba 1.....	44
5.3.2	Skenario Uji Coba 2.....	46
5.3.3	Skenario Uji Coba 3.....	48
5.4	Evaluasi Uji Coba.....	50
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	53
6.1	Kesimpulan.....	53
6.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	.....	55
LAMPIRAN	.....	57
Lampiran A	.....	57
Lampiran B	.....	60
Lampiran C	.....	63
BIODATA PENULIS	.....	69

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Penyisipan Data.....	8
Gambar 2.2. Proses Pengambilan Data	10
Gambar 2.3. Logo Python [5].....	12
Gambar 2.4. Logo Anaconda [7].....	13
Gambar 2.5. Logo Scipy [9].....	14
Gambar 2.6. Logo Numpy [11]	14
Gambar 3.1. Proses <i>embedding</i>	21
Gambar 3.2. Proses <i>extraction</i>	22
Gambar 3.3. Halaman Utama	24
Gambar 3.4. Halaman <i>Embedding</i>	25
Gambar 3.5. Halaman Extracting	27
Gambar 3.6. Halaman PSNR.....	29
Gambar 3.7. Halaman Correlation.....	31

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Lingkungan Implementasi.....	33
Tabel 5.1. Lingkungan Uji Coba	41
Tabel 5.2. <i>Cover Audio</i>	42
Tabel 5.3. <i>Payload</i>	42
Tabel 5.4. Skenario Uji Coba	43
Tabel 5.5. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 1	44
Tabel 5.6. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 1	44
Tabel 5.7. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode Improved SVM Skenario 1.....	45
Tabel 5.8. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>extracting</i> Skenario 1	45
Tabel 5.9. Pengukuran Correlation Terhadap Berkas <i>Payload</i> Setelah Proses <i>Extraction</i> Skenario 1.....	45
Tabel 5.10. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 2.....	46
Tabel 5.11. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 2	47
Tabel 5.12. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode Improved SVM Skenario 2.....	47
Tabel 5.13. Pengukuran PSNR Setelah Proses <i>extracting</i> Skenario 2.....	47
Tabel 5.14. Pengukuran <i>Correlation</i> Terhadap Berkas <i>Payload</i> Setelah Proses <i>Extracting</i> Skenario 2.....	48
Tabel 5.15. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 3.....	48
Tabel 5.16. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 3	49
Tabel 5.17. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode Improved SVM Skenario 3.....	49
Tabel 5.18. Pengukuran PSNR Setelah Proses <i>extracting</i> Skenario 3.....	49
Tabel 5.19. Pengukuran <i>Correlation</i> Terhadap Berkas <i>Payload</i> Setelah Proses <i>Extracting</i> Skenario 3.....	50
Tabel 5.20. Evaluasi Penggunaan Sampel Audio.....	50

Tabel 5.21. Evaluasi Penurunan Kualitas Stego Audio dengan metode SVM	51
Tabel 5.22. Evaluasi Kenaikan Kualitas Stego Audio dengan Metode Improved SVM.....	51
Tabel A.8.1. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 1.....	57
Tabel A.8.2. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 1	57
Tabel A.8.3. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Modifikasi Skenario 1	58
Tabel A.8.4. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>extracting</i> Skenario 1.....	58
Tabel A.8.5. Pengukuran Correlation Setelah Proses <i>Extraction</i> Skenario 1.....	59
Tabel A.8.6. Pengukuran Waktu <i>embedding</i> Skenario 1.....	59
Tabel A.8.7. Pengukuran Waktu <i>extraction</i> Skenario 1	60
Tabel B.8.8. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 2.....	60
Tabel B.8.9. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 2.....	61
Tabel B.8.10. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Modifikasi Skenario 2	61
Tabel B.8.11. Pengukuran PSNR Setelah Proses <i>extracting</i> Skenario 2.....	62
Tabel B.8.12. Pengukuran <i>Correlation</i> Setelah Proses <i>Extracting</i> Skenario 2.....	62
Tabel B.8.13. Pengukuran Waktu <i>embedding</i> Skenario 2.....	62
Tabel B.8.14. Pengukuran Waktu <i>extracting</i> Skenario 2	63
Tabel C.8.15. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 3...	64
Tabel C.8.16. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Skenario 3.....	64
Tabel C.8.17. Pengukuran PSNR Setelah proses <i>embedding</i> Metode SVM Modifikasi Skenario 3	65
Tabel C.8.18. Pengukuran PSNR Setelah Proses <i>extracting</i> Skenario 3.....	65
Tabel C.8.19. Pengukuran <i>Correlation</i> Setelah Proses <i>Extracting</i> Skenario 3.....	66

Tabel C.8.20. Pengukuran Waktu <i>embedding</i> Skenario 3	66
Tabel C.8.21. Pengukuran Waktu <i>extracting</i> Skenario 3	66

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, dunia teknologi semakin maju, terutama internet. Semakin banyak bermunculan aplikasi dalam bertukar data di internet. Dalam bertukar data, dibutuhkan pengamanan supaya data tidak mudah diambil pihak yang tidak berkepentingan. Enkripsi data merupakan salah satu pengamanan yang dapat dilakukan, tetapi pengamanan data dengan enkripsi saja tidaklah cukup, karena enkripsi menimbulkan kecurigaan bahwa ada data rahasia pada hasil enkripsi. Proses pertukaran data melalui internet semakin dituntut lebih aman. Dibutuhkan pengamanan yang tidak menimbulkan kecurigaan dalam pertukaran data melalui internet.

Steganografi adalah salah satu pengamanan yang dapat dilakukan dalam pertukaran data di internet dengan cara menyembunyikan pesan rahasia dalam sebuah *cover file*. *Cover file* bisa berupa gambar, audio, video, atau teks. Steganografi yang baik adalah steganografi yang memiliki *noise* sedikit pada *stego file*, sehingga tidak menimbulkan kecurigaan orang lain bahwa ada pesan rahasia pada *stego file* tersebut. Ada banyak metode dalam steganografi. Secara garis besar metode-metode tersebut di bagi menjadi 2 yaitu *reversible* dan *irreversible*. Pada *irreversible*, setelah dilakukan ekstraksi pesan rahasia pada *stego file*, *stego file* tidak dapat dikembalikan ke file semula. Sedangkan pada *reversible*, *stego file* dapat dikembalikan ke file semula.

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan pengamanan data dengan steganografi pada berkas audio. Berkas audio dipilih, karena kemampuan manusia dalam mengidentifikasi distorsi pada berkas audio rendah. Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode *Sample Value Modification* dapat digunakan pada berkas audio. Metode *Sample Value Modification* dipilih, karena nilai *stego*

sample (nilai sampel audio hasil dari proses penyisipan) memiliki perbedaan yang kecil yaitu sebesar 1 jika dibandingkan dengan nilai sampel audio yang asli.

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan pengembangan pada metode steganografi *Sample Value Modification* yang bersifat *reversible*. Hasil yang diharapkan dari metode yang diusulkan adalah meningkatnya kapasitas data penyisipan pada metode *Sample Value Modification* dan kualitas *stego audio* yang dihasilkan meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Tugas akhir ini mengangkat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara meningkatkan kapasitas penyimpanan data pada metode *Sample Value Modification*?
2. Bagaimana cara meningkatkan kualitas *stego audio* dari metode *Sample Value Modification* yang sudah dimodifikasi?

1.3 Batasan Permasalahan

Permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Berkas audio yang digunakan berekstensi .wav.
2. Berkas audio yang digunakan memiliki channel *mono / single*.
3. Berkas audio yang digunakan memiliki *bit depth* 16 bit
4. Berkas teks yang digunakan berkekstensi .txt.
5. Berkas teks yang digunakan berisi bilangan biner.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penyisipan data pada berkas audio.

2. Melakukan implementasi metode *Sample Value Modification*.
3. Melakukan pengembangan pada metode *Sample Value Modification*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penyisipan data pada audio dengan metode *Sample Value Modification*.
2. Melakukan pengembangan pada metode *Sample Value Modification*.

1.6 Metodologi

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Tahap awal tugas akhir adalah penyusunan proposal tugas akhir. Dalam proposal tugas akhir ini, penulis mengajukan pengembangan pada salah satu metode steganografi pada audio. Proposal terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembuatan, manfaat, tinjauan pustaka, jadwal kegiatan, dan ringkasan isi tugas akhir.

1.6.2 Studi Literatur

Tahap ini adalah tahap untuk memahami tugas akhir yang akan dibuat melalui jurnal, buku, dan lain-lain. Pada tugas akhir ini, sejumlah jurnal steganografi akan dijadikan sebagai literatur. Literatur utama mengenai steganografi pada audio dengan metode *Sample Value Modification*

1.6.3 Analisis dan Desain Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini, akan dibuat perangkat lunak yang bisa menyisipkan data rahasia pada sebuah audio menggunakan metode *Sample Value Modification*. Perangkat lunak yang akan dibuat memiliki fitur sebagai berikut :

1. Menyisipkan pesan rahasia pada berkas audio.
2. Mengambil pesan rahasia dari *stego file* (berkas audio yang mengandung pesan rahasia).
3. Mengembalikan *stego file* menjadi *original file* (berkas audio yang tidak mengandung pesan rahasia).

1.6.4 Implementasi Sistem

Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman python. Dalam pengerjaannya, akan digunakan modul python scipy, numpy, wave sebagai pemrosesan audio dan tkinter sebagai antarmuka. Keluaran dari pengerjaan adalah aplikasi berbasis dekstop pada platform windows.

1.6.5 Pengujian dan Evaluasi

Tahap ini akan dilakukan uji coba dengan menggunakan data uji coba yang ada. Setelah uji coba akan dilakukan evaluasi. Hasil evaluasi berupa perhitungan jumlah sampel audio yang terpakai , PSNR untuk mengetahui kualitas dan keberhasilan penyisipan dan *Correlation* untuk mengetahui keberhasilan penyisipan.

1.6.6 Penyusunan Buku

Pada tahap ini disusun buku sebagai dokumentasi dari pelaksanaan tugas akhir yang mencakup seluruh konsep, teori, implementasi, serta hasil yang telah dikerjakan.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi, dan sistematika penulisan dari pembuatan tugas akhir.

2. Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi kajian teori dari metode dan algoritma yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini. Secara garis besar, bab ini berisi tentang Steganografi, *Sample Value Modification*, *MSE*, *PSNR*, *Correlation*, *Python*, *Anaconda*, *Scipy*, *Numpy*, dan *TkInter*.

3. Bab III. Perancangan Perangkat Lunak

Bab ini berisi pembahasan mengenai perancangan aplikasi steganografi dengan menggunakan metode *Sample Value Modification*.

4. Bab IV. Implementasi

Bab ini menjelaskan implementasi metode *Sample Value Modification* dengan menggunakan bahasa pemrograman python

5. Bab V. Pengujian dan Evaluasi

Bab ini berisikan hasil uji coba dari implementasi metode *Sample Value Modification*. Setelah uji coba akan dilakukan evaluasi. Hasil evaluasi berupa perhitungan *PSNR* untuk mengetahui kualitas penyisipan.

6. Bab VI. Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan, masalah-masalah yang dialami pada proses pengerjaan tugas akhir, dan saran untuk pengembangan solusi ke depannya.

7. Daftar Pustaka

Bab ini berisi daftar pustaka yang dijadikan literatur dalam tugas akhir.

8. Lampiran

Bab ini berisi tabel-tabel hasil uji coba

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan mengenai teori-teori dasar yang digunakan dalam tugas akhir. Teori-teori tersebut diantaranya adalah *Sample Value Modification*, dan beberapa teori lain yang mendukung pembuatan tugas akhir. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap program yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan riset yang berkaitan.

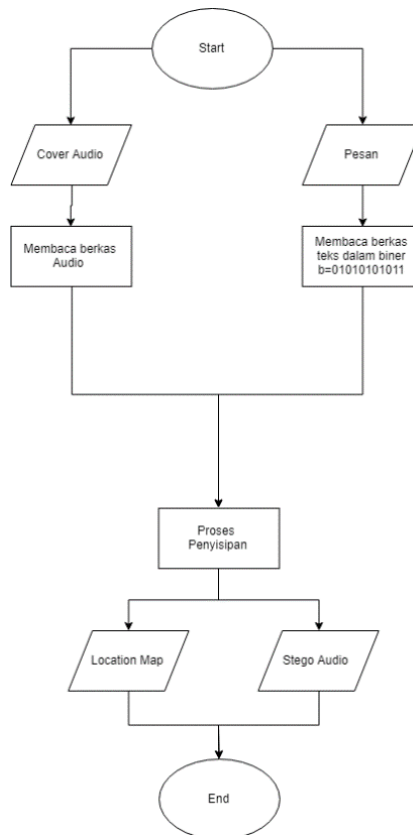
2.1 Steganografi

Steganografi berasal dari Bahasa Yunani yang berarti *covered writing*. Steganografi adalah suatu seni untuk melakukan komunikasi secara tersembunyi [2]. Secara umum, steganografi memiliki 2 macam proses yaitu *embedding* dan *extraction*. *Embedding* adalah proses penyisipan data pada sebuah *cover file*. *Cover file* adalah berkas yang akan disisipi data rahasia. *Cover file* dapat berupa gambar, audio, teks atau video. Luaran dari proses *embedding* adalah *stego file*. *Extraction* adalah proses pengambilan data pada *stego file*. Luaran dari proses *Extraction* adalah *cover file* dan pesan rahasia.

Steganografi ada 2 macam yaitu *irreversible* dan *reversible*. Steganografi yang bersifat *irreversible* tidak dapat mengembalikan *stego file* menjadi *cover file*. Hanya ada 2 proses dalam steganografi *irreversible*, yaitu *embedding* dan *extraction*. Sedangkan steganografi yang bersifat *reversible* dapat mengembalikan *stego file* menjadi *cover file*. Ada 3 proses dalam steganografi *reversible*, yaitu *embedding* dan *extraction*, dan *recovering*.

2.2 Sample Value Modification

SVM (*Sample Value Modification*) adalah metode steganografi pada audio yang bersifat *reversible*, yaitu berkas yang telah disisipkan data dapat dikembalikan ke berkas awal saat belum disisipkan data. SVM memanfaatkan nilai sisa pembagian yang dilakukan pada sampel dari audio untuk menyisipkan data rahasia [1]. Langkah – langkah penyisipan data dengan metode SVM ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Proses Penyisipan Data

Detail proses penyisipan data adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai SR(*Sample Remainder*) setiap sampel dengan menggunakan persamaan (2.1).

$$SR = \text{mod}(S/2) \quad (2.1)$$

2. Membandingkan nilai SR dengan b(bit) yang akan disisipkan dengan persamaan (2.2) untuk mendapatkan nilai S'(nilai sampel audio yang baru) dan LM (*Location Map*). LM berguna untuk membantu proses recovering pada *stego file* menghasilkan *original file*.

$$S' = \begin{cases} S \text{ dan } LM = 0, \text{ jika } SR = b \\ S + 1 \text{ dan } LM = 2, \text{ jika } SR \neq b \text{ dan } S = 0 \\ S - 1 \text{ dan } LM = 1, \text{ jika } SR > b \text{ dan } S \neq 0 \\ S - 1 \text{ dan } LM = -1, \text{ jika } SR < b \text{ dan } S \neq 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

3. Membuat *stego audio file* (audio yang mengandung data rahasia) dan LM.

Langkah – langkah pengambilan data dengan metode SVM ditunjukkan pada gambar 2.2. Detail proses pengambilan data rahasia adalah sebagai berikut :

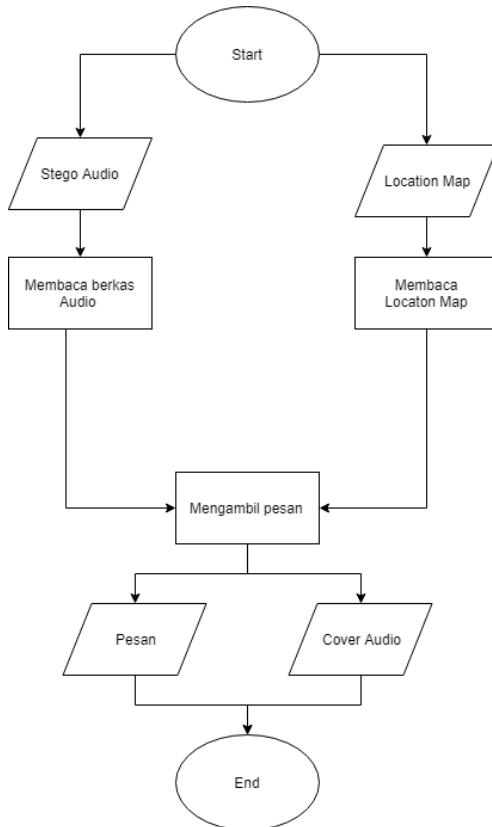
1. Cari b' (bit rahasia) menggunakan persamaan (2.3).

$$b' = \text{mod}(s'/2) \quad (2.3)$$

2. Baca LM (*Location Map*).
3. Cari nilai S dengan persamaan (2.4).

$$S = \begin{cases} S', \text{ jika } LM == 0 \\ S' - 1, \text{ jika } LM == 2 \\ S' + 1, \text{ jika sebaliknya} \end{cases} \quad (2.4)$$

4. Membuat original audio file dan menyusun data rahasia

**Gambar 2.2. Proses Pengambilan Data**

2.3 MSE (*Mean Squared Error*)

MSE adalah perhitungan berupa rata – rata kuadrat dari perbedaan nilai antara 2 berkas, *cover file* dan *stego file* . MSE dapat dihitung pada berkas gambar dan audio. MSE yang besar menunjukkan bahwa nilai pada 2 berkas yang dibandingkan berbeda jauh dan sebaliknya. Semakin besar nilai MSE, semakin jelek kualitas *stego file*. MSE dapat dihitung dengan persamaan (2.5)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_i - S_i')^2 \quad (2.5)$$

2.4 PSNR (*Peak Signal Noise Ratio*)

PSNR adalah perhitungan rasio nilai maksimal sampel dengan *noise* pada *stego audio* [3]. PSNR dapat dihitung dengan persamaan (2.6). b adalah nilai maksimal dalam *file*. Pada tugas akhir ini, besar b yang digunakan mengikuti besar *bit depth* pada audio yang digunakan yaitu 16 bit. MSE dapat dihitung dengan persamaan (2.5)

$$PSNR = 10 * \log_{10} \frac{(2^b - 1)^2}{MSE} \quad (2.6)$$

2.5 Correlation

Correlation adalah variabel yang dapat digunakan untuk mengukur kemiripan 2 buah berkas [2]. Nilai korelasi berada antara 0 sampai 1. Ketika nilai *correlation* adalah 1 maka 2 berkas yang diukur identik. *Correlation* dapat dihitung dengan persamaan (2.7) . X_i adalah pesan rahasia asli dalam bentuk bit. Y_i adalah pesan rahasia hasil ekstraksi dalam bentuk bit. X dan Y

adalah rata-rata pesan rahasia asli dan pesan rahasia hasil ekstraksi.

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X) * (Y_i - Y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - X)^2 * (Y_i - Y)^2}}$$

2.6 Python

Python adalah bahasa pemrograman yang mudah dipelajari. Python dapat beroperasi pada *platform* UNIX, Mac dan Windows. Python memiliki banyak modul dan library yang dapat digunakan [4]. Python merupakan bahasa pemrograman bersifat open source.

Pada saat ini terdapat 2 macam versi python yaitu versi 2 dan versi 3 di mana di setiap versi memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Gambar 2.3 merupakan logo python.



Gambar 2.3. Logo Python [5]

2.7 Anaconda

Anaconda adalah manajemen bahasa pemrograman python dan R untuk keperluan *data science* , *machine learning* , visualisasi data , dan *predictive analytic*. Dalam anaconda terdapat

IDE (*Integrated Development Enviroment*) , aplikasi yang memudahkan pengguna dalam melakukan pemrograman, dan CONDA , aplikasi manajemen paket bahasa pemrograman python [6]. Dengan anaconda, pemrograman dengan bahasa pemrograman python jadi lebih mudah dan efisien . Modul – modul penting sudah terdapat dalam anaconda. Anconda dapat digunakan pada *platform* UNIX, Mac dan Windows. Gambar 2.4 merupakan logo anaconda.



Gambar 2.4. Logo Anaconda [7]

2.8 Scipy

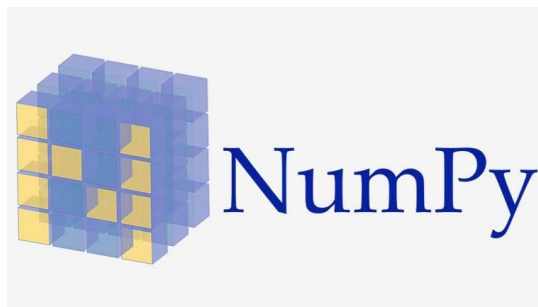
Scipy adalah kumpulan modul terkait keperluan perhitungan *scientific* , *plotting* , struktur data dan analisa yang dapat dig [7]unakan dalam pemrograman python [7]. Scipy bersifat *open-source*. SciPy terdiri dari beberapa paket diantaranya adalah NumPy yang berguna untuk pengelolaan struktur data arran dengan dimensi N, Matplotlib untuk plot 2D, IPython untuk penyempurnaan konsol interaktif, Sympy untuk simbol matematis dan pandas untuk struktur data dan analisis, Wavfile untuk melakukan proses pembacaan dan penulisan berkas audio. Gambar 2.5. merupakan logo scipy.



Gambar 2.5. Logo Scipy [9]

2.9 Numpy

Numpy adalah modul dasar yang digunakan dalam pemrograman python terkait perhitungan *scientific* [8]. Numpy memungkinkan pengelolaan struktur data multi dimensi dalam pemrograman python menjadi lebih mudah dan efisien. Numpy dapat digunakan untuk melakukan perhitungan persamaan linear, *fourier transform*, dan mengacak bilangan. Numpy dapat terintegrasi dengan berbagai macam *database* secara mudah. Gambar 2.6 merupakan logo numpy.



Gambar 2.6. Logo Numpy [11]

2.10 TkInter

TkInter adalah paket standar *Graphical User Interface* dalam pemrograman python [9]. TkInter dapat berjalan pada platform UNIX dan Windows. Tkinter merupakan pemrograman

berbasis objek yang berjalan di atas TCL/TK. Pada bahasa pemrograman python 2, TkInter dapat dipakai dengan melakukan *import Tkinter*. Sedangkan pada bahasa pemrograman python 3, TkInter berganti nama menjadi tkinter [10] . Modul TkInter terdiri dari 2 modul utama yaitu Tkinter dan Tkconstants. Dalam penggunaannya, dengan melakukan *import* modul Tkinter sudah dapat menggunakan Tkinter dan Tkconstants.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB III PERANCANGAN

Bab ini membahas mengenai perancangan dan implemetasi sistem yang dibuat. Bagian yang akan dijelaskan pada bab ini berawal dari deskripsi umum, perancangan skenario, hingga alur dan implementasinya.

3.1 Deskripsi Umum

Pada tugas akhir ini penulis membangun perangkat lunak steganografi dengan metode SVM [1]. Metode SVM bersifat *reversible*. Tahapan pada metode SVM adalah *embedding* , *extraction* dan *recovering*. *Embedding* adalah proses penyisipan data *payload* pada sebuah berkas. Pada perangkat lunak yang dibangun, proses *embedding* dapat dilakukan pada berkas teks. Luaran dari *embedding* adalah sebuah *stego file* dan sebuah *location map*. *Extraction* adalah proses pengambilan data pada *stego file*. Luaran dari *extraction* adalah data *payload*. *Recovering* adalah proses pengembalian *stego file* menjadi *cover file*.

Metode SVM memanfaatkan nilai sisa hasil pembagian dari sampel audio yang akan disisipi data. Nilai pembagi yang digunakan adalah 2. Sisa hasil pembagian dibandingkan dengan bit data yang akan disisipkan mengikuti aturan pada persamaan 1.2. Sebagai contoh ada sebuah bit dengan nilai 0 yang akan disisipkan pada sebuah sampel audio dengan nilai 23. Pertama melakukan pembagian pada sampel, 23 dibagi 2 memiliki sisa hasil pembagian 1. Selanjutnya melakukan perbandingan sisa hasil pembagian dengan bit data yang hasil akhirnya sampel stego bernilai 22 dan *Location Map* bernilai 1 .

Berbeda dengan penelitian sebelumnya [1], sebuah sampel audio akan dilakukan penyisipan data sebanyak 8 bit. Pemilihan 8 bit didasarkan pada nilai konversi sebuah karakter ke dalam bilangan biner. Sebagai contoh terdapat sebuah karakter 'a', yang nilai konversi binernya sebanyak 8 bit 'a' = [0,1,1,0,0,0,0,1],

maka dibutuhkan 8 sampel audio agar terjadi penyisipan. Pada tugas akhir ini, penyisipan karakter ‘a’ hanya dibutuhkan 1 sampel audio. Dengan melakukan perubahan skema penyisipan diharapkan dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan data pada *cover file*.

3.2 Perancangan Data

Pada subbab ini akan dijelaskan masukan untuk perangkat lunak dan keluaran yang dihasilkan perangkat lunak

3.2.1 Data Masukkan

Pada subbab ini akan dijelaskan data yang digunakan sebagai masukan untuk perangkat lunak pada saat terjadi proses penyisipan data dan proses ekstraksi data.

3.2.1.1 Proses Penyisipan Data

Pada proses *embedding* , penyisipan data , berkas yang dibutuhkan sebagai masukan adalah sebuah *cover audio* dan *payload*. Berkas audio yang dipakai sebagai *cover audio* adalah berkas audio yang memiliki ekstensi .wav, memiliki *bit depth* sebesar 16 bit, dan memiliki *channel mono*, sedangkan *payload* yang digunakan memiliki ekstensi .txt.

3.2.1.2 Proses Ekstraksi Data

Pada proses *extraction* , pengambilan data , berkas yang dibutuhkan sebagai masukan adalah sebuah *stego audio* dan *location map*. Berkas audio yang dipakai sebagai *stego audio* adalah berkas audio yang memiliki ekstensi .wav, memiliki *bit depth* sebesar 16 bit, dan memiliki *channel mono*, sedangkan *location map* yang digunakan memiliki ekstensi .csv.

3.2.2 Data Keluaran

Pada subbab ini akan dijelaskan data yang menjadi keluaran dari perangkat lunak pada saat terjadi proses penyisipan data dan proses ekstraksi data.

3.2.2.1 Proses Penyisipan Data

Proses *embedding* , penyisipan data , menghasilkan *stego audio* dan *location map*. *Stego audio* yang dihasilkan memiliki ekstensi .wav, memiliki *bit depth* sebesar 16 bit, dan memiliki *channel mono*. *Location map* yang dihasilkan memiliki ekstensi .csv.

3.2.2.2 Proses Ekstraksi Data

Proses *extraction* , pengambilan data , menghasilkan *cover audio* dan *payload*. *Cover audio* yang dihasilkan memiliki ekstensi .wav, memiliki *bit depth* sebesar 16 bit, dan memiliki *channel mono*. *Payload* yang dihasilkan memiliki ekstensi .txt.

3.3 Perancangan Modifikasi Metode SVM

Pada tugas akhir ini akan dilakukan modifikasi terhadap metode SVM yang telah diusulkan Hatem dkk [1]. Proses penyisipan data dilakukan dengan skema yang berbeda. Sebuah sampel audio akan mengalami penyisipan lebih dari 1 kali. Setiap sampel audio akan dilakukan penyisipan sebanyak 8 kali. Jumlah penyisipan dipilih berdasarkan nilai konversi sebuah karakter ke dalam bilangan biner. Proses konversi menghasilkan bilangan biner sebanyak 8 bit. Dengan begitu, kapasitas penyisipan data meningkat.

Ketika melakukan peningkatan pada jumlah sampel yang disisipkan setiap audio, kualitas *stego audio* menurun. Untuk meningkatkan kualitas *stego audio* yang dihasilkan ,dilakukan

perubahan pada persamaan proses *embedding* dan *extraction*. Proses *embedding* dilakukan mengikuti persamaan 3.1

$$S' = \begin{cases} S \text{ dan } LM = 0, \text{ jika } SR = b \\ S + 1 \text{ dan } LM = 2, \text{ jika } SR \neq b \text{ dan } S = 0 \\ S - 1 \text{ dan } LM = 1, \text{ jika } SR > b \text{ dan } S \neq 0 \\ S + 1 \text{ dan } LM = -1, \text{ jika } SR < b \text{ dan } S \neq 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Proses *extraction* dilakukan mengikuti persamaan 3.2

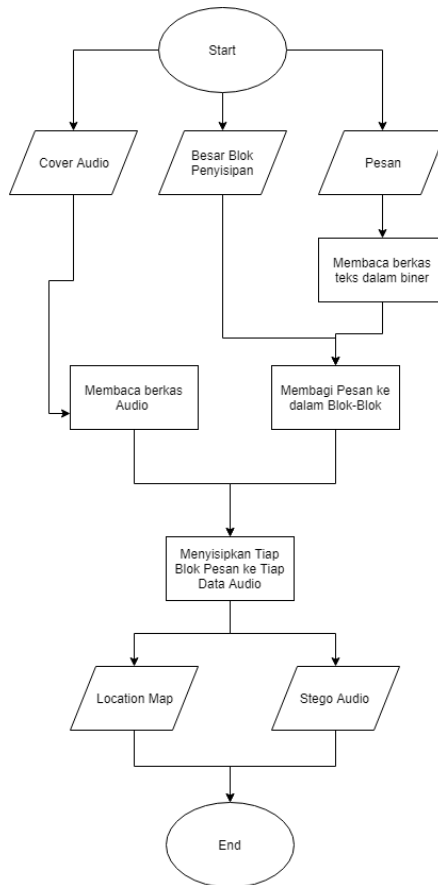
$$S = \begin{cases} S', \text{ jika } LM == 0 \\ S' - 1, \text{ jika } LM == 2 \\ S' + 1, \text{ jika } LM == 1 \\ S' - 1, \text{ jika } LM == -1 \end{cases} \quad (3.2)$$

Proses *embedding* ditunjukkan pada gambar 3.1. Detail proses penyisipan data adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penyisipan 1 blok pesan ke 1 sampel data audio.
2. Selanjutnya menghitung nilai SR(*Sample Remainder*) setiap sampel dengan menggunakan persamaan (3.3)

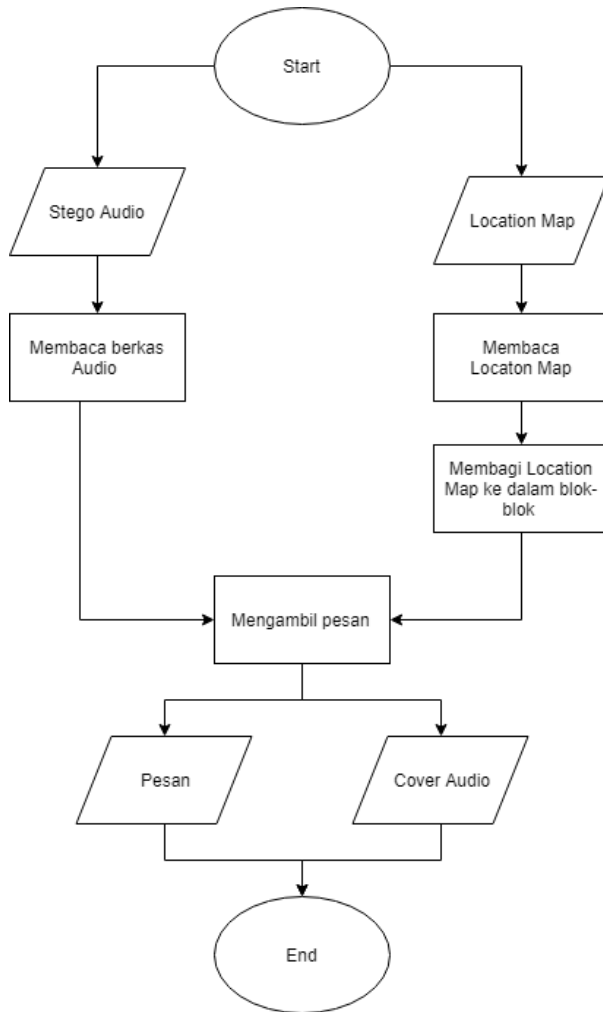
$$SR = \text{mod}(S/2) \quad (3.3)$$

3. Membandingkan nilai SR dengan setiap b(bit) dalam blok pesan yang akan disisipkan dengan persamaan (3.1) untuk mendapatkan nilai S'(nilai sampel yang baru) dan LM (*Location Map*). LM berguna untuk membantu melakukan recovering pada stego file menghasilkan original file.
4. Langkah 2 dan 3 dilakukan hingga semua data di blok pesan telah tersisipkan
5. Membuat *stego audio file* (audio yang mengandung data rahasia) dan *location map*



Gambar 3.1. Proses *embedding*

Proses *extraction* ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Proses *extraction*

Detail proses pengambilan data rahasia adalah sebagai berikut
:

1. Melakukan pengambilan data rahasia dan *recovering* sampel audio secara bergantian pada masing-masing blok pada *location map*. Sebagai contoh, ketika besar blok adalah 8, pertama-tama akan dilakukan ekstraksi data yang dilanjutkan *recovering* sampel. Selanjutnya dilakukan berulang hingga 8 kali.
2. Untuk mencari b' (bit rahasia) menggunakan persamaan (2.3)

$$b' = \text{mod}(s' / 2) \quad (2.3)$$

3. Untuk mencari nilai S dengan persamaan (2.4)

$$S = \begin{cases} S', & \text{jika } LM == 0 \\ S' - 1, & \text{jika } LM == 2 \\ S' + 1, & \text{jika sebaliknya} \end{cases} \quad (2.4)$$

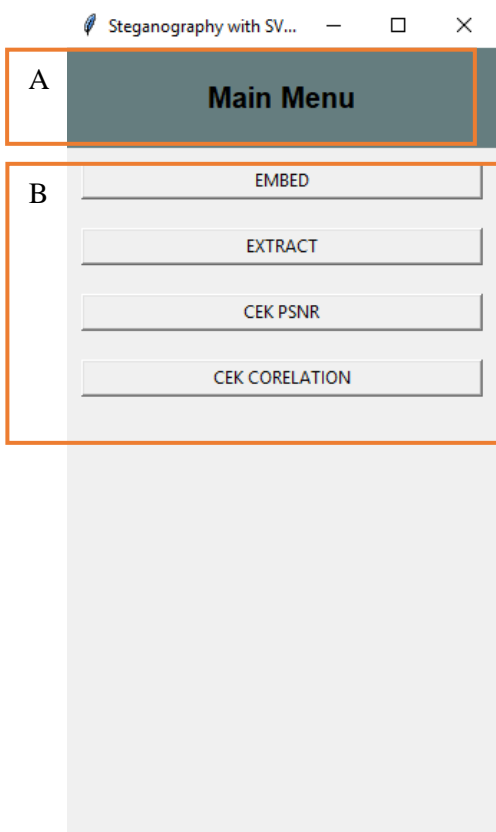
4. Langkah 2 dan 3 dilakukan hingga semua data di blok *location map* habis
5. Membuat *original audio file* dan menyusun data rahasia

3.4 Perancangan Antarmuka

Antarmuka perangkat lunak dibuat agar mempermudah pengguna dalam menggunakan perangkat lunak dan memberikan estetika yang baik pada perangkat lunak yang dibangun. Antarmuka perangkat lunak dibangun menggunakan modul tkinter [9]. Antarmuka terdiri dari 4 halaman yaitu halaman utama, halaman *embedding*, halaman *extracting*, dan halaman PSNR.

3.4.1 Halaman Utama

Halaman utama merupakan antarmuka untuk mengakses halaman *embedding*, halaman *extracting* dan halaman PSNR. Desain antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Halaman Utama

Desain antarmuka pada gambar 3.3 terdiri dari :

- a) Bagian A merupakan judul dari halaman utama
- b) Bagian B merupakan kumpulan tombol dari halaman utama. Bagian B terdiri dari 4 tombol, antara lain tombol *embed* untuk mengakses halaman *embedding*, tombol *extract* untuk mengakses halaman *extracting*, tombol cek

PSNR untuk mengakses halaman PSNR dan tombol cek Correlation untuk mengakses halaman Correlation.

3.4.2 Halaman *Embedding*

Halaman *embedding* merupakan antarmuka untuk melakukan proses penyisipan data pada *cover audio*. Desain antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.4.

The screenshot shows a web browser window titled "Steganography with SV...". The page is titled "Embedding Page" and has a "back" button. The interface is divided into several sections:

- A:** Header area with a "back" button.
- B:** "Cover Audio" section with a "Pilih File" button and fields for "Channel = -", "Sample Rate = -", and "Data = - Sampel".
- C:** "Payload" section with a "Pilih File" button and a field for "Data = - Bit".
- D:** "Jumlah Penyisipan per Sampel" section with a dropdown menu set to "1".
- E:** A large "EMBED" button and a text area labeled "Kosong".

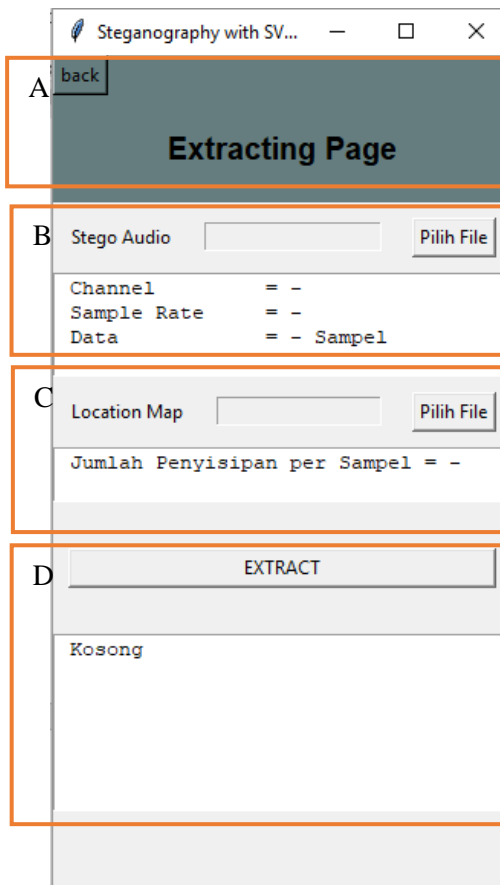
Gambar 3.4. Halaman *Embedding*

Desain antarmuka pada gambar 3.4 terdiri dari :

- a) Bagian A merupakan judul dari halaman *embedding*. Pada bagian ini terdapat tombol *back* untuk mengakses halaman utama
- b) Bagian B merupakan tempat untuk memilih *cover audio*. Bagian B terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas audio yang akan dijadikan *cover audio*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *cover audio*
- c) Bagian C merupakan tempat untuk memilih *payload*. Bagian C terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas teks yang akan dijadikan *payload*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *payload*
- d) Bagian D merupakan dropdown untuk memilih jumlah penyisipan per sampel. Dropdown berisi pilihan dengan nilai 1,2,3,4,5,6,7,8.
- e) Bagian E merupakan tempat untuk melakukan proses *embedding*. Bagian E terdiri dari tombol *embed* dan *output log*. Tombol *embed* untuk melakukan proses *embedding*. Bagian *output log* untuk menampilkan hasil proses *embedding*.

3.4.3 Halaman *Extracting*

Halaman *extracting* merupakan antarmuka untuk melakukan ekstraksi data dari *stego audio*. Desain antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Halaman Extracting

Desain antarmuka pada gambar 3.5 terdiri dari :

- Bagian A merupakan judul dari halaman *extracting*. Pada bagian ini terdapat tombol *back* untuk mengakses halaman utama
- Bagian B merupakan tempat untuk memilih *stego audio*. Bagian B terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas audio yang akan

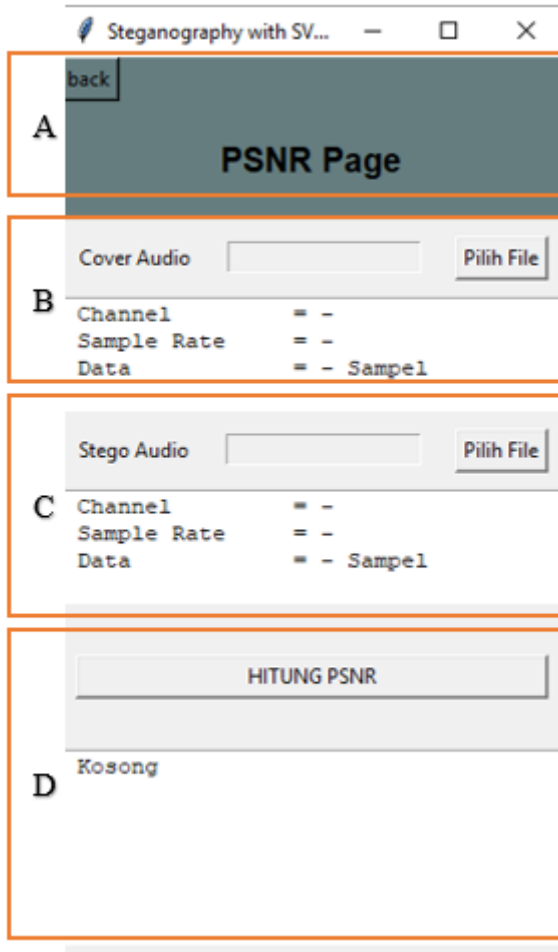
- dijadikan *stego audio*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *stego audio*
- c) Bagian C merupakan tempat untuk memilih *location map*. Bagian C terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas yang akan dijadikan *location map*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *location map*
 - d) Bagian D merupakan tempat untuk melakukan proses *extracting*. Bagian D terdiri dari tombol *extract* dan *output log*. Tombol *extract* untuk melakukan proses *extracting*. Bagian *output log* untuk menampilkan hasil proses *extracting*.

3.4.4 Halaman PSNR

Halaman PSNR merupakan antarmuka untuk menghitung PSNR [3] 2 berkas audio. Antarmuka ini bertujuan untuk mengecek keberhasilan proses *recovering* dari metode SVM [1]. Desain antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.6. Desain antarmuka pada gambar 3.6 terdiri dari :

- a) Bagian A merupakan judul dari halaman *PSNR*. Pada bagian ini terdapat tombol *back* untuk mengakses halaman utama
- b) Bagian B merupakan tempat untuk memilih *cover audio*. Bagian B terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas audio yang akan dijadikan *cover audio*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *cover audio*
- c) Bagian C merupakan tempat untuk memilih *stego audio*. Bagian C terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas audio yang akan

dijadikan *stego audio*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *stego audio*



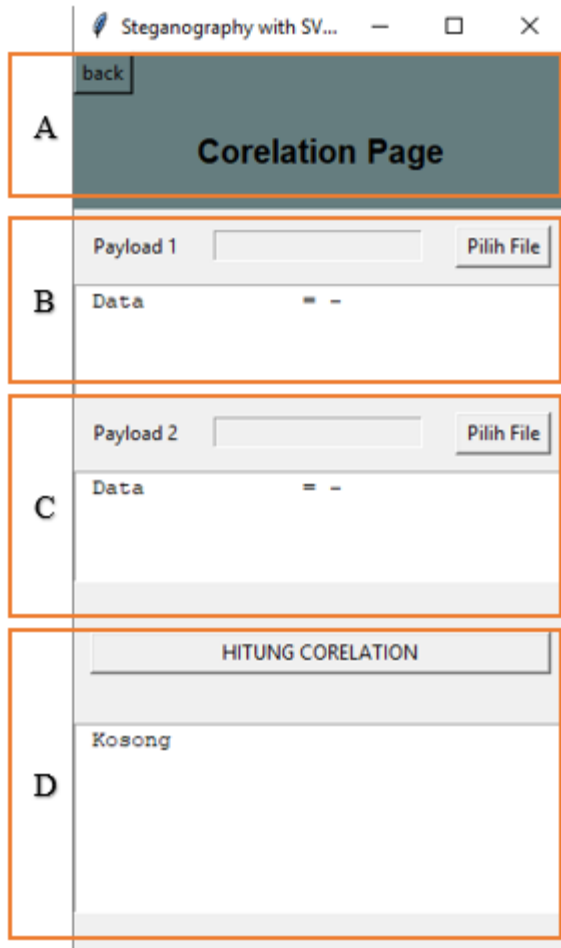
Gambar 3.6. Halaman PSNR

- d) Bagian D merupakan tempat untuk melakukan proses perhitungan PSNR . Bagian D terdiri dari tombol hitung PSNR dan *output log*. Tombol hitung PSNR untuk melakukan proses perhitungan PSNR. Bagian *output log* untuk menampilkan hasil proses perhitungan PSNR.

3.4.5 Halaman Correlation

Halaman Correlation merupakan antarmuka untuk menghitung Correlation 2 berkas teks. Antarmuka ini bertujuan untuk mengecek keberhasilan proses *extracting* dari metode SVM [1]. Desain antarmuka dapat dilihat pada gambar 3.7. Desain antarmuka pada gambar 3.7 terdiri dari :

- a) Bagian A merupakan judul dari halaman *correlation*. Pada bagian ini terdapat tombol *back* untuk mengakses halaman utama
- b) Bagian B merupakan tempat untuk memilih *original payload*. Bagian B terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas *payload* yang asli. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *original payload*
- c) Bagian C merupakan tempat untuk memilih *payload hasil ekstraksi*. Bagian C terdiri dari bagian *select file* dan *output log*. Bagian *select file* untuk memiliki berkas *payload* luaran proses *extraction*. Bagian *output log* untuk menampilkan detail *payload* hasil ekstraksi.
- d) Bagian D merupakan tempat untuk melakukan proses perhitungan *correlation* . Bagian D terdiri dari tombol hitung *correlation* dan *output log*. Tombol hitung *correlation* untuk melakukan proses perhitungan *correlation*. Bagian *output log* untuk menampilkan hasil proses perhitungan *correlation*.



Gambar 3.7. Halaman Correlation

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai implementasi dari perancangan perangkat lunak yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Implementasi berupa *psudocode* perangkat lunak.

4.1 Lingkungan Implementasi

Perangkat lunak steganografi dengan menggunakan metode SVM dibangun pada lingkungan dengan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Lingkungan Implementasi

Perangkat	Jenis Perangkat	Spesifikasi
Perangkat Keras	Prosesor	Intel Core i7-4700HQ CPU @ 2.40GHz
	Memori	12 Gb DDR3 1600 MHz
Perangkat Lunak	Sistem Operasi	Windows 10
	Perangkat Pengembang	Spyder 3.2.4
	Bahasa Pemrograman	Python 3.6.3 64 bits

4.2 Implementasi

Subbab ini membahas terkait pembangunan perangkat lunak. Pada subbab ini akan dijelaskan *pseudocode* perangkat lunak.

4.2.1 Modul Audio

Subbab ini menjelaskan implementasi perangkat lunak terkait pemrosesan berkas audio.

4.2.1.1 Fungsi *read_audio*

Fungsi *read_audio* digunakan untuk melakukan pembacaan pada berkas audio. Fungsi ini menggunakan modul *scipy* [7] di python. Masukan dari fungsi ini berupa *path file* dari berkas audio yang akan dibaca, Sedangkan keluaran berupa sampel audio dan *audio rate*. Detail fungsi *read_audio* dapat dilihat di pseudocode 4.1

<i>Input</i>	<i>path file</i>
<i>Output</i>	sampel audio dan <i>audio rate</i>

1	FUNCTION <i>read_audio</i> (filename):
2	<i>rate</i> , <i>data</i> <- <i>wavfile.read</i> (filename)
3	RETURN <i>data</i> , <i>rate</i>
4	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.1. Fungsi *read_audio*

4.2.1.2 Fungsi *write_audio*

Fungsi *write_audio* digunakan untuk membuat berkas audio. Fungsi ini menggunakan modul *scipy* [7] di python. Masukan dari fungsi ini berupa sampel audio , *path file* kelauran dan *audio rate*, Sedangkan keluaran berupa berkas audio dengan ekstensi *.wav*. Detail fungsi *write_audio* dapat dilihat di pseudocode 4.2

<i>Input</i>	sampel audio, <i>path file</i> dan <i>audio rate</i>
<i>Output</i>	berkas audio berekstensi <i>.wav</i>

1	FUNCTION <i>write_audio</i> (<i>data</i> , <i>filename</i> , <i>rate</i>):
2	<i>wavfile.write</i> (<i>filename</i> , <i>rate</i> , <i>data</i>)
3	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.2. Fungsi *write_audio*

4.2.2 Modul *Payload*

Subbab ini menjelaskan implementasi perangkat lunak terkait pemrosesan berkas teks.

4.2.2.1 Fungsi *read_message*

Fungsi *read_message* digunakan untuk melakukan pembacaan pada berkas teks yang akan digunakan sebagai *payload*. Masukan dari fungsi ini berupa *path file* dari berkas teks yang akan digunakan, sedangkan keluaran berupa data *payload* dalam bentuk bilangan biner dan jumlah biner yang akan disisipkan. Detail fungsi *read_message* dapat dilihat di pseudocode 4.3

<i>Input</i>	<i>path file</i>
<i>Output</i>	data <i>payload</i> dan jumlah data yang akan disisipkan

1	FUNCTION read_message(filename):
2	pesan <-open (filename, "r")
3	pesan <- pesan.remove('\t')
4	RETURN pesan,pesan.size()
5	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.3. Fungsi *read_message*

4.2.2.2 Fungsi *write_message*

Fungsi *write_message* digunakan untuk membuat berkas teks. Masukan dari fungsi ini berupa data *payload* biner dan *path file* berkas teks akan disimpan, Sedangkan keluaran berupa berkas teks dengan ekstensi .txt. Detail fungsi *write_message* dapat dilihat di pseudocode 4.4

<i>Input</i>	data <i>payload</i> biner dan <i>path file</i>
<i>Output</i>	berkas teks berkeestensi .txt

1	FUNCTION write_message(data,filename):
2	file <- open(filename, mode<- 'w')
3	file.write(data)
4	file.close()
5	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.4. Fungsi write_message

4.2.3 Modul *Location Map*

Subbab ini menjelaskan implementasi perangkat lunak terkait pemrosesan berkas *location map*.

4.2.3.1 Fungsi *read_lm*

Fungsi *read_lm* digunakan untuk melakukan pembacaan pada berkas berkeestensi .csv yang akan digunakan sebagai *location map*. Masukan dari fungsi ini berupa *path file* dari berkas *location map* yang akan digunakan, sedangkan keluaran berupa data *location map*. Detail fungsi *read_lm* dapat dilihat di pseudocode 4.5

<i>Input</i>	<i>path file</i>
<i>Output</i>	data <i>location map</i>

1	FUNCTION read_lm(filename):
2	f<-open(filename, 'rt')
3	data <- csv.reader(f)
4	f.close()
5	RETURN data
6	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.5. Fungsi read_lm

4.2.3.2 Fungsi *write_lm*

Fungsi *write_lm* digunakan untuk membuat berkas *location map*. Masukan dari fungsi ini berupa data *location map* dan *path file*

berkas akan disimpan, Sedangkan keluaran berupa berkas dengan ekstensi .csv. Detail fungsi *write_lm* dapat dilihat di pseudocode 4.6

<i>Input</i>	data <i>location map</i> dan <i>path file</i>
<i>Output</i>	berkas teks berkestensi .csv

1	FUNCTION write_lm(data,filename):
2	file <- open(filename, mode='w')
3	file.write(data)
4	file.close()
5	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.6. Fungsi *write_lm*

4.2.4 Modul SVM

Subbab ini menjelaskan implementasi perangkat lunak terkait steganografi dengan metode SVM.

4.2.4.1 Fungsi *encode*

Fungsi *encode* merupakan bagian utama dalam perangkat lunak. Fungsi ini dipanggil, ketika akan dilakukan proses *embedding*. Masukan dari fungsi ini berupa data *cover audio*, data *payload* dan jumlah penyisipan tiap sampel, Sedangkan keluaran berupa data *stego audio* dan data *location map*. Detail fungsi *encode* dapat dilihat di pseudocode 4.7

<i>Input</i>	data <i>cover audio</i> , data <i>payload</i>
<i>Output</i>	data <i>stego audio</i> dan data <i>location map</i>

1	FUNCTION encode(cover_data,secret_data,num_block):
2	coverAudio<- wavfile.read(cover_data)
3	payload <- read_message(secret_data)
4	payloadWithBlock<-[]
5	LocationMap<-[]
6	stegoAudio<-[]
7	FOR bit in payload:

8	BLOCK<-payload[start:num_block]
9	payloadWithBlock.add(BLOCK)
10	ENDFOR
11	FOR sample in coverAudio:
12	sampleStego<-0
13	FOR bit in BLOCK:
14	sr<-divmod(2,sample)
15	IF sr=bit:
16	sampleStego=sample
17	LM.add(0)
18	ELIF sr != bit and sample=0:
19	sampleStego=sample+1
20	LM.add(2)
21	ELIF sr > bit and sample!=0:
22	sampleStego=sample-1
23	LM.add(1)
24	ELIF sr < bit and sample!=0:
25	sampleStego=sample+1
26	LM.add(-1)
27	ENDIF
28	ENDFOR
29	stegoAudio.add(sampleStego)
30	ENDFOR
31	RETURN stegoAudio,LM
32	ENDFUNCTION

Pseudocode 4.7. Fungsi *encode*

4.2.4.2 Fungsi *decode*

Fungsi *decode* merupakan bagian utama dalam perangkat lunak. Fungsi ini dipanggil, ketika akan dilakukan proses *extracting*. Masukan dari fungsi ini berupa data *stego audio* dan data *location map*, Sedangkan keluaran berupa data *cover audio* dan data *payload*. Detail fungsi *decode* dapat dilihat di pseudocode 4.8

<i>Input</i>	data <i>stego audio</i> dan data <i>location map</i>
<i>Output</i>	data <i>cover audio</i> dan data <i>payload</i>

1	FUNCTION new_decode(stego_data,lm):
2	stegoAudio<- wavfile.read(stego_data)
3	LM <- read_message(lm)


```

4      LMwithBlock<-[]
5      coverAudio<-[]
6      FOR lm in LM:
7          BLOCK<-LM[start:num_block]
8          LMwithBlock.add(BLOCK)
9      ENDFOR
10     stegoAudio<-reversed(stegoAudio)
11     FOR sample in stegoAudio:
12         payload<-[]
13         coverStego<-0
14         BLOCK=reversed(BLOCK)
15         FOR lm in BLOCK:
16             payload.add(divmod(2,sample))
17             IF lm = 0:
18                 sample <-sample
19             ELIF lm = 2:
20                 sample <-sample-1
21             ELIF lm = 1:
22                 sample <-sample+1
23             ELIF lm = -1:
24                 sample <-sample-1
25             ENDIFF
26         ENDFOR
27         coverAudio.add(coverStego)
28     ENDFOR
29     RETURN coverAudio,payload
30 ENDFUNCTION

```

Pseudocode 4.8. Fungsi *decode*

4.2.5 Fungsi *calculate_PSNR*

Fungsi *calculate_PSNR* digunakan untuk melakukan perhitungan PSNR. Masukan dari fungsi ini berupa data *cover audio* dan data *stego audio*, sedangkan keluaran berupa nilai PSNR . Detail fungsi *calculate_PSNR* dapat dilihat di pseudocode 4.14

<i>Input</i>	data <i>cover audio</i> dan data <i>stego audio</i>
<i>Output</i>	Nilai PSNR

```

1  FUNCTION calculate_psnr(cover, stego):
2      mse<-mean_squared_error(cover, stego)
3      RETURN 10*math.log((65535*65535)/mse,10)

```

4	END FUNCTION
5	
6	

Pseudocode 4.9. Fungsi *calculate_PSNR*

4.2.6 Fungsi *calculate_correlation*

Fungsi *calculate_correlation* digunakan untuk melakukan perhitungan *correlation*. Masukan dari fungsi ini berupa data *original payload* dan data *payload* setelah proses *extraction*, sedangkan keluaran berupa nilai *correlation*. Detail fungsi *calculate_correlation* dapat dilihat di pseudocode 4.14

<i>Input</i>	data <i>original payload</i> dan data <i>payload</i> setelah proses <i>extraction</i>
<i>Output</i>	Nilai Correlation

1	FUNCTION <i>calculate_corelation</i> (self,data1,data2):
2	<i>correlation</i> <-
3	numpy.corrcoef(input_file,output_file)
4	RETURN <i>correlation</i>
5	END FUNCTION

BAB V

HASIL UJI COBA DAN EVALUASI

Bab ini membahas mengenai uji coba dan evaluasi dari skenario – skenario yang ada.

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan pengujian yang digunakan memiliki spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang ditunjukkan pada tabel 5.1

Tabel 5.1. Lingkungan Uji Coba

Perangkat	Jenis Perangkat	Spesifikasi
Perangkat Keras	Prosesor	Intel Core i7-4700HQ CPU @ 2.40GHz
	Memori	12 Gb DDR3 1600 MHz
Perangkat Lunak	Sistem Operasi	Windows 10
	Perangkat Pengembang	Spyder 3.2.4
	Bahasa Pemrograman	Python 3.6.3 64 bits

5.2 Data Pengujian

Subbab ini menjelaskan data-data yang digunakan dalam pengujian perangkat lunak. Data yang digunakan berupa berkas audio dan berkas teks

5.2.1 *Cover Audio*

Cover audio adalah berkas audio yang digunakan dalam proses *embedding*. Berkas audio yang dipakai sebagai *cover audio* adalah berkas audio yang memiliki ekstensi *.wav*, memiliki *bit depth* sebesar 16 bit, dan memiliki *channel mono*. Pada tugas akhir ini, akan digunakan 5 berkas audio yang berbeda genre dan instrumen dengan durasi 2 detik. Berkas – berkas audio yang digunakan memiliki sampel sebanyak 132299. Penamaan berkas audio menggunakan pola *[instrumen][genre]channel*. Detail berkas – berkas audio tersebut, ditunjukkan pada tabel 5.2

Tabel 5.2. *Cover Audio*

No.	Nama Berkas	Instrumen	Genre
1	[pia][jaz_blu]mono	Piano	<i>Jazz blue</i>
2	[voi][pop_roc]mono	Suara Penyanyi	<i>Pop rock</i>
3	[cel][pop_roc]mono	Cello	<i>Pop Rock</i>
4	[gac][cla]mono	Gitar Akustik	<i>Classical</i>
5	[pia][cla]mono	Piano	<i>Classical</i>

5.2.2 *Payload*

Payload adalah berkas teks yang digunakan dalam proses *embedding*. Berkas yang dipakai sebagai *payload* adalah berkas teks yang memiliki ekstensi *.txt*. Isi dari *payload* adalah bilangan biner. Pada tugas akhir ini digunakan 3 berkas teks dengan jumlah isi yang berbeda-beda. Detail *payload* ditunjukkan pada tabel 5.3

Tabel 5.3. *Payload*

No.	Nama Berkas	Jumlah Data(bit)
-----	-------------	---------------------

1	10kb.txt	10000
2	50kb.txt	50000
3	100kb.txt	100000

5.3 Skenario Uji Coba

Ujicoba dilakukan untuk menguji kebenaran perangkat lunak yang dibuat. Sebelum melakukan uji coba, perlu ditentukan skenario yang akan digunakan dalam uji coba. Skenario - skenario uji coba dapat dilihat pada Tabel 5.4. Skenario - skenario uji coba akan dilakukan, ketika sampel audio disisipi data sebanyak 1 dan 8 kali. Pemilihan 8 didasarkan pada nilai konversi sebuah karakter ke dalam bilangan biner. Sebagai contoh terdapat sebuah karakter 'a', yang nilai konversi binernya sebanyak 8 bit 'a' = [0,1,1,0,0,0,0,1].

Pada skenario uji coba, parameter yang diukur adalah nilai PSNR, *correlation* dan jumlah sampel audio yang terpakai. PSNR dipilih untuk mengukur kualitas *stego audio* dengan membandingkan *stego audio* dengan *original audio*. Selain itu, PSNR juga digunakan untuk mengecek keberhasilan proses *recovering*. PSNR digunakan untuk menentukan keidentikan 2 berkas audio. 2 berkas audio yang identik memiliki nilai PSNR *infinite*. *Correlation* digunakan untuk mengukur keidentikan pesan hasil proses *extraction* dengan pesan yang asli. 2 berkas teks yang identik memiliki nilai *correlation* sebesar 1.

Tabel 5.4. Skenario Uji Coba

Skenario	Berkas <i>payload</i>	Jumlah penyisipan data tiap sampel audio
Uji Coba 1	10kb.txt	1
		8
Uji Coba 2	50kb.txt	1
		8
Uji Coba 3	100kb.txt	1

		8
--	--	---

5.3.1 Skenario Uji Coba 1

Pada Skenario uji coba 1 akan dilakukan penyisipan data pada berkas teks dengan nama 10kb.txt. Jumlah data yang disisipkan sebanyak 10000 bit pada berkas-berkas audio di tabel 5.2. Jumlah sampel audio yang terpakai dapat dilihat di tabel 5.5. Hasil pengukuran PSNR dapat dilihat di tabel 5.6, 5.7 dan 5.8. Pengukuran PSNR pada tabel 5.6 dan 5.7 dilakukan sebagai perbandingan kualitas *stego audio* metode SVM dan *improved SVM*. Sedangkan pengukuran PSNR di tabel 5.8 untuk mengecek keberhasilan proses *recovering*. Hasil pengukuran correlation dapat dilihat di tabel 5.9. Skenario ini dilakukan, ketika jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 dan 8.

Tabel 5.5. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 1

<i>Cover Audio</i>	Sampel	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	10000	1250
[voi][pop_roc]mono	10000	1250
[cel][pop_roc]mono	10000	1250
[gac][cla]mono	10000	1250
[pia][cla]mono	10000	1250

Tabel 5.6. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 1

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	110,54	104,03

[voi][pop_roc]mono	110,57	103,96
[cel][pop_roc]mono	110,52	103,97
[gac][cla]mono	110,53	103,96
[pia][cla]mono	110,54	104,02

Tabel 5.7. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode Improved SVM Skenario 1

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	110,54	119,81
[voi][pop_roc]mono	110,57	119,52
[cel][pop_roc]mono	110,52	119,46
[gac][cla]mono	110,53	119,50
[pia][cla]mono	110,54	119,78

Tabel 5.8. Pengukuran PSNR Setelah proses *extracting* Skenario 1

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[voi][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[cel][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[gac][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[pia][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel 5.9. Pengukuran Correlation Terhadap Berkas *Payload* Setelah Proses *Extraction* Skenario 1

<i>Cover Audio</i>	<i>Correlation</i>	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8

[pia][jaz_blu]mono	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1
[gac][cla]mono	1	1
[pia][cla]mono	1	1

5.3.2 Skenario Uji Coba 2

Pada Skenario uji coba 2 akan dilakukan penyisipan data pada berkas teks dengan nama 50kb.txt. Jumlah data yang disisipkan sebanyak 50000 bit pada berkas-berkas audio di tabel 5.2. Jumlah sampel audio yang terpakai dapat dilihat di tabel 5.10. Hasil pengukuran PSNR dapat dilihat di tabel 5.11, 5.12 dan 5.13. Pengukuran PSNR pada tabel 5.11 dan 5.12 dilakukan sebagai perbandingan kualitas *stego audio* metode SVM dan *improved SVM*. Sedangkan pengukuran PSNR di tabel 5.13 untuk mengecek keberhasilan proses *recovering*. Hasil pengukuran correlation dapat dilihat di tabel 5.14. Skenario ini dilakukan, ketika jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 dan 8.

Tabel 5.10. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 2

<i>Cover Audio</i>	Sampel	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	50000	6250
[voi][pop_roc]mono	50000	6250
[cel][pop_roc]mono	50000	6250
[gac][cla]mono	50000	6250
[pia][cla]mono	50000	6250

Tabel 5.11. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 2

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	103,58	97,05
[voi][pop_roc]mono	103,58	97,03
[cel][pop_roc]mono	103,52	97,02
[gac][cla]mono	103,53	97,03
[pia][cla]mono	103,56	97,07

Tabel 5.12. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode Improved SVM Skenario 2

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	103,58	112,52
[voi][pop_roc]mono	103,58	112,74
[cel][pop_roc]mono	103,52	112,73
[gac][cla]mono	103,53	112,54
[pia][cla]mono	103,56	112,65

Tabel 5.13. Pengukuran PSNR Setelah Proses *extracting* Skenario 2

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[voi][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[cel][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[gac][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[pia][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel 5.14. Pengukuran *Correlation* Terhadap Berkas *Payload* Setelah Proses *Extracting* Skenario 2

<i>Cover Audio</i>	<i>Correlation</i>	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1
[gac][cla]mono	1	1
[pia][cla]mono	1	1

5.3.3 Skenario Uji Coba 3

Pada Skenario uji coba 3 akan dilakukan penyisipan data pada berkas teks dengan nama 100kb.txt. Jumlah data yang disisipkan sebanyak 100000 bit pada berkas-berkas audio di tabel 5.2. Jumlah sampel audio yang terpakai dapat dilihat di tabel 5.15. Hasil pengukuran PSNR dapat dilihat di tabel 5.16, 5.17 dan 5.18. Pengukuran PSNR pada tabel 5.16 dan 5.17 dilakukan sebagai perbandingan kualitas *stego audio* metode SVM dan *improved SVM*. Sedangkan pengukuran PSNR di tabel 5.18 untuk mengecek keberhasilan proses *recovering*. Hasil pengukuran *correlation* dapat dilihat di tabel 5.19. Skenario ini dilakukan, ketika jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 dan 8.

Tabel 5.15. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 3

<i>Cover Audio</i>	Sampel	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	100000	12500
[voi][pop_roc]mono	100000	12500
[cel][pop_roc]mono	100000	12500
[gac][cla]mono	100000	12500

[pia][cla]mono	100000	12500
----------------	--------	-------

Tabel 5.16. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 3

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	100,54	94,05
[voi][pop_roc]mono	100,55	94,04
[cel][pop_roc]mono	100,54	94,05
[gac][cla]mono	100,55	94,04
[pia][cla]mono	100,55	94,04

Tabel 5.17. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode Improved SVM Skenario 3

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	100,54	109,59
[voi][pop_roc]mono	100,55	109,61
[cel][pop_roc]mono	100,54	109,61
[gac][cla]mono	100,55	109,63
[pia][cla]mono	100,55	109,57

Tabel 5.18. Pengukuran PSNR Setelah Proses *extracting* Skenario 3

<i>Cover Audio</i>	PSNR(dB)	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[voi][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

[cel][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[gac][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[pia][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel 5.19. Pengukuran *Correlation* Terhadap Berkas Payload Setelah Proses *Extracting* Skenario 3

<i>Cover Audio</i>	<i>Correlation</i>	
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio	
	1	8
[pia][jaz_blu]mono	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1
[gac][cla]mono	1	1
[pia][cla]mono	1	1

5.4 Evaluasi Uji Coba

Berdasarkan hasil pengujian pada skenario-skenario uji coba , akan dilakukan evaluasi pada jumlah sampel audio yang digunakan pada proses *embedding* dan kualitas *stego audio* yang dihasilkan dengan menggunakan PSNR. Tabel 5.20 dan tabel 5.21 menunjukkan evaluasi terhadap jumlah sampel audio yang terpakai dan kualitas audio yang dihasilkan dengan metode *SVM*. Tabel 5.22 menunjukkan evaluasi terhadap kualitas audio dengan menggunakan metode *improved SVM*

Tabel 5.20. Evaluasi Penggunaan Sampel Audio

Nama Payload	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio Sebesar 1	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio Sebesar 8	Besar Penurunan (%)
10 Kb	10000	1250	87.5

50 Kb	50000	6250	87.5
100 Kb	100000	12500	87.5
Rata – Rata			87.5

Tabel 5.21. Evaluasi Penurunan Kualitas Stego Audio dengan metode SVM

Nama Payload	PSNR(dB) saat jumlah penyisipan sebesar 1	PSNR (dB) saat jumlah penyisipan sebesar 8	Persentase penurunan (%)
10kb.txt	110,54	104,03	8,39
	110,57	103,96	8,10
	110,52	103,97	8,09
	110,53	103,96	8,11
	110,54	104,02	8,36
50kb.txt	103,58	97,05	8,64
	103,58	97,03	8,84
	103,52	97,02	8,89
	103,53	97,03	8,70
	103,56	97,07	8,78
100kb.txt	100,54	94,05	9,00
	100,55	94,04	9,01
	100,54	94,05	9,01
	100,55	94,04	9,02
	100,55	94,04	8,97
Rata- Rata			8.66

Tabel 5.22. Evaluasi Kenaikan Kualitas Stego Audio dengan Metode Improved SVM

Nama Payload	PSNR(dB) saat jumlah	PSNR (dB) saat jumlah	Persentase kenaikan (%)
--------------	----------------------	-----------------------	-------------------------

	penyisipan sebesar 1	penyisipan sebesar 8	
10kb.txt	110,54	119,81	5,89
	110,57	119,52	5,98
	110,52	119,46	5,92
	110,53	119,50	5,95
	110,54	119,78	5,90
50kb.txt	103,58	112,52	6,30
	103,58	112,74	6,33
	103,52	112,73	6,28
	103,53	112,54	6,28
	103,56	112,65	6,27
100kb.txt	100,54	109,59	6,46
	100,55	109,61	6,47
	100,54	109,61	6,46
	100,55	109,63	6,48
	100,55	109,57	6,48
Rata- Rata			6,23

Berdasarkan tabel 5.20 dan 5.21, Dengan meningkatkan jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 8 pada metode SVM , terjadi rata – rata penurunan pada jumlah sampel audio yang terpakai sebesar 87.5% dan PSNR sebesar 8.66%. Berdasarkan tabel 5.21, terjadi rata-rata peningkatan pada kualitas *stego audio* dengan menggunakan metode *improved SVM*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari tujuan pembangunan perangkat lunak dari hasil uji coba yang telah dilakukan. Hal-hal tersebut digunakan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang telah dikemukakan. Terdapat juga saran yang ditujukan untuk pengembangan perangkat lunak lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji coba dan evaluasi Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan data pada metode *Sample Value Modification* dapat dilakukan dengan cara mengubah besar jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 8, sehingga jumlah sampel audio yang terpakai rata-rata menurun sebesar 87,5% dan nilai PSNR *stego audio* rata-rata menurun sebesar 8,66%.
2. Untuk meningkatkan kualitas *stego audio* pada metode *Sample Value Modification* yang sudah dimodifikasi dapat dilakukan dengan cara mengubah persamaan pada proses *embedding* dan *extracting* pada metode *Sample Value Modification*, sehingga nilai PSNR rata-rata yang dihasilkan meningkat sebesar 6,23%.

6.2 Saran

Saran yang diberikan dari hasil uji coba dan evaluasi tugas akhir ini untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan pengaruh pola *payload* terhadap kualitas audio yang dihasilkan

2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan pengaruh pola besar blok penyisipan terhadap kualitas audio yang dihasilkan
3. Pengembangan metode agar dapat menerima masukan *payload* selain berbasis 2
4. Pengembangan perangkat lunak agar dapat menerima masukan *payload* selain teks

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Artz, "Digital Steganography: Hiding Data within Data," *IEEE Internet Computing*, Vol. 1 dari 2 vol. 5, no. 3, pp. 75-80, 2001..
- [2] M. H. A. Al-Hooti, S. Djanali dan T. Ahmad, "Audio Data Hiding Based on Sample Value Modification," *Journal Of Informatin Processing Systems*, 2015.
- [3] K. G, S. K dan B. S.S, "Data Hiding Algorithm for Images using Discrete Wavelet Transform and Arnold Transform," *Journal of Information Processing System*, 2015.
- [4] python.org, python.org, [Online]. Available: <https://www.python.org/about/>. [Diakses 5 Januari 2018].
- [5] "https://www.python.org/static/community_logos/python-logo-master-v3-TM.png," [Online]. Available: https://www.python.org/static/community_logos/python-logo-master-v3-TM.png. [Diakses 29 Juni 2018].
- [6] "<https://www.anaconda.com/distribution/>," [Online]. Available: <https://www.anaconda.com/distribution/>. [Diakses 22 Mei 2018].
- [7] "https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/cd/Anaconda_Logo.png," [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/cd/Anaconda_Logo.png. [Diakses 29 Juni 2018].
- [8] "<https://scipy.org/>," [Online]. Available: <https://scipy.org/>. [Diakses 29 Mei 2018].
- [9] "<https://www.fullstackpython.com/img/logos/scipy.png>," [Online]. Available: <https://www.fullstackpython.com/img/logos/scipy.png>. [Diakses 29 Juni 2018].

- [10 “<http://www.numpy.org/>,” [Online]. Available: <http://www.numpy.org/>. [Diakses 29 Mei 2018].
- [11 “https://cdn-images-1.medium.com/max/400/1*mc5YIn7jvo5uwuqBOUDw7Q.jpeg,” [Online]. Available: https://cdn-images-1.medium.com/max/400/1*mc5YIn7jvo5uwuqBOUDw7Q.jpeg. [Diakses 29 Juni 2018].
- [12 “<https://wiki.python.org/moin/TkInter>,” [Online]. Available: <https://wiki.python.org/moin/TkInter>. [Diakses 29 Mei 2018].
- [13 “<https://docs.python.org/2/library/tkinter.html>,” [Online]. Available: <https://docs.python.org/2/library/tkinter.html>. [Diakses 4 Juni 2018].

LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran A berisi hasil ujicoba pada skenario 1 dengan jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 sampai 8.

Tabel A.8.1. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 1

Cover Audio	Sampel							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	100 00	500 0	333 4	250 0	200 0	166 7	142 9	125 0
[voi][pop_roc] mono	100 00	500 0	333 4	250 0	200 0	166 7	142 9	125 0
[cel][pop_roc] mono	100 00	500 0	333 4	250 0	200 0	166 7	142 9	125 0
[gac][cla]mono	100 00	500 0	333 4	250 0	200 0	166 7	142 9	125 0
[pia][cla]mono	100 00	500 0	333 4	250 0	200 0	166 7	142 9	125 0

Tabel A.8.2. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 1

COVER AUDIO	PSNR(dB)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	110 ,54	108 ,85	107 ,56	106 ,49	105 ,80	105 ,24	104 ,61	104 ,03
[voi][pop_roc]mono	110 ,57	108 ,75	107 ,62	106 ,58	105 ,81	105 ,19	104 ,61	103 ,96
[cel][pop_roc]mono	110 ,52	108 ,85	107 ,65	106 ,52	105 ,83	105 ,23	104 ,57	103 ,97
[gac][cla]m	110	108	107	106	105	105	104	103

ono	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>
[pia][cla]mono	<i>infi</i>	<i>Infi</i>	<i>infi</i>	<i>infi</i>	<i>infi</i>	<i>infi</i>	<i>infi</i>	<i>infi</i>
no	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>	<i>nite</i>

**Tabel A.8.5. Pengukuran Correlation Setelah Proses
Extraction Skenario 1**

COVER AUDIO	Correlation							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[gac][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[pia][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel A.8.6. Pengukuran Waktu *embedding* Skenario 1

COVER AUDIO	Waktu(s)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	0,1 88	0,1 41	0,1 25	0,1 41	0,2 03	0,1 25	0,1 09	0,1 56
[voi][pop_roc]mono	0,1 56	0,1 09	0,2 03	0,0 78	0,2 66	0,4 53	0,0 63	0,3 44
[cel][pop_roc]mono	0,1 56	0,1 09	0,0 78	0,0 94	0,1 09	0,0 94	0,1 09	0,1 09
[gac][cla]mono	0,1 72	0,1 25	0,0 78	0,1 72	0,0 78	0,0 94	0,0 78	0,0 94
[pia][cla]mono	0,2 03	0,1 41	0,1 09	0,0 94	0,0 94	0,1 09	0,0 78	0,0 94

Tabel A.8.7. Pengukuran Waktu *extraction* Skenario 1

COVER AUDIO	Waktu(s)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	0,0 94	0,1 56	0,0 94	0,0 94	0,1 09	0,1 56	0,1 33	0,1 72
[voi][pop_roc] mono	0,1 25	0,1 41	0,1 56	0,1 25	0,1 41	0,1 25	0,1 25	0,1 41
[cel][pop_roc] mono	0,1 09	0,1 25	0,0 94	0,0 78	0,1 25	0,0 94	0,1 09	0,0 94
[gac][cla]mon o	0,0 94	0,1 56	0,0 94	0,1 25	0,1 09	0,1 25	0,1 09	0,1 25
[pia][cla]mon o	0,0 94	0,1 25	0,1 09	0,1 25	0,0 94	0,0 94	0,2 03	0,1 09

Lampiran B

Lampiran B berisi hasil ujicoba pada skenario 2 dengan jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 sampai 8

Tabel B.8.8. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 2

COVER AUDIO	Sampel							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	500 00	250 00	166 67	125 00	100 00	83 34	71 43	62 50
[voi][pop_roc] mono	500 00	250 00	166 67	125 00	100 00	83 34	71 43	62 50
[cel][pop_roc] mono	500 00	250 00	166 67	125 00	100 00	83 34	71 43	62 50
[gac][cla]mon o	500 00	250 00	166 67	125 00	100 00	83 34	71 43	62 50

[pia][cla]mono	500	250	166	125	100	83	71	62
o	00	00	67	00	00	34	43	50

Tabel B.8.9. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 2

COVER AUDIO	PSNR(dB)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	103,58	101,81	100,61	99,58	98,78	98,14	97,53	97,05
[voi][pop_ro]c]mono	103,58	101,83	100,54	99,58	98,76	98,13	97,54	97,03
[cel][pop_ro]c]mono	103,52	101,79	100,57	99,59	98,77	98,12	97,55	97,02
[gac][cla]mono	103,53	101,83	100,57	99,60	98,75	98,13	97,53	97,03
[pia][cla]mono	103,56	101,81	100,57	99,58	98,80	98,12	97,55	97,07

Tabel B.8.10. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Modifikasi Skenario 2

COVER AUDIO	PSNR(dB)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	103,58	106,56	108,28	109,59	110,50	111,34	112,02	112,52
[voi][pop_r]oc]mono	103,58	106,55	108,31	109,59	110,53	111,39	111,97	112,74
[cel][pop_r]oc]mono	103,52	106,56	108,35	109,57	110,53	111,42	112,08	112,73
[gac][cla]mono	103,53	106,51	108,32	109,60	110,49	111,31	112,06	112,54
[pia][cla]mo	103	106	108	109	110	111	112	112

no	,56	,56	,30	,60	,55	,22	,05	,65
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel B.8.11. Pengukuran PSNR Setelah Proses *extracting* Skenario 2

COVER AUDIO	PSNR(dB)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[voi][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[cel][pop_roc]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[gac][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
[pia][cla]mono	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.8.12. Pengukuran *Correlation* Setelah Proses *Extracting* Skenario 2

COVER AUDIO	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[gac][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[pia][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel B.8.13. Pengukuran Waktu *embedding* Skenario 2

COVER AUDIO	Waktu(s)
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio

	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	1,1 41	0,3 75	0,3 28	0,3 13	0,3 75	0,3 28	0,2 97	0,5 73
[voi][pop_roc] mono	0,3 59	0,3 29	0,7 27	0,3 75	0,3 12	0,5 58	0,5 44	0,6 44
[cel][pop_roc] mono	0,4 90	0,5 23	0,4 44	0,4 21	0,3 13	0,3 71	0,3 01	0,3 25
[gac][cla]mon o	0,3 61	0,3 19	0,3 13	0,3 22	0,3 05	0,3 03	0,3 05	0,2 83
[pia][cla]mon o	0,3 99	0,3 35	0,3 31	0,3 86	0,3 21	0,3 15	0,3 26	0,3 26

Tabel B.8.14. Pengukuran Waktu *extracting* Skenario 2

COVER AUDIO	Waktu(s)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	0,4 53	0,3 91	0,4 22	0,4 53	0,4 22	0,4 22	0,4 06	0,7 40
[voi][pop_roc] mono	0,4 69	0,6 28	0,6 22	0,5 78	0,5 31	0,5 00	0,5 00	0,8 63
[cel][pop_roc] mono	0,4 24	0,5 70	0,4 71	0,4 30	0,4 01	0,4 58	0,4 53	0,3 94
[gac][cla]mon o	0,4 14	0,4 76	0,4 84	0,4 46	0,4 22	0,4 25	0,4 18	0,4 05
[pia][cla]mon o	0,4 27	0,4 16	0,4 09	0,4 11	0,4 03	0,3 92	0,3 95	0,4 07

Lampiran C

Lampiran C berisi hasil ujicoba pada skenario 3 dengan jumlah penyisipan per sampel audio sebesar 1 sampai 8.

Tabel C.8.15. Perhitungan Sampel yang Terpakai Skenario 3

COVER AUDIO	Sampel							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]]mono	100 000	500 00	333 33	250 00	200 00	166 66	142 86	125 00
[voi][pop_ro c]mono	100 000	500 00	333 33	250 00	200 00	166 66	142 86	125 00
[cel][pop_ro c]mono	100 000	500 00	333 33	250 00	200 00	166 66	142 86	125 00
[gac][cla]mo no	100 000	500 00	333 33	250 00	200 00	166 66	142 86	125 00
[pia][cla]mo no	100 000	500 00	333 33	250 00	200 00	166 66	142 86	125 00

Tabel C.8.16. Pengukuran PSNR Setelah proses *embedding* Metode SVM Skenario 3

COVER AUDIO	PSNR(dB)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu] mono	100, 54	98, 79	97, 59	96, 57	95, 79	95, 14	94, 55	94, 05
[voi][pop_ro c]mono	100, 55	98, 83	97, 56	96, 57	95, 80	95, 14	94, 56	94, 04
[cel][pop_ro c]mono	100, 54	98, 80	97, 58	96, 56	95, 78	95, 15	94, 56	94, 05
[gac][cla]mon o	100, 55	98, 78	97, 57	96, 58	95, 79	95, 15	94, 56	94, 04
[pia][cla]mon o	100, 55	98, 80	97, 58	96, 57	95, 78	95, 13	94, 55	94, 04

no	nite	nite	nite	nite	nite	nite	nite	nite
----	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabel C.8.19. Pengukuran *Correlation* Setelah Proses *Extracting* Skenario 3

COVER AUDIO	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[voi][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[cel][pop_roc]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[gac][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1
[pia][cla]mono	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel C.8.20. Pengukuran Waktu *embedding* Skenario 3

COVER AUDIO	Waktu(s)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]mono	0,7 94	0,7 12	0,6 10	0,6 18	0,5 76	0,6 38	0,5 68	0,5 52
[voi][pop_roc]mono	0,7 45	0,6 05	0,5 70	0,5 55	0,5 90	0,5 74	0,5 53	0,5 67
[cel][pop_roc]mono	0,7 31	0,6 00	0,6 00	0,6 05	0,5 79	0,6 26	0,5 91	0,6 74
[gac][cla]mono	0,7 69	0,6 79	0,5 90	0,5 64	0,6 01	0,5 81	0,5 39	0,5 87
[pia][cla]mono	0,7 94	0,6 66	0,6 28	0,6 32	0,5 80	0,6 05	0,6 04	0,5 77

Tabel C.8.21. Pengukuran Waktu *extracting* Skenario 3

COVER AUDIO	Waktu(s)							
	Jumlah Penyisipan Per Sampel Audio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[pia][jaz_blu]	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8

mono	19	19	76	33	24	72	49	24
[voi][pop_roc] mono	0,8 55	0,7 98	0,7 92	0,8 43	0,8 17	0,7 22	0,7 86	0,8 78
[cel][pop_roc] mono	0,8 02	0,7 81	0,7 85	0,7 83	0,7 48	0,7 65	0,7 78	0,7 83
[gac][cla]mon o	0,8 82	0,8 54	0,7 76	0,8 14	0,8 08	0,7 76	0,7 84	0,7 95
[pia][cla]mon o	0,8 40	0,7 63	0,7 49	0,7 53	0,7 60	0,7 69	0,7 31	0,7 36

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BIODATA PENULIS



Jeffry Nasri Faruki, lahir di Gresik 10 Mei 1996. Mulai menempuh pendidikan di SD Negeri Petrokimia Gresik (2002 - 2008) , SMP Negeri 1 Gresik (2008 - 2011) kemudian dilanjutkan di SMA Negeri 1 Gresik (2011 - 2014) dan masuk ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember di tahun 2014 sampai sekarang. Menempuh Studi S1 di Jurusan Teknik Informatika. Penulis terlibat aktif di organisasi kampus antara lain Keluarga Muslim Informatika (KMI) sebagai staff departemen media periode 2015-2016 dan sekretaris umum periode 2016-2017. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan sebagai staff dari divisi Web dan Kesekretariatan acara SCHEMATICS 201. Penulis mengambil bidang minat Komputasi Berbasis Jaringan (KBJ). Komunikasi dengan penulis dapat dilakukan melalui email: jeffryfaruki@gmail.com.