

**PENERAPAN DIGITAL FORENSIK UNTUK
MENGIDENTIFIKASI SUARA MANUSIA**

IMPLEMENTATION OF FORENSIC DIGITAL TO
IDENTIFY HUMAN VOICE

**MISRIANI
2018130029**



**PROGRAM PASCASARJANA
STMIK HANDAYANI
MAKASSAR
2021**

**PENERAPAN DIGITAL FORENSIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI
SUARA MANUSIA**

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Magister
Komputer Program Studi Pasca Sarjana Sistem Komputer

Disusun dan Diajukan Oleh :

**MISRIANI
2018130029**

PRODI MAGISTER SISTEM KOMPUTER
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
(STMIK) HANDAYANI
MAKASSAR
2021

TESIS

PENERAPAN DIGITAL FORENSIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI SUARA MANUSIA

Disusun dan diajukan oleh

MISRIANI

2018130029

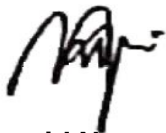
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada Tanggal 30 September 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,



Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, MT

Ketua

Dr. Abdul Latief Arda, M.Si., M.Kom

Anggota

Ketua Program Studi
Sistem Komputer

Direktur Program Pascasarjana
STMIK Handayani

Prof. Dr. Ir. Andani Ahmad, M.T

Dr. Eng. Yuyun, M.T

HALAMAN PENGESAHAN
PENERAPAN DIGITAL FORENSIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI
SUARA MANUSIA

Disusun dan diajukan oleh

MISRIANI
2018130029

Disetujui dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan:

Disahkan di : Makassar
Tanggal : September 2020

Mengetahui
Komisi Penasehat

Pembimbing I



Dr.Ir.Ingrid Nurtanio,MT

Pembimbing II

Dr.Eng.Yuyun,MT

Menyetujui,

Ketua Program Studi S2 Sistem Komputer

Prof.Dr.Ir.Andani Ahmad,MT

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Misriani
NIM : 2018130029
Program Studi : Sistem Komputer

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang berjudul : **“Penerapan Digital Forensik Untuk Mengidentifikasi Suara Manusia”** adalah benar-benar hasil karya sendiri. Dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata di dalam naskah tesis ini adalah hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Makassar, 19 Oktober 2020

Misriani

NIM: 2018130029

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk forensik pengidentifikasi audio digital dengan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) yang digunakan sebagai acuan dalam proses investigasi audio forensik. Proses uji penerapan framework yang dilakukan berhasil mengidentifikasi barang bukti audio dengan hasil identifikasi bahwa sampling (known) subjek x identik dengan rekaman bukti (unknown) dengan hasil yang didapatkan lebih 4 kata yang identik dan mendukung hipotesis penuntutan. Selain itu dari hasil Uji kelayakan dari framework yang telah dikembangkan sebagai standar acuan perbandingan framework yang terkait dengan audio forensik lainnya, menunjukkan bahwa framework yang telah dikembangkan memiliki tahapan yang lebih lengkap untuk digunakan dalam proses investigasi audio forensik. Hasil analisis Spektogram dan analisis Pict pada nilai matrix cross similarity tingkat evidence dengan audio subject Nasri4Y mempunyai nilai kemiripan tertinggi 0.9575822. Hasil pembacaan matrix audio evidence dengan audio subject Bakrim5Y mempunyai nilai kemiripan terendah 0.48924464. Hasil pembacaan matrix, audio subject-B dengan audio subject Bakrim3Y mempunyai nilai kemiripan tertinggi 0.9287775, karena merupakan sample suara dari orang yang sama. Hasil pembacaan matrix, audio subject Nasri2Y dengan audio subject Nasri4Y mempunyai nilai kemiripan 0.9575822, karena merupakan sample suara dari orang yang sama.

Kata Kunci : Framework, forensik, identifikasi, audio, digital , SDLC, voice similarity.

Abstract

This study aims to identify digital audio forensics using the System Development Life Cycle (SDLC) method which is used as a reference in the audio forensic investigation process. The process of testing the application of the framework that was carried out succeeded in identifying audio evidence with the identification results that subject x sampling (known) was identical to recorded evidence (unknown) with the results obtained for more than 4 identical words and supporting the prosecution hypothesis. In addition, the results of the feasibility test of a framework that has been developed as a reference standard for comparison of frameworks related to other audio forensics, show that the framework that has been developed has a more complete stage to be used in the audio forensic investigation process. The results of Spectrogram analysis and Pict analysis on values matrix cross similarity level of evidence with audio subject Nasri4Y has the highest similarity value 0.9575822. The results of reading the audio evidence matrix with audio subject Bakrim5Y have the lowest similarity value 0.48924464. The results of reading the matrix, audio subject-B with audio subject Bakrim3Y have the highest similarity value of 0.9287775, because it is sample voice from the same person. The results of the reading of the matrix, Nasri2Y audio subject and Nasri4Y audio subject have a similarity value of 0.9575822, because they are sound samples from the same person.

Keywords: Framework, forensics, identification, audio, digital, SDLC, voice similarity.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Karunia dan Hikmahnya, sehingga Tesis dengan judul “ **Penerapan Digital Forensik Untuk Mengidentifikasi Suara Manusia**” ini diselesaikan sesuai dengan harapan. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang Pendidikan Strata Dua (S2) pada Magister Sistem Komputer STMIK Handayani Makassar.

Pada penyusunan tesis ini ditemukan banyak kendala, namun berkat bantuan dari berbagai pihak yang berupa saran, kritikan, bimbingan, motivasi dan nasehat maka Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tak ada kata bahkan ucapan yang sanggup saya lontarkan untuk kedua orang tua saya, Ayahanda **La Ode Ruufa** dan Ibunda yang tercinta **Wa Hana** yang tak ada hentinya selalu mendoakan saya mulai dari proses perkuliahan sampai pada tahap akhir. Dan tak lupa pula penulis ucapkan banyak-banyak terimakasih kepada suami yang paling saya cintai **Marwan Paturusi, S.Si** dan anak anak saya **Haurafiqha Anmisyan Paturusi, Hauzan Afiq Paturusi, Haafidz Affan Paturusi** yang setiap tatapan mereka mengandung semangat buat saya.

Dalam penulisan tesis ini tak luput penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Eng. Yuyun, S,Kom., M.T selaku Direktur pascasarjana

STMIK Handayani Makassar yang mulai dari proses perkuliahan sampai pada tahap akhir selalu memberikan motivasi, ilmu yang bermanfaat buat penulis.

2. Prof. Dr. Ir. Andani Ahmad., M.T selaku ketua program studi Pasca Sarjana STMIK Handayani Makassar yang selama ini telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan studi program Pasca Sarjana di kampus STMIK Handayani Makassar.
3. Ibu Dr. Ir. Inggid Nurtanio, M.T, selaku pembimbing I yang banyak memberikan arahan, masukan dan selalu sedia setiap saat bahkan hampir 24 jam selalu berupaya membimbing penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Dr. Eng. Yuyun, S,Kom., M.T selaku Pembimbing II yang sedia setiap saat mendengarkan keluhan penulis, selalu memberikan masukan, motivasi, semangat, bimbingan bahkan semalam hampir tidak bisa tidur Ketika penulis akan ujian tutup. Namun Alhamdulillah berkat beliau pula penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Tak lupa pula penulis ucapkan terimakasih kepada Dosen andalan Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.
6. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Pascasarjana STMIK Handayani Makassar yang telah banyak membantu proses Akademik mulai dari perkuliahan hingga saat ini.
7. Sudaraku **La Ode Munardin, S.Farm** dan Istri **Ismi Suharindah, A.Md** yang selalu mendoakan dan memberi dukungan sehingga penulis sampai pada tahap akhir.

8. Teman-teman seangkatan Pasca Sarjana **Asmira Djasmin, Nilam Kusumawati, Faizal Aris, Ilin Sukma, Salam, Omar Wahid, La Ode Bakrim, Nur Islamudin, La Ija** yang pastinya memberikan dukungan dalam segala bentuk, motivasi yang Alhamdulillah penulis sudah sampai di tahap akhir.
9. Semua teman-teman Magister Sistem Komputer Angkatan 2018 terimakasih atas dukungan dan bantuannya.
Semoga apa yang tertulis dalam tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi penulis.

Makassar, 19 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman persetujuan pembimbing	i
Halaman Pengesahan	ii
Pernyataan Keaslian Tesis	iii
Abstrak	iv
Abstract	vi
Prakata	viii
Daftar isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvii
BAB I. Pendahuluan	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	5
C. Tujuan penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II. Tinjauan Pustaka	
A. Forensik	8
B. Digital Forensik	9
C. Audio Forensik.....	10
D. Audio.....	11
E. Teori Suara	13
a. Pitch.....	13
b. Formant	15
c. Spectogram	16
F. Framework.....	18
G. Framework Investigasi Audio Fprensik	19
H. System Development Life Cycle (SDLC)	24

I. Metodologi Penelitian.....	27
J. Road Map Penelitian.....	28

BAB III. Metode Penelitian

A. Identifikasi Masalah	32
B. Studi Literatur.....	33
C. Pengembangan Framework Menggunakan SDLC.....	33
a. Planning.....	33
b. Analysis	34
c. Design dan Tahap Perancangan	37
d. Implementatiton	41
e. Maintenance	42
D. Pengujian Penerapan Framework.....	42
a. Skenario Kasus.....	43
b. Hardware/Software	44
c. Ui Coba Framework.....	45
d. Analisis Framework	45
e. Laporan	46
E. Uji Kelayakan Framework	46
F. Kesimpulan	46
G. Hipotesis	46

BAB IV Hasil dan Pembahasan

A. Penerapan Digital Forensik Menggunakan SDLC.....	47
B. Pengembangan <i>Framework</i> menggunakan SDLC.....	48
a. Planning.....	48
b. Analysis	54
c. Design	46
d. Implementation	59
e. Maintenance	70
C. Hasil.....	71
a. Pengujian Penerapan Kinerja <i>Framework</i>	74

b. Pre-Process.....	78
c. Proactive.....	79
d. Reactive.....	80
e. Decoding	107
f. Analysis	114
D. Analisis Framework.....	121
a. Laporan	127
b. Uji Kelayakan <i>Framework</i>	129

c. Integrated Multimedia <i>Forensic</i> Investigation Framework (IMFIF)	130
d. Best Practice for Digital Audio Authentication (DAA-SWGDE)	133
e. Dokumen Standar Prosedur Audio forensic (SPAF-DFAT).	135
f. Analisis Umum.....	135

BAB V Penutup

A. Kesimpulan	136
B. Saran	137
Daftar Pustaka	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram pitch Terhadap waktu yang berubah secara konstan	14
Gambar 2.2 Diagram masing-masing <i>Formant</i> F1, F2, F3, F4 dan F5.....	16
Gambar 2.3 Spectogram Dengan Tingkatan Energinya `	18
Gambar 2.4 <i>Framework Audio forensic</i>	20
Gambar 2.5 Tahapan Investigasi <i>Audio forensic</i> Puslabfor	22
Gambar 2.6 Tahapan SDLC	24
Gambar 2.7 Alur Metode Penelitian	27
Gambar 3.1 Alur Penelitian	31
Gambar 3.2 Proses Ekstraksi Framework dan Tahapan Investigasi Audia Forensik	34
Gambar 3.3 Proses identifikasi Investigasi audio forensik	35
Gambar 3.4 Proses Eliminasi tahapan investigasi audio forensik penelitian sebelumnya	38
Gambar 3.5 Ilustrasi Skenario Kasus <i>Audio forensic</i>	44
Gambar 4.1 Skema Pembahasan.....	47
Gambar 4.2 Methode generalized End-to-End Loss For Speaker Verification	50
Gambar 4.3 Proses/Tahapan Forensika Audio	52
Gambar 4.4 Tahapan utama <i>framework</i> yang telah dikembangkan.....	61
Gambar 4.5 Flow Detail tahapan <i>framework</i> yang telah dikembangkan.....	62
Gambar 4.5 Flow Detail tahapan <i>embed utterances</i> yang telah Dikembangkan	69
Gambar 4.6 Ilustrasi proses <i>maintenance framework</i>	70
Gambar 4.7 Flow <i>Audio forensic Identificatio Framework</i>	71
Gambar 4.8 Flow penjelasan <i>Audio forensic Identificatio Framework</i>	72
Gambar 4.9 Gambaran umum sistem <i>Embeddings</i> dari speaker yang berbeda	73

Gambar 4.10 Struktur folder data audio sample	73
Gambar 4.11 Ilustrasi Skenario Kasus <i>Audio forensic</i>	74
Gambar 4.12 Ilustrasi <i>Notification</i>	78
Gambar 4.13 Contoh barang bukti.....	80
Gambar 4.14 Persiapan awal penginstalan AccessData FTK Imager versi 3.4.3.3	81
Gambar 4.15 Ilustrasi proses pencopyan folder aplikasi perekam suara (EasyVoiceRecorder) dari memory internal ke SD Card .	82
Gambar 4.16 Ilustrasi <i>Card Reader</i>	83
Gambar 4.17 <i>USB Write Blocker</i>	83
Gambar 4.18 Ilustrasi proses awal <i>Imaging</i> menggunakan FTK Imager.....	84
Gambar 4.19 Proses Seleksi Barang Bukti	85
Gambar 4.20 Informasi barang bukti dan menentukan lokasi penyimpanan hasil akuisisi	86
Gambar 4.21 Memulai proses akuisisi	87
Gambar 4.22 Hasil verifikasi akuisisi barang bukti.....	88
Gambar 4.23 Ilustrasi proses akuisisi	89
Gambar 4.24 Proses awal melakukan ekstraksi barang bukti hasil	90
Gambar 4.25 Pemilihan file barang bukti yang akan di ekstraksi.....	91
Gambar 4.26 Pemilihan folder hasil ekstraksi	91
Gambar 4.27 Laporan hasil ekspor file barang bukti.....	92
Gambar 4.28 Ilustrasi proses ekstraksi file barang bukti.....	92
Gambar 4.29 Pengecekan <i>file format</i>	93
Gambar 4.30 Pengecekan header file audio menggunakan hex editorNeo menunjukkan WMA	94
Gambar 4.31 Pengecekan hex data	95
Gambar 4.32 Ilustrasi <i>Spectrum/Spectrogram Analysis</i>	97
Gambar 4.33 Ilustrasi Proses konversi dari format .ogg ke format .wav	99

Gambar 4.34 Proses <i>critical listening</i> per rekaman suara.....	101
Gambar 4.35 Tampilan awal aplikasi <i>audacity</i>	102
Gambar 4.36 Ilustrasi pemilihan bagian yang terdapat <i>noise</i> ...	103
Gambar 4.37 Proses penghapusan <i>noise</i>	103
Gambar 4.38 Ilustrasi proses penyimpanan file audio hasil <i>enhancement</i>	104
Gambar 4.39 Proses pengecekan nilai <i>Hash</i>	105
Gambar 4.40 Tampilan nilai <i>hash</i> dari file <i>Rekaman Suara 1 (Remove Noise).wav</i>	106
Gambar 4.41 Tampilan utama aplikasi <i>oTranscribe</i>	107
Gambar 4.42 Tampilan halaman kerja <i>oTranscribe</i>	109
Gambar 4.43 Hasil Transkrip percakapan dari audio barang bukti	110
Gambar 4.44 Proses pengcopian folder aplikasi rekaman suara dari memori Internal ke SD Card.....	111
Gambar 4.45 Ilustrasi Proses akuisisi rekaman suara pembanding	112
Gambar 4.46 Proses Ekstraksi Rekaman suara pembanding...	113
Gambar 4.47 Ilustrasi proses <i>Acquisition Extraction Known Samples</i>	113
Gambar 4.48 Tampilan utama aplikasi <i>praat</i>	116
Gambar 4.49 Ekstrak nilai <i>Pitch minimum, maximum, quantile, mean</i> dan <i>standar deviasi</i>	116
Gambar 4.50 <i>Text Grid</i> Rekaman Suara Asli dan Rekaman <i>Sampling</i> Subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X menggunakan analisis spectrogram	118
Gambar 4.51 <i>Spectogram</i> Rekaman <i>Sampling</i> A1,A2,B1,B2,E1, E2,dan X, Rekaman Suara Asli.....	121
Gambar 4.52 <i>framework</i> sebelum di kembangkan dan setelah di kembangkan.....	122
Gambar 4.53 <i>Flow</i> Perbedaan <i>Framework</i>	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Nilai Pict Laki-Laki dan Perempuan .	15
Tabel 2.2 Road Map Penelitian.....	28
Tabel 3.1 Input output pada proses <i>planning</i>	34
Tabel 3.2 Input output pada proses <i>analysis</i>	37
Tabel 3.3 Eliminasi terhadap framework dan Teknik investigasi audio forensik.....	38
Tabel 3.4 Input output pada proses <i>design</i>	40
Tabel 3.5 Perbandingan <i>framework</i> dan Teknik sebelumnya dengan <i>framework</i> yang telah dikembangkan terkait investigasi audio forensik.....	40
Tabel 3.6 Input output pada proses <i>Implementation</i>	41
Tabel 3.7 Input output pada proses <i>maintenance</i>	42
Tabel 4.1 Penerapan Digital Forensik untuk Identifikasi Audio Digital dengan metode SDLC.....	47
Tabel 4.1 Ekstraksi tahapan <i>framework</i> dan teknik investigasi audio forensik.....	53
Tabel 4.2 Input output pada proses <i>Planning</i>	54
Tabel 4.3 Identifikasi <i>framework</i> dan tahapan investigasi audio forensik.....	44
Tabel 4.4 Input output proses <i>Analysis</i>	46
Tabel 4.5 Pendefinisian tahapan dan sub-tahapan <i>framework</i> dan tahapan investigasi audio forensik penelitian sebelumnya.....	46
Tabel 4.7 Identifikasi urutan tertinggi dengan terminologi yang sama.....	48
Tabel 4.8 Eliminasi dari hasil tabel Identifikasi Urutan tertinggi.....	50
Tabel 4.9 Pemberian Tahapan Baru.....	52
Tabel 4.10 Urutan tahapan dan sub-tahapan yang memiliki tahapan baru.....	55
Tabel 4.11 Normalisasi perbandingan <i>framework</i> sebelumnya dan <i>framework</i> setelah dikembangkan.....	58

Tabel 4.12 Input output proses <i>design</i>	56
Tabel 4.13.....	59

Tabel 4.14 Input output pada proses <i>maintenance</i>	70
Tabel 4.15 Barang Bukti.....	76
Tabel 4.16 Hasil <i>Checksum</i>	89
Tabel 4.17 Hilai <i>Hash</i> dari file audio yang telah di <i>enhancement</i>	106
Tabel 4.18 Data rekaman suara pembandingan	114
Tabel 4.19 Hasil analisis dari seluruh perbandingan antara rekaman asli dan rekaman <i>sampling</i> subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X..	119
Tabel 4.20 Perbedaan <i>framework</i> sebelum dan sesudah dikembangkan.....	124
Tabel 4.21 Dokumen terkait <i>audio forensic</i> yang menjadi pembandingan	129
Tabel 4.21 Perbandingan <i>Framework</i> baru dengan <i>Framework</i> terkait <i>audio forensic</i>	129
Tabel 4.22 Perbandingan <i>Framework</i> baru dengan <i>Framework</i> terkait <i>audio forensic</i>	131
Tabel 4.23 Perbandingan <i>Framework</i> baru dengan <i>Framework</i> terkait <i>audio forensic</i>	133

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi multimedia telah memberikan kemudahan dalam menghasilkan rekaman suara. Sebagai contoh adalah fitur dan aplikasi pada *handphone* yang dapat memberi kemudahan untuk melakukan berbagai jenis rekaman, baik berupa percakapan telepon ataupun rekaman pribadi lainnya. Kemudahan ini pada satu sisi akan membantu upaya pengumpulan barang bukti digital. Karena itu tidak heran bila berbagai kasus yang ditangani penegak hukum pada masa ini telah dapat melibatkan rekaman suara sebagai salah satu bukti penting bagi penyidikan dan berbagai pengungkapan kasus. Dalam hal ini, permasalahan umum yang dihadapi dalam kasus yang melibatkan barang bukti rekaman adalah bagaimana memastikan orisinalitas dari suara pelaku yang menjadi kunci dalam penyidikan dan pengungkapan kasus. Berdasarkan data dari Direktorat Tindak Pidana Kejahatan siber (Dit Tipidsiber) Bareskrim Polri sepanjang 2017, yakni Januari-Oktober jajaran Polri di Indonesia menangani 1.763 kasus kejahatan siber. Dari angka tersebut, Polri setidaknya sudah menyelesaikan perkara *cyber crime* sebanyak 835 kasus, Dalam data tersebut kejahatan siber yang paling tinggi adalah penipuan. Untuk menanggulangi kasus siber selain manajemen keamanan yang bertujuan untuk mencegah kasus siber, diperlukan pula prosedur penanganan apabila peristiwa sudah terlanjur terjadi dan

mengakibatkan pelanggaran hukum, dimana salah satu prosedur

yang dilakukan adalah digital forensik.

Namun saat ini, *framework* investigasi multimedia forensik yang berkembang lebih menekankan kepada investigasi multimedia secara umum dan tidak memberikan sebuah tahapan yang spesifik tentang *audio forensic*. Seperti halnya Nora (2016) yang mengembangkan sebuah *framework* investigasi dengan konsep *Integrate multimedia forensic investigation framework* (IMFIF) yang lebih mengarah pada investigasi terhadap konten multimedia secara umum dengan menggabungkan tiga *framework* terkait multimedia forensik.

Banyaknya *framework audio forensic* serta dokumen pedoman investigasi yang berkembang saat ini belum memberikan jawaban atas kebutuhan sebuah *framework* standar bagi investigasi *audio forensic*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Zjalic (2017) mengusulkan *framework* untuk proses Enhancement *audio forensic*, *framework* tersebut terdiri dari 4 tahapan utama dengan 18 sub yang dapat dilakukan dalam proses Enhancement *audio forensic* (Zjalic, 2017) hal 55, kemudian Huizen,dkk (2016), yang mengembangkan sebuah *framework* teknik akuisisi *audio forensic* dan menghasilkan 7 tahapan yaitu Pengecekan keaslian rekaman bukti, Akuisisi Bukti, Akuisisi Pembanding, Perbaikan Bukti, Perbaikan Pembanding, Identifikasi, dan Hasil Identifikasi (Huizen, Jayanti, & Hostiadi, 2016) hal 2. Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh G. Wicaksono & Yudi Prayudi (2013) yang

menghasilkant 4 tahapan dalam melakukan investigasi forensik terhadap audio yaitu Pengumpulan, Pengujian, Analisis, dan Laporan (Wicaksono & Prayudi, 2013) hal 5. Penelitian lain terkait *framework audio forensic* adalah penelitian yang dilakukan oleh Al-Azhar (2012) bersama *Digital Forensik Analyst Team (DFAT)* membuat 12 *Standart Operating Procedure (SOP)* untuk proses pemeriksaan barang bukti digital. Dari ke 12 SOP yang di buat, satu di antaranya menjelaskan tentang *Audio forensic*, yang mengacu pada dokumen standar forensik dari Good Practice Guide for Computer-Based Electronic Evidence yang diterbitkan oleh Association of Chief Police Officers dan 7 safe di inggris. Standar prosedur ini berfokus pada 4 tahapan dalam penanganan barang bukti Audio, yaitu *aquisition, audio enhancement, decoding, dan voice recognition* (Nuh Al-Azhar, 2012) hal 202. Dari penelitian *framework* diatas belum adanya standar yang menjelaskan *framework* investigasi *audio forensic* yang dapat mengakomodir seluruh kegiatan dalam investigasi *audio forensic* dari awal pelaporan sampai proses terakhir yaitu pengamanan barang bukti pasca analisis. Oleh karena itu ada kebutuhan akan *framework audio forensic* yang dapat mengakomodir seluruh tahapan-tahapan *audio forensic* dari proses penanganan awal di tempat kejadian perkara sampai proses penyimpanan barang bukti yang telah di analisis.

Dari permasalahan diatas diperlukan adanya penelitian

untuk mengembangkan *framework* yang sudah ada sebelumnya dan menggabungkan beberapa teknik investigasi *audio forensic*. Penelitian ini akan mengembangkan *framework* Huizen,dkk (2016), yang di gabungkan dengan teknik Enhancement *audio forensic* oleh Zjalic (2017), serta teknik *audio forensic* yang dilakukan oleh Al-Azhar (2012), G. Wicaksono & Yudi Prayudi (2013), dan A.Subki, dkk (2018) menggunakan metode *Systems Development Life Cycle* (SDLC) sehingga dapat dijadikan sebuah standar yang dapat digunakan oleh para penyidik dalam malakukan investigator pada *audio forensic*.

Berdasarkan penjelasan dari *Systems Development Life Cycle* (SDLC) dapat dikatakan bahwa SDLC dapat dijadikan sebagai metode dalam proses pengembangan sebuah *framework* dari *framework* sebelumnya. Beberapa pendukung dari metode SDLC yaitu bahwa pengembangan *framework* memerlukan sebuah persiapan, analisis, desain, implementasi, dan pemeliharaan. Penelitian yang dilakukan akan menghasilkan sebuah pengembangan *framework* yang dikembangkan dari *framework* Huizen,dkk (2016) dengan teknik investigasi *audio forensic* yang diharapkan dapat digunakan oleh para investigator sebagai standar *framework* dalam identifikasi *audio forensic*.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Bagaimana penerapan Digital Forensik untuk identifikasi Audio Digital dengan metode *Systems Development Life Cycle (SDLC)*?

C. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penerapan Digital Forensik untuk identifikasi Audio Digital dengan metode *Systems Development Life Cycle (SDLC)*.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menghasilkan sebuah *identifikasi* audio untuk investigasi *audio forensic*.
- b. Dengan adanya *framework* identifikasi suara manusia yang akan dikembangkan maka *framework* tersebut dapat memberikan kemudahan bagi para investigator dalam melakukan investigasi yang berhubungan dengan barang bukti audio.
- c. Sebagai referensi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan kajian penelitian yang sama yang berhubungan dengan pengembangan *framework* identifikasi suara manusia dan teknik investigasi *audio forensic*.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian ini akan dilakukan hanya terkait dengan pengembangan *framework* dari *framework* sebelumnya dalam lingkup identifikasi *audio forensic*.
- b. Simulasi kasus untuk menguji *framework* yang telah dikembangkan adalah hanya investigasi *audio forensic* membandingkan suara rekaman asli dan suara pembanding.
- c. Tahapan pengujian kelayakan *framework* dilakukan secara *based literature* dengan membandingkan *framework* hasil

dengan *framework audio forensic* yang sudah ada sebelumnya.

F. Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun berdasarkan sistematika atau acuan penulisan karya ilmiah yang dapat membantu mempermudah proses pembahasan penelitian.

Adapun sistematika penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pendahuluan, merupakan pengantar terhadap permasalahan yang akan diteliti. Di dalamnya menguraikan tentang gambaran suatu penelitian yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab ini menjelaskan teori-teori yang terkait dalam penelitian untuk memecahkan serta membantu mendapat jawaban atas masalah yang ditemukan dalam penelitian yang dilakukan.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang langkah-langkah penelitian, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan, desain, road map penelitian dan perancangan antarmuka framework yang akan dibuat, serta implementasinya pada sebuah studi kasus.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Hasil dan Pembahasan, berisi tentang pembahasan penyelesaian masalah yang diteliti menggunakan metode *System Development Live Cycle* (SDLC) dengan membangun sebuah framework dan cara pengujian serta penerapannya pada sebuah studi kasus sesuai dengan permasalahan yang di usulkan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan Saran, memuat kesimpulan-kesimpulan dari hasil penelitian dan saran- saran yang perlu diperhatikan berdasarkan keterbatasan yang ditemukan dan asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan penelitian dan juga rekomendasi yang dibuat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Forensic

Forensik (berasal dari bahasa Latin *forensis* yang berarti "dari luar", dan serumpun dengan kata forum yang berarti "tempat umum") adalah bidang ilmu pengetahuan yang digunakan untuk membantu proses penegakan keadilan melalui proses penerapan ilmu atau sains. Dalam kelompok ilmu-ilmu forensik ini dikenal antara lain ilmu fisika forensik, ilmu kimia forensik, ilmu psikologi forensik, ilmu kedokteran forensik, ilmu toksikologi forensik, ilmu psikiatri forensik, komputer forensik, dan sebagainya (Maramis, 2015) hal 42. Ilmu *forensic (forensic science)* adalah meliputi semua ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitannya dengan masalah kejahatan, atau dapat dikatakan dari segi perannya dalam menyelesaikan kasus kejahatan maka ilmu-ilmu *forensic* memegang peran penting. Peran ilmu-ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitan dengan masalah kejahatan antara lain, ialah :

- a) Hukum pidana
- b) Hukum acara pidana
- c) Ilmu kedokteran forensik
- d) Psikologi forensik
- e) Psikiatri forensik
- f) Digital forensik

Peranan ilmu forensik dalam hukum pidana adalah dapat membentuk keyakinan hakim dalam menjatuhkan dan memberikan putusan pidana yang didasarkan pada hasil pemeriksaan alat bukti yang diungkap pada proses persidangan, begitu juga pada kasus-kasus yang berhubungan dengan barang bukti digital berupa file audio, untuk membuktikan suara seseorang dari rekaman audio yang di jadikan barang bukti pada sebuah tindak pidana kejahatan diperlukan sebuah bukti hasil analisis yang dapat dipertanggung jawabkan secara hukum dan memenuhi karakteristik dari bukti digital, yaitu :

- ☐ *Admissible* (layak dan dapat diterima)
- ☐ *Authentic* (asli)
- ☐ *Complete* (lengkap)
- ☐ *Reliable* (dapat dipercaya)
- ☐ *Believable* (terpercaya)

B. Digital Forensik

Menurut Al-Azhar Nuh (2012) hal.4, *Computer/digital forensik* merupakan aplikasi bidang ilmu pengetahuan dan teknologi komputer untuk kepentingan pembuktian hukum (*pro justice*). Sedangkan menurut **Wicaksono dan Prayudi (2013) hal. 2,** mengemukakan forensik digital adalah kombinasi disiplin ilmu hukum dan pengetahuan komputer dalam mengumpulkan dan menganalisa data dari sistem komputer, jaringan, komunikasi nirkabel, dan perangkat penyimpanan sedemikian sehingga dapat

dibawa sebagai barang bukti di dalam penegakan hukum. **Bohme, dkk (2009) hal 2** Membagi dua bidang ilmu Digital Forensik yang berbeda antara Komputer Forensik dan Multimedia Forensik. Komputer forensik dipahami dalam arti luas yang mencakup bukti fisik dan bukti digital, fokus dalam pembuktian komputer forensik yaitu mencari bukti digital yang berhubungan dengan kasus, beda halnya dengan multimedia forensik yang hanya bertujuan untuk menguji keaslian dan sumber data digital baik itu file *image*, *video*, maupun *audio*. Data multimedia hanya akan dapat digunakan jika data tersebut terpercaya dan otentik. Penjelasan lain tentang multimedia forensik menurut (Stamm, 2012) Multimedia Forensik adalah sebuah studi dan pengembangan teknik untuk menentukan keaslian, sejarah pengolahan, dan asal konten multimedia digital tanpa tergantung pada informasi apapun selain dari konten digital itu sendiri untuk mendapatkan sebuah informasi (**Stamm, 2012) hal 2**. Konten multimedia dapat berupa file *Image*, *Video*, maupun *Audio* yang di dapatkan dari hasil akusisi perangkat elektronik.

C. Audio forensic

Menurut **Huizen, dkk (2016) Hal. 1**, menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan *audio forensic* adalah suatu tahapan yang digunakan untuk identifikasi dan analisis sehingga rekaman bukti dapat ditampilkan sebagai alat bukti dengan pendekatan ilmiah. Hal ini perlu dilakukan karena bukti tersebut belum dapat digunakan secara langsung sebagai alat bukti.

Menurut **Wicaksono dan Prayudi (2013) Hal. 1**, bahwa yang dimaksud dengan *audio forensic* adalah penerapan ilmu pengetahuan dan metode ilmiah pada barang bukti digital *audio* untuk mendukung upaya penyidikan dan pengungkapan kasus serta membangun fakta-fakta yang diperlukan dalam proses persidangan.

D. Audio

Audio adalah Suara/bunyi yang dihasilkan oleh getaran suatu benda. Agar dapat tertangkap telinga manusia, getaran tersebut harus cukup kuat yaitu minimal 20 kali per detik. Jika kurang dari jumlah itu, telinga manusia tidak akan mendengarnya sebagai suatu bunyi. Banyaknya getaran suatu benda diukur dengan satuan cycles per second atau cps. Pengukuran ini juga dikenal dengan sebutan Hertz (disingkat Hz). Daya tangkap pendengaran manusia secara teoritis adalah mulai dari 20Hz sampai 20 kHz(Alfarisi, 2012).

Secara umum 3 kelompok format file audio :

- a. Format file audio tanpa kompresi seperti file WAV, AIFF, AU dan raw header-less PCM.
- b. Format file audio dengan kompresi lossy seperti MP3, Vorbis, Musepack, ACC, ATRAC, dan lossy Windows Media Audio (WMA).
- c. Format file audio dengan kompresi lossless, seperti FLAC,

Mongkey's Audio (filename extension APE), WavPack (filename extension WV), Shorten, Tom's lossless Audio Kompressor (TAK), TTA, ATRAC Advanced Lossless, Apple Lossless, MPEG-4 SLS, MPEG-4 ALS, MPEG-4 DST, Windows Media Audio Lossless (WMA Lossless).

Dari format file audio di atas, format-format tersebut terbagi menjadi 3 bagian berdasarkan penggunaannya, yaitu :

- a. **Free** : gsm, dct, acc, mp4, dan mmf
- b. **Free dan open** : wav, ogg, mpc, flac, aiff, raw, au, dan midi.
- c. **Proprietary** : mp3, wma, atrac, ra, ram, dss, msv, dvf, m4p, 3gp, amr, dan awd.

E. Teori Suara

Al-Azhar Nuh (2011) Hal. 198, merupakan pakar digital forensic PUSLABFOR Polri menjelaskan bahwa suara dihasilkan melalui proses *Generation* dan *Filtering*. Pada proses *Generation*, suara pertama kali diproduksi melalui bergetarnya pita suara (*vocal cord* atau *vocal fold*) yang berada di larynx untuk menghasilkan bunyi periodik. Bunyi periodik yang bersifat konstan tersebut kemudian difilterisasi melalui vocal tract atau disebut dengan istilah resonator suara atau *articulator* yang terdiri dari lidah (*tongue*), gigi (*teeth*), bibir (*lips*), langit-langit (*palate*). Sehingga bunyi tersebut dapat menjadi bunyi keluaran (*output*) berupa bunyi vokal (*vowel*) dan atau bunyi konsonan (*consonant*) yang membentuk kata-kata yang

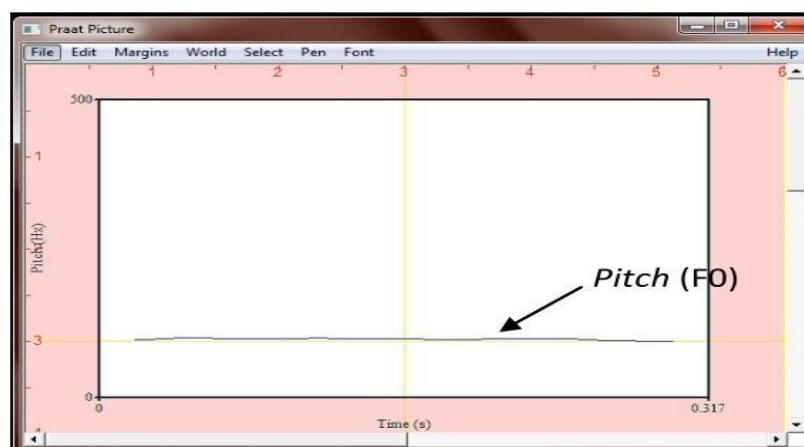
memiliki arti yang nantinya dapat dianalisa untuk *voice recognition*.

Dalam bukunya **Al-Azhar Nuh (2011)**, yang berjudul *Audio forensic : Teori and Analysis* menjelaskan bahwa suara memiliki beberapa komponen yaitu :

a. Pitch

Pitch merupakan Frekwensi getar dari pita suara yang juga disebut dengan istilah frekwensi fundamental (dasar) dengan notasi F0. Masing-masing orang memiliki *pitch* yang khas (*habitual pitch*) yang sangat dipengaruhi oleh aspek fisiologis *larynx* manusia. Pada kondisi pembicaraan normal, level *habitual pitch* berkisar pada 50 s/d 250 Hz untuk laki-laki dan 120 s/d 500 Hz untuk perempuan. Frekwensi F0 ini berubah secara konstan dan memberikan informasi linguistik seseorang seperti perbedaan intonasi dan emosi.

Analisis *Pitch* dapat digunakan untuk melakukan *voice recognition* terhadap suara seseorang, yaitu melalui analisa statistik terhadap *minimum pitch*, *maximum pitch* dan *mean pitch* (Al-Azhar Nuh, 2011) hal 199.



Gambar 2.1 Diagram pitch Terhadap waktu yang berubah

secara konstan.

Sumber : *Paper Audio forensic : Teory and Analysis (2011)*.

Menurut **Bhaskoro dan Riedho (2012) hal. 2**, *Pitch* adalah persepsi pendengaran manusia terhadap perbedaan frekuensi suatu suara. Biasanya *pitch* dikenal dalam bentuk nada, misalnya : C, D, E, dan sebagainya. *Pitch* memiliki skala yang bersifat logaritmik terhadap frekuensi pembentuknya. Satuan yang digunakan dalam *pitch* adalah Hz. Sebagai contoh nada A pada oktaf ke-4 memiliki frekuensi 440 Hz

, dan nada A pada oktaf ke-5 memiliki frekuensi 880 Hz, sedangkan nada A pada oktaf ke-6 memiliki frekuensi 1760 Hz. Berikut ini adalah perbandingan *pitch* seseorang dalam meng ucapkan “hallo”.

Gender	Maksimal	Rata-Rata	Minimal
Laki-Laki	421.0526	126.0682074	66.1157
Perempuan	470.5882	289.5308709	133.3333

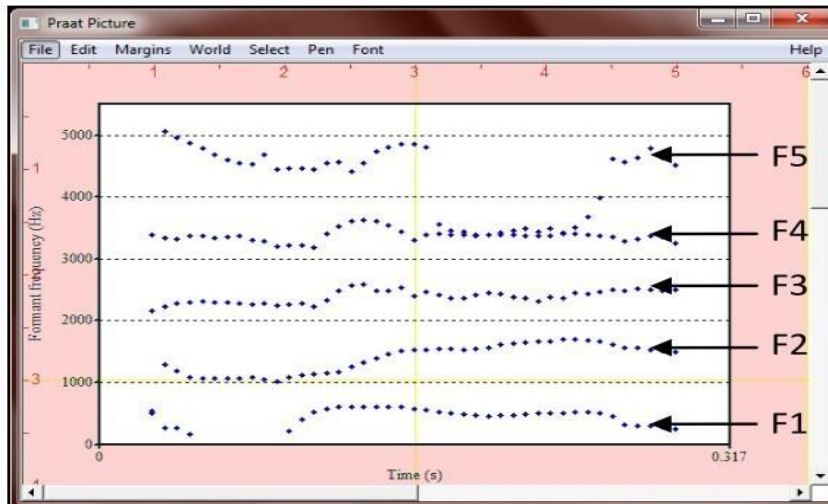
Tabel 2.1 Perbandingan Nilai *Picth* Laki-Laki dan Perempuan

Sumber : Paper Aplikasi pengenalan gender menggunakan suara kata

b. Formant

Formant adalah frekuensi-frekuensi resonansi dari *filter*, yaitu artikulator (*vocal tract*) yang meneruskan dan memfilter bunyi periodic dari getarannya pita sura (*vocal cord*) menjadi bunyi keluaran (*output*) berupa kata-kata yang memiliki makna. Secara umum, frekwensi- frekwensi formant bersifat tidak terbatas, namun

untuk identifikasi suara seseorang, paling tidak ada 3 (tiga) *formant* yang dianalisa, yaitu *Formant 1* (F1), *Formant 2* (F2) dan *Formant 3* (F3) (Al- Azhar Nuh, 2011) hal 200.



Gambar 2.2 Diagram masing-masing *Formant* F1, F2, F3, F4 dan F5

Sumber : *Paper Audio forensic : Teory and Analysis* (2011).

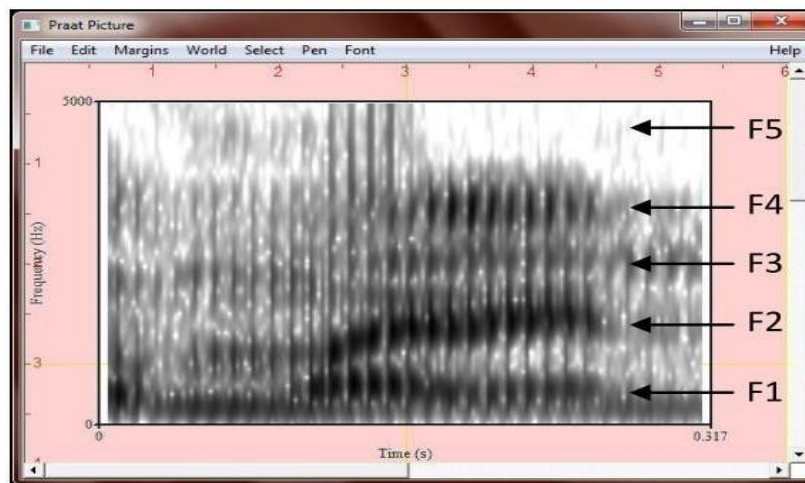
Menurut **Bhaskoro dan Riedho (2012) hal. 3**, *Formant* adalah frekuensi resonansi alami yang terjadi didalam rongga bidang suara, tergantung pada bentuk dan ukuran bidang suara. Vocal umumnya mempunyai 3 *formant* F1, F2, dan F3. Sedangkan *pitch* (F0) merupakan periode pengulangan pulsa yang disebabkan oleh membuka dan menutupnya pita suara. Satuan dari *formant* adalah Hz.

c. Spectrogram

Spectrogram merupakan representasi *spectral* yang bervariasi terhadap waktu yang menunjukkan tingkat *density* (intensitas energi) spektral. Dengan kata lain spectrogram adalah bentuk visualisasi dari masing-masing nilai *formant* yang dilengkapi dengan level energi yang bervariasi terhadap waktu. Level energy ini dikenal dengan istilah *formant bandwidth*. Nantinya pada kasus-kasus yang bersifat pemalsuan suara dengan teknik *pitch shift* atau si subyek berusaha untuk menghilangkan karakter suara asli, maka *formant bandwidth* dapat digunakan untuk memetakan atau mengidentifikasi suara aslinya. Dikarenakan *spectrogram* memuat hal-hal yang bersifat jelas, maka *Spectrogram* oleh beberapa ahli juga dikenal dengan istilah sidik jari suara (*voice fingerprint*) **(Al-Azhar Nuh, 2011) hal 200.**

Spectrogram membentuk pola umum yang khas dalam pengucapan kata dan pola khusus masing-masing *formant* dalam pengucapan suku kata, sehingga *spectrogram* juga digunakan untuk melakukan analisa identifikasi suara seseorang. Jika durasi rekaman suara *unknown* lumayan panjang, maka analisa *spectrogram* juga dapat digunakan untuk mempercepat pemilihan pengucapan kata-kata yang akan dianalisa dalam rangka untuk mendapatkan jumlah minimal 20 kata untuk dapat menunjukkan ke-identikan suara *unknown* dengan *known* (pembanding) **(Al-Azhar Nuh, 2011)**

hal 201.



Gambar 2.3 Spectrogram Dengan Tingkatan Energinya.

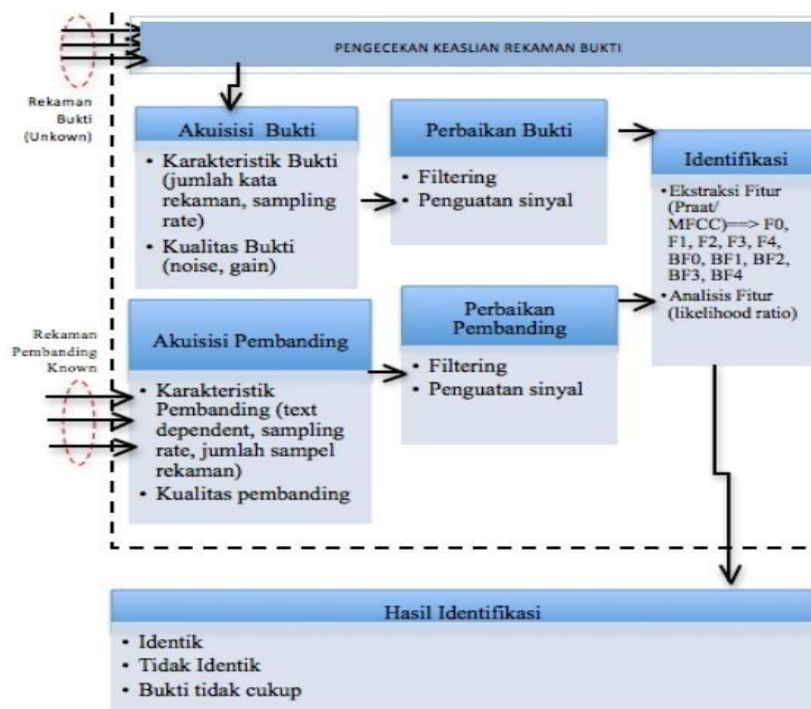
Sumber : *Paper Audio forensic : Teory and Analysis (2011)*

F. Framework

Framework dalam Bahasa Indonesia disebut juga sebagai kerangka kerja. Dalam hal ini *framework* dapat diartikan sebagai suatu struktur konseptual dasar atau tahapan-tahapan yang dapat digunakan untuk memecahkan atau menangani suatu masalah yang kompleks. Tahapan-tahapan yang tersusun secara rapih harus saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya untuk membentuk sebuah aturan berdasarkan permasalahan yang didesain sedemikian rupa agar dapat dipahami oleh pengguna untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu. Menurut Rosa dan Shalahuddin (2011) *framework* merupakan kerangka kerja yang memudahkan programmer untuk membuat sebuah aplikasi sehingga programmer akan lebih mudah melakukan perubahan (*customize*) terhadap aplikasinya dan dapat memakainya kembali untuk aplikasi lain yang sejenis.

G. Framework Investigasi Audio forensic

Roy Rudolf Huizen, dkk (2016). *Framework* investigasi *audio forensic* digunakan sebagai tahapan atau pola kerja dalam menangani *audio forensic*. Huizen, dkk, Dalam melakukan investigasi *audio forensic* mengusulkan *framework* untuk proses akuisisi *audio forensic* meliputi Pengecekan keaslian rekaman bukti, Akuisisi Bukti, Akuisisi Pembanding, Perbaikan Bukti, Perbaikan Pembanding, Identifikasi, Hasil Identifikasi. Prosedur penanganan bukti rekaman suara dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 *Framework Audio forensic*

Sumber : Model Acquisisi Rekaman Suar Di *Audio forensic* (2016)

Tahapan ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Pengecekan Keaslian

Penggunaan rekaman audio sebagai bukti perlu dipastikan keaslian rekaman tersebut, proses ini penting untuk memastikan sedini mungkin bahwa file atau rekaman suara yang digunakan sebagai bukti merupakan rekaman asli dan bukan hasil rekayasa atau hasil modifikasi.

b. *Acquisisi*

Pengumpulan data merupakan bagian penting untuk proses *audio forensic*, data rekaman memiliki peran penting untuk proses identifikasi. Keberhasilan identifikasi ditentukan oleh data, pada proses pengumpulan data, proses ini terbagi menjadi dua bagian yaitu data bukti dan data pembanding.

c. Perbaikan Kualitas Bukti

Kualitas rekaman bukti saat diperoleh terkadang tidak sesuai dengan yang diharapkan, hal ini dikarenakan rekaman suara bukti umumnya diperoleh pada kondisi dan lingkungan yang tidak ideal sehingga kualitas rekaman dengan amplitudo lemah dan berderau.

d. Identifikasi

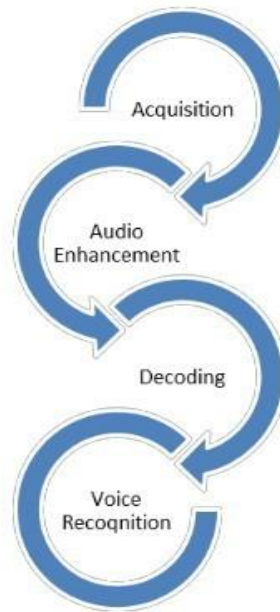
Identifikasi merupakan tahapan untuk mengetahui identitas berdasarkan kecocokan fitur, proses ini diawali dengan mengekstraksi suara per-kata setelah proses transcription.

e. Hasil Identifikasi

Reporting merupakan bagian dari hasil identifikasi, pada bagian ini keseluruhan proses dari awal hingga hasil akhir disajikan. Hal ini penting untuk dilakukan agar setiap proses dan tahapan dapat terdokumentasi dengan baik. *Audio forensic* merupakan proses ilmiah sehingga setiap proses dan hasil akhir dapat diulangi untuk memperoleh hasil yang sama.

Selain *framework* yang dibuat oleh Roy Rudolf Huizen,dkk (2016), *Digital Forensik Analyst Team (DFAT)* Polri juga memiliki tahapan atau prosedur penanganan barang bukti berupa audio yang di adopsi dari Association of Chief Police Officers (ACPO) dan 7safe, Prosedur dalam melakukan forensik audio dapat dilakukan dengan mengacu sesuai dengan tahapan dari *Good Practice Guide for Computer- Based Electronic Evidence* yang diterbitkan oleh *Association of Chief Police Officers* dan 7safe di inggris (Al-Azhar Nuh, 2011) hal 197. Terdiri dari beberapa tahapan yaitu : *Acquisition, Audio Enhancement, Decoding,* dan *Voice Recoqniton.*

Tahapan ini juga dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.5 Tahapan Investigasi *Audio forensic* Puslabfor

Sumber : Paper Forensik audio pada Rekaman suara (2016)

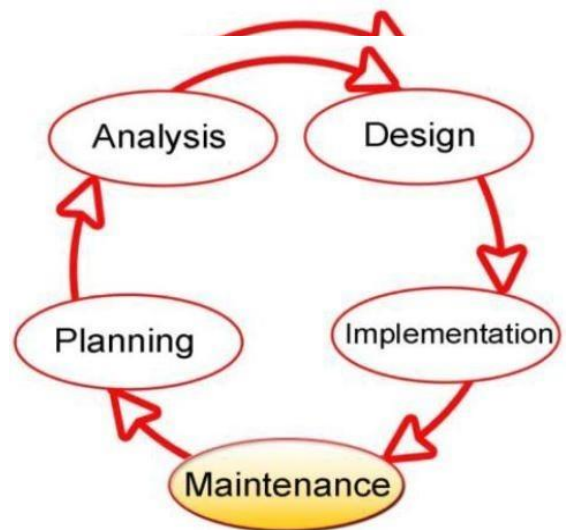
Tahapan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) *Acquisition* : Tujuan tahapan ini untuk melakukan pencatatan terhadap barang bukti seperti pencatatan terhadap spesifikasi teknis audio recorder serta spesifikasi informasi audio rekaman. Selain itu juga untuk mendapatkan suara pembanding terhadap suara yang ada di dalam rekaman audio yang akan dianalisa.

- b) *Audio Enhancement* : Tahapan ini bertujuan untuk melakukan pemeriksaan terhadap kualitas suara dari hasil rekaman audio yang telah didapatkan melalui tahap akuisisi.
- c) . *Decoding* : Merupakan tahapan dimana pemeriksa membuat transkrip rekaman audio yang telah terdengar secara jelas. Pembuatan transkrip minimal dilakukan oleh dua orang pemeriksa dengan tujuan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih persis selain itu tahapan ini juga bertujuan untuk membuat dokumentasi dengan memberikan penamaan terhadap suara yang akan dianalisa, dan yang terpenting pada tahap ini adalah menyiapkan komponen-komponen suara dari rekaman suara tersebut seperti *pitch*, *formant* dan *spectrogram* yang nanti nya komponen- komponen suara tersebut akan digunakan dalam analisa *voice recognition*.
- d) *Voice Recognition* : Tahapan ini memiliki tujuan untuk melakukan analisa terhadap komponen-komponen suara tadi dengan tujuan untuk membandingkan apakah antara suara *evidence* dan subjek adalah identik ataukah tidak identik. Metode dalam melakukan analisa tersebut adalah meliputi analiss statistic *pitch*, dan analisa *spectrogram*.

H. Systems Development Life Cycle (SDLC)

Systems Development Life Cycle (SDLC) atau siklus hidup pengembangan system pada dasarnya merupakan suatu model dan metodologi yang dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah sistem yang telah ada. Menurut (Rhodes, 2012) *Systems Development Life Cycle* (SDLC) memiliki 5 tahapan yaitu *planning, analysis, design, implementation, dan maintenance* (Rhodes, 2012) hal 1.



Gambar 2.0 Tahapan SDLC

Sumber : The Systems Development Life Cycle (SDLC) as a Standard : Beyond the Documentation (2012).

Tahapan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

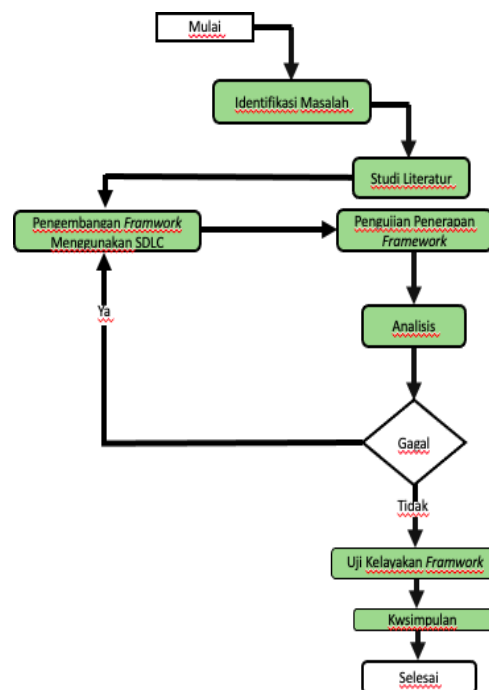
- a. *Planning* atau tahap perencanaan bertujuan mengidentifikasi dan memprioritaskan sistem yang dikembangkan, dan yang ingin dicapai.
- b. *Analysis* merupakan tahap penelitian atas sistem yang telah ada dengan tujuan untuk merancang sistem baru atau memperbaharui sistem yang sudah ada. Pada tahap ini dilakukan aktivitas studi literatur untuk menentukan suatu kasus yang bisa ditangani oleh sistem, juga melakukan identifikasi terhadap sistem sebelumnya untuk dilakukan pengembangan sistem.
- c. *Design* atau tahap perancangan sistem merupakan tahap untuk menentukan proses tahapan atau teknik untuk menerapkan sistem baru atau sistem yang dikembangkan dari sistem sebelumnya. Proses perancangan juga memerlukan analisa terhadap fungsi dari tiap-tiap tahapan atau teknik yang dibangun.
- d. *Implementation* atau tahap implentasi merupakan tahap untuk mengimplementasikan rancangan yang dibangun untuk dikembangkan serta melakukan uji coba terhadap sistem tersebut.
- e. *Maintenance* tahap pemeliharaan merupakan proses pemeliharaan sistem selama penggunaan agar tetap mampu beroperasi secara benar. Pada proses pengembangan framework identifikasi digital audio pada penelitian ini menggunakan metode *Systems Development Life Cycle (SDLC)* metode ini digunakan

dengan alasan bahwa pada saat pengembangan *framework* nantinya akan ada beberapa tahapan yang akan di tambahkan dan dieliminasi atau dihilangkan tanpa mempertahankan herarti atau susunan awal *framework* yang ada. *Framework* ini nantinya diharapkan mampu memenuhi standar kebutuhan investigasi forensik dan penanganan barang bukti audio/rekaman suara.

Selain metode *Systems Development Life Cycle* (SDLC) yang sering digunakan dalam proses pengembangan *framework* terdapat juga metode *Sequential Logic* hanya saja metode ini tidak menghilangkan fungsi dan struktur dasar dari *framework* itu secara penuh, hasil dari *framework* yang dikembangkan akan tergantung pada *framework* sebelumnya.

I. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.7 Alur Metode Penelitian

Gambar 2.7 Menunjukkan penelitian ini menggunakan 7 Tahapan metodologi penelitian yakni : Identifikasi Masalah, Studi Literatur, Pengembangan *framework* menggunakan SDLC, Pengujian penerapan *framework*, Uji Kelayakan *framework*, dan Kesimpulan.

J. Road Map Penelitian

Tabel 2.2 Tabel Road Map Penelitian

Penulis	Tahun Terbit	Deskripsi	Metode yang digunakan
Vipkas Al Hadid Firdaus		Standar operasional prosedur, metode serta simulasi dalam melakukan forensik audio digital.	Metode forensic audio. Dengan menggunakan metode statistic pitch,formant,graphical distribution dan spectrogram
Gelieh Wicaksono, Yudi Prayudi	2013	Teknik forensic audio untuk menganalisa suara pada barang bukti digital menggunakan analisis statistic <i>pitch</i> , analisis statistik <i>formant</i> , dan <i>grapichal distribution</i> , analisis <i>spectogram</i>	
Nora Lizarti, Sugiantoro, B., & Prayudi, Y	2017	Mengusulkan 4 Langkah dalam investigasi <i>Audio forensic</i>	Menggabungkan 4 Jenis <i>Framework</i> dengan metode Squential Logic
G. Wicaksono & Yudi Prayudi	2013	Mengusulkan 4 tahapan dalam teknik Forensika Audio.	(1) Membangun simulasi kasus sederhana untuk forensika audio termasuk melakukan langkah- langkah rekaman suara suspect dan sampling, (2) melakukan pengolahan dasar atas rekaman suara yang diterima, (3) menerapkan teknik analisis untuk forensika

			audio melalui bantuan sejumlah tools, (4) membuat resume best practices penerapan forensika audio.
Roy Rudolf Huizen,dk k	2016	Menghasilkan 5 Tahapan dalam Teknik Akusisi Rekaman Suara di <i>Audio forensic</i>	Framework dari audio forensic
Yeni Dwi	2014	Metode ini memiliki karakteristik yang	Menggabungkan 6 jenis <i>framework</i> dan

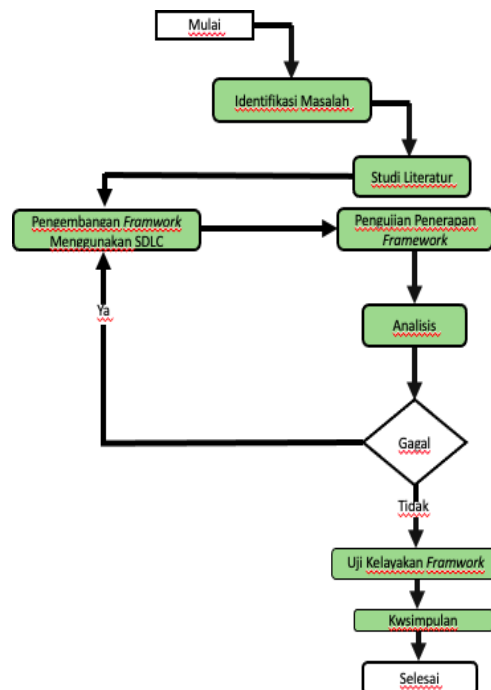
Rahayu & Yudi Prayudi		dapat merekam histori dari masukan, sehingga dapat diasumsikan metode tersebut dapat melihat urutan Digital Forensik Investigasi Framwork (DFIF) sebelumnya untuk membentuk DFIF yang baru	mengeliminasi tahapan yang sama menjadi satu <i>framework</i> baru dengan metode sequential logic.
C.Grigoras,dkk	2012	Mengusulkan 4 teknik/ framework Authentication digital audio	
Al-Azhar	2012	4 Tahapan dalam Teknik Investigasi <i>Audio forensic</i> berdasarkan SOP Puslabfor	Mengadopsi SOP dari ACPO dan NIJ
L.M Saidi, Sugiantoro, B., & Prayudi, Y,	2017		Mengembangkan sebuah <i>framework</i> berdasarkan <i>framework</i> sebelumnya khususnya tentang investigasi email forensic menggunakan metode SDLC.

Rahmat Inggi,Bamban g Sugiantoro, Yudi Prayudi	2018	Mengembangkan <i>framework</i> audio forensik yang dapat digunakan sebagai standar dalam melakukan proses investigasi audio forensik	Metode SDLC dimana terdapat lima tahapan yaitu planning,analysis,design,implementation & maintenance.
---	------	--	---

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Di bab ini menjelaskan terkait cara penelitian yang dilakukan dengan tujuan dapat diketahui tahap/urutan langkah-langkah yang dibuat secara sistematis dan dapat dijadikan pedoman yang jelas dalam menyelesaikan permasalahan, membuat analisis terhadap hasil penelitian, serta kesulitan-kesulitan yang dihadapi. Adapun langkah-langkah atau tahapan-tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Gambar 3.1 menjelaskan bahwa metodologi penelitian ini digunakan berdasarkan *review* dari penelitian yang terkait sebelumnya. Metode penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penelitian yang pernah ada sebelumnya. Dalam penelitian ini dapat dilakukan penerapan Digital Forensik untuk mengidentifikasi Audio Digital dengan metode *Systems Development Life Cycle* (SDLC). Metode penelitian ini meliputi 6 tahapan utama yaitu Identifikasi masalah, Studi literature, Pengembangan *framework* menggunakan SDLC, Ujicoba *framework* dan uji kelayakan *framework*, serta membuat sebuah kesimpulan berkaitan dengan hasil pengembangan *framework audio forensic*.

A. Identifikasi Masalah

Merupakan tahap awal dalam penelitian, hal ini dilakukan untuk mendapatkan dan menemukan topik penelitian yang akan diteliti lebih lanjut identifikasi masalah yang diperlukan untuk penerapan digital forensic dalam mengidentifikasi audio digital dengan metode SDLC. Hal ini merupakan langkah awal yang dilakukan untuk memperoleh dan menentukan topik penelitian yang diteliti lebih lanjut.

B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan bahan-bahan referensi yang terkait dengan penelitian, baik melalui buku, artikel, paper, jurnal, makalah, dan mengunjungi beberapa situs yang terdapat pada internet yang terkait dengan masalah yang ada dan kesimpulan sehingga dapat menunjang tujuan akhir dari penelitian yang akan dilakukan.

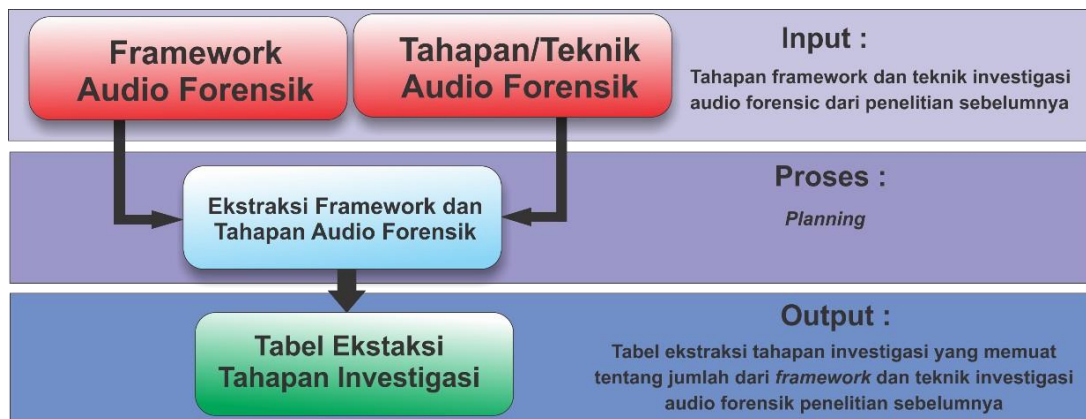
C. Pengembangan *framework* Menggunakan SDLC

Tahapan ini merupakan tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan uji coba/evaluasi pada pengembangan *framework* sehingga dapat dijadikan sebagai *framework* standart dalam investigasi *audio forensic*. Yang terdiri dari 5 (lima) tahapan :

a. *Planning*

Planning atau tahap perencanaan merupakan tahap awal dari proses mengembangkan

framework. Tahapan ini bertujuan untuk melakukan ekstraksi terhadap tahapan pada *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* dan sasaran-sasaran yang ingin dicapai. Pada tahapan ini pengumpulan data didapatkan dari hasil identifikasi kasus terhadap *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya. Dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.2 Proses Ekstraksi *Framework* dan Tahapan Investigasi *Audio forensic*

Sumber diambil dari jurnal Huizen,dkk (2016)

Berdasarkan penjelasan diatas, maka tahapan proses *planning* dapat dirangkum berdasarkan tabel berikut.

Tabel 3.1 Input output pada proses *planning*

Input	Proses	Output
Tabel identifikasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya	<i>Design</i>	Tabel eliminasi dan normalisasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya

b. Analysis

Analysis merupakan tahap inti dalam proses investigasi. Proses

analisis dilakukan pada barang bukti temuan yang nantinya digunakan dalam identifikasi kejahatan yang terjadi dan selanjutnya diajukan untuk mendukung proses persidangan.

Hasil dari identifikasi akan dimuat dalam tabel identifikasi.

Berikut ini gambaran proses identifikasi *framework* dan teknik investigasi *audio forensic*.



Gambar 3.3 Proses Identifikasi Tahapan Investigasi *audio forensic*

Pada tahapan identifikasi *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* dilakukan dengan cara mengidentifikasi setiap tahapan-tahapan dalam *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya sehingga terlihat jelas tujuan dari setiap berbagai tahapan pada *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya. Selanjutnya seluruh tahapan tersebut dipetakan kembali dalam sebuah tabel dan diberi urutan sesuai dengan urutan *framework* dan tahapan analisis *audio forensic*.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka tahapan proses *analysis* dapat dirangkum berdasarkan tabel berikut.

Tabel 3.2 Input output pad proses *analysis*

Input		Proses	Output
<i>Framework</i> Investigasi	Tahapan Investigasi		
Tabel ekstraksi <i>framework</i> investigasi yang memuat tentang jumlah dari <i>framework</i> dan investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya	Tabel ekstraksi Tahapan investigasi yang memuat tentang jumlah dari Tahapan dan investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya	<i>Analysis</i>	Tabel identifikasi dan tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya

c. Design atau Tahap Perancangan

Tahapan *design* merupakan tahapan ketiga pada proses pengembangan *framework* investigasi *audio forensic*. Tahapan ini adalah tahapan proses eliminasi terhadap tahapan- tahapan yang sama dalam *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* yang

dijadikan sebagai acuan pengembangan *framework*. Hasil dari eliminasi akan dijadikan sebagai tahapan dalam pengembangan *framework*.



Gambar 3.4 Proses Eliminasi tahapan investigasi *audio forensic* peneliti sebelumnya.

Eliminasi yang dilakukan terhadap tahapan-tahapan investigasi *audio forensic* akan menggunakan sebuah tabel eliminasi. Kemudian seluruh istilah dipetakan kembali pada tabel dan diberi urutan sesuai dengan urutannya. Untuk tahapan yang sama akan diberikan *ID* yang sama untuk memudahkan proses evaluasi.

Tabel 3.3 Eliminasi terhadap *framework* dan teknik investigasi *audio forensic*

Tahapan <i>Framework</i> dan Analisis <i>Audio forensic</i>	<i>ID Framework</i>	Tahapan <i>Framework</i> yang
---	---------------------	-------------------------------

		dikembangkan
Tahapan ₁	1	Tahapan ₁
Tahapan ₂	1.1	Tahapan ₂
Tahapan....	1.n	Tahapan....
Tahapan...n	n.n	Tahapan...n

Setelah melakukan proses definisi setiap per sub proses yang ada, tahap ini merupakan tahapan untuk melakukan konstruksi dan uji coba/evaluasi terhadap model *framework* investigasi *audio forensic* dengan cara melakukan perbandingan-perbandingan dengan teknik investigasi *audio forensic* sehingga dapat diketahui semua tahapan harus di sempurnakan pada pengembangan *framework* tersebut sehingga menghasilkan sebuah *framework* yang lebih baik dari sebelumnya.

- a) Proses Normalisasi *framework* dan teknik investigasi *audio forensic*.

Selain tahapan eliminasi selanjutnya adalah tahapan normalisasi terhadap *framework* dan teknik investigasi untuk pengembangan *framework* investigasi *audio forensic*. Normalisasi adalah proses untuk mengorganisasikan elemen dengan cara melakukan eliminasi terhadap grup elemen yang berulang-ulang (Jogiyanto, 2005). Pada bagian ini dilakukan proses perbandingan dari *framework* dan teknik investigasi dengan *framework* investigasi *audio forensic* yang telah dikembangkan sehingga dapat dijadikan sebagai standar penyidik dalam melakukan investigasi terhadap *audio forensic*.

Tabel 3.4 Input output pada proses *design*

Input	Proses	Output
Tabel identifikasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya	<i>Design</i>	Tabel eliminasi dan normalisasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya

d. Implementation

Tahapan *implementation* merupakan tahapan untuk mengimplementasikan rancangan dari setiap tahapan-tahapan *framework* yang telah dikembangkan. Pada tahapan ini akan dilakukan proses pengembangan *framework* berdasarkan tahapan-tahapan dari *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya. Proses pengembangan *framework* akan dibuat dalam bentuk *state chart diagram* menggunakan program *Microsoft visio*. Bentuk dari pengembangan *framework* akan dibuat secara berurutan berdasarkan tahapan awal dan sub tahapan awal sampai dengan tahapan akhir hingga membentuk sebuah

framework yang utuh sehingga dapat digunakan untuk investigasi *audio forensic*.

Tabel 3.6 Input output pada proses *implementation*

Input	Proses	Output
Tabel eliminasi dan normalisasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan teknik investigasi <i>audio forensic</i> dari penelitian sebelumnya.	<i>Implementation</i>	Membangun <i>framework</i> yang telah dikembangkan

e. Maintenance

Maintenance atau tahapan pemeliharaan merupakan Tindakan yang dilakukan agar *framework* tetap terjaga selama penggunaan. Tahapan ini juga merupakan tahapan pengecekan terhadap *framework* untuk terus memberikan dukungan terhadap penggunaannya agar tetap mampu beroperasi secara benar melalui tahapan-tahapan dalam *framework* yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 3.7 Input output pada proses *maintenance*

Input	Proses	Output
Mengembangkan <i>framework</i> yang telah dikembangkan.	<i>Maintenance</i>	Pemeliharaan/ pengecekan kembali <i>framework</i> yang telah dikembangkan.

D. Pengujian Penerapan *Framework*

Tahapan ini merupakan tahapan yang bertujuan untuk menentukan keberhasilan dari *framework* yang telah dikembangkan dari penelitian sebelumnya. Dalam melakukan proses pengujian terdapat beberapa tahapan antara lain skenario kasus, kebutuhan *hardware* dan *software*, Ujicoba *framework*, Analisis *framework*, dan pembuatan laporan. Tahapan dilakukan agar dapat diketahui proses kerja dari tahapan-tahapan yang dilakukan ketika proses investigasi *audio forensic*.

(a) Skenario Kasus

Skenario kasus merupakan tahapan yang dilakukan untuk membuat sebuah kasus yang berkaitan dengan audio atau

rekaman suara. Dari hasil skenario kasus ini akan didapatkan sebuah rekaman suara dari suatu kejadian dan rekaman suara inilah yang nantinya akan dijadikan sebuah bukti digital audio untuk dilakukan pengujian terhadap *framework* yang telah dikembangkan. Skenario kasus dilakukan dengan cara melakukan proses perekaman suara terhadap seseorang yang dianggap sebagai tersangka atau pelaku dalam sebuah kasus, rekaman suara simulasi yang dilakukan harus lebih dari 20 kata (**Al-Azhar Nuh, 2011**).

Skenario kasus ini di ilustrasikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.5 Ilustrasi Skenario Kasus *Audio forensic*

Setelah dilakukannya skenario kasus langkah selanjutnya yaitu pengujian *framework* berdasarkan bukti rekaman atau bukti elektronik yang di dapatkan.

Dibawah ini merupakan sebagian besar kebutuhan sistem yang digunakan dalam melakukan skenario kasus, diantaranya adalah :

i. *Hardware* (Perangkat Keras)

1. Samsung Galaxy Tab 3V
2. CPU: QuadCore, 1.3GHz
3. RAM Size 1 GB
4. SD Card Size 512 MB

ii. *Software* (Perangkat Lunak)

1. OS Android
2. *Easy Voice Recorder*

(b) *Hardware/Software*

Tahapan ini merupakan tahapan utama dalam melakukan proses *testing* yang bertujuan untuk menentukan kelayakan dari *framework* yang telah dikembangkan dari penelitian sebelumnya. Pada tahapan ini akan disebutkan dan dijelaskan *hardware* dan *software* apa saja yang akan digunakan dalam proses testing dan ujicoba *framework* yang telah dikembangkan dalam melakukan proses investigasi *audio forensic*.

(c) Uji Coba Framework

Tahapan ini merupakan tahapan dilakukanya ujicoba *framework* berdasarkan hasil simulasi kasus. Hasil dari rekaman suara akan di dilakukan investigasi *audio forensic* menggunakan *framework* yang telah dikembangkan. Dalam proses ujicoba juga akan dilakukan identifikasi dari tiap-tiap tahapan *framework* dan teknik

investigasi *audio forensic* yang telah dikembangkan dari *framework* sebelumnya.

d) Analisis *Framework*

Dari hasil ujicoba akan dilihat kinerja dari *framework* yang dikembangkan, proses analisis *framework* merupakan proses evaluasi terhadap *framework* yang di kembangkan. Evaluasi terhadap *framework* digunakan untuk melihat kekurangan-kekurangan dalam tahapan-tahapan *framework* yang telah dikembangkan dan di ujicoba. Tahapan inilah yang akan menjadi penentu keberhasilan *framework* yang dikembangkan. Jika *framework* yang dikembangkan berhasil melakukan investigasi terhadap audio maka langkah terakhir yaitu pembuatan laporan, jika tidak maka proses pengembangan *framework* nya akan kembali ke tahapan Pengembangan *Framework* Menggunakan metode SDLC.

(e) Laporan

Tahapan ini berisi laporan hasil analisis *framework* dengan melakukan perbandingan kelebihan dan kekurangan dari *framework* yang dikembangkan dan *framework* yang sebelumnya.

E. Uji Kelayakan *Framework*

Setelah *framework* baru selesai dibangun dan diujicoba, tahap berikutnya yaitu menguji kelayakan dari *framework* yang telah

dibangun. Pengujian kelayakan ini direncanakan adalah dengan membandingkan antara *framework* yang baru dengan *framework audio forensic* yang telah ada sebelumnya. Proses perbandingan ini diharapkan dapat membuktikan bahwa *framework* yang baru lebih dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dalam melakukan identifikasi terkait *audio forensic* secara lebih spesifik.

F. Kesimpulan

Pada tahapan ini adalah tahapan pengambilan kesimpulan, setelah *framework* yang dibuat telah dianalisa dinyatakan lulus uji, langkah berikutnya adalah penjelasan tentang kesimpulan dari keberhasilan akses *framework* yang telah dikembangkan.

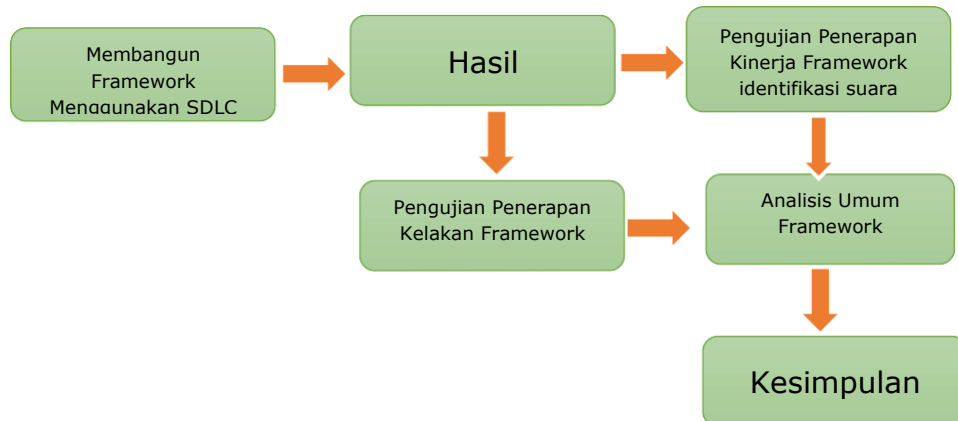
G. Hipotesis

Terdapat penerapan Digital Forensik yang signifikan untuk identifikasi Audio Digital dengan metode *Systems Development Life Cycle* (SDLC).

BAB 4

Hasil Dan Pembahasan

Skema dari hasil pembahasan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.1 Skema pembahasan

A. Penerapan Digital Forensic menggunakan SDLC

Tabel 4.1 Penerapan Digital Forensik untuk Identifikasi Audio Digital dengan metode SDLC

Tahapan Proses	Definisi Proses	Uraian Penerapan Model	Hasil/Output
<i>Planning</i>	Mengidentifikasi <i>Framework</i> terkait audio forensik	Tahapan perencanaan awal yang mana tahapan ini akan melakukan identifikasi terhadap <i>framework</i> sebelumnya yang berkaitan dengan audio forensik	Tabel identifikasi <i>framework</i> terkait audio forensik
<i>Analysis</i>	Mengidentifikasi tahapan-tahapan	Tahapan analisis dengan melakukan identifikasi terhadap tahapan-tahapan <i>framework</i> yang	Tabel identifikasi tahapan investigasi audio

	<i>framework</i> sebelumnya	akan dikembangkan	Forensik
<i>Design</i>	Melakukan proses Eliminasi dan menambahkan tahapan baru	Proses dilakukannya eliminasi terhadap tahapan yang memiliki makna yang sama setelah itu akan dilakukan penambahan baru teknik investigasi yang belum ada pada <i>framework</i> sebelumnya untuk mendukung proses investigasi audio forensik	Tabel eliminasi tahapan investigasi dari <i>framework</i> dan penelitian sebelumnya.
<i>Implementasi</i>	Proses pengembangan <i>framework</i> dari hasil <i>design</i> pada tahapan sebelumnya.	Proses pengembangan <i>framework</i> berdasarkan tahapan-tahapan dari <i>framework</i> dan teknik investigasi audio forensic sebelumnya. Proses pengembangan <i>framework</i> akan dibuat dalam bentuk <i>state chart diagram</i> menggunakan <i>Microsoft visio</i>	<i>Framework</i> yang telah dikembangkan
<i>Maintenance</i>	Proses pemeliharaan	Proses pemeliharaan <i>framework</i> yang telah dikembangkan selama penggunaan <i>framework</i>	Pemeliharaan/ pengecekan kembali <i>framework</i> yang telah Dikembangkan

B. Pengembangan *Framework* menggunakan SDLC

Dalam proses pengembangan ini peneliti menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) untuk melakukan proses pengembangan *framework* identifikasi *audio forensic*. Adapun tahapan-tahapan dalam proses pengembangan *framework* yaitu :

a. Planning

Planning atau tahap perencanaan merupakan tahap awal dari proses mengembangkan *framework*. Dimana bertujuan untuk melakukan ekstraksi terhadap tahapan pada *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* dan sasaran-sasaran atau tujuan yang ingin dicapai.

Pada tahapan ini pengumpulan data didapatkan dari hasil identifikasi kasus terhadap

framework dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya.

a. *Framework* Investigasi *Audio forensic*

Menurut Roy Rudolf Huizen,dkk (2016) Dalam melakukan investigasi *audio forensic* adalah sebagai berikut :

Tahap 1 : Pengecekan Keaslian, meliputi :

- ▣ Pengecekan rekaman bukti
- ▣ Pengecekan rekaman pembanding

▣ Tahap 2 : Akuisisi, meliputi :

▣ Akuisisi rekaman bukti, meliputi :

- Karakteristik bukti (jumlah kata rekaman, sampling rate).
- Kualitas bukti (noise, gain).

▣ Akuisisi rekaman pembanding :

- Karakteristik pembanding (text dependent, sampling rate, jumlah sampel rekaman).
- Kualitas pembanding.

▣ Tahap 3 : Perbaikan bukti dan pembanding, meliputi :

▣ Filtering

▣ Penguat sinyal

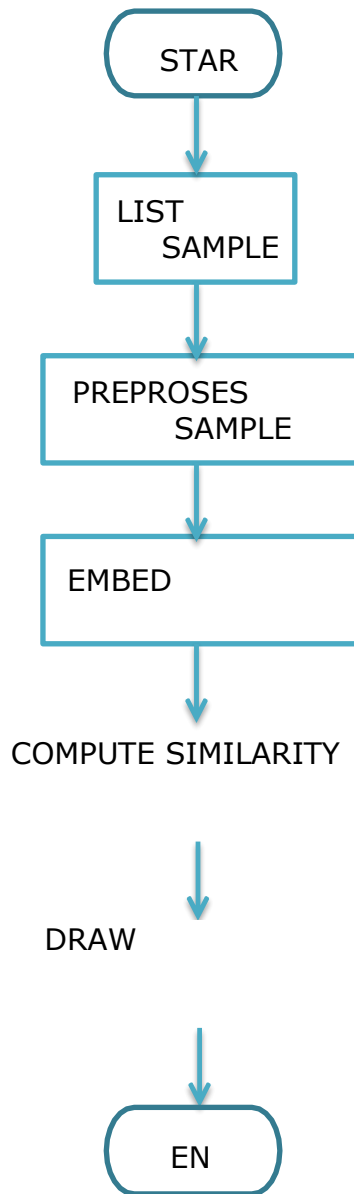
▣ Tahap 4 : Identifikasi, meliputi :

▣ Ekstraksi fitur (Praat/MFCC) □ F0, F1, F2, F3, B1, B2, B3, B4.

▣ Analisis fitur (likelihood ratio).

▣ Tahap 5 : Hasil identifikasi/Laporan, meliputi :

- Identik.
- Tidak Identik.
- Bukti tidak cukup.



Gambar 4.2 Metode Generalized End-to-End Loss for Speaker Verification.

b. Tahapan Metode generalized end-to-end loss for speaker

Menurut **Suyanto (2013)** Speaker adalah perangkat elektronika yang terbuat dari logam dan memiliki membran, kumparan, serta magnet sebagai bagian yang saling melengkapi. Tanpa adanya membran, sebuah speaker tidak akan mengeluarkan bunyi, demikian juga sebaliknya. Fungsi tiap bagian pada speaker saling terkait satu sama lain.

Menurut **Purnamasari**, Speaker adalah transduser yang mengubah sinyal elektrik ke frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponennya yang berbentuk selaput.

- Tahap 1 : Star (Dimana kita akan memulai dari pada cara generalisasi atau proses pembacaan sample audio untuk mengetahui dimana adanya rekaman suara/bunyi)
- ❑ Tahap 2 : List sample audio (Proses pembacaan sample atau daftar audio).
- ❑ Tahap 3 : Preproses sample audio (Sebelum dilakukan komputasi terlebih dahulu melakukan proses contoh suara atau).
- ❑ Tahap 4 : Embed Utterances : (Ucapan dari setiap file audio).
- ❑ Tahap 5 : Compute similarity matrix (Hitung matrix kesamaan dari setiap audio)
- ❑ Tahap 6 : Draw Plot (Gambar Plot)
- ❑ Tahap 7 : End (Penampilan hasil akhirnya)



Gambar 4.3 Proses/Tahapan Forensika Audio

Sumber : teknik Forensika Audio Untuk Analisa Suara Pada Barang Bukti Digital.

c. Metode Investigasi *Audio forensic*.

Menurut (Nuh Al-Azhar, 2012) pada bukunya dengan judul Panduan Praktis Investigasi Komputer, Nuh Al-Azhar menjelaskan bahwa dalam melakukan perbandingan suara antara rekaman bukti dan rekaman pembanding dapat menggunakan metode/teknik *audio forensic* yaitu :

- Metode 1 : Analisis Statistik *Pitch*
- ☐ Metode 2 : Analisis *Formant* dan *Bandwidth* (analisis anova)
- Metode 3 : Analisis *Likelihood Ratio (LR)*
- Metode 4 : Analisis *Graphical Distribution*
- Metode 5 : Analisis *Spektogram*

d. Teknik *Enhancement Audio forensic*

Menurut Zjalic, J. (2017) proses *Enhancement audio forensic* terdiri dari 4 tahapan utama yaitu sebagai berikut :

- Tahap 1 : *Evidence Preparation*

- Tahap 2 : *Analysis*
- Tahap 3 : *Processing*
- Tahap 4 : *Output*

Berikut ini adalah tabel hasil ekstraksi *framework* dan tahapan investigasi *audio forensic* berdasarkan penjelasan di atas.

Tabel 4.1 Ekstraksi tahapan *framework* dan teknik investigasi *audio forensic*.

No	Paper Utama	Jenis Penelitian	Jumlah Tahapan/Teknik
1	Huizen, R. R., Jayanti, N. K. D. A., & Hostiadi, D. P. (2016). Model Acquisisi Rekaman Suara Di <i>Audio forensic</i>	<i>Framework</i> Investigasi <i>Audio forensic</i>	4 Tahapan
2	Wicaksono, G., & Prayudi, Y. (2013) Teknik Forensika Audio Untuk Analisa Suara Pada Barang Bukti Digital.	Tahapan Investigasi <i>audio forensic</i>	4 Tahapan
3	Nuh Al-Azhar, M. (2012). Digital Forensik Practical Guidelines for Computer Investigation.	Metode Investigasi <i>Audio forensic</i>	5 Metode
4	Zjalic, J. (2017). <i>a Proposed Framework for Forensik Audio Enhancement.</i>	Teknik <i>Enhancement</i> <i>Audio forensic</i>	4 Tahapan

Proses *Planning* dapat dirangkum berdasarkan tabel input output di bawah ini :

Tabel 4.2 Input output pada proses *Planning*

	Input	Proses	Output
1	<i>Framework</i> Investigasi <i>Audio forensic</i> .	<i>Planning</i>	5 Tahapan
2	Tahapan Investigasi <i>Audio forensic</i>		4 Tahapan
3	Metode Investigasi <i>Audio forensic</i> .		5 Teknik
4	Teknik <i>Enhancement Audio forensic</i> .		4 Tahapan

b. Analysis

Pada tahapan analysis dilakukan proses identifikasi terhadap tahapan investigasi *audio forensic* pada penelitian sebelumnya. Tujuannya untuk mengetahui kekurangannya masing-masing dengan cara mengumpulkan data dan informasi yang akan mendukung analisis terutama pada proses penanganan investigasi *audio forensic* secara umum.

Seluruh proses dan tahapan di jelaskan secara rinci dan pada hasil analisis akan di petakkan dalam sebuah tabel hasil identifikasi.

a. Identifikasi *framework* investigasi *audio forensic*

Tahapan ini adalah proses dilakukanya identifikasi terhadap tahapan-tahapan dalam *framework* investigasi *audio forensic* yang dibuat oleh Huizen, R. R., Jayanti, N. K.

D. A., & Hostiadi, D. P. (2016) hasil dari identifikasi nantinya akan terlihat jelas tujuan dari tahapan-tahapan *framework* tersebut.

b. Identifikasi tahapan *audio forensic*

Menurut Wicaksono, G., & Prayudi, Y. (2013) bahwa dalam proses investigasi digital forensik para penyidik dapat mengimplementasikan tahapan atau proses investigasi digital forensik ke investigasi *audio forensic*. Adapun tahapan tahapannya adalah sebagai berikut :

Tahap 1 : Pengumpulan (Digital Evidence *audio forensic* pada rekaman suara *suspect*), merupakan proses penerimaan rekaman suara *suspect* dari penyidik dan proses penggalan bukti digital *audio forensic* terhadap rekaman suara *suspect*.

☐ Tahap 2 : Pengujian (Rekaman suara *suspect* dan rekaman suara pembanding), merupakan proses pengujian terhadap data rekaman yang telah didapatkan dari tahap pengumpulan baik itu rekaman suara *suspect* maupun rekaman suara pembanding yang nantinya akan dianalisis dan mendapatkan informasi yang jelas.

☐ Tahap 3 : Analisis (Mendapatkan informasi berdasarkan *voice recognition*), merupakan proses analisis terhadap rekaman suara berdasarkan data rekaman suara *suspect* dan suara rekaman pembanding. Proses pencarian informasi akan dilakukan dengan membandingkan rekaman suara *suspect* dan rekaman suara pembanding. Semua informasi yang didapatkan akan dikumpulkan sebagai *summary* total yang nantinya akan dijadikan sebagai laporan.

☐ Tahap 4 : Laporan : (*Summary* total dari keseluruhan analisis *audio forensic*), merupakan proses pelaporan seluruh aktifitas yang dilakukn selama proses analisis terhadap rekaman suara, selain itu tahapan ini juga akan menjelaskan bahwa hasil dari *summary* total dapat di jadikan barang bukti yang sah

c. Identifikasi Teknik *Enhancement Audio forensic*

Menurut Zjalic, J. (2017) proses *Enhancement audio forensic* ada 4 tahapan utama yaitu :

☐ Tahap 1 : *Evidence Preparation*, merupakan langkah pertama yang penting dimana langkah ini adalah langkah untuk mempersiapkan rekaman bukti dan rekaman pembanding untuk dilakukan proses *enhancement* terhadap bukti rekaman yang akan di *Analysis*. Selain itu proses ini akan membuat sebuah kerangka kerja apa saja yang akan dilakukan dalam proses penanganan bukti rekaman suara agar nantinya hasil analisis dapat di terima dengan baik.

☐ Tahap 2 : *Analysis*, merupakan proses menganalisis rekaman bukti dan rekaman asli secara manual, proses ini dilakukan agar dapat mengetahui sejauh mana kualitas rekaman bukti yang akan di *enhancement*. Proses analisis yang dilakukan bisa menggunakan teknik *critical listening* and FFT analysis.

- ☐ Tahap 3 : *Processing*, merupakan proses dilakukannya *enhancement* untuk meningkatkan kualitas bukti rekaman. Proses *enhancement* harus dilakukan dengan hati-hati dan hanya digunakan ketika memang dirasa penting untuk dilakukannya peningkatan kualitas rekaman suara.
- ☐ Tahap 4 : *Output*, merupakan tahapan akhir dari proses *enhancement*, tahapan ini akan fokus terhadap format file audio yang akan di hasilkan yang nantinya dapat di mainkan pada semua jenis pemutar audio. Selain itu pada tahapan ini juga akan mengecek integritas rekaman suara menggunakan MD5 dan SHA-1.

d. Identifikasi Metode Investigasi *Audio forensic*

Menurut Nuh Al-Azhar (2012), bahwa dalam melakukan perbandingan suara antara rekaman bukti dan rekaman pembanding dapat menggunakan metode atau teknik *audio forensic* yaitu :

- ☐ Metode 1 : Analisis Statistik *Pitch*, Analisa ini didasarkan pada kalkulasi statistik nilai pitch dari masing-masing suara unknown dan known. Karakteristik pitch dari masing-masing suara tersebut dibandingkan pada minimum pitch, maximum pitch dan mean pitch.
- ☐ Metode 2 : Analisis *Formant* dan *Bandwidth* (analisis anova), Analisa ini didasarkan pada analisa One-way Anova (Analysis of Variances) yang mengkalkulasi secara statistik nilai-nilai Formant 1, Formant 2, Formant 3 dan Formant 4 dari suara unknown (Suara Barang Bukti) dan known (Suara Subyek1). Anova akan menunjukkan tingkat perbedaaan antara 2 (dua) kelompok data pada masing-masing *formant* dari suara unknown dan known, yang ditandai dengan perbandingan ratio F dan F critical, dan nilai probability P.
- ☐ Metode 3 : Analisis Likelihood Ratio (LR) Analisis likelihood ratio digunakan untuk memperkuat hasil analisis Anova yang didapat

sebelumnya dengan memberikan statement hipotesis mendukung penuntutan/perlawanan, karena analisis likelihood ratio ini dapat menjelaskan seberapa level analisis yang mendukung hipotesis penuntutan maupun hipotesis perlawanan.

- ☐ Metode 4 : Analisis Graphical Distribution, Analisa ditujukan untuk menggambarkan dalam bentuk grafis pola penyebaran (distribusi) masing- masing nilai formant untuk melihat level perbedaan distribusi nilai formant dari suara unknown dan known. Biasanya analisa ini dibuat dalam bentuk perbandingan F1 vs F2 dan F2 vs F3
- ☐ Metode 5 : Analisis *Spektogram*, Analisa ini menunjukkan pola umum yang khas pada kata yang diucapkan dan pola khusus yang khas pada masing- masing formant suku kata yang dianalisa. Pola-pola khas tersebut juga termasuk dalam analisa tingkatan energi dari masing-masing formant.

Rangkuman dari hasil identifikasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Identifikasi *framework* dan tahapan investigasi *audio forensic*

Identifikasi	Framework Investigasi	Tahapan Investigasi	Teknik Enhancement	Analisis Investigasi	Nilai ID
Tahap 1	Tahap Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i> Pengecekan rekaman bukti. Pengecekan rekaman pembandingan.	Tahap Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>	<i>Evidence Preparation</i>	Analisis Statistik <i>Pitch</i>	1 1.1 1.2
Tahap 2	Tahap Akuisisi/ <i>Acquisition</i> Akuisisi Rekaman Bukti Akuisisi Rekaman Pembandingan	Tahap Pengujian suara rekaman <i>suspect</i> dan suara rekaman pembandingan	<i>Analysis</i>	Analisis <i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)	2 2.1 2.2
Tahap 3	Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i> Rekaman Bukti Rekaman Pembandingan	Tahap Analisis untuk Mendapatkan informasi berdasarkan <i>voice recognition</i> .	<i>Processing</i>	Analisis Likelihood Ratio (LR)	3 3.1 3.2
Tahap 4	Tahap Identifikasi/ <i>Identification</i>	Tahap Pembuatan	<i>Output</i>	Analisis Graphical	4

	Praat/MFCC Likelihood Ratio	Laporan/ <i>Summary</i>		Distribution	4.1 4.2
Tahap 5	Tahap Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>			Analisis <i>Spektogram</i>	5

Berdasarkan penjelasan tabel di atas, maka tahapan proses *analysis* dapat dirangkum berdasarkan tabel dibawah ini :

Tabel 4.4 Input output proses *Analysis*

Input				Proses	Output
<i>Framework</i> Investigasi	Tahapan Investigasi	Teknik <i>Enhancement</i>	Analisis Investigasi		
Tahap Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i> Pengecekan rekaman bukti. Pengecekan rekaman pembandingan.	Tahap Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>	<i>Evidence Preparation</i>	Analisis Statistik <i>Pitch</i>	<i>Analysis</i>	1 1.1 1.2
Tahap Akuisisi/ <i>Acquisition</i> Akuisisi Rekaman Bukti Akuisisi Rekaman Pembandingan	Tahap Pengujian suara rekaman <i>suspect</i> dan suara rekaman pembandingan	<i>Analysis</i>	Analisis <i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)		2 2.1 2.2
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i> Rekaman Bukti Rekaman Pembandingan	Tahap Analisis untuk Mendapatkan informasi berdasarkan <i>voice recognition</i> .	<i>Processing</i>	Analisis Likelihood Ratio (LR)		3 3.1 3.2

Tahap Identifikasi/ <i>Identification</i> Praat/MFCC Likelihood Ratio	Tahap Pembuatan Laporan/ <i>Summary</i>	<i>Output</i>	Analisis Graphical Distribution	4 4.1 4.2
Tahap Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>			Analisis <i>Spektogram</i>	5

c. Design

- a. Proses eliminasi *framework* dan tahapan investigasi *audio forensic* untuk pengembangan *framework*.

Sebelum dilakukannya proses eliminasi terlebih dahulu akan dilakukan proses pendefinisian setiap tahapan dan sub-tahapan dari tahapan *framework*, tahapan investigasi dan metode investigasi dari penelitian sebelumnya hal ini berguna untuk menentukan urutan dari setiap tahapannya. Berikut ini tabel pendefinisian dari tahapan *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* penelitian sebelumnya.

Tabel 4.5 Pendefinisian tahapan dan sub-tahapan *framework* dan tahapan investigasi audio forensik penelitian sebelumnya.

Tahapan	Urutan tahapan <i>framework</i> , tahapan Investigasi, dan Analisis <i>Audio forensic</i>		
	Tahapan <i>Framework</i>	Tahapan Investigasi	Analisis <i>Audio forensic</i>
Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i>	1		
Pengecekan rekaman bukti.	1.1		
Pengecekan rekaman pembanding.	1.2		
Akuisisi/ <i>Acquisition</i>	2		
Akuisisi Rekaman Bukti	2.1		
Akuisisi Rekaman Pembanding	2.2		
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i>	3		
Rekaman Bukti	3.1		
Rekaman Pembanding	3.2		
Identifikasi/ <i>Identification</i>	4		
Praat/MFCC	4.1		
Likelihood Ratio	4.2		
Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>	5		
Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>		6	
Pengujian		1	
Analisis		4	

Tabel 4.6 Pendefinisian tahapan dan sub-tahapan *framework* dan tahapan investigasi audio forensik penelitian sebelumnya (Lanjutan)

Tahapan	Urutan tahapan <i>framework</i> , tahapan Investigasi, dan Analisis <i>Audio forensic</i>		
	Tahapan <i>Framework</i>	Tahapan Investigasi	Analisis <i>Audio forensic</i>
Pembuatan Laporan/ <i>Summary</i>		7	
<i>Evidence Preparation</i>		3.1.1	
<i>Analysis</i>		3.1.2	
<i>Processing</i>		3.1.3	
<i>Output</i>		3.1.4	
Analisis Statistik <i>Pitch</i>			4.1.1
<i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)			4.3
Likelihood Ratio (LR)			4.2
Graphical Distribution			4.4
<i>Spektogram</i>			4.1.2

Setelah melakukan proses pendefinisian terhadap tahapan dan sub-tahapan *framework* dan tahapan investigasi *audio forensic* penelitian sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah proses eliminasi berdasarkan hasil dari tabel pendefinisian, proses eliminasi akan dilakukan dengan mengurutkan berdasarkan urutan tertinggi dengan terminologi yang sama sehingga dapat di ketahui tahapan tahapan yang harus disempurnakan pada *framework* yang akan dikembangkan agar menghasilkan sebuah *framework* yang baik untuk investigasi *audio forensic*.

Tabel 4.7 Identifikasi urutan tertinggi dengan terminologi yang sama

Tahapan	Urutan tahapan <i>framework</i> , tahapan Investigasi, dan Analisis <i>Audio forensic</i>		
	Tahapan <i>Framework</i>	Tahapan Investigasi	Analisis <i>Audio forensic</i>
Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>		6	
Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i>	1		
Pengujian		1	
Pengecekan rekaman bukti.	1.1		
Pengecekan rekaman pembanding.	1.2		
Akuisisi/ <i>Acquisition</i>	2		
Akuisisi Rekaman Pembanding	2.2		
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i>	3		
Rekaman Bukti	3.1		
<i>Evidence Preparation</i>		3.1.1	
<i>Analysis</i>		3.1.2	
<i>Processing</i>		3.1.3	
<i>Output</i>		3.1.4	
Rekaman Pembanding	3.2		
Identifikasi/ <i>Identification</i>	4		
Analisis		4	
Praat/MFCC	4.1		
Analisis Statistik <i>Pitch</i>			4.1.1
<i>Spektogram</i>			4.1.2
Likelihood Ratio (LR)			4.2
Likelihood Ratio	4.2		
<i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)			4.3
Graphical Distribution			4.4
Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>	5		
Pembuatan Laporan/ <i>Summary</i>		7	

Setelah dilakukanya proses Identifikasi urutan tertinggi dengan terminologi yang sama langkah selanjutnya adalah proses eliminasi tahapan atau sub-tahapan yang memiliki makna yang sama dan melakukan pemberian ID baru sesuai urutan hasil dari hasil eliminasi tahapan dan sub-tahapan.

Tabel 4.8 Eliminasi dari hasil tabel Identifikasi Urutan tertinggi

Tahapan	Urutan tahapan <i>framework</i> , tahapan Investigasi, dan Analisis <i>Audio forensic</i>		
	Tahapan <i>Framework</i>	Tahapan Investigasi	Analisis <i>Audio forensic</i>
Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>		1	
Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i>	2		
Pengecekan rekaman bukti.	2.1		
Pengecekan rekaman pembanding.	2.2		
Akuisisi/ <i>Acquisition</i>	3		
Akuisisi Rekaman Bukti	3.1		
Akuisisi Rekaman Pembanding	3.2		
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i>	4		
Rekaman Bukti	4.1		
<i>Evidence Preparation</i>		4.1.1	
<i>Analysis</i>		4.1.2	
<i>Processing</i>		4.1.3	
<i>Output</i>		4.1.4	
Rekaman Pembanding	4.2		
Analisis		5	
Praat/MFCC	5.1		
Analisis Statistik <i>Pitch</i>			5.1.1
<i>Spektogram</i>			5.1.2
Likelihood Ratio (LR)			5.2
<i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)			5.3

Graphical Distribution			5.4
Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>	6		

Berdasarkan hasil pendefinisian dan proses eliminasi tahapan dan sub-tahapan yang memiliki makna yang sama, masi terdapat kekurangan dalam tahapan investigasi *audio forensic*, oleh karena itu selanjutnya akan dilakukan proses penambahan tahapan baru untuk *framework* agar dapat mendukung proses investigasi *audio forensic*.

Tabel 4.9 Pemberian Tahapan Baru

Tahapan	Tahapan Framework	Tahapan Investigasi	Analisis Audio forensic	Tahapan Baru
Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>		1		
Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i>	2			
Pengecekan rekaman bukti.	2.1			
Pengecekan rekaman pembandingan.	2.2			
Akuisisi/ <i>Acquisition</i>	3			
Akuisisi Rekaman Bukti	3.1			
Akuisisi Rekaman Pembandingan	3.2			
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i>	4			
Rekaman Bukti	4.1			
<i>Evidence Preparation</i>		4.1.1		
<i>Analysis (playback)</i>		4.1.2		
<i>Processing (noise reduction)</i>		4.1.3		
<i>Output</i>		4.1.4		
Rekaman Pembandingan	4.2			
Analisis		5		
Praat/MFCC	5.1			
Analisis Statistik <i>Pitch</i>			5.1.1	
<i>Spektogram</i>			5.1.2	

Tabel 4.9 Pemberian Tahapan Baru (Lanjutan)

Tahapan	Tahapan Framework	Tahapan Investigasi	Analisis Audio forensic	Tahapan Baru
Likelihood Ratio (LR)			5.2	
<i>Formant dan Bandwidth</i> (analisis anova)			5.3	
Graphical Distribution			5.4	
Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>	6			
<i>Pre-Process</i>				1
<i>Notification</i>				1.1
<i>Autorization</i>				1.2
<i>Preparation</i>				1.3
<i>Proactive</i>				2
<i>Proactive collection</i>				2.1
<i>Identification Evidence</i>				2.2
<i>Reactive</i>				3
<i>Acquisition extraction</i> (<i>Unknown Samples & Known Samples</i>)				3.3
<i>File Format Analysis</i>				2.1.1
<i>Header Analysis</i>				2.1.2
<i>Hex Data Analysis</i>				2.1.3
<i>Spectrum/Spectrogram Analysis</i>				2.1.4
<i>Decoding</i>				4.2
<i>Transcrip Recognition</i>				4.3
<i>Sampling</i>				4.4
<i>Acquisition (Known Samples)</i>				4.4.1
<i>Acquisition extraction (Known Samples)</i>				4.4.2
<i>Enhancement</i>				4.4.3

Tabel 4.9 Pemberian Tahapan Baru (Lanjutan)

Tahapan	Tahapan Framework	Tahapan Investigasi	Analisis Audio forensic	Tahapan Baru
<i>Voice Recognition</i>				5
<i>Presentation</i>				6
<i>Chain of Custody</i>				6.1
<i>Notes</i>				6.2
<i>Visualitatio Report</i>				6.3
<i>Post-Process</i>				7
<i>Returns evidence</i>				7.1
<i>Store Evidence</i>				7.2
<i>Dessemination</i>				7.3

Berdasarkan tabel 4.9 di atas terdapat beberapa tahapan dan sub-tahapan baru dalam *framework* yang akan dikembangkan, dari tahapan dan sub-tahapan yang baru terdapat tahapan dan sub-tahapan yang memiliki urutan teratas sehingga perlu dilakukannya perbaikan urutan berdasarkan tahapan dan sub-tahapan teratas.

Tabel 4.10 Urutan tahapan dan sub-tahapan yang memiliki tahapan baru

Tahapan	Tahapan Framework	Tahapan Investigasi	Analisis Audio forensic	Tahapan Baru
<i>Pre-Process</i>				1
<i>Notification</i>				1.1
<i>Autorization</i>				1.2
<i>Preparation</i>				1.3
<i>Proactive</i>				2
<i>Proactive collection</i>		2.1		
<i>Identification Evidence</i>				2.2
<i>Reactive</i>				3
<i>Acquisition (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.1			
<i>Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)</i>				3.2
<i>Authentication (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.3			
<i>File Format Analysis</i>				3.3.1
<i>Header Analysis</i>				3.3.2
<i>Hex Data Analysis</i>				3.3.3
<i>Spectrum/Spectrogram Analysis</i>				3.3.4
<i>Enhancement (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.4			
<i>Evidence Preparation</i>		3.4.1		
<i>Analysis (playback)</i>		3.4.2		
<i>Processing (noise reduction)</i>		3.4.3		
<i>Output</i>		3.4.4		
<i>Decoding</i>				4
<i>Transcrip Recognition</i>				4.1
<i>Sampling</i>				4.2
<i>Acquisition (Known Samples)</i>				4.2.1

Tabel 4.10 Urutan tahapan dan sub-tahapan yang memiliki tahapan baru (Lanjutan)

Tahapan	Tahapan Framework	Tahapan Investigasi	Analisis Audio forensic	Tahapan Baru
<i>Enhancement</i>				4.2.3
<i>Analysis</i>		5		
<i>Voice Recognition</i>	5.1			
<i>Analysis Statistik Pitch</i>			5.1.1	
<i>Formant dan Bandwidth</i>			5.1.2	
<i>Analysis Anova</i>			5.1.2.1	
<i>Likelihood Ratio (LR)</i>			5.1.2.2	
<i>Graphical Distribution</i>			5.1.3	
<i>Spektogram</i>			5.1.4	
<i>Presentation</i>				6
<i>Reporting</i>	6.1			
<i>Chain of costudy</i>				6.1.1
<i>Notes</i>				6.1.2
<i>Visualitation Report</i>				6.2
<i>Post-Process</i>				7
<i>Returns evidence</i>				7.1
<i>Store Evidence</i>				7.2
<i>Dessemination</i>				7.3

b. Normalisasi

Proses normalisasi adalah proses perbandingan dari *framework* dan tahapan yang belum dikembangkan investigasi sebelumnya dengan *framework* investigasi *audio forensic* yang telah dikembangkan.

Tabel 4.11 Normalisasi perbandingan *framework* sebelumnya dan *framework* setelah dikembangkan.

Framework Investigasi	Terdapat pada Pengembangan Framework bagian :	Tahapan Investigasi	Terdapat pada Pengembangan Framework bagian :
Tahap Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i> Pengecekan rekaman bukti. Pengecekan rekaman pembandingan.	3.2	Tahap Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>	2.1
Tahap Akuisisi/ <i>Acquisition</i> Akuisisi Rekaman Bukti Akuisisi Rekaman Pembandingan	3.1	Tahap Pengujian suara rekaman <i>suspect</i> dan suara rekaman pembandingan	3.3
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i> Rekaman Bukti Rekaman Pembandingan	3.3	Tahap Analisis untuk Mendapatkan informasi berdasarkan <i>voice recognition</i> .	5.1
Tahap Identifikasi/ <i>Identification</i> Praat/MFCC Likelihood Ratio	5.1	Tahap Pembuatan Laporan/ <i>Summary</i>	6.1
Tahap Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>	6.1		

Tabel 4.11 Normalisasi perbandingan *framework* sebelumnya dan *framework* setelah dikembangkan (Lanjutan)

Teknik <i>Enhancement</i>	Terdapat pada Pengembangan <i>Framework</i> bagian :	Metode Analisis <i>Audio forensic</i>	Terdapat pada Pengembangan <i>Framework</i> bagian :
<i>Evidence Preparation</i>	3.3.1	Analisis Statistik <i>Pitch</i>	5.1.1
<i>Analysis</i>	3.3.2	Analisis <i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)	5.1.2
<i>Processing</i>	3.3.3	Analisis Likelihood Ratio (LR)	5.1.3
<i>Output</i>	3.3.4	Analisis Graphical Distribution	5.1.4
		Analisis <i>Spektogram</i>	5.1.5

Tabel 4.11 merupakan tabel Normalisasi perbandingan *framework* sebelumnya dengan *framework* setelah dikembangkan. Dari hasil tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semua tahapan baik itu dari *Framework Investigasi*, Tahapan investigasi, Teknik *Enhancement* dan metode analisis *audio forensic* telah tercantum pada tahapan *framework* yang telah dikembangkan. Oleh karena itu Berdasarkan penjelasan di atas maka proses *design* dapat disimpulkan berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 4.12 Input output proses *design*

Input				Proses	Output	
Framework Investigasi	Tahapan Investigasi	Teknik <i>Enhancement</i>	Analisis Investigasi		Tahapan yang dikembangkan	Urutan tahapan
Tahap Pengecekan Keaslian/ <i>Authentication</i> Pengecekan rekaman bukti. Pengecekan rekaman pembandingan.	Tahap Pengumpulan <i>Digital Evidence</i>	<i>Evidence Preparation</i>	Analisis Statistik <i>Pitch</i>	<i>Design</i>	<i>Pre-Process</i>	1
Tahap Akuisisi/ <i>Acquisition</i> Akuisisi Rekaman Bukti Akuisisi Rekaman Pembandingan	Tahap Pengujian suara rekaman <i>suspect</i> dan suara rekaman pembandingan	<i>Analysis</i>	Analisis <i>Formant</i> dan <i>Bandwidth</i> (analisis anova)		<i>Notification</i>	1.1
Tahap Perbaikan/ <i>Enhancement</i> Rekaman Bukti Rekaman Pembandingan	Tahap Analisis untuk Mendapatkan informasi berdasarkan <i>voice recognition</i> .	<i>Processing</i>	Analisis Likelihood Ratio (LR)		<i>Autorization</i>	1.2
Tahap Identifikasi/ <i>Identification</i>	Tahap Pembuatan	<i>Output</i>	Analisis		<i>Preparation</i>	1.3

Praat/MFCC Likelihood Ratio	Laporan/ <i>Summary</i>		Graphical Distribution		
Tahap Hasil Identifikasi/ <i>Reporting</i>			Analisis <i>Spektogram</i>	<i>Proactive</i>	2

Tabel 4.12 Input output proses *design* (lanjutan)

Input				Proses	Output	
<i>Framework</i> Investigasi	Tahapan Investigasi	Teknik <i>Enhancement</i>	Analisis Investigasi		Tahapan yang di kembangkan	Urutan tahapan
				Design	<i>Proactive collection</i>	2.1
					<i>Identification Evidence</i>	2.2
					<i>Reactive</i>	3
					<i>Acquisition (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.1
					<i>Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.2
					<i>Authentication (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.3
					<i>File Format Analysis</i>	3.3.1
					<i>Header Analysis</i>	3.3.2
					<i>Hex Data Analysis</i>	3.3.3
					<i>Spectrum/Spectrogram Analysis</i>	3.3.4

					<i>Enhancement (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.4
					<i>Evidence Preparation</i>	3.4.1
					<i>Analysis (playback)</i>	3.4.2
					<i>Processing (noise reduction)</i>	3.4.3
					<i>Output</i>	3.4.4
					<i>Decoding</i>	4
					<i>Transcrip Recognition</i>	4.1

Tabel 4.12 Input output proses *design* (Lanjutan)

Input				Proses	Output	
<i>Framework</i> Investigasi	Tahapan Investigasi	Teknik <i>Enhancement</i>	Analisis Investigasi		Tahapan yang di kembangkan	Urutan tahapan
				Design	<i>Sampling</i>	4.2
					<i>Acquisition (Known Samples)</i>	4.2.1
					<i>Acquisition extraction (Known Samples)</i>	4.2.2
					<i>Enhancement</i>	4.2.3
					<i>Analysis</i>	5
					<i>Voice Recognition</i>	5.1
					<i>Analysis Statistik Pitch</i>	5.1.1
					<i>Formant dan Bandwidth</i>	5.1.2
					<i>Analysis Anova</i>	5.1.2.1
					<i>Likelihood Ratio (LR)</i>	5.1.2.2
					<i>Graphical Distribution</i>	5.1.3
					<i>Spektogram</i>	5.1.4
					<i>Presentation</i>	6
					<i>Report dan Visualisation</i>	6.1

					<i>Chain of Custody</i>	6.1.1
					<i>Notes</i>	6.1.2
					<i>Visualisation Report</i>	6.2
					<i>Post-Process</i>	7
					<i>Returns evidence</i>	7.1
					<i>Store Evidence</i>	7.2
					<i>Dessemination</i>	7.3

d. Implementation

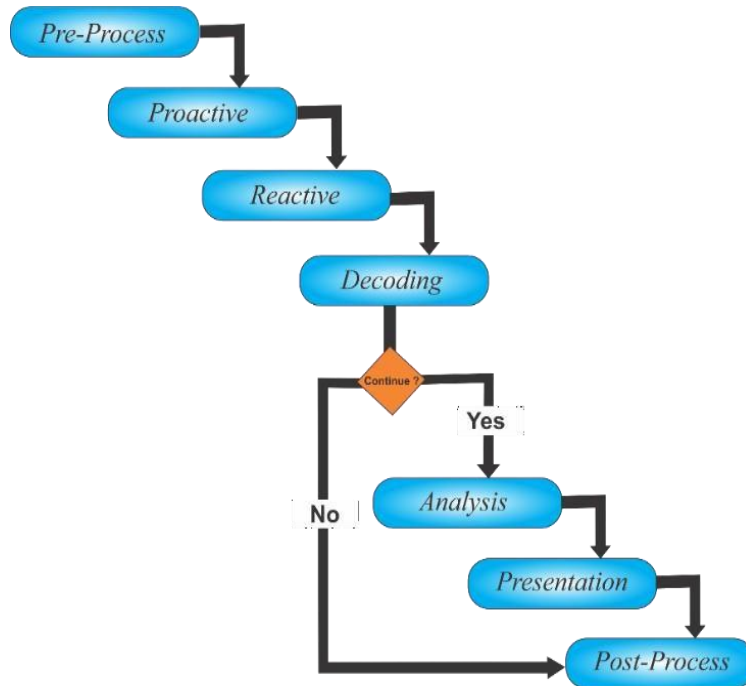
Tahapan *implementation* merupakan tahapan untuk mengimplementasikan rancangan dari setiap tahapan-tahapan *framework* yang telah dikembangkan. Di tahapan ini akan dilakukan proses pengembangan *framework* berdasarkan tahapan-tahapan dari *framework* dan teknik investigasi *audio forensic* sebelumnya. Proses pengembangan *framework* akan dibuat dalam bentuk *state chart diagram* menggunakan program *Microsoft visio*. Bentuk dari pengembangan *framework* akan dibuat secara berurutan berdasarkan tahapan awal dan sub tahapan awal sampai dengan tahapan akhir hingga membentuk sebuah *framework* yang utuh sehingga dapat digunakan untuk investigasi *audio forensic*. Berikut ini tabel detail tahapan dan sub- tahapan *framework audio forensic* yang telah dikembangkan.

Tabel 4.13 Detail tahapan *framework* yang telah dikembangkan.

Tahapan Framework	Urutan Tahapan
<i>Pre-Process.</i>	1
<i>Notification</i>	1.1
<i>Autorization</i>	1.2
<i>Preparation.</i>	1.3
<i>Proactive.</i>	2
<i>Proactive collection.</i>	2.1
<i>Identification Evidence.</i>	2.2
<i>Reactive.</i>	3
<i>Acquisition (Unknown Samples & Known Samples).</i>	3.1
<i>Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)</i>	3.2
<i>Authentication (Unknown Samples & Known Samples).</i>	3.3
<i>File Format Analysis</i>	3.3.1
<i>Header Analysis</i>	3.3.2

<i>Hex Data Analysis</i>	3.3.3
<i>Spectrum/Spectrogram Analysis</i>	3.3.4
<i>Enhancement (Unknown Samples & Known Samples).</i>	3.4
<i>Evidence Preparation.</i>	3.4.1
<i>Analysis (playback)</i>	3.4.2
<i>Processing (noise reduction)</i>	3.4.3
<i>Output.</i>	3.4.4
<i>Decoding.</i>	4
<i>Transcrip Recognition</i>	4.1
<i>Sampling</i>	4.2
<i>Acquisition (Known Samples)</i>	4.2.1
<i>Acquisition extraction (Known Samples)</i>	4.2.2
<i>Enhancement.</i>	4.2.3
<i>Analysis.</i>	5
<i>Voice Recognition</i>	5.1
<i>Analysis Statistik Pitch</i>	5.1.1
<i>Formant dan Bandwidth</i>	5.1.2
<i>Analysis Anova</i>	5.1.2.1
<i>Likelihood Ratio (LR)</i>	5.1.2.2
<i>Graphical Distribution</i>	5.1.3
<i>Spektogram</i>	5.1.4
<i>Presentation.</i>	6
<i>Reporting</i>	6.1
<i>Chain of Costudy</i>	6.1.1
<i>Notes</i>	6.1.2
<i>Visualitation Report</i>	6.2
<i>Post-Process.</i>	7
<i>Returns evidence.</i>	7.1
<i>Store evidence.</i>	7.2
<i>Dessemination.</i>	7.3

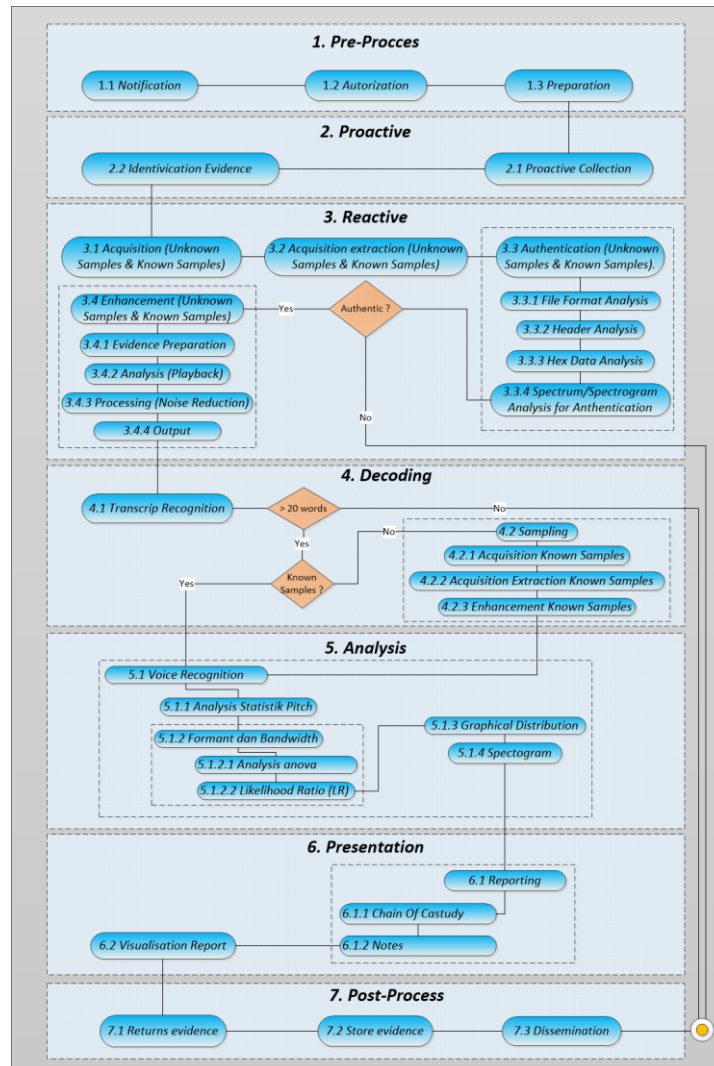
Secara garis besar hasil dari pengembangan *framework* terbagi atas 7 tahapan utama, yaitu :



Gambar 4.4 Tahapan utama *framework* yang telah dikembangkan.

Berikut ini adalah detail tahapan dari *framework audio forensic* yang telah di kembangkan dari *framework audio forensic* sebelumnya

:



Gambar 4.5 Flow Detail tahapan *framework* yang telah dikembangkan

Adapun penjelasan dari tahapan utama dan sub-tahapan dari *framework audio forensic* yang telah di kembangkan adalah sebagai berikut :

- ▣ *Pre-Process* merupakan tahapan awal dari tahapan investigasi *audio forensic*, tahapan ini terdapat tiga sub-tahapan.
 - *Notification* merupakan tahapan menerima informasi terjadinya kejahatan, dengan barang bukti berupa rekaman suara.
 - *Autorization* merupakan tahapan mendapatkan hak tau izin dari pihak penegak hukum untuk melakukan proses investigasi terhadap kasus yang ada.
 - *Preparation* merupakan proses mempersiapkan segala kebutuhan dalam melakukan proses investigasi baik itu di TKP ataupun di laboratorium.
- ▣ *Proactive* merupakan proses atau tahapan yang dilakukan di tempat kejadian perkara, pada tahapan ini terdapat dua sub-tahapan.
 - *Proactive collection* merupakan aktifitas yang dilakukan di TKP untuk menemukan dan mengoleksi barang bukti digital atau barang bukti elektronik di tempat kejadian perkara.
 - *Identification Evidence* merupakan proses mengidentifikasi barang bukti digital atau barang bukti elektronik yang telah didapatkan di tempat kejadian perkara.
- ▣ *Reactive* merupakan tahapan penyelidikan dan identifikasi terhadap barang bukti yang ditemukan baik dari tempat kejadian perkara maupun di laboratorium forensik, tahapan ini meliputi :
 - *Acquisition (Unknown Samples & Known Samples)* merupakan tahapan untuk melakukan proses akuisisi terhadap barang bukti, pada proses ini barang bukti yang di akuisisi berupa barang bukti rekaman suara asli dan rekaman suara pembanding.
 - *Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)*, merupakan tahapan untuk melakukan ekstraksi barang bukti dari hasil akuisisi baik itu rekaman suara asli maupun rekaman suara

pembandingan menggunakan alat bantu ekstraksi.

- *Authentication (Unknown Samples & Known Samples)* merupakan tahapan untuk melakukan Pengecekan Keaslian atau proses mengverifikasi rekaman yang didapatkan dari penyidik untuk dilakukan proses perbandingan suara menggunakan teknik *audio forensic*, proses pengecekan keaslian rekaman meliputi proses pengecekan rekaman bukti dan rekaman pembandingan. Jika hasil dari *authentication* tidak authentic maka proses selanjutnya tidak bisa di lanjutkan tetapi jika dari hasil yang didapatkan menyatakan autentik maka lanjut ke tahapan *enhancement*.
- ▣ *File Format Analysis*, merupakan proses untuk mendokumentasikan informasi yang relevan untuk analisis selanjutnya. Analisis file format akan menampilkan beberapa informasi mengenai audio yang akan di analisis di antaranya format, file size, duration, bit rate, sampling rate dan lain sebagainya.
- ▣ *Header Analysis*, merupakan proses analisis terhadap *header* file audio, hal ini dilakukan untuk melihat apakah format file tersebut sesuai dengan ekstensi nama file. Seperti RIFF atau heksa 52 49 46 46 menunjukkan wav, heksa 49 44 33 menunjukkan MP3, heksa 30 26 B2 menunjukkan WMA. Jika format file berbeda dengan *header file* maka dapat dipastikan bahwa file tersebut telah dimanipulasi.
- ▣ *Hex Data Analysis*, merupakan tahapan untuk menampilkan informasi yang berguna yang dapat diperiksa dalam pembacaan *heksadesimal* dengan menampilkan karakter ASCII. Dalam analisis hex data para investigator bisa saja menemukan informasi mengenai nama aplikasi eksternal (jika ada), informasi pasca pemrosesan dan informasi-informasi yang berguna lainnya dalam mendukung analisis keaslian dari audio.
- ▣ *Spectrum/Spectrogram Analysis*, merupakan tahapan yang berfungsi untuk melakukan proses *authentication* terhadap audio. Dalam analisis ini dapat diketahui jika terjadi potongan-potongan sinyal pada

audio yang akan dianalisis.

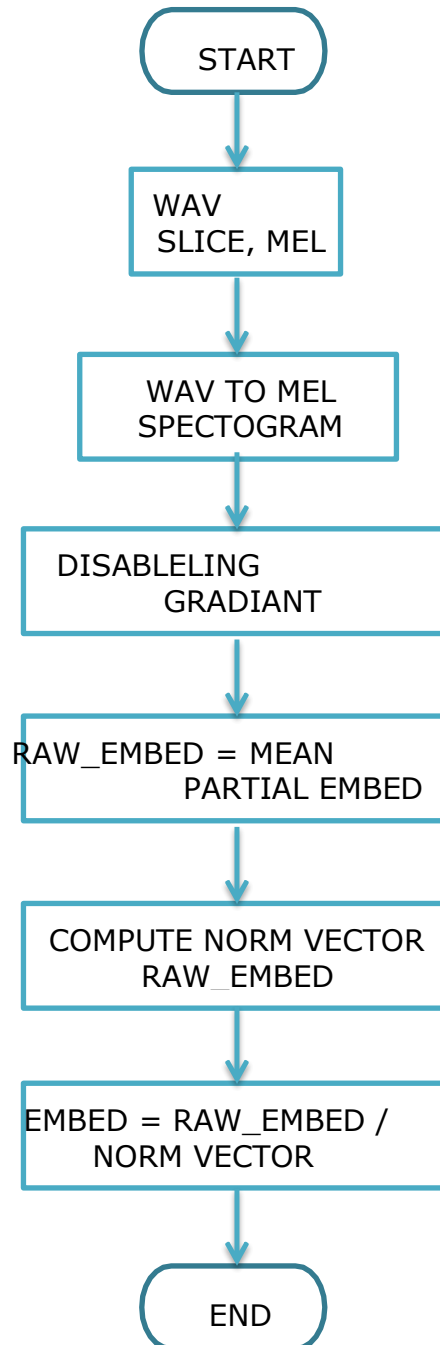
- ☐ *Enhancement (Unknown Samples & Known Samples)* merupakan proses perbaikan rekaman bukti dan rekaman pembanding, proses yang dilakukan berfungsi untuk perbaikan sinyal rekaman baik itu rekaman bukti maupun rekaman pembanding yang mana rekaman tersebut didapatkan dari kondisi dan lingkungan yang tidak ideal sehingga kualitas rekaman dengan amplitude lemah dan berderau. Langkah-langkah yang dapat dilakukan :
- *Evidence Preparation*, merupakan langkah pertama yang penting dimana langkah ini adalah langkah untuk mempersiapkan rekaman bukti dan rekaman pembanding untuk dilakukan proses *enhancement* terhadap bukti rekaman yang akan di *Analysis*. pada tahapan ini dilakukan pengecekan terhadap format file yang dimiliki, jika format file terkompresi maka harus di konversi terlebih dahulu ke format file yang mendukung yang dapat di jalankan pada aplikasi yang akan digunakan, ada beberapa format file audio yang tidak terkompresi seperti file WAV, AIFF, AU dan raw header-less PCM. Dalam proses konversi harus diperhatikan beberapa hal antara lain jika akan di konversi dari format .ogg ke format .WAV maka kedalaman bit harus lebih tinggi minimal 44,1 Khz, 24 bit. Untuk melakukan konversi dapat melalui website <https://online-audio-converter.com/>.
 - *Analysis (playback)*, merupakan proses menganalisis rekaman bukti dan rekaman asli secara manual, proses ini dilakukan agar dapat mengetahui sejauh mana kualitas rekaman bukti yang akan di *enhancement*. Proses analisis yang dilakukan bisa menggunakan teknik *critical listening analysis*.

- *Processing (noise reduction)*, merupakan proses dilakukannya *enhancement* untuk meningkatkan kualitas bukti rekaman. Proses *enhancement* harus dilakukan dengan hati-hati dan hanya digunakan ketika memang dirasa penting untuk dilakukannya peningkatan kualitas rekaman suara.
- *Output*, merupakan tahapan akhir dari proses *enhancement*, tahapan ini akan fokus terhadap format file audio yang akan di hasilkan yang nantinya dapat di mainkan pada semua jenis pemutar audio. Selain itu pada tahapan ini juga akan mengecek integritas rekaman suara menggunakan MD5 dan SHA-1.
- ▣ *Decoding* merupakan proses pembuatan transkrip rekaman dan pembuatan rekaman pembanding berdasarkan *sampling rate bukti* yang didapatkan.
Transcrip Recognition merupakan proses pembuatan transkrip rekaman suara, pembuatan transkrip rekaman suara harus dilakukan minimal 2 (dua) orang pemeriksa, hal ini dilakukan akan mendapatkan nilai akurasi yang lebih persis terhadap hasil transkrip. jika hasil transkrip percakapan objek yang akan di analisis ≥ 20 kata maka akan dilanjutkan proses pembuatan rekaman pembanding, jika tidak maka proses selanjutnya tidak bisa dilanjutkan.
- *Sampling* merupakan proses pembuatan atau pengambilan suara rekaman pembanding. Proses pembuatan rekaman pembanding harus memperhatikan karakteristik dari rekaman suara asli berupa *sampling rate* dan hasil *Transcrip Recognition*.

- ▣ *Acquisition* merupakan proses akuisisi rekaman suara pembanding yang telah dibuat.
- ▣ *Acquisition extraction* merupakan proses ekstraksi rekaman suara pembanding menggunakan tools yang tersedia agar bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya.
- ▣ *Enhancement* merupakan proses perbaikan terhadap rekaman pembanding yang telah dibuat.
- *Analysis* merupakan proses untuk mengidentifikasi rekaman suara, tahapan analisis dapat dilakukan dengan teknik *voice recognition*.
- *Voice Recognition* merupakan Proses untuk memastikan apakah suara yang ada di dalam rekaman barang bukti adalah IDENTIK dengan contoh suara pembanding, analisis yang dapat dilakukan bisa berupa :
 - ▣ *Analysis Statistik Pitch* merupakan analisis yang didasarkan pada kalkulasi statistic nilai *pitch* dari masing-masing suara rekaman barang bukti dan suara rekaman *sampling*, karakteristik masing-masing suara tersebut dibandingkan pada *Pitch minimum, maximum, quantile, mean* dan *standar devisiasi*. Jika karakteristik *pitch* dari masing-masing suara tersebut menunjukkan perbedaan yang besar, maka dapat disimpulkan bahwa *pitch* dari suara barang bukti dan *sampling* adalah berbeda. biasanya dilengkapi dengan grafik antara suara barang bukti dengan suara pembanding.

- *Analisis Spektogram* merupakan analisis yang didasarkan pada pola umum dan pola khusus yang bersifat khas antara sura barang bukti dan suara pembanding. Pola-pola yang khas dapat meliputi *formant 1*, *formant 2* dan *formant 3* yang disertai level energi (*bandwidth*) pada masing-masing *formant*.
- ▣ *Presentation* merupakan tahapan untuk menyajikan hasil, tahapan ini meliputi :
 - *Reporting* merupakan tahapan pembuatan laporan hasil analisis.
 - ▣ *Chain of Costudy*, tahapan penyertaan dokumen *chain of costudy* yang harus berisikan deskripsi bukti dan dokumentasi setiap adanya perpindahan barang bukti.
 - ▣ *Notes*, merupakan tahapan pembuatan catatan yang berasal dari setiap langkah pemeriksaan.
 - *Visualitation Report*, merupakan tahapan menyajikan hasil dalam bentuk presentasi.
 - ▣ *Post-Process* merupakan tahapan akhir dari proses investigasi *audio forensic*, tahapan ini meliputi :
 - *Returns evidence* merupakan pengembalian barang bukti ke pemiliknya atau ke penyidik.
 - *Store evidence* merupakan proses penyimpanan barang bukti hasil akuisisi.
- Dessemination* merupakan tahapan untuk melakukan review pada investigasi yang telah dilaksanakan sebagai perbaikan pada penyelidikan berikutnya.

Detail tahapan dari *embed utterances*



Gambar 4.5 Flow Detail tahapan *embed utterances* yang telah dikembangkan

Proses komputasi embedding untuk satu ucapan. Ucapan itu dibagi menjadi beberapa ucapan dan embedding dan dihitung untuk masing-masing. Penyematan ucapan lengkap adalah Rata-rata embedding L2-normed dari ucapan parsial.

e. Maintenance

Maintenance/tahapan pemeliharaan adalah proses pemeliharaan *framework* selama penggunaan. Tahapan ini juga merupakan tahapan pengecekan terhadap *framework* untuk terus memberikan dukungan terhadap penggunaanya agar tetap mampu beroperasi secara benar melalui tahapan-tahapan dalam *framework* yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan proses investigasi *audio forensic*. Ilustrasi proses *maintenance* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.6 Ilustrasi proses *maintenance framework*

Berdasarkan penjelasan diatas, maka tahapan proses *maintenance* dapat dirangkum

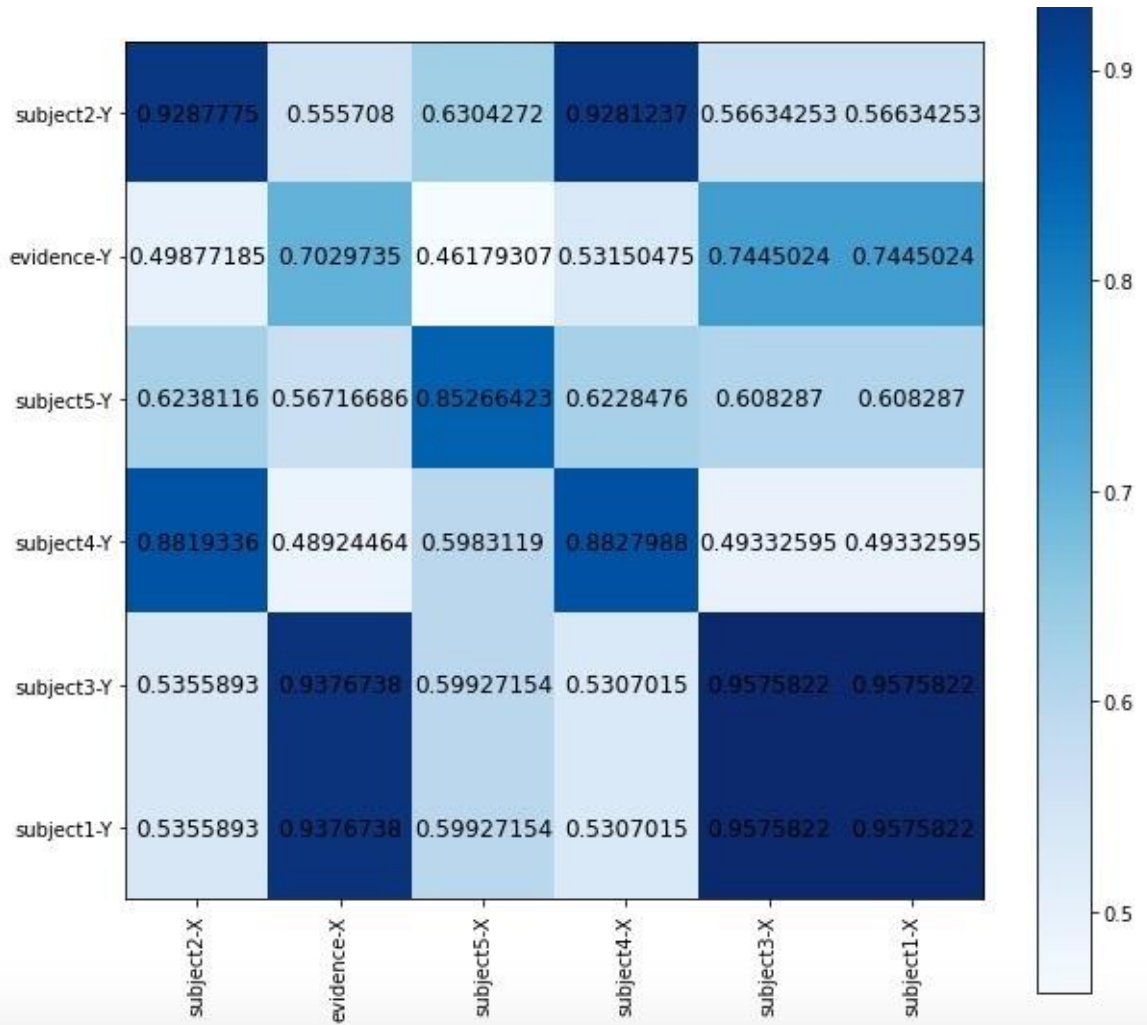
berdasarkan tabel berikut ini :

Tabel 4.14 Input output pada proses *maintenance*

Input	Proses	Output
<i>Framework</i> yang telah dikembangkan.	<i>Maintenance</i>	Pemeliharaan/pengecekan kembali <i>framework</i> yang telah dikembangkan.

C. Hasil

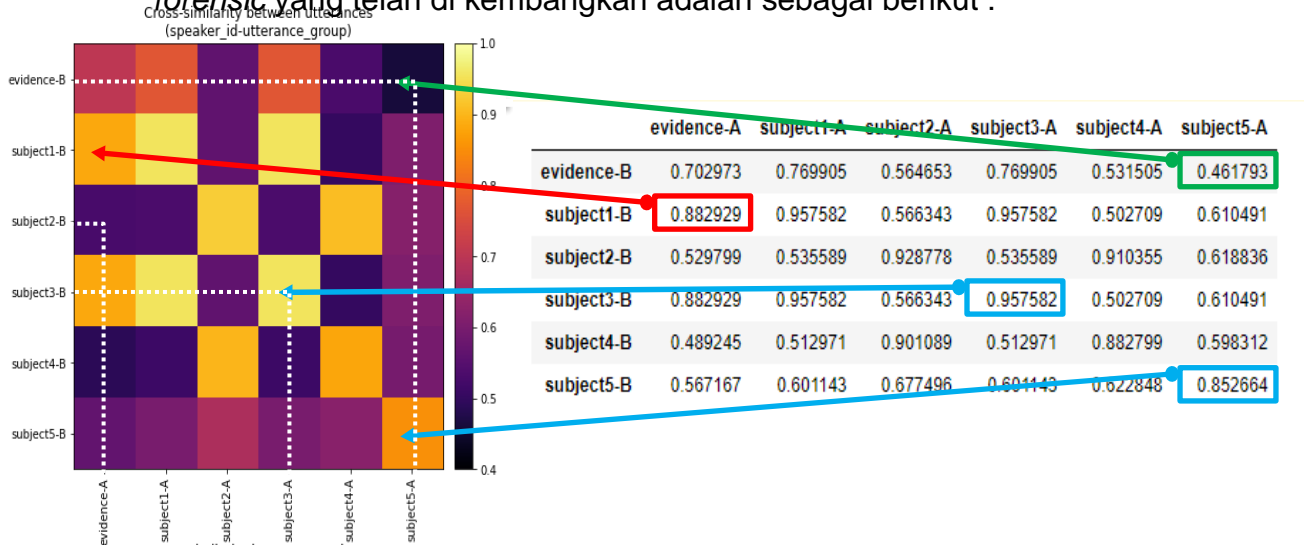
Hasil yang didapatkan dari pengembangan *Embed Utterances* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.7 Flow Audio forensic Identificatio Framework

Adapun penjelasan dari tahapan utama dan sub-tahapan *audio*

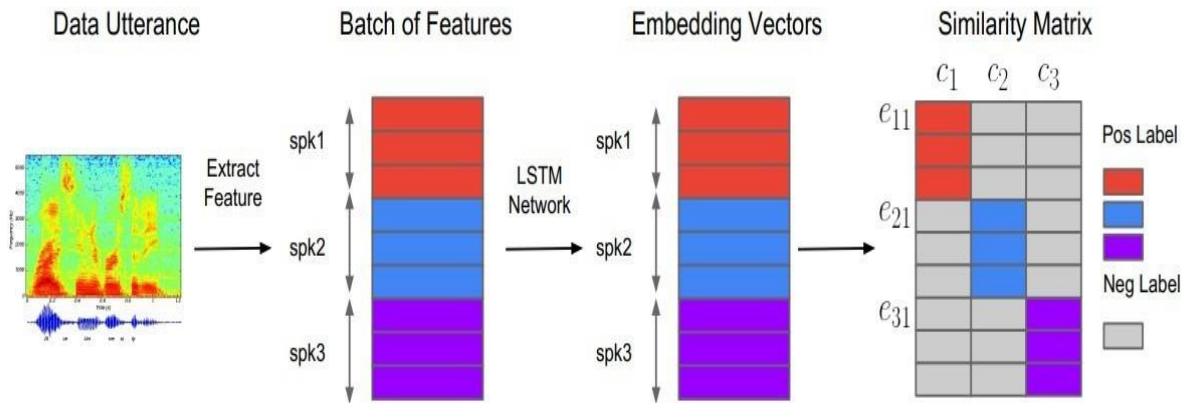
forensic yang telah di kembangkan adalah sebagai berikut :



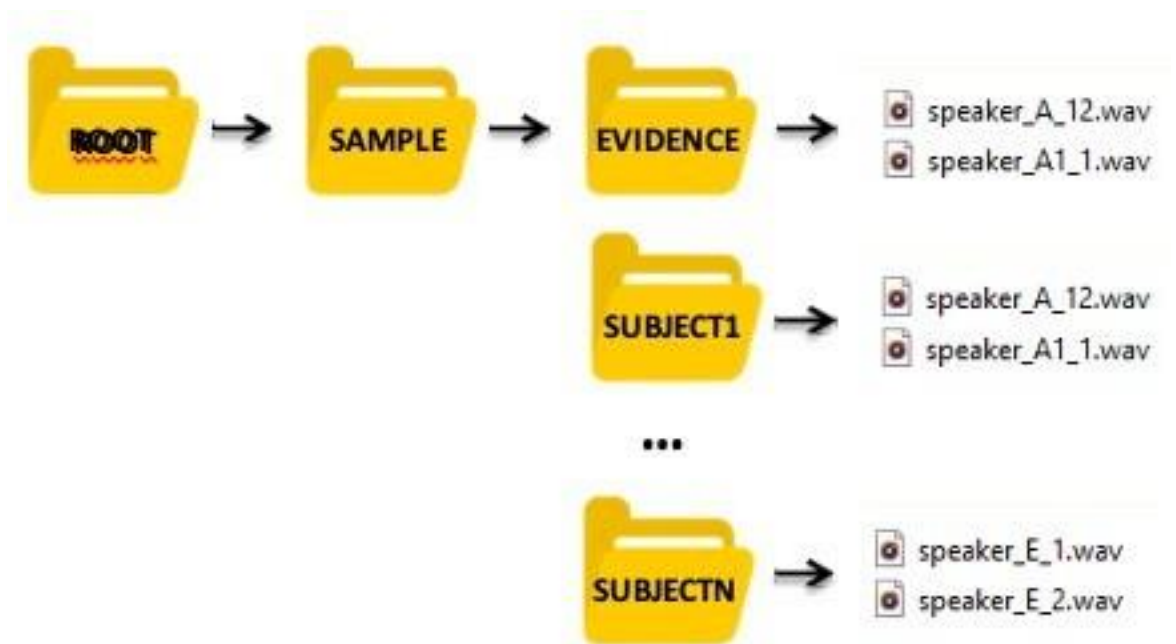
Gambar 4.8 Flow penjelasan *Audio forensic Identificatio Framework*

- Hasil pembacaan matrix, audio evidence dengan audio subject1 mempunyai nilai kemiripan tertinggi = 0.882929
 - Hasil pembacaan matrix, audio evidence dengan audio subject5 mempunyai nilai kemiripan terendah = 0.461793
 - Hasil pembacaan matrix, audio subject3-B dengan audio subject3-A mempunyai nilai kemiripan tertinggi = 0.957582, karena merupakan sample suara dari orang yang sama.
- Hasil pembacaan matrix, audio subject3-B dengan audio subject3-A mempunyai nilai kemiripan = 0.852664, karena merupakan sample suara dari orang yang sama.

Gambaran umum sistem. Warna yang berbeda menunjukkan ucapan / embeddings dari speaker yang berbeda.



Gambar 4.9 Gambaran umum sistem *Embeddings* dari speaker yang berbeda



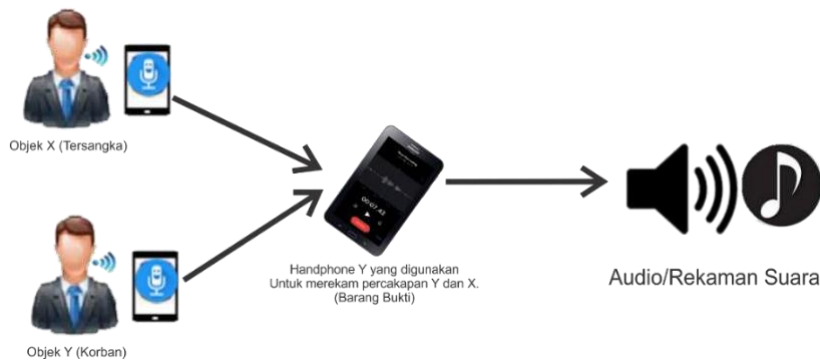
Gambar 4.10 Struktur folder data audio sample

a. Pengujian Penerapan Kinerja *Framework*

Proses testing *framework* terdiri dari 4 tahapan :

(a) Skenario Kasus

Tahapan skenario kasus ini dilakukan untuk pengujian terhadap *framework* yang telah dikembangkan, dalam pembuatan skenario kasus akan dilibatkan 2 (dua) orang yang sedang berbicara.



Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 4.11 Ilustrasi Skenario Kasus *Audio forensic*

X dan Y merupakan rekan kerja di sebuah perusahaan. Y memiliki hubungan emosional yang sangat baik dengan atasannya sehingga Y sering mendapatkan proyek dari perusahaan tempat mereka bekerja. X merasa iri terhadap Y, hal ini dikarenakan X merupakan kariawan yang lebih senior di bandingkan Y seharusnya X lah yang paling banyak mendapatkan proyek dari perusahaan tersebut.

Pada tanggal 10 Juni 2020 si X menemui Y di sebuah ruangan kantor tempat mereka bekerja. Pertemuan dan percakapan pun terjadi antar X dan Y, X mengancam Y dengan ancaman jika dia tidak mengikuti perintah X maka dia akan dibunuh akan dibunuh. Dengan diam-diam Y merekam percakapan mereka menggunakan alat perekam suara tanpa pengetahuan X. Pada tanggal 12 Juni 2020 Y melaporkan X ke polisi dengan dugaan pengancaman terhadap Y. Barang bukti yang diberikan Y ke polisi berupa barang bukti elektronik (alat rekaman suara) hasil rekaman percakapan antara X

dan Y yang didalamnya terdapat dugaan pengancaman terhadap Y dan keluarganya.

Ketentuan pidana mengenai pengancaman diatur dalam Bab XXIII tentang Pemerasan dan Pengancaman Kitab Undang-Undang Hukum Pidana ("KUHP"). Mengenai ancaman kekerasan diatur dalam Pasal 368 ayat (1) KUHP:

"Barang siapa dengan maksud untuk menguntungkan diri sendiri atau orang lain secara melawan hukum, memaksa seorang dengan kekerasan atau ancaman kekerasan untuk memberikan barang sesuatu, yang seluruhnya atau sebagian adalah kepunyaan orang itu atau orang lain, atau supaya membuat hutang maupun menghapuskan piutang, diancam karena pemerasan, dengan pidana penjara paling lama sembilan tahun".

Lebih jauh, jika ancaman tersebut melalui media elektronik, pelaku pengancaman dapat dikenakan pidana berdasarkan UU No. 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik ("UU ITE") sebagaimana telah diubah oleh Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2016 tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik ("UU 19/2016") yaitu Pasal 29 UU ITE jo. Pasal 45B UU 19/2016, dengan bunyi sebagai berikut:

Pasal 29 UU ITE

"Setiap orang dengan sengaja dan tanpa hak mengirimkan Informasi elektronik dan/atau Dokumen Elektronik yang berisi ancaman kekerasan atau menakut-nakuti yang ditujukan secara pribadi".

Pasal 45B UU 19/2016

"Setiap Orang yang dengan sengaja dan tanpa hak mengirimkan Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik yang berisi ancaman kekerasan atau menakut-nakuti yang ditujukan

secara pribadi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 29 dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau denda paling banyak Rp750.000.000,00 (tujuh ratus lima puluh juta rupiah)”.

Alat bukti yang sah yang di dapatkan berupa perangkat elektronik handphone milik korban yang didalamnya terdapat Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik berupa file rekaman audio. Perangkat elektronik yang didalamnya terdapat Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik merupakan alat bukti yang sah, hal ini telah di atur dalam UU ITE Nomor 11 Tahun 2008 pasal 5 ayat (1). *“Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah”.*

Tabel 4.15 Barang Bukti

No	Jenis Kasus	Lokasi	Jenis Barang Bukti	
			Bukti Elektronik	Bukti Digital
1	Rekaman suara biasa	Jl. A.H Nasution no 105 Kendari	Handphone Y	Evidence1.ad1

(b) Hardware/Software

Dalam melakukan testing/ujicoba terhadap *framework* yang telah di kembangkan maka untuk proses *testing framework* dibutuhkan beberapa *hardware* dan *software* untuk mendukung proses ujicoba terhadap *framework* yang di kembangkan, adapun kebutuhanya adalah sebagai berikut :

a) *Hardware* (Perangkat keras)

▣ Laptop

- *Processor Intel Core i7*
- *RAM 8 GB*
- *Hardisk 1 TB, SSD 116 GB*

▣ Headphone/Headset

- *Card Reader*

b) *Software* (Perangkat Lunak)

- *Windows 10 Pro 64 bit*
- *Kali Linux*
- *AudaCity*
- *Praat*
- *Gnumeric*
- *Adobe Audition CC 2018*
- *FTK Imager versi 3.4.3.3*
- *USB write blocker*
- *MediaInfo*
- *Hex Editor Neo*
- *HashCalc*

(c) Ujicoba Framework

Tahapan ini adalah tahapan ujicoba *framework* yang telah di kembangkan, proses ujicoba dilakukan berdasarkan skenario kasus yang telah dibuat. Berikut ini penjelasan proses penanganan investigasi barang bukti *audio forensic* berdasarkan skenario kasus

dengan menggunakan *framework* yang telah dikembangkan :

a. Pre-Process

Pre-Process merupakan tahapan utama dalam melakukan proses investigasi *audio forensic*. pada tahapan ini seorang investigator menyiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan saat proses investigasi. Tahapan *pre-process* memiliki 3 sub-tahapan :

- *Notification*, tahapan menerima informasi terjadinya kejahatan, dengan barang bukti berupa rekaman suara. Selanjutnya penyidik/investigator akan menyiapkan form permohonan pengujian dan *Form Chain of Custody digital evidence*.



Gambar 4.12 Ilustrasi *Notification*

Form permohonan pengujian bertujuan sebagai dasar dari investigator untuk melakukan proses investigasi terhadap barang bukti yang di ajukan, sedangkan *form Chain of Custody digital evidence* bertujuan untuk mencatat data personal penyidik sampai dengan data dan konten barang bukti digital yang ditemukan di tempat kejadian perkara dan data lain sesuai mekanisme penyidikan.

- ▣ *Autorization*, tahapan mendapatkan hak tau izin dari pihak penegak hukum untuk melakukan proses investigasi terhadap kasus yang ada. Misalnya pihak penegak hukum memberikan haka tau izin terhadap investigator digital forensik untuk mengamankan dan melakukan analisis terhadap barang bukti audio yang terdapat di tempat kejadian perkara.
- ▣ *Preparation*, tahapan proses mempersiapkan segala kebutuhan dalam melakukan proses investigasi baik itu di TKP ataupun di laboratorium, diantaranya yang dipersiapkan dapat berupa personil, *hardware/software*, dan kebutuhan yang lainnya. Personil yang ditunjuk seharusnya memiliki kualifikasi yang baik untuk melakukan investigasi terhadap audio begitu juga *hardware/software* yang akan digunakan harus dapat di akui dan diizinkan untuk melakukan proses investigasi terhadap audio/rekaman suara baik itu di tempat kejadian perkara atau di laboratorium forensik.

b. Proactive

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan *proactive* tahapan ini merupakan proses/tahapan yang dilakukan di tempat kejadian perkara, pada tahapan ini terdapat dua sub-tahapan :

- ▣ *Proactive Collection*, merupakan aktifitas yang dilakukan di TKP untuk menemukan dan mengoleksi barang bukti digital atau barang bukti elektronik di tempat kejadian perkara. Berikut ini beberapa barang bukti elektronik yang bisa digunakan untuk merekan suara :



Gambar 4.13 Contoh barang bukti

Spesifikasi Barang Bukti yang ditemukan

dd	dd
Kondisi BB	: On
Nama Perangkat	: Wares
Merek Perangkat	: Samsung Galaxy Tab V3
Nomor Model	: SM-T116NU
Versi Android	: 4.4.4
IMEI	: 35854606416010/01
Memory Card	: 512 MB
RAM	: 1 GB

c. *Reactive*

Reactive merupakan tahapan penyelidikan dan identifikasi terhadap barang bukti yang ditemukan baik dari tempat kejadian perkara maupun di laboratorium forensik, tahapan ini terdiri dari 3 sub-tahapan :

□ *Acquisition (Unknown Samples & Known Samples)*, melakukan akuisisi terhadap barang bukti yang ditemukan di tempat kejadian perkara atau barang bukti yang dibawa pihak penegak hukum ke laboratorium untuk membantu proses investigasi dan analisis terhadap barang bukti tersebut. Barang bukti yang di akuisisi bisa berupa barang bukti rekaman suara asli (*Unknown Samples*) atau rekaman pembandingan (*Known Samples*).

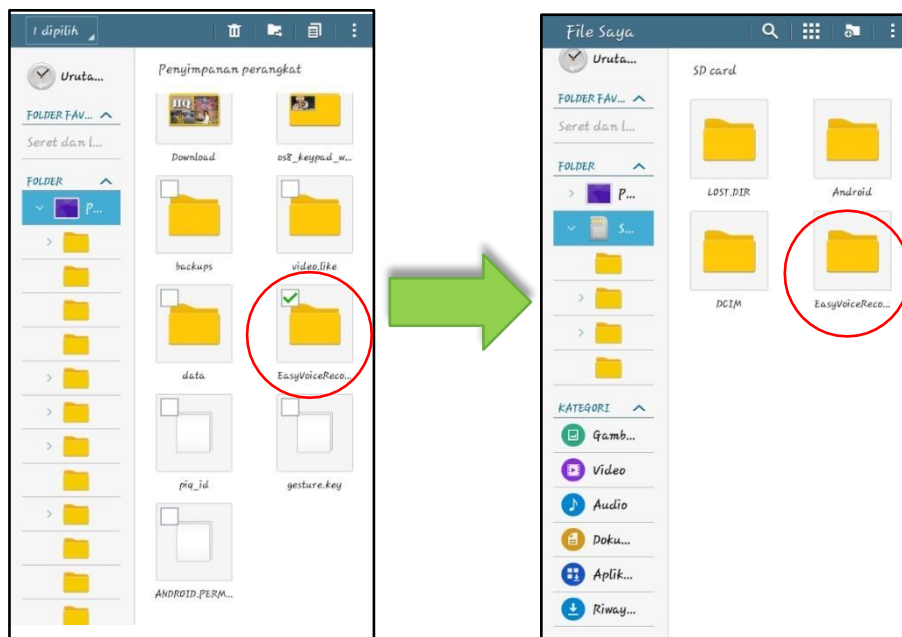
Berdasarkan skenario kasus yang dibuat dalam penelitian ini barang bukti yang ada hanya berupa rekaman suara asli, rekaman pembandingan belum dibuat oleh karena itu dalam tahapan ini barang bukti yang di akuisisi berupa barang bukti rekaman asli.

Ilustrasi akuisisi pada penelitian yang dilakukan menggunakan software AccessData FTK Imager versi 3.4.3.3. *AccessData Forensik ToolKit Imager* atau biasa di sebut “*AD FTK Imager*” merupakan salah satu tools forensik yang dikembangkan oleh perusahaan *AccessData* yang digunakan dalam dunia forensik digital untuk melakukan sistem akuisisi atau analisis data terhadap barang bukti elektronik dan barang bukti digital. Berikut adalah proses persiapan akuisisi :



Gambar 4.14 Persiapan awal penginstalan AccessData FTK Imager versi 3.4.3.3

Gambar 4.14 merupakan gambar ilustrasi persiapan penginstalan AccessData FTK Imager versi 3.4.3.3, pada umumnya AD FTK Imager digunakan untuk melakukan proses akuisisi atau proses pengcopyan file dengan teknik bit-by-bit yang nantinya hasil akuisisi tersebut yang akan digunakan dalam proses analisis tanpa harus mengganggu barang bukti asli. Untuk mempermudah proses akuisisi file rekaman dari handphone Y maka terlebih dahulu akan dilakukan proses pencopyan folder aplikasi perekam suara (EasyVoiceRecorder) dari memory internal ke SD Card. Tetapi jika file barang bukti rekaman suara tersimpan di flash disk atau hardisk maka proses akusisi bisa langsung dilakukan.



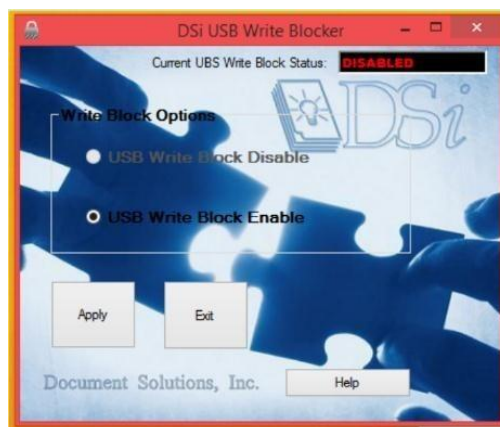
Gambar 4.15 Ilustrasi proses pencopyan folder aplikasi perekam suara (EasyVoiceRecorder) dari memory internal ke SD Card

Selanjutnya keluarkan SD Card dari handphone Y dan lakukan proses akuisisi terhadap SD Card menggunakan FTK Imager yang telah disiapkan, adapun proses akuisisi SD Card sebagai berikut : Dalam proses akuisisi SD Card akan menggunakan alat pembaca SD Card yaitu *Card Reader*, SD Card yang akan di akuisisi di masukkan ke *card reader* yang telah di siapkan.



Gambar 4.16 Ilustrasi *Card Reader*

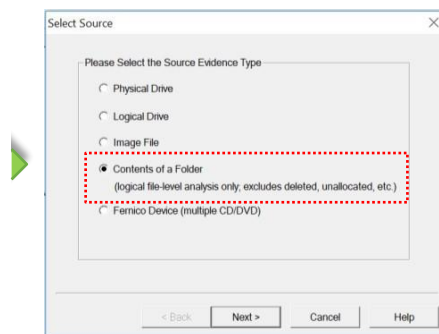
Dalam proses akuisisi jika menggunakan sistem operasi windows maka diwajibkan untuk memasang aplikasi *USB Write Blocker*. *Write blocker* berfungsi sebagai proteksi proses menulis data ke barang bukti. Write blocker diperlukan karena sifat dari sistem operasi komputer yang secara otomatis mengubah metadata file pada media penyimpanan, dan selain itu untuk mencegah proses penulisan dari aplikasi-aplikasi berbahaya seperti virus dan spyware.



Gambar 4.17 *USB Write Blocker*

Gambar 4.17 merupakan proses *write blocker USB*, jika akan melakukan proses akuisisi maka pilih options *USB Write Block*

Enable setelah itu klik Apply, maka secara otomatis USB yang akan di masukkan ke laptop akan terproteksi proses menulis data ke barang bukti.



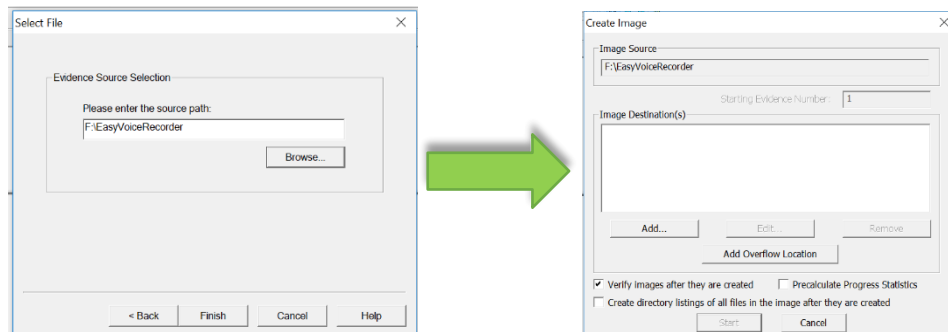
Gambar 4.18 Ilustrasi proses awal *Imaging* menggunakan FTK Imager

Gambar 4.18 merupakan tahapan awal proses *imaging* barang bukti audio. Dari gambar di atas ada 5 sumber yang dapat dipilih untuk melakukan proses *Imaging*. Yaitu :

- *Physical Drive*, perintah ini dipilih apabila sumber berasal dari komponen atau driver fisik misalnya kita akan melakukan akuisisi terhadap harddisk, flashdisk, dan lain-lain. Akuisisi akan dilakukan pada seluruh data yang terdapat pada harddisk dan flashdisk.
- *Logical Drive*, perintah ini dipilih apabila sumber berupa drive logis yang terdapat pada computer, misalnya pada partisi C, D, E, dan lain-lain.

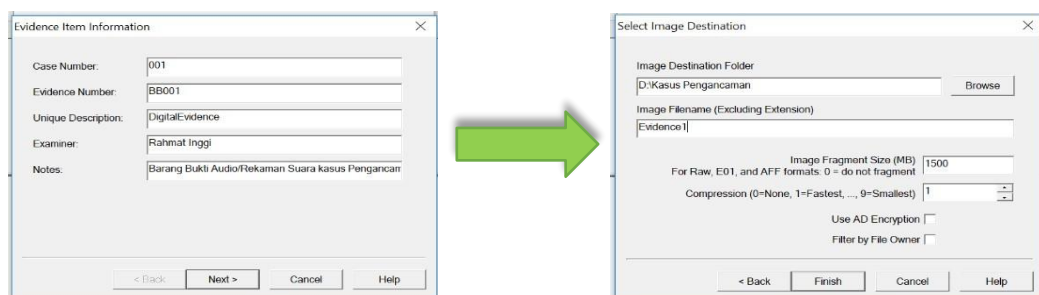
- *Image File*, perintah ini dipilih apabila sumber merupakan file cloning atau kompresi dari suatu drive/folder/CDROM yang menjadi sebuah file imaging dengan ekstensiaon ISO, VC4, dan lain-lain.
- *Contents of a Folder*, perintah ini dipilih apabila sumber berasal dari folder dan file didalamnya termasuk sub folder. Sumber ini biasanya digunakan apabila kita akan melakukan akuisisi hanya pada sebuah folder tertentu saja termasuk semua file yang berada didalamnya.
- *Fernico Device (Multiple CD/DVD)*, perintah ini dipilih apabila sumber berasal dari banyak CD/DVD. Pada perintah ini dapat dilakukan proses akuisisi pada banyak CD/DVD sekaligus.

Dalam studi kasus penelitian ini options yang dipilih yaitu *Contents of a Folder*, hal ini dikarenakan data yang akan diakuisisi hanya pada sebuah folder tertentu saja yaitu folder EasyVoiceRecorder termasuk semu a file didalamnya.



Gambar 4.19 Proses seleksi barang bukti

Gambar 4.19 merupakan proses seleksi folder barang bukti yang akan di akuisisi, pada penelitian ini sumber berasal dari *Card Reader* yang telah di pasang sebelumnya bersama *SD Card* dari handphone Y, lokasinya adalah *USB Drive F:\EasyVoiceRecorder*. Setelah menemukan sumber data atau folder yang akan diakuisisi maka langkah selanjutnya adalah menentukan informasi dari bukti, seperti



gambar berikut :

Gambar 4.20 Informasi barang bukti dan menentukan lokasi penyimpanan hasil akuisisi

Gambar 4.19 pada bagian pertama menunjukkan proses pengisian data informasi tentang barang bukti yang akan diakuisisi.

- Case Number* : Merupakan nomor kasus, pada penelitian ini yaitu 001
- Evidence Number* : Merupakan nomor barang bukti, pada penelitian ini yaitu BB001.
- Unique Description* : Merupakan deskripsi unik, pada penelitian ini yaitu DigitalEvidence.
- Examiner* : Merupakan pemeriksa barang buti, pada penelitian ini yaitu Rahmat Inggi.
- Notes* : Merupakan catatan ringkas terhadap barang bukti, pada penelitian ini adalah Barang bukti Audio/rekaman suara kasus pengancaman.

Gambar 4.19 pada bagian kedua menunjukkan proses pemilihan tempat penyimpanan hasil akuisisi yang dilakukan.

Image Destination Folder : Merupakan folder tempat menyimpan hasil

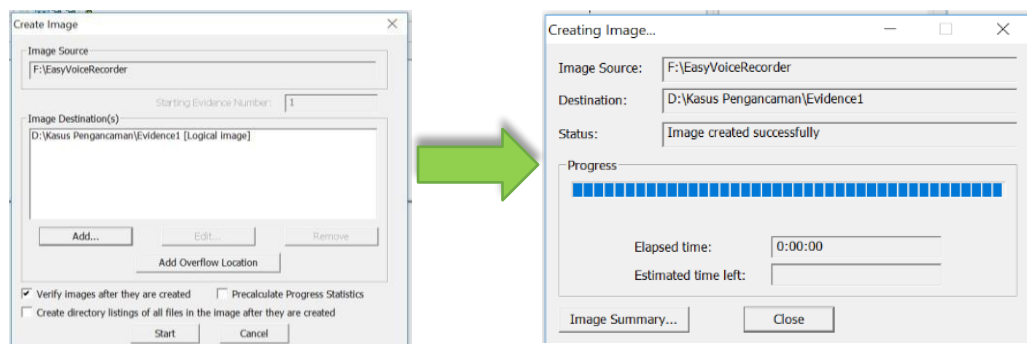
akuisisi, pada perintah ini terdapat perintah *Browse* yang berfungsi untuk menentukan atau memilih tempat penyimpanan hasil akuisisi. Pada penelitian ini tempat penyimpanan yang dipilih yaitu *Local Drive D:\Kasus*

Pengancaman

Image Filename (Excluding Extension)

: Merupakan tempat penulisan nama file hasil akuisisi, pada penelitian ini nama file yaitu *Evidence1*.

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses akuisisi, seperti gambar berikut ini :



Gambar 4.21 Memulai proses akuisisi

Gambar 4.20 pada bagian satu merupakan ilustrasi informasi dari akuisisi.

Image Source

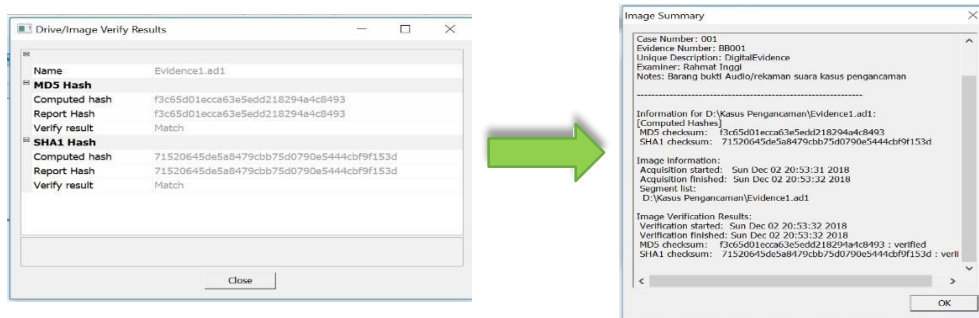
: Merupakan sumber file atau folder yang akan diakuisisi, pada penelitian ini sumber file berada di *F:\EasyVoiceRecorder*.

Image Destination(s)

: Merupakan tempat tujuan untuk menyimpan file hasil akuisisi, pada penelitian ini tempat penyimpanannya berada di *Local Drive D:\Kasus*

Pengancaman.

Sedangkan Gambar 4.21 bagian dua adalah proses akuisisi yang sedang berlangsung, proses akuisisi biasanya akan menyita waktu yang lama tergantung besarnya media penyimpanan yang akan diakuisisi.



Gambar 4.22 Hasil verifikasi akuisisi barang bukti

Pada gambar 4.20 menunjukkan hasil verifikasi dari proses akuisisi folder yang telah dilakukan. Hal ini dilakukan untuk menjaga integritas dari barang bukti hasil akuisisi. Metode yang digunakan yaitu metode *hashing* atau *hash value*. *Hash value* adalah nilai induk yang dihasilkan oleh suatu algoritma matematis yang berasal dari suatu file. Untuk melakukan verifikasi *hash value* biasanya dilakukan dengan menggunakan *checksum*. Pada penelitian ini *hash value* yang dihasilkan adalah :

Tabel 4.16 Hasil *Checksum*

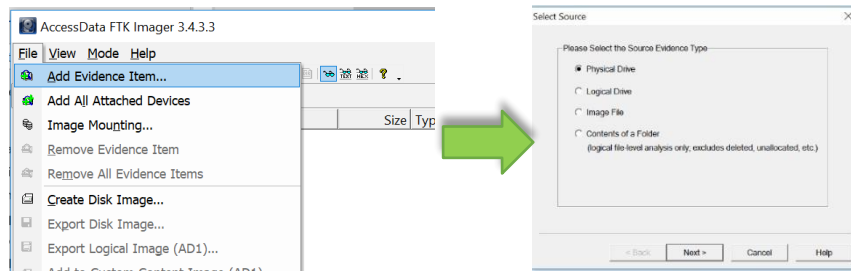
Jenis Hash	Nilai Hash	Hasil
<i>MD5 Hash</i>	f3c65d01ecca63e5edd218294a4c8493	<i>Match</i>
<i>MD5 Checksum</i>	f3c65d01ecca63e5edd218294a4c8493	
<i>SHA1 Hash</i>	71520645de5a8479cbb75d0790e5444cbf9f153d	<i>Match</i>
<i>SHA1 Checksum</i>	71520645de5a8479cbb75d0790e5444cbf9f153d	

Berikut ini gambar ilustrasi dari proses akuisisi barang bukti audio dari handphone Y.



Gambar 4.23 Ilustrasi proses akuisisi

- *Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)*, tahapan ini adalah tahapan untuk melakukan ekstraksi barang bukti dari hasil akuisisi sebelumnya. Alat bantu yang di gunakan dalam melakukan ekstraksi hasil akuisisi data sebelumnya pada penelitian ini menggunakan *AD FTK Imager versi 3.4.3.3*. berikut ini ilustrasi ekstraksi data hasil akuisisi menggunakan *AD FTK Imager versi 3.4.3.3* :

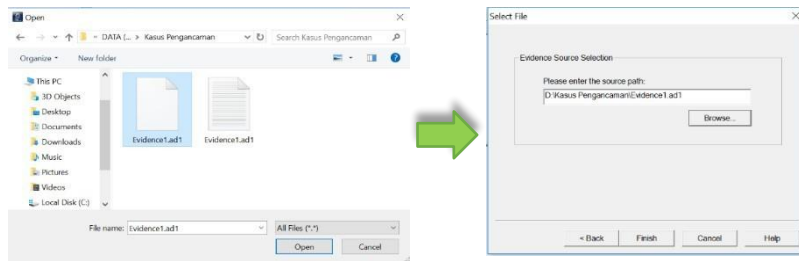


Gambar 4.24 Proses awal melakukan ekstraksi barang bukti hasil

Akuisisi Gambar 4.22 pada bagian satu merupakan perintah untuk menambahkan sebuah barang bukti yang akan di ekstraksi, setelah di pilih perintahnya maka akan tampil pemilihan sumber barang bukti seperti yang terlihat pada bagian dua. Pada pemilihan sumber barang bukti terdapat 4 pilihan antara lain :

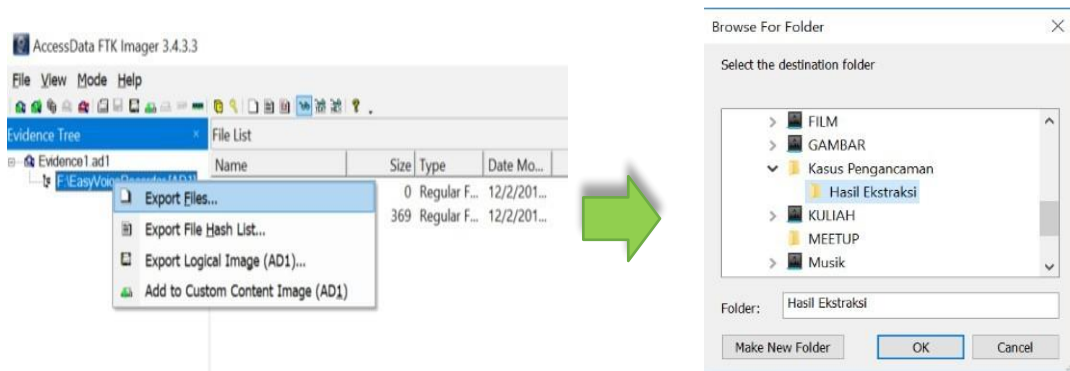
- *Physical Drive*, perintah ini dipilih apabila sumber berasal dari komponen atau driver fisik misalnya kita akan melakukan ekstrasi terhadap harddisk, flashdisk, dan lain-lain. Ekstrasi akan dilakukan pada seluruh data yang terdapat pada harddisk dan flashdisk.
- *Logical Drive*, perintah ini dipilih apabila sumber berupa drive logis yang terdapat pada computer, misalnya pada partisi C, D, E, dan lain-lain. Pada perintah ini proses ekstrasi hanya akan dilakukan pada satu partisi saja.
- *Image File*, perintah ini dipilih apabila sumber merupakan file cloning atau kompresi atau imaging dari suatu drive/folder/CDROM yang menjadi sebuah file imaging dengan ekstensiaon ad1, E01, ISO, VC4, dan lain-lain.
- *Contents of a Folder*, perintah ini dipilih apabila sumber berasal dari folder dan file didalamnya termasuk sub folder. Sumber ini biasanya digunakan apabila kita akan melakukan ekstraksi hanya pada sebuah folder tertentu saja termasuk semua file yang berada didalamnya.

Pada penelitian ini telah kita ketahui bahwa sumber file hasil akuisisi yang akan di ekstraksi memiliki ekstensi file ad1, berarti untuk pemilihan sumber barang bukti akan dipilih perintah *Image File*. Langkah selanjutnya adalah memilih file yang akan di ekstraksi.



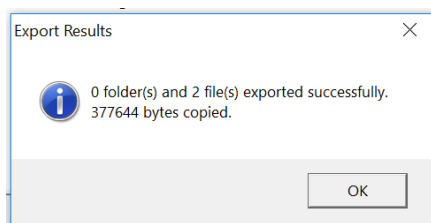
Gambar 4.25 Pemilihan file barang bukti yang akan di ekstraksi

Pada gambar 4.23 bagian satu menampilkan proses pemilihan file barang bukti hasil akuisisi yang akan di ekstraksi, sedangkan bagian dua menampilkan lokasi file yang akan di ekstaksi berasal dari *Local Disk D:\Kasus Pengancaman\Evidence1.ad1*.



Gambar 4.26 Pemilihan folder hasil ekstraksi

Gambar 4.24 bagian pertama merupakan perintah untuk melakukan *ekspor file* barang bukti hasil akuisisi, sedangkan pada bagian dua merupakan pemilihan folder tempat disimpannya file hasil ekstraksi.



Gambar 4.27 Laporan hasil ekspor file barang bukti

Gambar 4.25 menampilkan laporan hasil ekspor file hasil akuisisi, jelas terlihat bahwa dalam laporan tersebut menjelaskan bahwa 0 folder dan 2 file berhasil diekspor dengan size 377644 *bytes*. Proses ekspor dapat memakan waktu yang lama tergantung kapasitas file



yang akan di ekspor.

File Image BB
Ekstraksi

Ekstraksi

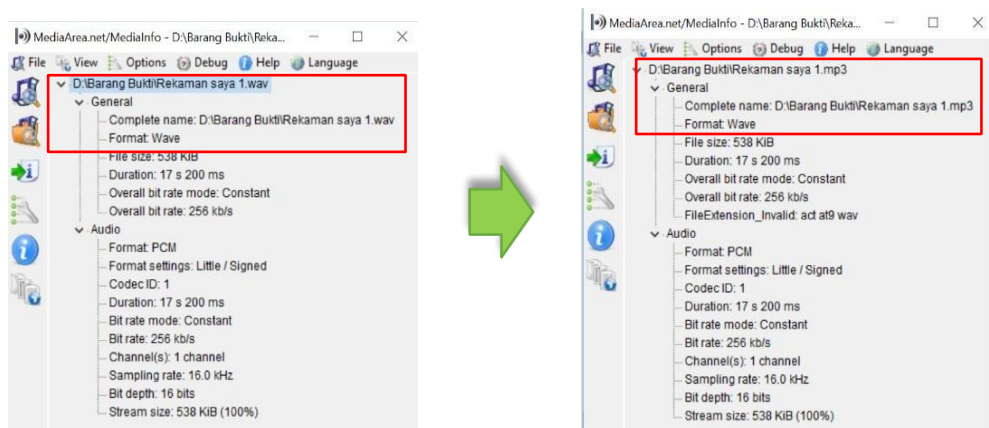
Hasil

Gambar 4.28 Ilustrasi proses ekstraksi file barang bukti

- *Authentication (Unknown Samples & Known Samples)*, tahapan ini akan melakukan proses *authentication*/proses pengecekan keaslian dari barang bukti yang didapatkan di tempat kejadian perkara atau barang bukti yang dibawa

pihak penegak hukum ke laboratorium untuk membantu proses investigasi dan analisis terhadap barang bukti tersebut. Barang bukti tersebut bisa berupa barang bukti rekaman suara asli (*Unknown Samples*) atau rekaman pembandingan (*Known Samples*). Tahapan *authentication* terdiri dari 4 sub-tahapan, yaitu :

- *File Format Analysis*, Tujuan melihat *file format* adalah untuk mendokumentasikan informasi yang sesuai untuk analisis selanjutnya. Untuk menampilkan *file format* atau format file audio pada penelitian ini menggunakan aplikasi media info.



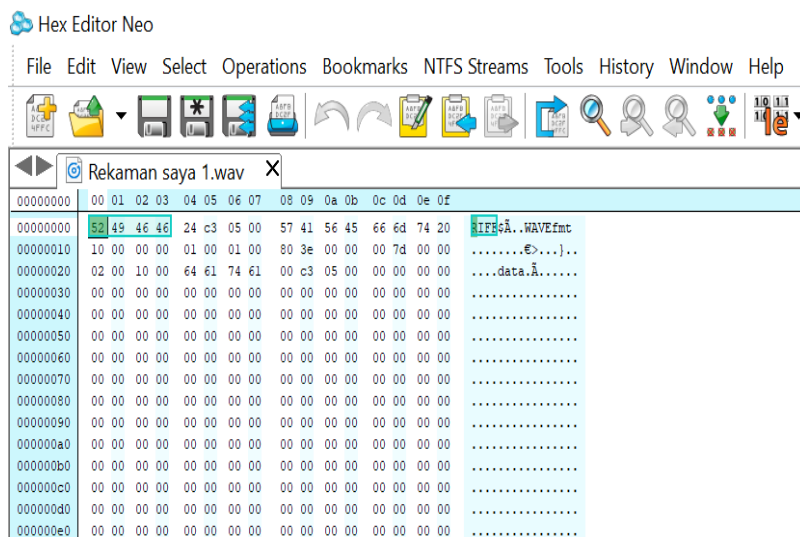
Gambar 4.29 Pengecekan *file format*

Gambar 4.27 bagian pertama menampilkan *file format* dari file audio barang bukti. Dari *file format* diatas terlihat jelas informasi data dari file audio tersebut, dari *format*, *file size*, *duration*, *bit rate*, *sampling rate*, dan lain sebagainya. Antara *file name* dan *format* sama, ini dapat dikatakan bahwa *format* file tersebut adalah .wav/wave, beda halnya dengan bagian dua, pada pagian dua peneliti mencoba mengubah *format* file menjadi

.mp3, pada informasi di atas akan menampilkan bahwa antara *format* di *file name* dan *format* di tampilan informasi akan berbeda di *format*

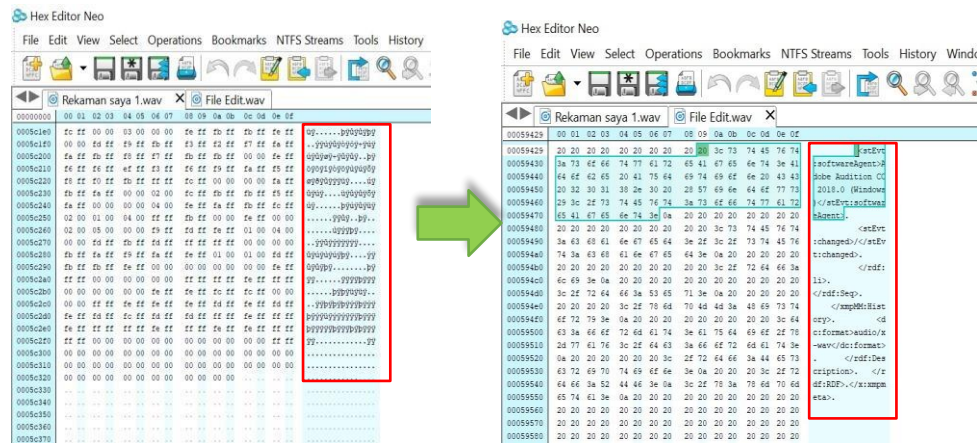
file name masi menampilkan format .mp3, tetapi pada format yang tampil pada tab general akan menampilkan format asli dari audio tersebut yaitu .wav/wave.

- *File Header Analysis*, analisis header dilakukan untuk melihat apakah format file tersebut sesuai dengan ekstensi nama file. Seperti RIFF atau heksa 52 49 46 46 menunjukan wav, heksa 49 44 33 menunjukan MP3, heksa 30 26 B 2



Gambar 4.30 Pengecekan *header* file audio menggunakan Hex Editor Neo menunjukan WMA.

- *Hex Data Analysis*, akan menampilkan informasi yang berguna yang dapat diperiksa dalam pembacaan heksadesimal dengan menampilkan karakter ASCII. Dalam analisis hex data para investigator bisa saja menemukan informasi mengenai nama aplikasi eksternal (jika ada), informasi pasca pemrosesan dan informasi-informasi yang berguna lainnya dalam mendukung analisis keaslian dari audio.



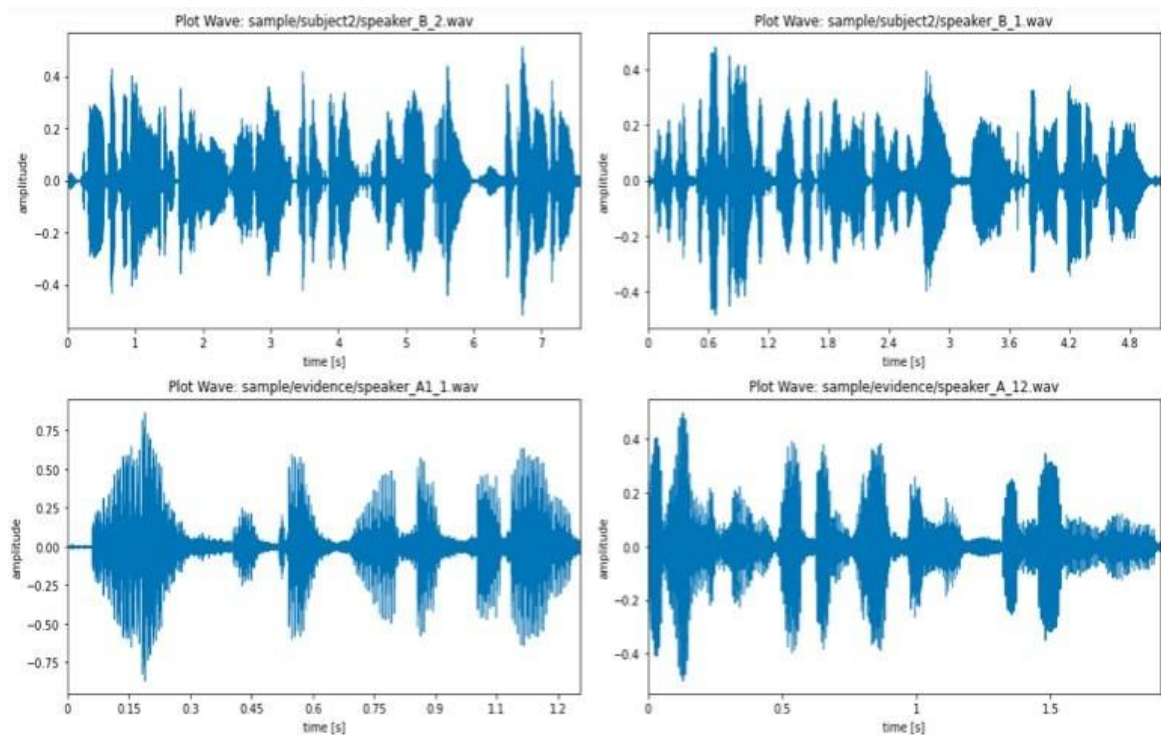
Gambar 4.31 Pengecekan hex data

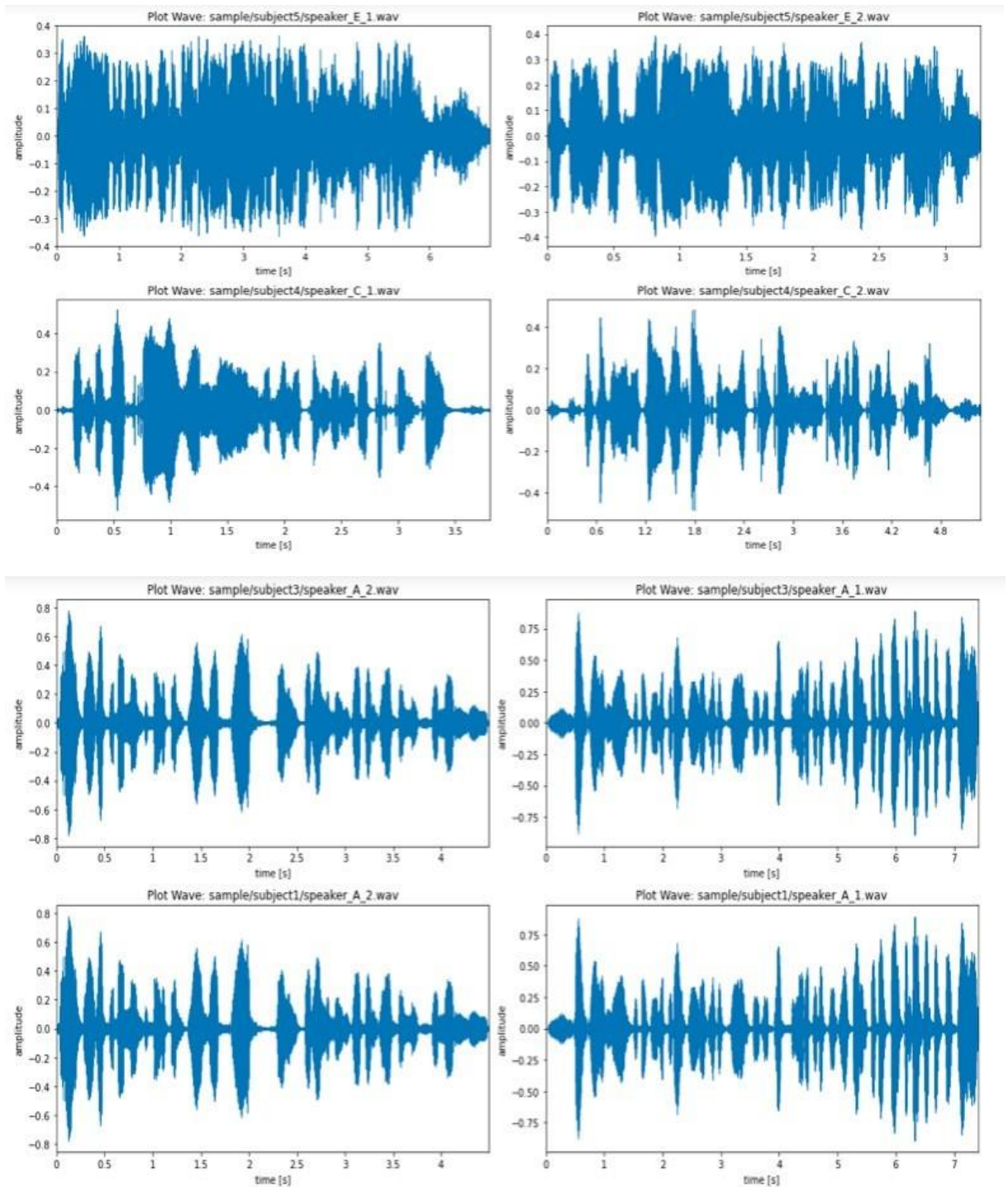
Gambar 4.29 pada bagian pertama menunjukkan hex data dari rekaman asli tanpa adanya manipulasi atau pengeditan. Sedangkan pada gambar bagian dua merupakan tampilan hex data dari rekaman suara yang

telah di edit menggunakan menggunakan aplikasi eksternal *Adobe Audition CC 2020* pada hex data terlihat jelas nama aplikasi eksternal yang digunakan untuk mengedit audio tersebut.

- *Spectrum/Spectrogram Analysis*, melakukan proses *authentication* terhadap audio. Dalam analisis ini dapat diketahui jika terjadi potongan potongan sinyal pada audio yang akan dianalisis. Dibawah ini merupakan contoh dari analisis *spectrogram* terhadap barang bukti audio.

Berikut ini adalah gambar contoh rekaman audio asli

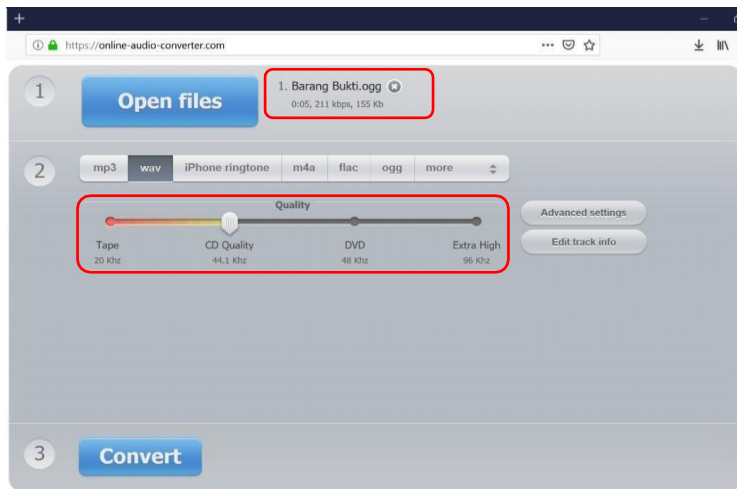




Gambar 4.32 Ilustrasi *Spectrum/Spectrogram Analysis*

Gambar 4.32 bagian menunjukkan tampilan *spectrogram* dari barang bukti audio yang telah di akuisisi sebelumnya, pada gambar tersebut bisa dilihat tidak adanya pola pemotongan sinyal.

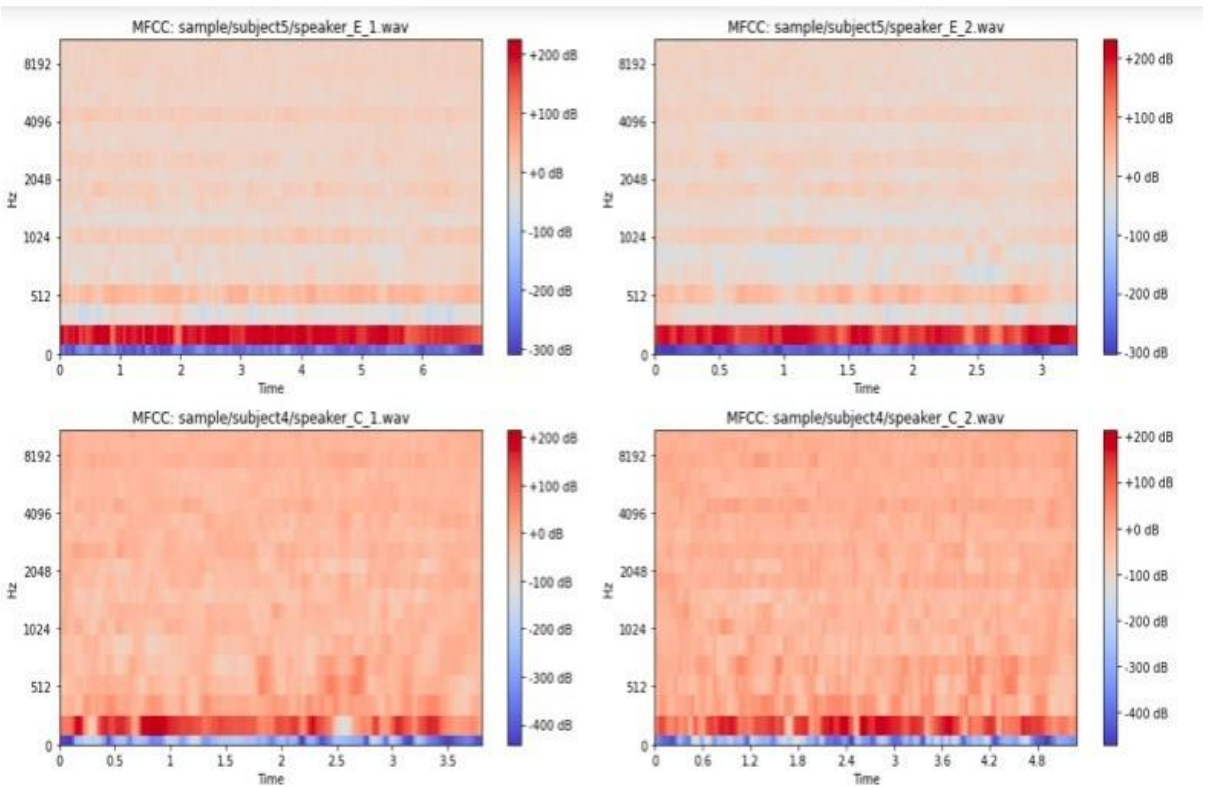
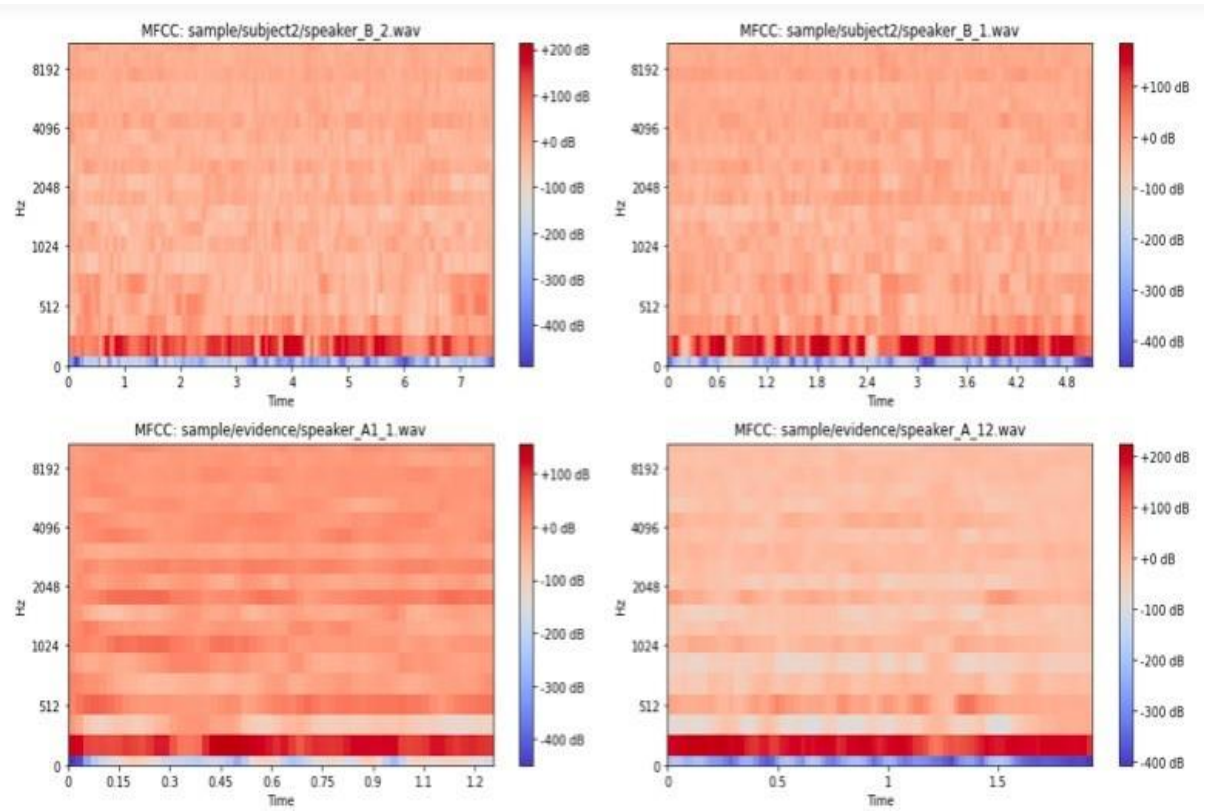
- ☐ *Enhancement (Unknown Samples & Known Samples)*, merupakan tahap perbaikan rekaman bukti dan rekaman pembanding, yang nantinya dilakukan proses perbaikan sinyal rekaman baik itu rekaman bukti maupun rekaman pembanding dimana rekaman yang didapatkan dari kondisi dan lingkungan yang tidak ideal sehingga kualitas rekaman dengan amplitude lemah dan berderau. Tahapan ini terdiri dari 4 sub-tahapan :
- *Evidence Preparation*, tahapan ini merupakan tahapan untuk mempersiapkan barang bukti audio yang akan di *enhancement*, pada tahapan ini jika format file tidak bisa di jalankan pada aplikasi yang akan digunakan untuk melakukan *enhancement* maka harus di konversi terlebih dahulu ke format file yang mendukung yang dapat di jalankan pada aplikasi yang akan digunakan, dengan memperhatikan kedalaman bit harus lebih tinggi minimal 44,1 Khz, 24 bit. Untuk melakukan konversi dapat melalui website <https://online-audio-converter.com/>.

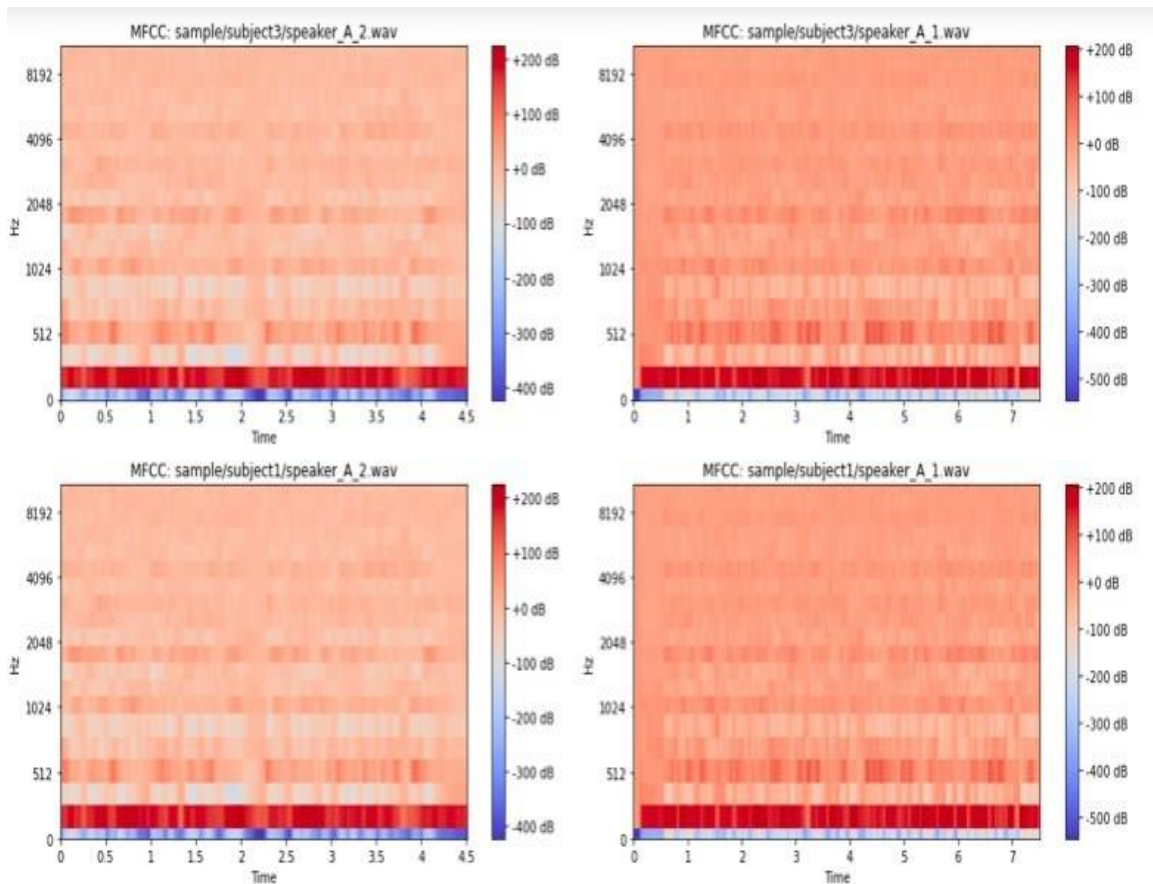


Gambar 4.33 Ilustrasi Proses konversi dari format .ogg ke format .wav

Gambar 4.33 menampilkan ilustrasi dari proses konversi format file .ogg ke format file .wav. hal ini dilakukan karena file format .ogg tidak dapat di jalankan pada aplikasi yang akan digunakan dalam melakukan *enhancement*.

- *Analysis (playback)*, merupakan tahapan ke dua dari tahapan *enhancement* tahapan ini akan menganalisis file audio dengan teknik *critical listening*, hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan atau gangguan terhadap audio yang akan dianalisis misalnya *noise level*. Sehingga seorang investigator dapat mengetahui sejauh mana akan dilakukannya *enhancement* pada barang bukti audio. Proses *critical listening* bisa menggunakan aplikasi *adobe audition CC 2018*.



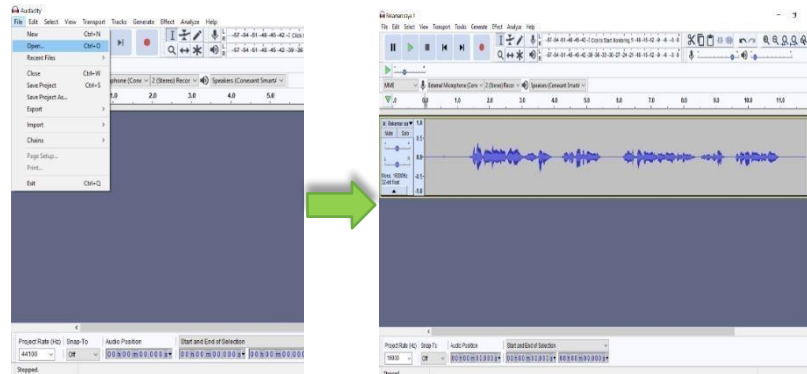


Gambar 4.34 Proses *critical listening* per rekaman suara

Gambar 4.34 menunjukkan tampilan *spectrogram* dari file audio yang akan di analisis, berdasarkan *critical listening* pada gambar tersebut tampak jelas masi ada *noise* yang dapat mempengaruhi proses identifikasi rekaman suara. Oleh karena itu dari *critical listening* ini seorang investigator dapat mengetahui bagian-bagian mana saja yang akan dilakukan proses penghapusan *noise*.

- *Processing (noise reduction)*, merupakan tahapan selanjutnya dalam proses *enhancement*, tahapan ini dilakukannya proses *enhancement* dengan cara menghapus *noise* dan menguatkan sinyal dari barang bukti yang akan di analisis. Proses ini dilakukan jika memang perlu untuk dilakukan, jika rekaman audio tidak memiliki noise dan rekaman cukup baik maka proses ini boleh tidak dilakukan. Untuk proses *enhancement* pada penelitian ini peneliti

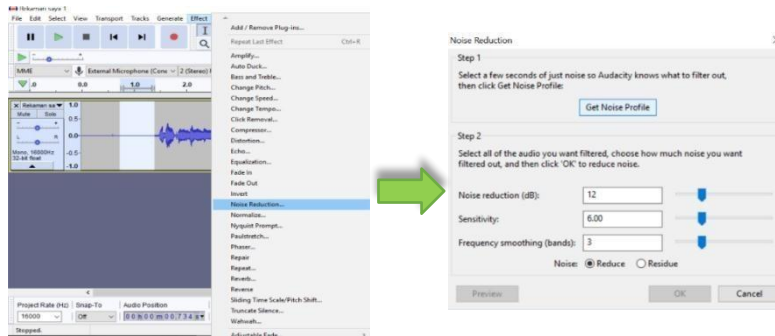
mengilustrasikan proses penghapusan noise menggunakan aplikasi *audacity*.



Gambar 4.35 Tampilan awal aplikasi *audacity*

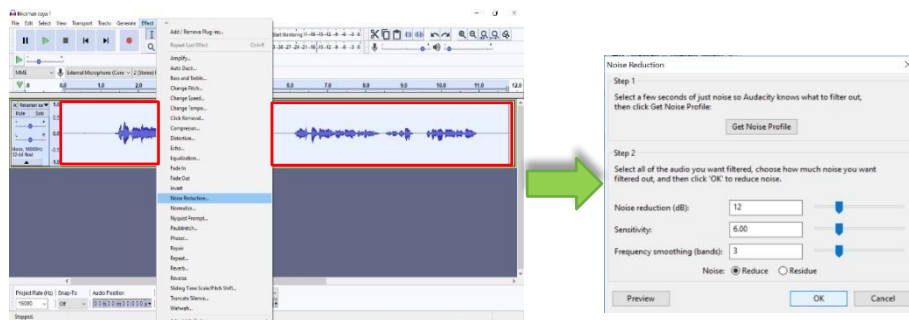
Gambar 4.35 bagian pertama menampilkan tampilan awal *audacity*, selanjutnya adalah membuka file rekaman audio yang akan di *enhancement* dengan cara klik perintah *file > open* setelah itu cari file audio yang akan di *enhancement*. Pada bagian kedua menampilkan frekuensi dari file audio yang telah dibuka.

Selanjutnya akan dilakukan proses pemilihan sampel yang terdapat *noise*.



Gambar 4.36 Ilustrasi pemilihan bagian yang terdapat *noise*

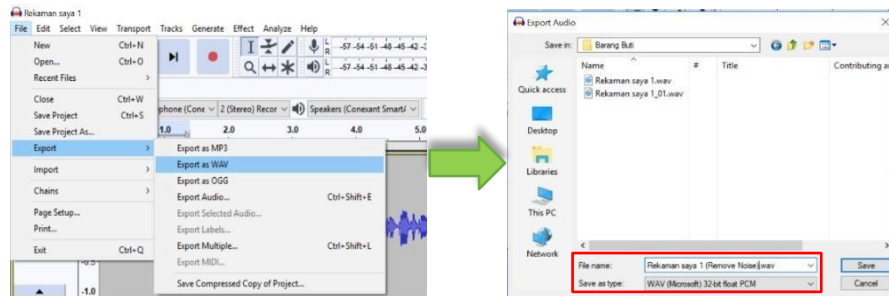
Gambar 4.34 bagian pertama menampilkan tampilan untuk proses pemilihan sampel bagian yang terdapat *noise*. Setelah dipilih selanjutnya klik perintah *effect > Noise Ruduction* maka akan menampilkan kotak dialog seperti pada bagian kedua, selanjutnya klik perintah *Get Noise Profile*. Selanjutnya adalah proses penghapusan *noise*.



Gambar 4.37 Proses penghapusan *noise*

Gambar 4.35 bagian satu merupakan prose pemilihan seluruh bagian pada audio untuk dilakukannya proses penghapusan *noise*, untuk memilih semua bagian dapat menekan tombol *Ctrl+A* selanjutnya klik perintah *Effect > Noise Reduction* selanjutnya akan menampilkan kotak dialog *Noise Reduction* klik *Ok*. Maka *noise* pada audio tersebut akan sedikit berkurang, jika masi terdapat *noise* maka lakukan kembali proses penghapusan *nois* diawali dengan pemilihan bagian sampel sampai dengan proses penghapusan *noise*, proses ini dilakukan sampai benar-benar *noise* pada rekaman tersebut tidak terdengar.

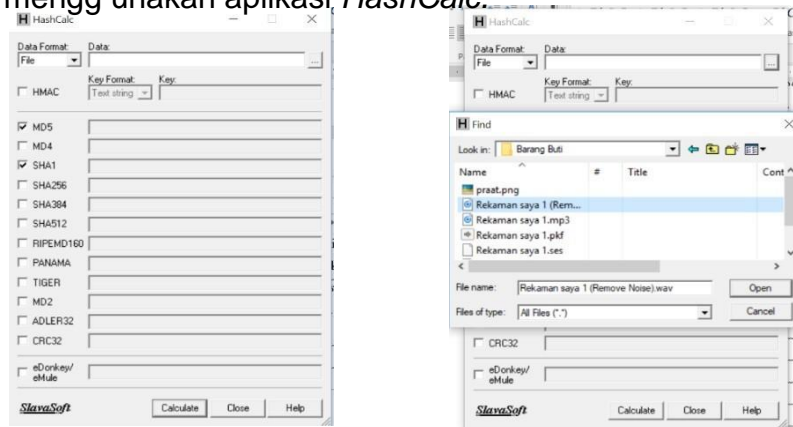
- *Output*, tahapan ini merupakan tahapan terakhir dalam proses *enhancement*, tahapan ini akan focus pada format file yang digunakan untuk menyimpan file audio yang telah di *enhancement*, Selain itu pada tahapan ini juga akan mengecek integritas rekaman suara menggunakan MD5 dan SHA-1.



Gambar 4.38 Ilustrasi proses penyimpanan file audio hasil *enhancement*

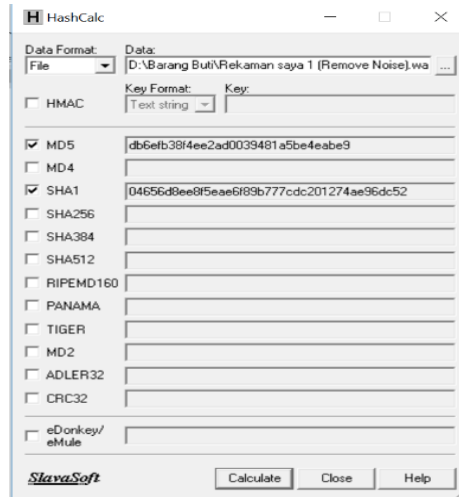
Gambar 4.38 bagian pertama merupakan awal dari proses penyimpanan file audio hasil *enhancement* yang telah dilakukan, untuk melakukan penyimpanan klik perintah *File > Export > Export WAV* maka akan menampilkan kotak dialog seperti pada bagian dua, pada bagian dua merupakan proses pemilihan tempat penyimpanan, pemberian nama file dan format yang akan digunakan, penelitian ini akan menyimpan file audio dengan format WAV 32 bit dan nama file *Rekaman Suara 1 (Remove Noise).wav*, setelah itu klik *Save*.

Selanjutnya dilakukan proses *checksum* untuk melihat nilai *hash* file yang telah di lakukan *enhancement*. Proses *checksum* menggunakan aplikasi *HashCalc*.



Gambar 4.39 Proses pengecekan nilai *Hash*

Gambar 4.39 bagian pertama merupakan tampilan awal aplikasi *HashCalc*. Pada bagian data format pilih *file* selanjutnya *cek* pada nilai *hash* yang akan ditampilkan, pada penelitian ini akan menampilkan nilai *hash MD5* dan *SHA1*, selanjutnya pada bagian data pilih file yang akan dilakukan pengecekan nilai *hash*, pada penelitian ini akan dipilih file yang telah di *enhancement* seperti terlihat pada bagian dua setelah itu klik *open* dan klik *Calculate*.



Gambar 4.40 Tampilan nilai *hash* dari file *Rekaman Suara 1 (Remove Noise).wav*

Gambar 4.40 menampilkan nilai *hash* MD5 dan SHA1 dari file *Rekaman Suara 1 (Remove Noise).wav*.

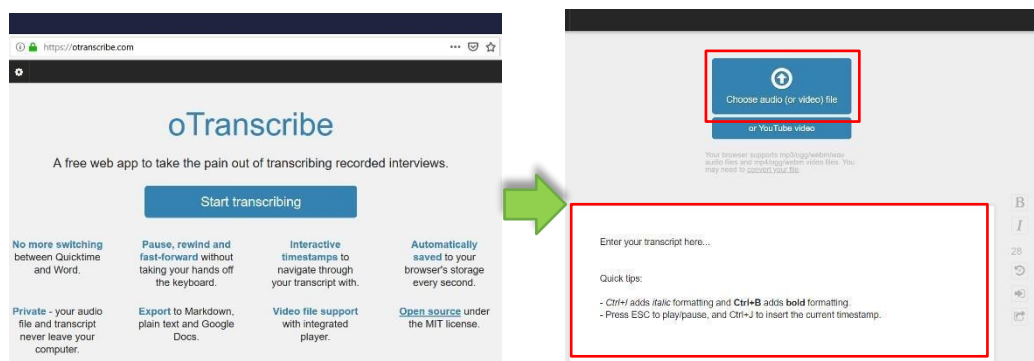
Tabel 4.17 Hilai *Hash* dari file audio yang telah di *enhancement*

Jenis Hash	Nilai Hash
MD5 Hash	db6efb38f4ee2ad0039481a5be4eabe9
SHA1 Hash	04656d8ee8f5eae6f89b777cdc201274ae96dc52

d. Decoding

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan *decoding*, pada tahapan ini terdapat dua sub tahapan, yaitu :

- *Transcrip Recognition*, tahapan ini akan melakukan proses pembuatan transkrip percakapan yang ada pada rekaman audio. Untuk proses pembuatan transkrip percakapan harus dilakukan minimal 2 orang agar mendapatkan transkrip rekaman yang baik. Proses pembuatan bisa transkrip bisa melalui link berikut ini <https://otranscribe.com/>.

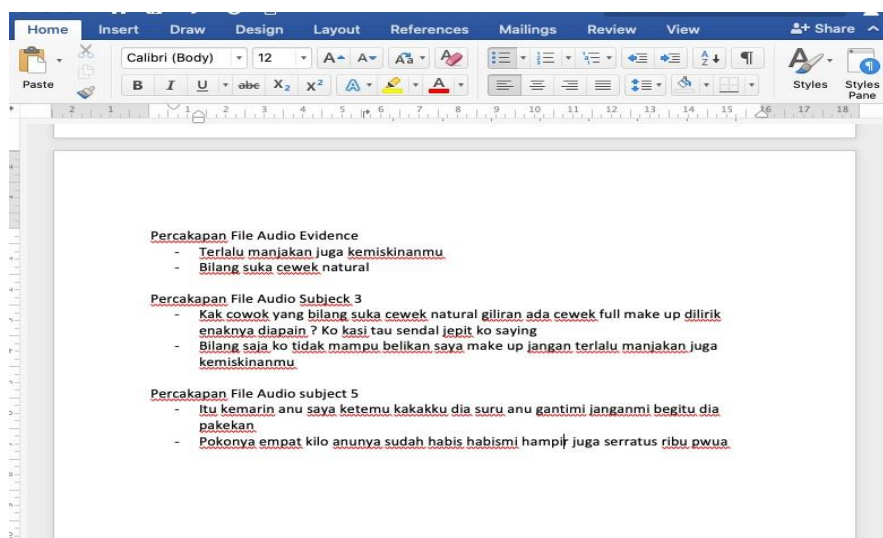


Gambar 4.41 Tampilan utama aplikasi *oTranscribe*

Gambar 4.41 bagian pertama menampilkan tampilan awal dari aplikasi *oTranscribe*, klik perintah *Start Transcribing* maka akan tampil halaman kerja dari aplikasi *oTranscribe* seperti pada bagian dua, pada bagian dua ada perintah untuk memasukkan file audio yang akan di transkrip dan halaman kerja tempat untuk mengetik hasil transkrip pembicaraan yang terdapat pada rekaman. Klik *Choose Audio (or Video) file* selanjutnya akan menampilkan kotak dialog *upload file*, lakukan *upload file* audio yang akan di transkrip.

Gambar 4.42 menampilkan halaman kerja dari aplikasi *oTranscribe*, pada nomor 1 merupakan tombol play atau menjalankan rekaman suara, nomor 2 merupakan tombol back jika ada kata-kata yang terlewatkan, nomor 3 merupakan tombol next untuk mempercepat, nomor 4 merupakan tombol pengaturan tempo tombol ini kita bisa mengatur tempo dari audio yang akan di transkrip sehingga pada saat proses pendengaran suara tidak ada kata-kata yang terlewatkan, nomor 5 menampilkan nama file dari audio, nomor 6 merupakan durasa waktu, dan nomor 7 merupakan halaman untuk mengetik transkrip pembicaraan.

Berikut ini hasil transkrip keseluruhan dari audio yang menjadi barang bukti pada penelitian ini.



Gambar 4.43 Hasil Transkrip percakapan dari audio barang bukti

Gambar 4.43 merupakan tampilan transkrip percakapan dari audio barang bukti, yang menjadi fokus analisis yaitu pada kata-kata

Percakapan File Audio Evidence

- Terlalu manjakan juga kemiskinanmu
- Bilang suka cewek natural

Percakapan File Audio Subjeck 3

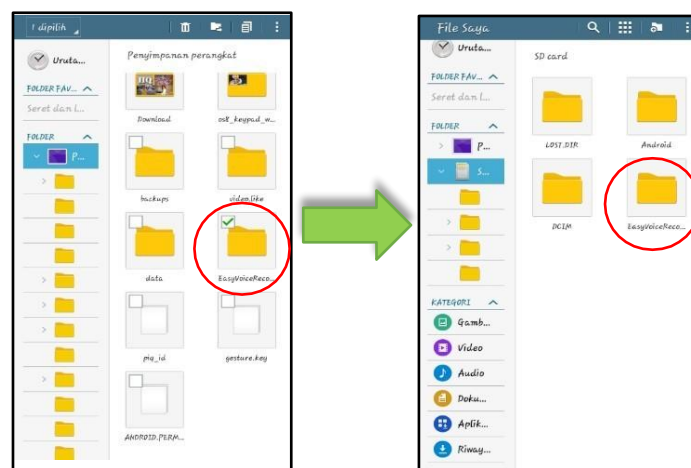
- Kak cowok yang bilang suka cewek natural giliran ada cewek full make up dilirik enak nya diapain ? Ko kasi tau sendal jepit ko saying
- Bilang saja ko tidak mampu belikan saya make up jangan terlalu manjakan juga kemiskinanmu

Percakapan File Audio subject 5

- Itu kemarin anu saya ketemu kakakku dia suru anu ganti mi jangan mi begitu dia pakekan
- Pokonya empat kilo anunya sudah habis habismi hampir juga serratus ribu pwua.

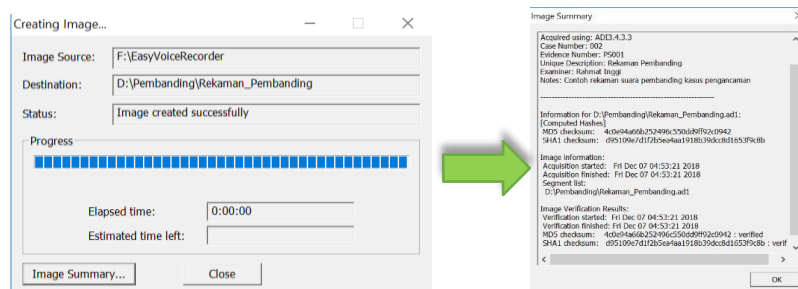
Yang di ucapkan oleh tersangka X. kata-kata tersebut tidak kurang dari 4 kata tetapi bisa lebih dari 4 kata, hal ini dapat dikatakan bahwa rekaman ini bisa dilakukan *audio forensic* karena sudah mencukupi syarat jumlah kata yang di ucapkan dalam rekaman barang bukti.

Tahap pertama yaitu untuk memudahkan proses akuisisi, *copy* folder aplikasi rekaman suara dari memori internal ke *SD card*.



Gambar 4.44 Proses pengcopyan folder aplikasi rekaman suara dari memori internal ke SD Card

Sediakan *SD Card* dari handphone yang menjadi alat rekaman untuk mengambil suara pembandingan, setelah itu masukkan ke alat pembaca kartu memori (*Card Reader*). Selanjutnya lakukan proses akuisisi terhadap *SD Card* yang berisi rekaman suara pembandingan dengan mengikuti kaidah-kaidah proses akuisisi barang bukti pada tahapan *Reactive*. Proses akuisisi menggunakan aplikasi *AD FTK Imager*.

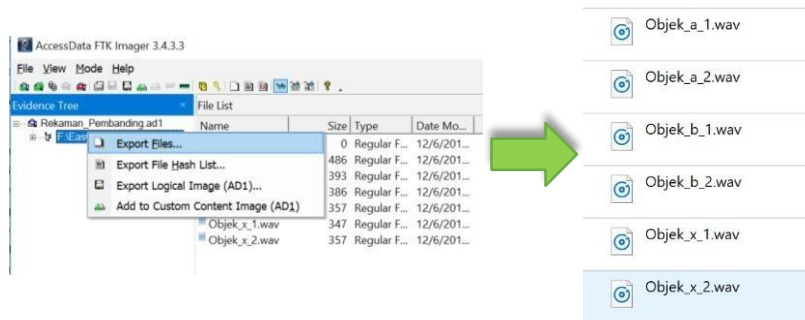


Gambar 4.45 Ilustrasi Proses akuisisi rekaman suara pembandingan

Berikut ini ilustrasi dari proses akuisisi rekaman suara pembandingan yang telah dilakukan.

- *Acquisition Extraction Known Samples*, merupakan langkah selanjutnya dalam tahapan *sampling*. Tahapan ini akan mengekstraksi hasil akuisisi rekaman suara pembandingan yang telah dilakukan pada langkah

sebelumnya. Proses ekstraksi pada rekaman suara pembandingan sama seperti proses ekstraksi rekaman suara barang bukti, proses ekstraksi menggunakan *AD FTK Imager*



Gambar 4.46 Proses Ekstraksi Rekaman suara pembandingan

Gambar 4.46 bagian pertama menampilkan proses ekstraksi rekaman suara pembandingan, pada bagian kedua merupakan tampilan hasil ekstraksi rekaman suara pembandingan. Dari hasil rekaman suara pembandingan terlihat bahwa ada 6 file rekaman suara, hal ini diakibatkan setiap objek yang menjadi contoh suara pembandingan memiliki dua contoh rekaman pembandingan yang nantinya akan dipilih mana rekaman yang memiliki kualitas baik antara kedua rekaman tersebut di setiap objeknya.

Berikut ini ilustrasi dari proses *Acquisition Extraction Known Samples*.



Gambar 4.47 Ilustrasi proses *Acquisition Extraction Known Samples*.

- *Enhancement Known Samples*, tahapan ini merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas dari rekaman suara pembanding jika proses *enhancemen* juga akan memilih 1 dari 2 rekaman pembanding di setiap objek hal ini dilakukan agar proses analisis nantinya berjalan dengan lancar. Proses *enhancemen known samples* memiliki langkah yang sama seperti proses *enhancemen* rekaman suara asli. Pada penelitian ini proses *enhancemen* hanya menggunakan teknik *critical listening* terhadap rekaman pembanding hal ini dikarenakan dari hasil *sampling* kualitas dari rekaman pembanding yang di ambil sudah baik.

Dari hasil *critical listening* telah didapatkan rekaman suara pembanding yang memiliki kualitas baik yang nantinya akan digunakan untuk analysis lebih lanjut. Berikut ini daftar rekaman suara pembanding yang telah dipilih dari hasil *critical listening*.

Tabel 4.18 Data rekaman suara pembandingan

Nama Subjek	Nama File	Durasi	Format File
Audio Evidance 1	SP_Subjek_x	00:00:01	.wav
Audio Evidance 2	SP_Subjek_x	00:00:01	.wav
Subjeck 3.1	SP_Subjek_a	00:00:07	.wav
Subjeck 3.2	SP_Subjek_a	00:00:04	.wav
Subjeck 5.1	SP_Subjek_b	00:00:06	.wav
Subjeck 5.2	SP_Subjek_b	00:00:03	.wav

e. Analysis

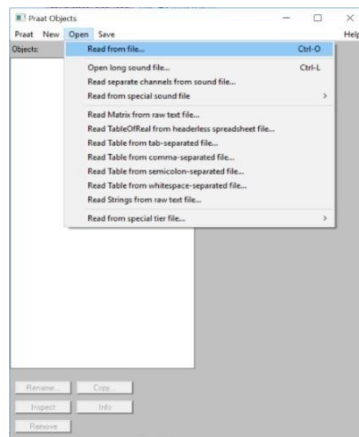
Tahapan selanjutnya yaitu tahapan *analysis/identifikasi*, merupakan tahapan menganalisis atau mengidentifikasi rekaman suara asli menggunakan teknik *voice recognition*.

- ❑ *Voice Recognition*, merupakan tahapan untuk memastikan apakah suara yang ada pada rekaman barang bukti adalah IDENTIK dengan contoh suara pembandingan yang dihasilkan dari tahapan *sampling*. Dalam menarik kesimpulan dari hasil analisis *voice recognition* disyaratkan minimal 4 kata yang memiliki kesamaan antara suara rekaman barang bukti dan suara *sampling* dari hasil analisis *pitch*, *anova*, *graphical distribution*, dan *spectrogram* guna merujuk pada '*spectrographic Voice Identification : A Forensic Survey*' yang disusun oleh Koenig, B.E dari Federal Bureau of Investigation.(Nuh Al-Azhar, 2012).

Pada penelitian ini akan melakukan proses *voice recognition* menggunakan 3 teknik analisis berdasarkan hasil pengembangan *framework* yang telah dilakukan.

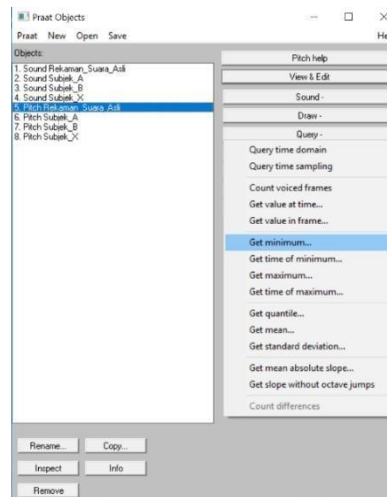
- *Analysis Statistik Pitch*, pada tahapan ini didasarkan pada kalkulasi nilai *pitch* dari masing-masing rekaman suara asli dan rekaman suara *sampling*. Karakteristik masing-masing rekaman

suara tersebut dibandingkan pada *minimum pitch*, *maximum pitch*, dan *mean pitch*. Jika hasil analisis *pitch* dari masing-masing suara menunjukkan tingkat perbedaan yang besar, maka dapat disimpulkan bahwa *pitch* dari rekaman asli dan rekaman *sampling* adalah berbeda. Untuk melakukan analisis *pitch* terlebih dahulu masing-masing rekaman di ekstrak untuk mendapatkan nilai *minimum pitch*, *maximum pitch*, *quantile*, *mean* dan *standar deviasi* menggunakan tools *Praat*.



Gambar 4.48 Tampilan utama aplikasi *praat*

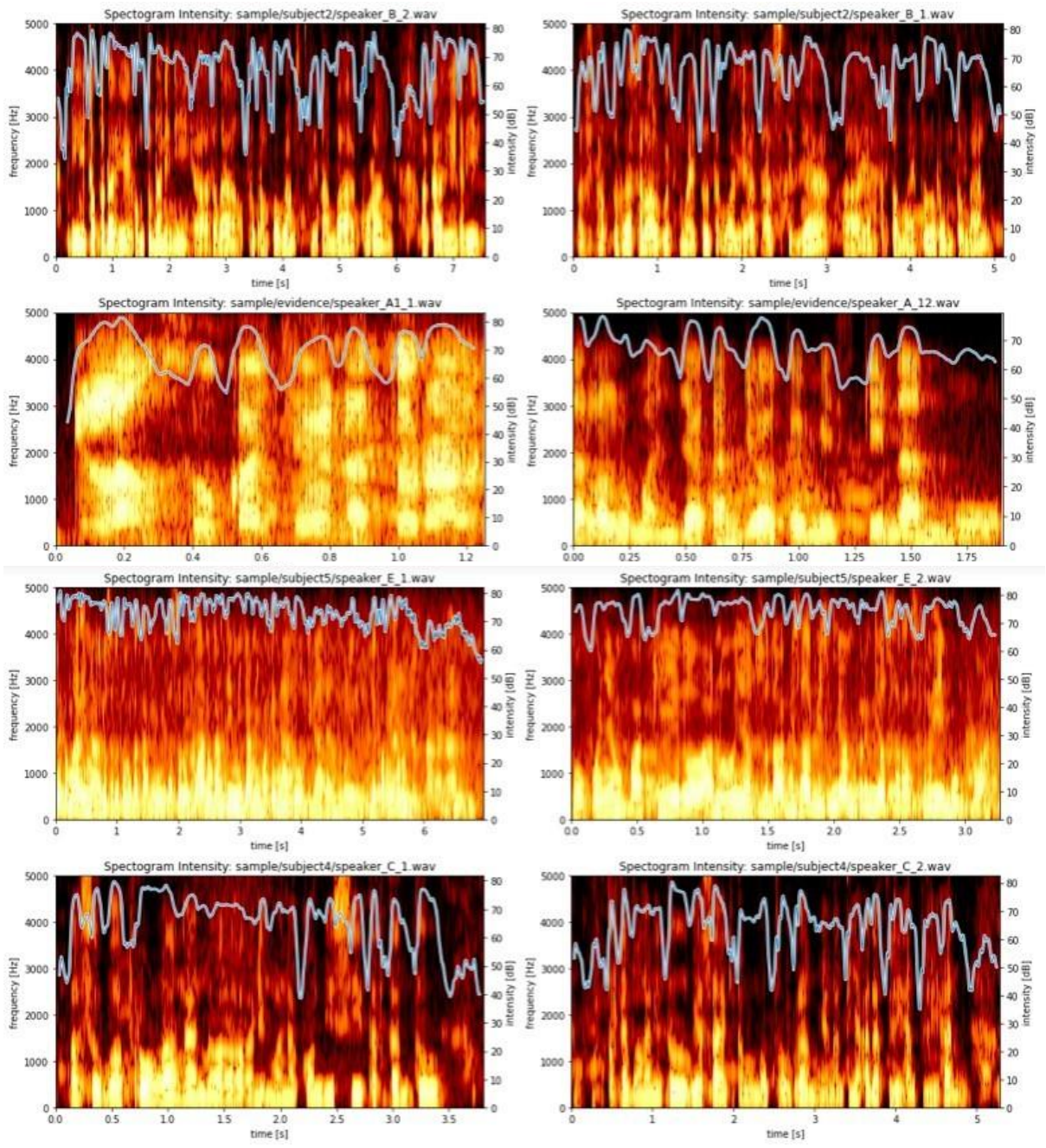
Gambar diatas menampilkan tampilan utama dari aplikasi *praat*. Untuk memasukkan/membuka file rekaman yang akan di ekstrak, klik perintah *open > read from files* setelah itu cari dan open file rekaman asli dan rekaman *sampling* yang akan di ekstrak.

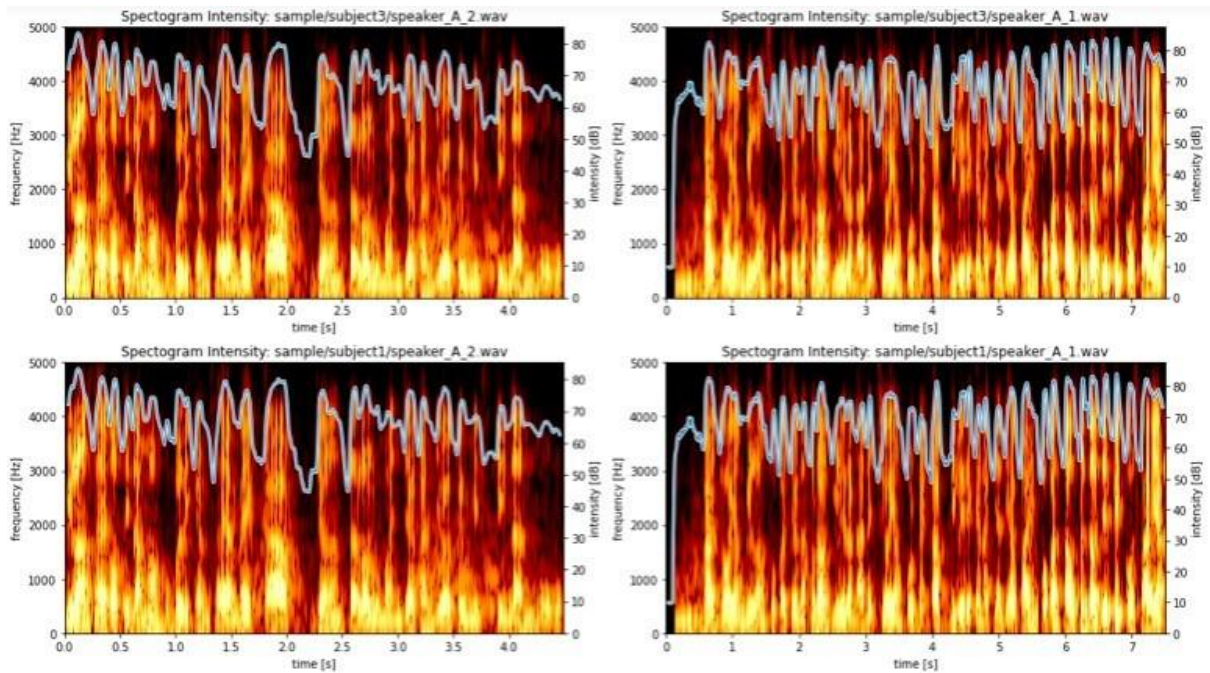


Gambar 4.49 Ekstrak nilai *Pitch minimum, maximum, quantile, mean* dan *standar devisiasi*

Gambar diatas merupakan hasil *extract visible pitch counter* yang nantinya *pitch* rekaman asli dan rekaman *sampling* akan diekstraksi dan akan menghasilkan nilai *Pitch minimum, maximum, quantile, mean* dan *standar devisiasi* dari rekaman suara asli dan rekaman *sampling*.

Untuk mempermudah analisis *pitch*, dan *spectrogram* pada kata yang diucapkan, maka pada rekaman suara asli dan rekaman *sampling* Subjek A, B dan X dilakukan pemotongan pada kata sebagaimana yang terlihat pada gambar dibawah ini





Gambar 4.50 *Text Grid* Rekaman Suara Asli dan Rekaman *Sampling* Subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X menggunakan analisis spektrogram

Selanjutnya setelah dilakukan pemotongan pada kata-kata yang tepat di rekaman suara asli dan rekaman *sampling* subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X maka selanjutnya akan dilakukan analisis perbedaan jarak antara *Pitch minimum, maximum, quantile, mean* dan *standar devisiasi* pada masing- masing kata antara rekaman rekaman suara asli dan rekaman *sampling*

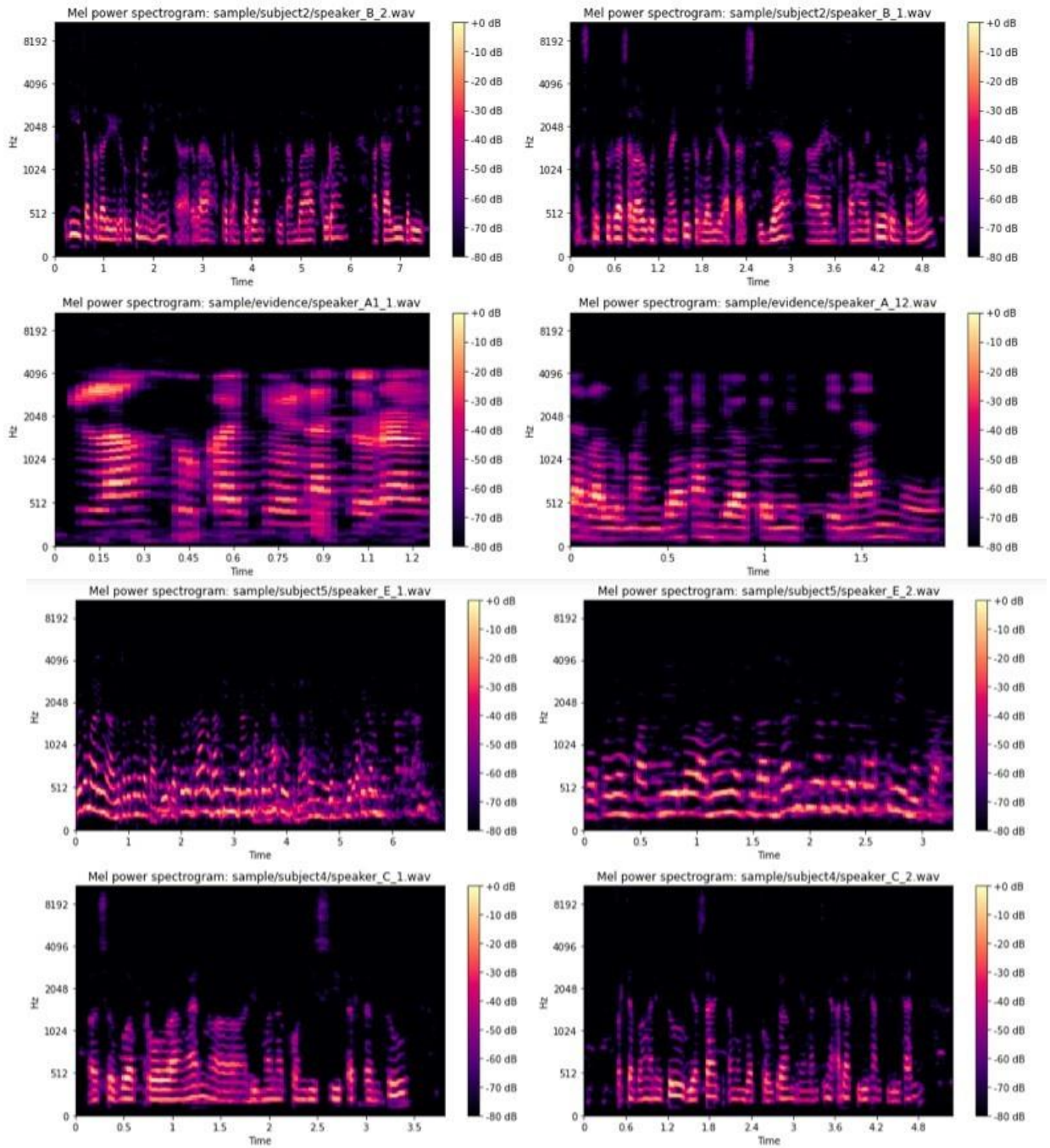
subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X. Untuk menarik kesimpulan dari nilai *Pitch minimum, maximum, quantile, mean* dan *standar devisiasi* pada masing-masing kata antara rekaman rekaman suara asli dan rekaman *sampling* subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X, hal yang mudah dan kuat argumentasinya untuk dianalisa terlebih dahulu adalah nilai mean (rata-rata) pitch, kemudian dilanjutkan dengan melihat nilai statistic yang lain. Pastikan nilai standard deviation tidak terlalu tinggi dan perbedaannya dengan nilai mean tidak terlalu dekat(AI-Azhar Nuh, 2011).

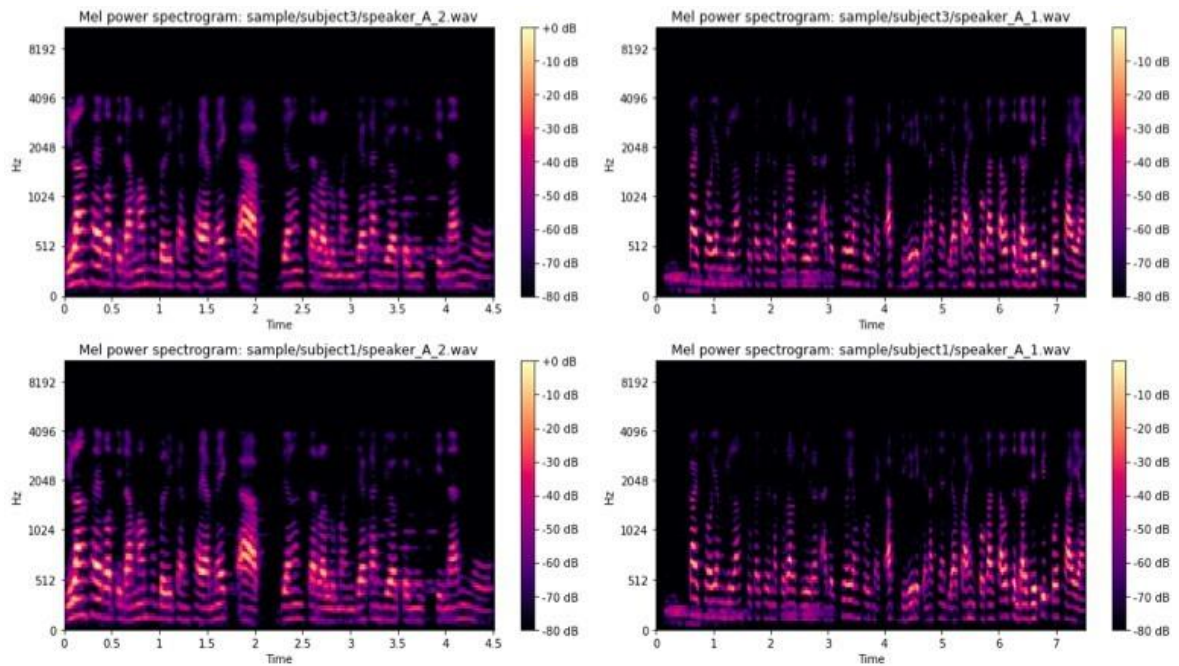
Tabel 4.19 Hasil analisis dari seluruh perbandingan antara rekaman asli dan rekaman *sampling* subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X.

	subject2-X	evidence-X	subject5-X	subject4-X	subject3-X	subject1-X
subject2-Y	0.928778	0.555708	0.630427	0.928124	0.566343	0.566343
evidence-Y	0.498772	0.702973	0.461793	0.531505	0.744502	0.744502
subject5-Y	0.623812	0.567167	0.852664	0.622848	0.608287	0.608287
subject4-Y	0.881934	0.489245	0.598312	0.882799	0.493326	0.493326
subject3-Y	0.535589	0.937674	0.599272	0.530702	0.957582	0.957582
subject1-Y	0.535589	0.937674	0.599272	0.530702	0.957582	0.957582

Tabel diatas merupakan tampilan hasil analisis dari seluruh perbandingan antara rekaman asli dan rekaman *sampling* subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X. dari seluruh perbandingan hasil analisis nilai *pitch* pada tabel 4.23 bahwa dari 36 kata yang di analisis subjek A hanya memiliki 1 kata yang identik, Subjek B mendapatkan 10 kata yang identik dan subjek X memiliki 25 kata yang identik oleh karenah itu hal ini dapat di simpulkan bahwa Subjek X IDENTIK dengan rekaman suara asli dari hasil analisis *pitch*.

Berikut ini hasil analisis *spectrogram* antara rekaman suara asli dan rekaman *sampling* subjek A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X.

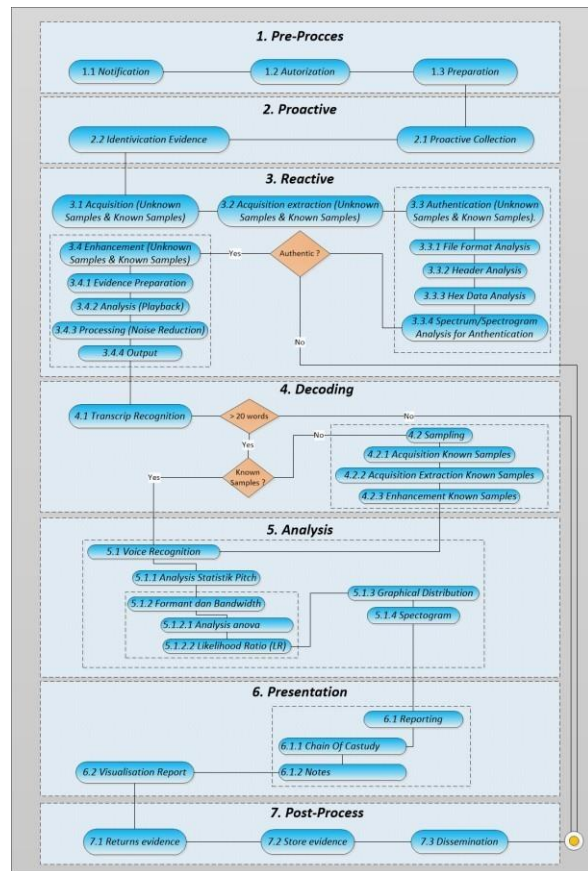
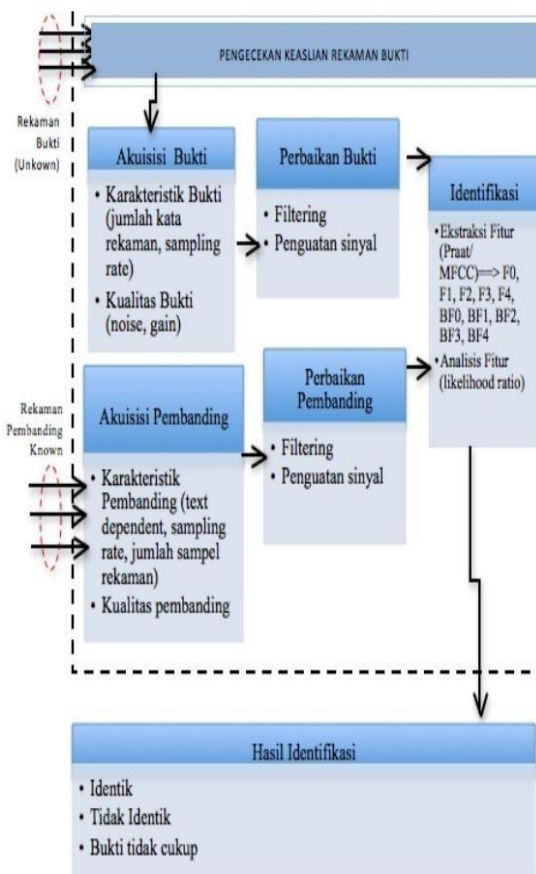




Gambar 4.51 Spectrogram Rekaman Sampling
A1,A2,B1,B2,E1,E2,dan X, Rekaman Suara Asli

D. Analisis Framework

Proses analisis dilakukan terhadap kinerja dari *framework* yang telah dikembangkan berdasarkan ujicoba yang dilakukan terhadap skenario kasus yang telah dibuat pada penelitian ini dari proses pertama hingga proses terakhir dalam tahapan testing *framework* yang telah dikembangkan. Untuk menganalisis *framework* dapat dilakukan berdasarkan gambar dibawah ini :

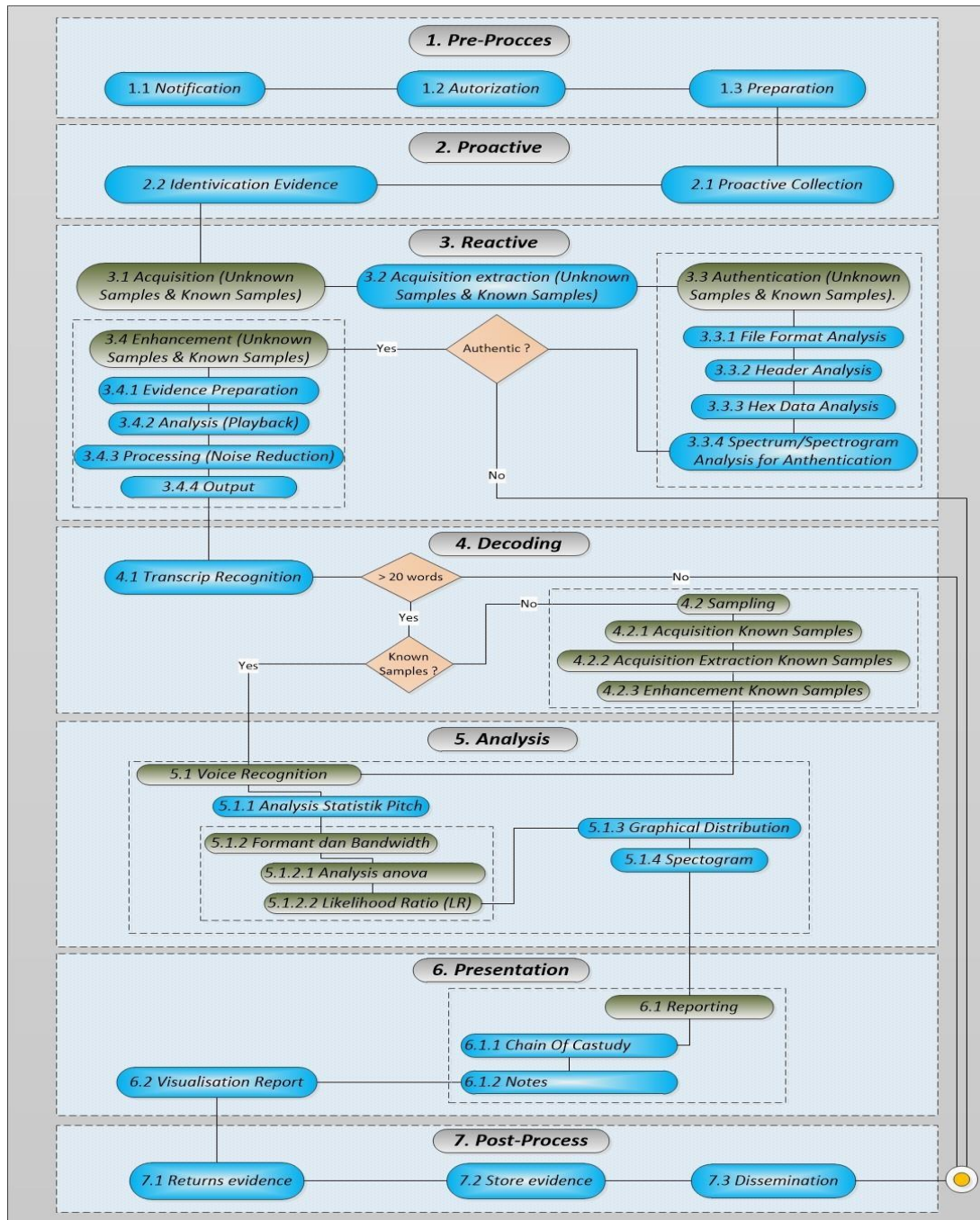


(a) Framework Sebelumnya.

(b) Framework setelah dikembangkan

Gambar 4.52 *framework* sebelum di kembangan dan setelah di kembangkan

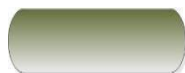
Pada gambar 4.52 dapat dilihat perbedaan masing-masing *framework*, gambar (a) menunjukkan *framework* sebelumnya yang di buat oleh Roy Rudolf Huizen,dkk (2016), *framework* tersebut terdiri dari 4 tahapan utama. Sedangkan pada gambar (b) menunjukkan hasil pengembangan *framework* pada penelitian ini, *framework* yang dihasilkan terdiri dari 7 tahapan utama, 33 sub tahapan, dan 3 kondisi. Adapun perbedaan antara *framework* sebelumnya dengan *framework* setelah dikembangkan dapat di lihat pada gambar 4.44.



Gambar 4.53 Flow Perbedaan *Framework*



Tahapan utama *framework*



Tahapan *framework* sebelumnya



Tahapan baru *framework* yang telah dikembangkan

Berdasarkan gambar 4.44 maka dapat disimpulkan beberapa perbedaan antara *framework* sebelumnya dengan *framework* hasil pengembangan, perbedaan ke dua *framework* tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.20 Perbedaan *framework* sebelum dan sesudah dikembangkan

Tahapan		Framework		Keterangan	
		Lama	Baru		
1	Pre-Process			√	Pada <i>framework</i> sebelumnya tidak terdapat tahapan <i>pre-process</i> , seharusnya tahapan ini harus ada di setiap <i>framework</i> karena ini merupakan tahapan awal yang penting dalam investigasi.
	1.1	<i>Notification</i>		√	
	1.2	<i>Autorization</i>		√	
	1.2	<i>Preparation.</i>		√	
2	Proactive			√	Tidak terdapatnya tahapan <i>proactive</i> , seharusnya tahapan ini harus dilakukan karena tahapan ini berfungsi untuk proses investigasi di tempat kejadian perkara.
	2.1	<i>Proactive collection.</i>		√	
	2.2	<i>Identification Evidence.</i>		√	
3	Reactive			√	Masi kurangnya tahapan-tahapan yang sangat penting dilakukan pada proses mendapatkan barang bukti digital baik itu dari proses akuisisi sampai proses <i>enhancemen</i> . Beberapa tahapan yang penting telah di tambahkan ke <i>framework</i> yang baru untuk memperjelas proses investigasi terhadap rekaman audio.
	3.1	<i>Acquisition (Unknown Samples & Known Samples).</i>	√	√	
	3.2	<i>Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)</i>		√	
	3.3	<i>Authentication (Unknown Samples & Known Samples).</i>	√	√	
	3.3.1	<i>File Format Analysis</i>		√	
	3.3.2	<i>Header Analysis</i>		√	
	3.3.3	<i>Hex Data Analysis</i>		√	
	3.3.4	<i>Spectrum/Spectrogram</i>		√	
	3.4	<i>Analysis Enhancement (Unknown Samples & Known Samples)</i>	√	√	

		<i>Samples & Known Samples).</i>			
	3.4.1	<i>Evidence Preparation.</i>		√	
	3.4.2	<i>Analysis.</i>		√	
	3.4.3	<i>Processing.</i>		√	
	3.4.4	<i>Output</i>		√	

Tabel 4.20 Perbedaan *framework* sebelumnya dengan yang telah dikembangkan (Lanjutan)

Tahapan		Framework		Keterangan	
		Lama	Baru		
4	Decoding			√	Tidak adanya tahapan <i>decoding</i> pada <i>framework</i> sebelumnya. Seharusnya ada karna tahapan ini merupakan tahapan untuk membuat transkrip percakapan dalam rekaman dan tahapan untuk membuat <i>sampling</i> .
	4.1	<i>Transcrip Recognition</i>		√	
	4.2	<i>Sampling</i>	√	√	
	4.2.1	<i>Acquisition (Known Samples)</i>	√	√	
	4.2.2	<i>Acquisition extraction (Known Samples)</i>	√	√	
	4.2.3	<i>Enhancement.</i>	√	√	
5	Analysis			√	Beberapa tahapan analisis <i>audio forensic</i> pada <i>framework</i> sebelumnya tidak dilakukan, seharusnya dilakukan untuk memperkuat dugaan dari analisis yang lainnya.
	5.1	<i>Voice Recognition</i>	√	√	
	5.1.1	<i>Analysis Statistik Pitch</i>		√	
	5.1.2	<i>Formant dan Bandwidth</i>	√	√	
	5.1.2.1	<i>Analysis Anova</i>	√	√	
	5.1.2.2	<i>Likelihood Ratio (LR)</i>	√	√	
	5.1.3	<i>Graphical Distribution</i>		√	
	5.1.4	<i>Spektogram</i>		√	
6	Presentation			√	Tidak adanya tahapan <i>chain of cstudy, notes</i> dan <i>visualisation</i> , seharusnya tahapan ini ada untuk memperlengkap laporan hasil analisis dan dibuatkan presentasi hasil analisis yang didapatkan.
	6.1	<i>Reporting</i>	√	√	
	6.1.1	<i>Chain of Castudy</i>		√	
	6.1.2	<i>Notes</i>		√	
	6.2	<i>Visualitation</i>		√	
7	Post-Process			√	Tidak terdapatnya tahapan <i>post- process</i> yang mandiri tahapan ini berfungsi untuk memelihara barang bukti hasil akuisisi untuk nanti jika akan analisis ulang.
	7.1	<i>Returns evidence.</i>		√	
	7.2	<i>Store evidence.</i>		√	
	7.3	<i>Dessemination.</i>		√	

a. Laporan

Berdasarkan tabel diatas sudah bisa dilihat jelas perbedaan antara *framework* sebelumnya dengan *framework* yang telah dikembangkan, sehingga dapat dibuat laporan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing *framework* adalah sebagai berikut :

Kelebihan :

- ☐ *Framework* sebelumnya memiliki tahapan yang lengkap dalam proses investigasi *audio forensic* yang mana barang bukti rekaman dan *sampling* sudah tersedia dari pihak penyidik kepolisian sehingga prosesnya tanpa harus ke Tempat Kejadian Perkara.
- ☐ *Framework* yang telah dikembangkan memiliki tahapan yang lebih lengkap terhadap proses investigasi *audio forensic* sejak adanya laporan sampai dengan proses pemeliharaan barang bukti digital hasil analisis yang dilakukan.

Kekurangan :

- Pada *framework* sebelumnya tidak terdapat tahapan *pre-process*, seharusnya tahapan ini harus ada di setiap *framework* karena ini merupakan tahapan awal yang penting dalam investigasi. Selain itu juga Tidak terdapatnya tahapan *proactive*, seharusnya tahapan ini harus dilakukan karena tahapan ini berfungsi untuk proses investigasi di tempat kejadian perkara agar barang bukti yang didapat masi terjamin keasliannya. *Framework* sebelumnya juga Masi memiliki kekurangan terhadap tahapan-tahapan yang sangat penting dilakukan pada proses mendapatkan barang bukti digital baik itu dari proses akuisisi sampai proses *enhancemen*. Beberapa tahapan yang penting telah di tambahkan ke *framework* yang baru untuk memperjelas proses investigasi terhadap rekaman audio. Selanjutnya pada *framework* sebelumnya Tidak memiliki tahapan *decoding* Seharusnya ada karna tahapan ini merupakan tahapan untuk membuat transkrip percakapan dalam rekaman dan tahapan untuk membuat *sampling*, karena *sampling* yang dibuat sangat berperan

penting untuk proses perbandingan dengan suara asli. Selain itu Beberapa tahapan analisis *audio forensic* pada *framework* sebelumnya tidak dilakukan, seharusnya dilakukan untuk memperkuat dugaan dari analisis yang lainnya. Pada *framework* tidak memiliki proses pembuatan *visualisation* seharusnya pembuatan *visualisation* dilakukan agar proses penjelasan di persidangan nanti jelas dengan memvisualisasikan hasil analisis yang didapatkan, dan yang terakhir kekurangan dari *framework* sebelumnya yaitu tidak adanya tahapan *post-process*, tahapan ini sangat penting dilakukan karena tahapan ini berhubungan dengan proses pengujian kembali barang bukti audio yang dianalisis.

- ❑ *Framework* yang dikembangkan belum bisa mengidentifikasi audio dengan metode automatic analisis, *framework* yang telah dikembangkan hanya dapat menganalisis dengan metode manual analisis.

b. Uji kelayakan *Framework*

Pada tahapan ini akan dilakukan uji kelayakan *Audio forensic Identification Framework* sebagai *framework audio forensic* berdasarkan hasil pengembangan dari *framework* yang dikembangkan oleh Huizen,dkk (2016). Proses uji kelayakan dilakukan secara *based literature* dimana saling membandingkan *framework* hasil dengan *framework audio forensic* yang sudah ada sebelumnya. Proses perbandingan *framework* ini diharapkan dapat membuktikan bahwa *framework* yang telah dikembangkan lebih dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dalam melakukan investigasi *audio forensic* secara lebih spesifik dan terintegrasi dengan beberapa teknik *audio forensic*.

Adapun *framework* dan dokumen terkait *audio forensic* yang peneliti gunakan sebagai bahan pembanding adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.21 Dokumen terkait *audio forensic* yang menjadi pembanding

No	Nama dan Kode <i>Framework</i>	Peneliti/Rujukan	Tahapan
1	<i>Integrated Multimedia Forensic Investigation Framework (IMFIF)</i>	Nora Lizarti (2017), Digital Forensik Magister Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia.	5 Tahapan utama dan 31 Sub-tahapan
2	<i>Best Practice for Digital Audio Authentication. (DAA-SWGDE)</i>	SWGDE, (2018), <i>Best Practice for Digital Audio Authentication. Version 1.3.</i>	3 Tahapan utama dan 12 Sub-tahapan.
3	Dokumen Standar Prosedur <i>Audio forensic</i> . (SPAF-DFAT)	<i>Digital Forensik Analyst Team (DFAT)</i> , (2012), Bareskrim Mabes Polri.	4 Tahapan Utama

Berikut ini penjelasan dari *framework* yang dijadikan sebagai bahan pembanding dari *framework* yang telah dikembangkan.

c. *Integrated Multimedia Forensic Investigation Framework (IMFIF)*

Framework yang diusulkan oleh Nora Lizati (2017), *framework* ini merupakan *framework* multimedia forensik yang dibuat oleh Nora dengan cara menggabungkan beberapa *framework* menggunakan metode *sequential logic*. Penelitian Ini menghasilkan sebuah *framework* yang memiliki 5 tahapan utama dan 31 sub- tahapan yang mengakomodir proses investigasi multimedia forensik baik itu *video*, *image*, maupun *audio*. Adapun tahapan-tahapan IMFIF sebagai berikut :

1. *Preparation*, merupakan tahapan persiapan yang harus dilakukan untuk melakukan proses investigasi dalam penanganan barang bukti digital
 - a. *Examination Request*, merupakan tahapan mempersiapkan administrasi terhadap permintaan barang bukti.
 - b. *Consideration*, merupakan tahapan melakukan penilaian akan kemampuan lab dalam melakukan investigasi. Termasuk didalamnya menunjukan team *first responder* serta strategi dalam melakukan investigasi.
 - c. *Equipmen Preparation*, merupakan tahapan mempersiapkan kebutuhan peralatan seperti *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk kepentingan investigasi.
2. *Preservation*, merupakan tahapan mempersiapkan dimana barang bukti di ambil dan disimpan serta melakukan proses-proses yang dapat memastikan integritas dari barang bukti.
 - a. *Evidence Collection*, merupakan tahapan mengumpulkan barang bukti.
 - b. *Acquisition*, tahapan dilakukannya duplikasi terhadap barang bukti.
 - c. *Media Extraction*, tahapan dimana barang bukti yang dibutuhkan diambil.
 - d. *Evidence Return*, tahapan dimana barang bukti asli dikembalikan atau disimpan ke lokasi penyimpanan barang bukti.

3. *Examination*, merupakan tahapan dimana investigator melakukan eksaminasi dan pemeriksaan secara logis dan sistimatis.
 - a. *Media Examination*, tahapan dimana investigator melakukan eksaminasi dan pemeriksaan secara logis dan sistimatis pada barang bukti digital.
 - b. *Requirement Capturing*, tahapan dimana investigator menentukan kejadian yang akan di deteksi dari *footage file* dan menentukan area dimana file multimedia yang akan di analisis secara otomatis serta bagian ini merupakan proses *enhancenmen*.
4. *Enhancement and Analysis*, merupakan proses memperbaiki dan menganalisis barang bukti.
 - a. *Critical Listening*, Kegiatan mendengarkan secara seksama untuk mencari bagian mana yang dicurigai mengalami manipulasi.
 - b. *Spectogram Analysis*, proses analisis untuk melihat ada atau tidaknya manipulasi yang dilakukan dengan menganalisis spectrum file suara.
 - c. *Metadata Analysis*, melakukan analisis terhadap metadata sebuah file multimedia yang berisikan informasi seperti tanggal, format, sumber device dan lain sebagainya.
 - d. *Frame Analysis*, analisis yang dilakukan untuk memastikan ada atau tidak adanya proses editing yang menyebabkan frame-frame tersebut terlihat tidak normal.
 - e. *Content Analysis*, analisis terhadap ini dari sebuah gambaran dalam konteks citra forensik, seperti ciri subjek/objek pada gambar.
Authentication Analysis, analisis terhadap keaslian sebuah gambar dengan beberapa teknik.

- f. *Manual Analysis*, merupakan tahapan dimana pemeriksaan ataupun analisis melakukan verifikasi dan analisis secara manual terhadap hasil analisa *file* barang bukti.
- g. *Adjust bit Depth*, tahapan dimana pemeriksaan menyesuaikan gambaran atauoun video menjadi 16 bit per *cannel* untuk mengurangi error kuantitas selama proses *enhancement*.
- h. *Image Procesing*, suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan input berupa gambar dan ditranformasikan menjadi gambar lain sebagai keluaran tertentu.
- i. *Automatic enhancement*, nerupakan tahapan dimana pemeriksaan melakukan proses *enhancement* secara otomatis dengan bantuan *software* secara otomatis.
- j. *Decoding*, tahapan dimana pemeriksa membuat transkrip rekaman audio yang telah terdengar secara jelas.
- k. *Sampling*, proses pengambilan suara sampel rekaman suara dari subjek yang di ketahui untuk dianalisa lebih lanjut.
- l. *Voice Recognition*, tahapan membandingkan suara rekaman rekaman dengan suara contoh pembanding apakah benar identic.
- m. *Photographic Comparations*, proses perbandingan dan penilaian dari korespondensi antara fitur dalam gambar dan benda-benda.
- n. *Photogemetry*, adalan seni, memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran dan menafsirkan gambar foto dan pola energy radiasi elektromagnetik dan fenomena lain.
- o. *Video Extraction*, proses meng-*capture* beberapa frame tertentu untuk dianalisa dengan menggunakan teknik pembesaran.
- p. *Zooming*, teknik pembesaran gambar hasil capture frame yang digunakan untuk melihat gambar menjadi lebih detail.

5. *Output*, merupakan tahapan mempersiapkan berkas administrasi, laporan ataupun *file* setelah dilakukannya eksaminasi.
 - a. *File Output*, tahapan dimana file hasil proses eksaminasi menjadi sebuah output yang akan dilihat dan dihadirkan sebagai barang bukti.
 - b. *Storyline Creation*, merupakan tahapan dimana pemeriksaan membuat sebuah urutan kejadian (*time line*) yang mewakili pola kejadian sesuai dengan informasi yang telah di dapatkan dari proses eksaminasi.
 - c. *Report Request*, merupakan tahapan permintaan terhadap pembuatan surat pemeriksaan.
 - d. *Report Generations*, tahapan pembuatan laporan hasil analisa.
 - e. *Cors Presentation*, tahapan dimana hasil eksaminasi harus di presentasikan di hadapan pengadilan.

d. *Best Practice for Digital Audio Authentication (DAA-SWGDE)*

Dokumen ini merupakan dokumen milik *Scientific Working Group on Digital Evidence (SWGDE, 2018)*. Dokumen ini berisikan pedoman dalam melakukan analisa autentikasi terhadap file digital audio. Adapun tahapan-tahapan dari proses *authentication audio forensic* yang dikeluarkan oleh SWGDE adalah sebagai berikut :

1. *Pre-Examination*, merupakan tahapan awal dari proses *authentication audio*, adapun sub-tahapannya adalah sebagai berikut :

- a. *Clarifying the Request*, merupakan proses pengumpulan informasi awal terkait permintaan pemeriksaan, termasuk informasi mengenai barang bukti, dokumen pemeriksaan yang resmi serta kelengkapan barang bukti.
- b. *Assess the Request*, merupakan tahapan untuk melakukan penilaian terhadap kesesuaian permintaan pemeriksaan dengan jenis pemeriksaan yang akan dilakukan.
- c. *Define the Test Plan*, merupakan tahapan kesiapan ketersediaan alat, personil dan berbagai hal kebutuhan terkait pemeriksaan yang akan dilakukan.

2. *Examination*

- a. *Critical Listening*, merupakan proses mendengarkan rekaman suara secara intens dan seksama untuk mengenali informasi isi rekaman, dan perubahan terhadap *background* ataupun *noise* untuk dapat menentukan focus dari bagian-bagian mana yang akan di lakukan analisa.
- b. *Global Analysis*, merupakan proses pemeriksaan terhadap metadata file, format file, struktur file dan level kuantitas.
- c. *Local Analyses*, merupakan proses pemeriksaan terhadap spectrum dan gelombang suara.
- d. *Device Verification*, tahapan dimana dilakukannya analisa terhadap beberapa informasi yang didapat untuk mengetahui peralatan atau rekaman suara tersebut diambil.
- e. *Generation of samples recordings and exemplars*, merupakan tahapan dilakukannya pengambilan sampling suara untuk dilakukannya proses identifikasi suara.

3. *Reporting Conclusions*

- a. *Conclusions*, merupakan tahapan memberikan kesimpulan terhadap analisa yang dilakukan, kesimpulan yang diambil harus berdasarkan proses eksaminasi secara benar dan penggunaan metode scientific yang teruji.
- b. *Report Components*, merupakan tahapan untuk melakukan

penyusunan terhadap laporan secara lengkap dengan melampirkan dokumen *chain of custody* dan laporang mengenai investigasi secara lengkap.

e. Dokumen Standar Prosedur *Audio forensic* (SPAF- DFAT)

1. *Acquisition*, tahapan ini merupakan melakukan pencatatan terhadap barang bukti seperti pencatatan terhadap spesifikasi teknis audio recorder serta spesifikasi informasi audio rekaman. Selain itu juga pada tahapan ini akan dilakukannya proses akuisisi yang akan menghasilkan *file dd image*, setelah dilakukannya akuisisi akan dilakukan *mounting* untuk melihat isi dari file audio tersebut.
2. *Audio Enhancement*, tahapan ini merupakan tahapan dilakukan proses perbaikan terhadap rekaman barang bukti untuk menaikkan kualitas rekaman sehingga pembicaraan yang ada di dalam rekaman suara tersebut dapat didengar dengan jelas.
3. *Decoding*, merupakan tahapan dimana pemeriksa membuat transkrip rekaman audio yang telah terdengar secara jelas. Pembuatan transkrip minimal dilakukan oleh dua orang pemeriksa dengan tujuan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih persis.
4. *Voice Recoqniton*, Pada tahap selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap komponen-komponen suara tadi dengan tujuan untuk membandingkan apakah antara suara *evidence* dan subjek adalah identik ataukah tidak identik. Metode dalam melakukan analisa tersebut adalah meliputi analiss statistic *pitch*, analisa statistic *formant* berbasis *anova*, analisa *graphical* distribution, dan analisa *spectrogram*.

Berdasarkan terminologi diatas maka dapat dihasilkan sebuah tabel perbandingan yang akan membandingkan *framework* yang telah dikembangkan. Proses perbandingan akan menunjukkan ketiga *framework* dan dokumen terkait *audio forensic* tersebut menjalankan seluruh tahapan *framework* baru sehingga dapat dikatakan bahwa *framework* baru memiliki kesamaan tahapan secara umum terhadap *framework-framework* pembanding serta melihat tahapan mana pada *framework* baru yang tidak dimiliki oleh *framework* lainnya. Adapun tabel perbandingannya dapat dilihat pada tabel 4.36 dibawah ini :

Tabel 4.21 Perbandingan *Framework* baru dengan *Framework* terkait *audio forensic*

Tahapan <i>Framework</i> Baru		IMFIF	DAA-SWGDE	SPAF-DFAT
1	Pre-Process	√	√	√
	1.1 <i>Notification</i>			
	1.2 <i>Autorization</i>			
2	1.2 <i>Preparation.</i>	√	√	√
	Proactive			
	2.1 <i>Proactive collection.</i>	√		
3	2.2 <i>Identification Evidence.</i>			
	Reactive	√	√	√
	3.1 <i>Acquisition (Unknown Samples & Known Samples).</i>	√		√
	3.2 <i>Acquisition extraction (Unknown Samples & Known Samples)</i>	√		√
	3.3 <i>Authentication (Unknown Samples & Known Samples).</i>	√	√	√
	3.3.1 <i>File Format Analysis</i>		√	
3.3.2 <i>Header Analysis</i>		√		

		333	<i>Hex Data Analysis</i>		√	
		334	<i>Spectrum/Spectrogram Analysis for Authentication</i>		√	
3.43			<i>Enhancement (Unknown Samples & Known Samples).</i>	√	√	√
4		341	<i>Evidence Preparation.</i>			
		342	<i>Analysis (playback)</i>	√	√	

Tabel 4.22 Perbandingan *Framework* baru dengan *Framework* terkait *audio forensic*

		Tahapan <i>Framework</i> Baru	IMFIF	DAA-SWGDE	SPAF-DFAT	
	3.4.3	<i>Processing (noise reduction)</i>				
4	3.4.4	<i>Output</i>				
	Decoding		√	√	√	
	4.1	<i>Transcrip Recognition</i>			√	
	4.2	<i>Sampling</i>	√	√	√	
		4.2.1	<i>Acquisition (Known Samples)</i>			
		4.2.2	<i>Acquisition extraction (Known Samples)</i>			
5	4.2.3 <i>Enhancement (Known Samples)</i>		√	√	√	
	Analysis		√		√	
	5.1	<i>Voice Recognition</i>	√		√	
		5.1.1	<i>Analysis Statistik Pitch</i>	√		√
	5.1.2	<i>Formant dan Bandwidth</i>			√	
						√

5.1.2.1 *Analysis Anova*



		5.1.2.2	<i>Likelihood Ratio (LR)</i>			√
		5.13	<i>Graphical Distribution</i>			√
		5.14	<i>Spektogram</i>	√		√

Tabel 4.23 Perbandingan *Framework* baru dengan *Framework* terkait *audio forensic*

Tahapan <i>Framework</i> Baru		IMFIF	DAA-SWGDE	SPAF-DFAT
6	Presentation	√	√	√
	6.1 Reporting	√	√	
	5.13 Chain of Custody	√	√	
	5.14 Notes	√		
6.2 Visualitatio Report	√			
7	Post-Process	√	√	√
	7.1 Returns evidence.			
	7.2 Store evidence.			
	7.3 Dessemination.			

Keterangan Warna dan Simbol :

√ : Tahapan yang ada pada *framework* pembandingan

-  : Tahapan yang seharusnya ada karena bersifat penting dalam melakukan investigasi
-  : Tahapan yang bersifat kondisional

Dari tabel 4.23 yang merupakan tabel hasil dari perbandingan antara *framework* baru dengan *framework* pembanding dapat kita lihat masih adanya beberapa tahapan yang memang penting dilakukan pada saat proses investigasi audio tetapi pada *framework* pembanding tahapan-tahapan tersebut tidak ada. Berikut rangkuman dari hasil analisis tabel pembanding.

❓ Tahapan *framework* yang bersifat penting tetapi tidak dimiliki satupun terhadap

framework pembanding terdapat 5 tahapan yaitu :

- *Notification*, tahapan ini sangat penting ada pada sebuah *framework* hal ini dikarenakan tahapan ini merupakan tahapan diterimanya sebuah informasi mengenai suatu kejadian dengan barang bukti berupa rekaman suara.
- *Autorization*, tahapan ini tahapan mendapatkan hak tau izin dari pihak penegak hukum untuk melakukan proses investigasi terhadap kasus yang ada. Tahapan ini sangat penting dikarenakan ketika di persidangan hal yang utama dipertanyakan yaitu mengenai berkas-berkas dari pemeriksaan barang bukti baik itu mulai dari izin sampai pelaporan hasil analisis.
- *Output (Enhancement)*, pada tahapan output di proses *enhancement* sangat penting hal ini dikarenakan output dari file audio hasil *enhancement* harus sesuai dengan *file format, sampling rate, Bit depth, bit rate* dan lain sebagainya agar proses analisis nantinya berjalan dengan lancar.
- *Returns evidence* tahapan ini juga sangat penting hal ini dikarenakan tahapan ini merupakan tahapan pengembalian barang bukti hasil dari akuisisi yang sudah tidak digunakan ke pemiliknya atau ke penyidik yang meminta permohonan untuk melakukan investigasi terhadap barang bukti tersebut.
- *Store evidence* tahapan ini merupakan proses penyimpanan barang bukti hasil akuisisi, hal ini penting dilakukan dikarenakan pada saat

proses persidangan terjadi sebuah permintaan dari hakim untuk melakukan proses analisis ulang, jika itu terjadi maka investigator dapat mengambil barang bukti yang telah disimpan untuk dianalisis kembali.

❓ Terdapat 11 Tahapan yang bersifat penting tetapi hanya dimiliki oleh 1 atau 2

framework yang dijadikan pembandingan.

- *Proactive collection*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF tahapan ini sangat penting dilakukan dikarenakan tahapan ini merupakan aktifitas yang akan dilakukan di tempat kejadian perkara yang mana tahapan ini merupakan proses pengumpulan barang bukti digital maupun bukti elektronik yang akan dianalisis.
- *Acquisition*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF dan SPAF- DFAT, tahapan *Acquisition* sangat penting dilakukan karena tahapan ini merupakan proses akuisisi barang bukti asli agar investigator menganalisis hasil akuisisi bukan barang bukti asli yang nantinya dapat merusak bukti digital dari barang bukti yang akan dianalisis.
- *Acquisition Extraction*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF dan SPAF-DFAT. Tahapan ini dilakukan agar bukti digital dapat dianalisis, oleh karena itu dibutuhkan proses ekstraksi/mountin barang bukti hasil akuisisi.
- *Transcrip Recognition*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* SPAF- DFAT. Tahapan ini merupakan tahapan pembuata transkrip percakapan yang ada pada rekaman, tahapan penting dilakukan agar pada saat pembuatan rekaman sampling subjek bisa melihat kata-kata yang ada di transkrip yang akan dia ucapkan.
- *Analysis Anova*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* SPAF- DFAT, tahapan ini seharusnya ada di semua tahapan proses analisis *audio forensic* karena tahapan ini merupakan tahapan yang berdasarkan One-Way anova yang dapat mengkalkulasi secara

statistic nilai-nilai F1, F2, F3, F4 dan F5.

- *Likelihood Ratio (LR)*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* SPAF-DFAT, Tahapan ini seharusnya ada pada proses analisis *audio forensic* hal ini dikarenakan tahapan ini merupakan tahapan pendukung dari hasil analisis anova yang telah dilakukan, analisis ini mendukung hipotesis penuntutan atau perlawanan.
- *Graphical Distribution*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* SPAF- DFAT, tahapan ini merupakan tahapan untuk menganalisis sebaran nilai *formant* F1 vs F2 dan F2 vs F3, dari tahapan ini kita bisa melihat seberapa jauh perbedaan antara rekaman suara asli dengan rekaman sampling.
- *Reporting*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF dan DAA- SWGDE, seharusnya setiap proses analisis forensik baik itu file audio atau yang lainnya, proses pembuatan laporan hasil analisis sangatlah penting dilakukan untuk menjadi bahan laporan yang akan di sajikan di persidangan.
- *Chain of Custody*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF dan DAA- SWGDE, *chain of custody* penting dibuat dan dilampirkan pada dokumen laporan untuk melihat aktivitas apa saja yang dilakukan terhadap barang bukti.

Notes, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF, seharusnya semua *framework* memiliki catatan yang bisa menjelaskan proses analisis apa saja yang telah dilakukan untuk membuktikan rekaman suara tersebut identic dengan subjek yang mana. Oleh karena itu pembuatan *Notes* sangat penting dilakukan dan dilampirkan pada laporan hasil analisis.

- *Visualitation*, Tahapan ini hanya terdapat pada *framework* IMFIF, tahapan *visualitation* seharusnya ada di semua *framework* digital forensik, hal ini dikarenakan *visualitation* akan digunakan pada saat proses persidangan untuk menjelaskan terhadap hakim dengan cara *visual*/presentasi menggunakan gambar untuk memperjelas hasil analisis.

a. Analysis Umum

Berdasarkan hasil pengujian penerapan kinerja *Audio forensic identification investigation Framework* yang telah dibuat, hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.33 akan terlihat jelas perbedaan *framework* sebelumnya dengan *framework* yang telah dikembangkan. *Framework* yang telah dikembangkan memiliki tahapan yang lebih lengkap terhadap proses investigasi *audio forensic* sejak adanya laporan sampai dengan proses pemeliharaan barang bukti digital hasil analisis yang dilakukan. Dari hasil pengujian *Audio forensic Identification Framework* yang telah dibuat berdasarkan skenario kasus pada penelitian ini, *framework* baru dapat digunakan dalam melakukan proses investigasi terhadap bukti rekaman suara baik barang bukti audio yang telah memiliki *sampling* atau barang bukti yang belum memiliki *sampling*.

Selain itu pengujian berdasarkan kinerja dari *framework* yang telah dibuat penelitian ini juga menguji kelayakan dari *framework* baru yang dapat di lihat pada sub bab 4.4. Dari hasil uji kelayakan *framework* baru dengan 3 *framework audio forensic* sebagai pembanding, *framework* baru memiliki tahapan-tahapan yang lebih lengkap dibandingkan dengan beberapa *framework* terkait *audio forensic* dari proses penanganan barang bukti sampai dengan proses maintenance barang bukti pasca analisis, oleh karena itu dengan adanya *framework* ini diharapkan dapat memberikan solusi karena belum adanya *framework audio forensic* yang memiliki tahapan yang

lengkap dari proses penanganan barang bukti di tempat kejadian perkara sampai di proses pemeliharaan barang bukti sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk investigasi ketika terjadi perkara terkait konten audio.

BAB 5

Penutup

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) *Systems Development Life Cycle* (SDLC) dapat menjadi acuan untuk pengembangan dan membangun *Framework* audio forensik dalam rekaman suara dengan cara mengkolaborasikan beberapa *framework* terkait dengan *audio forensic*. Hal ini dikarenakan pada *Systems Development Life Cycle* (SDLC) terdapat tahapan-tahapan yang menjadi acuan dalam proses pengembangan *framework*, yaitu *planning, analysis, design, implementation, dan maintenance*. *Framework* yang dikembangkan menghasilkan 7 tahapan utama dan 33 sub-tahapan serta 3 kondisi, dengan jumlah keseluruhan sebanyak 40 tahapan yang dapat mendukung proses identifikasi *audio forensic*.
- b) Hasil analisis Spektogram dan analisis Pict pada nilai matrix cross similarity tingkat evidence dengan audio subject Nasri4Y mempunyai nilai kemiripan tertinggi = 0.9575822. Hasil pembacaan matrix audio evidence dengan audio subject Bakrim5Y mempunyai nilai kemiripan terendah = 0.48924464. Hasil pembacaan matrix, audio subject-B dengan audio subject Bakrim3Y mempunyai nilai kemiripan tertinggi = 0.9287775, karena merupakan sample suara dari orang yang sama. Hasil pembacaan matrix, audio subject Nasri2Y dengan audio subject Nasri4Y mempunyai nilai kemiripan = 0.9575822, karena merupakan sample suara dari orang yang sama.
- c) Berdasarkan hasil pengujian *framework* rekaman suara /Audio yang telah dikembangkan dengan sampel rekaman suara yang dibuat dari skenario kasus untuk menguji kinerja dari *framework* yang telah dikembangkan berhasil mengidentifikasi rekaman suara dengan hasil subjek X IDENTIK dengan rekaman suara pada barang bukti yang

menunjukkan angka kata yang identik lebih dari 4 kata, hal ini dapat dipastikan hasil dari *framework* yang telah dikembangkan dapat menjadi standart penyidik dalam melakukan investigasi terhadap barang bukti rekaman suara. Selain itu dari hasil Uji kelayakan dari *framework* yang telah dikembangkan sebagai standar acuan perbandingan *framework* yang terkait dengan *audio forensic* lainnya, menunjukkan bahwa *framework* yang telah dikembangkan memiliki tahapan yang lebih lengkap untuk digunakan dalam proses investigasi *audio forensic*.

- d) Berdasarkan jurnal dengan judul Analisis Rekaman Suara Voice Changer dan Rekaman Suara Asli Menggunakan Metode Audio Forensik. Analisis anova standar regulasi frekuensi audio memiliki tingkat kofidensi sebesar 95% .

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, masih terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini. Beberapa penelitian perbaikan kedepanya dapat dilakukan untuk melengkapi keterbatasan penelitian ini. Adapun saran untuk peneliti selanjutnya, antara lain :

- a) Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan *framework* identifikasi suara dengan mengintegrasikan beberapa teknik yang belum dilakukan pada *framework* hasil pengembang pada penelitian ini. Sehingga, *framework* ini nantinya tidak hanya dapat diterapkan pada metode manual analisis saja, namun dapat diterapkan di metode automatic dalam proses identifikasi digital audio.
- b) Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mengembangkan *framework* audio untuk dapat digunakan pada proses investigasi audio forensik dengan sumber *sampling* berdasarkan hasil pencarian rekaman-rekaman suara subjek yang pernah ada yang didapatkan dari beberapa sumber yang jelas.
- c) Penelitian selanjutnya diharapkan kampus dapat menyediakan

beberapa sistem operasi untuk melanjutkan penelitian yang terkait Audio Forensik.

Daftar Pustaka

- Al-Azhar Nuh, M. (2011). AUDIO FORENSIC: Theory and Analysis.
- Alfarisi, S. (2012). Modul Pertemuan ke-3
Perkuliahan Multimedia dan Animasi.
Universitas Mecubuana, (702010018).
- Bhaskoro, S. B., & Riedho, A. (2012). Aplikasi
pengenalan gender menggunakan
suara.
Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2012(Snati).
- Böhme, R., Freiling, F. C., Gloe, T., & Kirchner, M. (2009).
Multimedia forensics is not computer forensics. *Lecture Notes in
Computer Science (Including Subseries Lecture
Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in
Bioinformatics)*, 5718 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03521-0_9 di akses 11 Oktober 2018
- Grigoras, C., Rappaport, D., & Smith, J. M. (2012).
Analytical Framework for Digital Audio
Authentication. *46th International Conference: Audio
Forensics*.
- Huizen, R. R., Jayanti, N. K. D. A., & Hostiadi, D. P. (2016). Model
Acquisisi Rekaman Suara Di Audio Forensik.
Semnasteknomedia Online, 4(1).
- Maher, R. C. (2009). Audio forensic examination. *IEEE Signal
Processing Magazine*. [https://doi.org/10.1109/
MSP.2008.931080](https://doi.org/10.1109/MSP.2008.931080) di akses 21 Desember 2018
- Maramis, M. R. (2015). Peran Ilmu Forensik Dalam Penyelesaian
Kasus Kejahatan Seksual Dalam Dunia Maya (Internet). *Ilmu
Hukum*, 11(7).

- Nuh Al-Azhar, M. (2012). Digital Forensics Practical Guidelines for Computer Investigation. *Salemba Infotek*.
- Rahayu, Y. D., & Prayudi, Y. (2014). Membangun Integrated Digital Forensics Investigation Frameworks (IDFIF) Menggunakan Metode Sequential Logic. *Seminar Nasional SENTIKA, 2014*(Sentika).
- Rhodes, D. L. (2012). The Systems Development Life Cycle (SDLC) as a Standard: Beyond the Documentation. *SAS Global Forum 2012: Planning and Support, (194– 2012)*.
- Saidi, Sugiantoro, B., & Prayudi, Y. (2017). *Pengembangan Framework Untuk Investigasi Email Forensics Menggunakan Metode Systems Development Life Cycle (SDLC)*.
- Stamm, M. C. (2012). Digital Multimedia Forensics and Anti-Forensics.
- Subki, A., Sugiantoro, B., & Prayudi, Y. (2018). Membandingkan Tingkat Kemiripan Rekaman Voice Changer Menggunakan Analisis Pitch, Formant dan Spectogram. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 5*(1).

<https://doi.org/10.25126/jtiik.201851500> di akses 15 Desember 2018

SWGDE. (2018). Scientific Working Group on Digital Evidence Scientific Working Group on Digital Evidence. *Best Practices for Digital Audio Authentication*, 1.

Wicaksono, G., & Prayudi, Y. (2013). Teknik Forensika Audio Untuk Analisa Suara Pada Barang Bukti Digital. *Semnas Unjani*, (June).

Zjalic, J. (2017). *a Proposed Framework for Forensic Audio Enhancement*. University of Colorado.

Republik Indonesia. Kitab Undang-Undang Hukum Pidana (KUHP). Jakarta : Sekretaris Negara.

Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2008 Tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (2008). Indonesia.