



MUHAMMAD MUNAWIR
NIM. 18206050007

MUHAMMAD MUNAWIR
NIM. 18206050007

PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC
UNTUK MENDUKUNG IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK

PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC
UNTUK MENDUKUNG IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK



PROGRAM STUDI INFORMATIKA
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA



2022

2022

**PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC UNTUK MENDUKUNG
IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK**



Oleh :

Nama : Muhammad Munawir

NIM : 18206050007

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2022



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA**

Muhammad Munawir

NIM. 18206050007



**PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC
UNTUK Mendukung IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK**



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Munawir

NIM : 18206050007

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis dengan judul “Perbandingan Metode Konvensional Dan LPC Untuk Mendukung Identifikasi Suara Pada Audio Forensik” tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister di suatu Perguruan Tinggi, dan sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah inidan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Munawir
NIM 18206050007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Munawir

NIM : 18206050007

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 17 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Munawir
NIM 18206050007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1819/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC UNTUK MENDUKUNG IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD MUNAWIR, S.T
Nomor Induk Mahasiswa : 18206050007
Telah diujikan pada : Selasa, 09 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.
SIGNED

Valid ID: 62f316ec52af4



Penguji I

Dr. Agung Fatwanto, S.Si., M.Kom.
SIGNED

Valid ID: 62fc5afcaf2e0



Penguji II

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 62f5b0dc60e40



Yogyakarta, 09 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63030f049cd1b






BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

Penyelenggaraan Ujian Tugas Akhir Mahasiswa

A. Waktu, Tempat dan Status Ujian Tugas Akhir:

1. Hari dan Tanggal : Selasa, 09 Agustus 2022
2. Pukul : 10:00 s/d 11:00 WIB
3. Tempat : FST-1-101
4. Status : Utama

B. Susunan Tim Ujian Tugas Akhir:

No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua Sidang	Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.	 Valid ID: 62f316c68be9c
2.	Penguji I	Dr. Agung Fatwanto, S.Si., M.Kom.	 Valid ID: 62f1e070d3d93
3.	Penguji II	Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.	 Valid ID: 62f1de67e561a

C. Identitas Mahasiswa yang diuji:

1. Nama : MUHAMMAD MUNAWIR, S.T
2. Nomor Induk Mahasiswa : 18206050007
3. Program Studi : Informatika
4. Semester : VI
5. Program : S2
6. Status Kehadiran Mahasiswa : Menghadiri Ujian

D. Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DAN LPC UNTUK
MENDUKUNG IDENTIFIKASI SUARA PADA AUDIO FORENSIK

E. Pembimbing/Promotor:

1. Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.

F. Keputusan Sidang

1. LULUS dengan Perbaikan
2. Predikat Kelulusan : 92.00 (A-)
3. Konsultasi Perbaikan a. _____
b. _____



Yogyakarta, 09 Agustus 2022
Ketua Sidang/Pembimbing/Promotor,
Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.
SIGNED

Valid ID: 62f316c68be9c

NOTA DINAS PEMBIMBING

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

Perbandingan Metode Konvensional Dan LPC Untuk Mendukung Identifikasi Suara Pada Audio Forensik

Yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Munawir
NIM : 18206050007
Jenjang : Magister
Program Studi : Informatika

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Informatika.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 3 Agustus 2022

Pembimbing,



(Dr. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.)

ABSTRAK

Kasus kriminal yang berkaitan dengan korupsi, penipuan, pencurian dan yang lainnya sering menggunakan teknologi dalam penanganan bukti elektronik yang diperoleh. Bukti elektronik yang ditemukan bisa berbentuk dokumen, file video, audio, gambar atau yang lainnya. Proses analisis terhadap bukti-bukti elektronik harus memenuhi *Standar Operational Prosedur*, termasuk disini terkait bukti digital audio harus sesuai dengan prosedur penanganan audio forensik. Bukti digital audio ini berfungsi untuk mendukung jalannya persidangan, sehingga diperlukan analisis bukti yang valid dan relevan. Audio forensik secara umum dianalisa dengan metode konvensional yang didalamnya terdapat pendekatan analisis statistik yang digunakan meliputi analisis statistik *Pitch*, *Formant bandwidth*, *likelihood Ratio (LR)*, *Anova*, *Graphical Distribution* dan *Spectrogram*. Selain metode konvensional ini, ada metode lain yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi, yaitu metode *Linear Predictive Coding (LPC)*. Metode ini merepresentasikan sinyal suara dari pengucap dalam bentuk koefisien LPC, yang selanjutnya dicocokkan dengan algoritma *Euclidean Distance*.

Artikel ini memaparkan tentang analisa perbandingan metode konvensional (*Pitch*, *Formant*, *Spectrogram*) dengan metode LPC (*Linear Predictive Coding*) dalam identifikasi suara pada audio forensik. Identifikasi atau pengenalan suara pada analisa ini dibatasi dengan untuk empat sumber suara perbandingan dan dua sumber suara asli. Skenario sampel suara diperoleh dari alat rekam suara dan rekaman percakapan di telepon. Data suara yang diperoleh diolah menjadi per kata untuk selanjutnya diproses identifikasi. Proses pengenalan suara dilakukan dengan metode konvensional (*Pitch*, *Formant* dan *Spectrogram*) serta metode *Linear Predictive Coding*. Selanjutnya hasil pengenalan pola suara dari kedua metode ini dibandingkan, dan dilihat pola suara yang identik antara suara dari alat rekam suara dan rekaman percakapan telepon. Dengan mengamati tingkat akurasi dari masing-masing metode. Prinsip utama dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui apakah metode LPC bisa digunakan untuk mendukung akurasi identifikasi suara yang dihasilkan metode konvensional pada audio forensik.

Kata Kunci: pengenalan suara, metode konvensional, linear predictive coding

ABSTRACT

Criminal cases related to corruption, fraud, theft and others often use technology in handling electronic evidence obtained. Electronic evidence found can be in the form of documents, video files, audio, images or others. The process of analyzing electronic evidence must comply with Standard Operational Procedures, including here related to digital audio evidence that must be in accordance with audio forensics handling procedures. This digital audio evidence serves to support the course of the trial, so a valid and relevant evidence analysis is needed. Audio forensics is generally analyzed using conventional methods in which there is a statistical analysis approach used including statistical analysis of Pitch, Formant bandwidth, Likelihood Ratio (LR), Anova, Graphical Distribution and Spectrogram. In addition to this conventional method, there is another method that can be used to identify, namely the Linear Predictive Coding (LPC) method. This method represents the voice signal from the speaker in the form of LPC coefficients, which are then matched with the Euclidean Distance algorithm.

This article describes the comparative analysis of conventional methods (Pitch, Formant, Spectrogram) with the LPC (Linear Predictive Coding) method in voice identification in audio forensics. Identification or speech recognition in this analysis is limited to four comparison sound sources and two original sound sources. Scenarios of voice samples were obtained from voice recording devices and recorded conversations on the telephone. The sound data obtained is processed per word for further identification processing. The speech recognition process is carried out using conventional methods (Pitch, Formant and Spectrogram) and Linear Predictive Coding methods. Furthermore, the results of voice pattern recognition from these two methods were compared, and seen the identical sound patterns between the voices of the voice recording device and the recording of telephone conversations. By observing the level of accuracy of each method. The main principle of this comparison is to find out whether the LPC method can be used to support the accuracy of voice identification produced by conventional audio forensic methods. Tests have been carried out with both methods in identification with sound samples that are

Keywords: speech recognition, conventional method, linear predictive coding

KATA PENGANTAR



Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun masih merasakan segala pemberian nikmat anugerah dan kesempatan yang diberikan dalam penyelesaian tesis yang berjudul **“PERBANDINGAN METODE KONVENSIIONAL DAN LPC UNTUK Mendukung Identifikasi Suara pada Audio Forensik”**.

Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabiullah Muhammad SAW, semoga kita kelak mendapat *syafa'at* darinya kelak di hari akhir. Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mendapatkan gelar Magister Informatika Pada Program Studi Informatika (S2) Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., Selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Ibu Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. , selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Dr. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T., dan Ibu Maria Ulfah Siregar, S.Kom. MIT., Ph.D., sebagai Kepala dan Sekretaris Program Studi Informatika Program Magister Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
4. Bapak Dr. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Magister Informatika 2018.

5. Bapak Dr. Bambang Sugiantoro, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tesis. Terimakasih atas semua bimbingan yang telah diberikan dalam menyelesaikan penelitian Tesis ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Staff Bagian Kemahasiswaan Sains dan Teknologi, PTIPD UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu dalam menyelesaikan Penelitian ini.
8. Teman-teman seperjuangan Program Studi Magister Informatika 2018 yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam penelitian ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyelesaian tesis ini.

Penulis sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam pelaksanaan dan penyusunan tesis ini. Oleh karena itu kritik dan saran penulis harapkan untuk dapat menyempurnakannya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis khususnya.

Yogyakarta, 17 Agustus 2022

Penyusun,

Muhammad Munawir
NIM:18206050007

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil alamiin, atas keridhoan Allah SWT sebagai dzat yang maha kuasa, atas berkah rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga salah satu kewajibanku ini dapat diselesaikan. Tak lupa sholawat dan salam kepada uswah teladan kita Nabi Muhammad SAW semoga *syafa'at* diberikan di akhir zaman. Halaman ini saya tujukan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan Penyelesaian Tesis ini, sebagai berikut :

1. Ibunda Siti Romlah, istriku tercinta Anindya Sari, serta seluruh anggota keluarga tercinta, yang selalu memberikan nasehat, dukungan, motivasi dan do'anya.
2. Terima kasih banyak untuk bapak Pembimbing saya Bapak Dr. Bambang Sugiantoro, M.T., yang telah membimbing saya dalam pembuatan tesis ini.
3. Segenap Dosen Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Pak Bambang, Pak Agung , Bu Uyun, Bu Maria, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan selama menempuh perkuliahan, semoga bermanfaat dikemudian hari.
4. Teman-teman Seperjuangan, keluarga besar Magister Informatika Angkatan pertama (Tahun 2018) yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih untuk kebersamaanya dan dukungan kalian setiap perjuangan kita sebagai mahasiswa Magister Informatika di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

5. Keluarga Besar Teknik Informatika Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
6. Keluarga Besar Magister Informatika Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
7. Saya berterima kasih banyak kepada semua pihak yang telah langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Demikian halaman persembahan ini saya buat sebagai apresiasi terhadap semua pihak yang telah memberi bantuan secara do'a, moral, dan material dalam penunjang tesis saya ini. Terima kasih banyak dan mohon maaf apabila saya ada kesalahan dalam penulisan



MOTTO

"Bukankah Dia (Allah) yang memperkenankan (doa) orang yang dalam kesulitan apabila dia berdoa kepada-Nya, dan menghilangkan kesusahan dan menjadikan kamu (manusia) sebagai khalifah(pemimpin) di Bumi? Apakah di samping Allah ada Tuhan (yanglain)? Sedikit sekali (nikmat Allah) yang kamu ingat." (QS. An-Naml 27: Ayat 62)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA UJIAN	v
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
MOTTO.....	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Keaslian Penelitian.....	5
G. Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
A. Kajian Pustaka	7
B. Landasan Teori	10

1. Karakteristik Suara	10
2. Komponen Suara.....	10
3. Audio Forensik	13
4. Linear Predictive Coding	15
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Forensik Audio	20
B. Metode Forensik Audio	21
C. Metode <i>Linear Predictive Coding</i>	26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
A. Skenario Kasus.....	27
B. Enhancement dan <i>Noise Filter</i>	29
C. Penerapan Alat Bantu Praat	29
D. Metode <i>Linear Predictive Coding (LPC)</i>	39
E. Hasil Pengujian.....	40
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan.....	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48
1. Lampiran 1 Data Hasil Pengujian Analisa <i>Pitch</i>	48
2. Lampiran 2 Hasil Pengujian Analisa Anova	64
3. Lampiran 3 Pengujian dengan Linear Predictive Coding	83
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Formant F1,F2,F3,F4 dan F5	12
Gambar 2. 2 Tingkatan Spectogram Energi	13
Gambar 2. 3 Tahapan Prosedur Audio Forensik	14
Gambar 2. 4 Proses Umum Algoritma LPC	16
Gambar 3. 1 <i>Generic Computer Forensic Investigation Model</i> (GCFIM)	18
Gambar 3. 2 Prosedur Forensik Audio	20
Gambar 3. 3 Contoh Statistik <i>Pitch</i>	22
Gambar 4. 1 Diagram Alur Penelitian	27
Gambar 4. 2 Ilustrasi Skenario Kasus	28
Gambar 4. 3 <i>Audio Recorder</i> (Alat Perekam Suara)	28
Gambar 4. 4 Ekstrak nilai <i>pitch</i> minimum, maksimum, <i>quantile</i> , mean dan standar deviasi.....	30
Gambar 4. 5 Analisis Anova <i>One Factorial</i>	35
Gambar 4. 6 Proses pengujian suara bukti dan suara pembandingan 1 dengan metode LPC dan Euclidean Distance	40
Gambar 4. 7 Proses pengujian suara bukti dan suara pembandingan 2 dengan metode LPC dan Euclidean Distance	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan tinjauan pustaka	8
Tabel 3. 1 Analisis Keseluruhan Formant dengan One way Anova.....	23
Tabel 3. 2 Hasil Analisis likelihood <i>ratio</i> d (LR) yang mendukung hipotesis $p(E/Hp)$	24
Tabel 4. 1 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “aturan”	31
Tabel 4. 2 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “sesuai”	31
Tabel 4. 3 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “bagian”	32
Tabel 4. 4 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “aturan”	33
Tabel 4. 5 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “sesuai”	33
Tabel 4. 6 Statistik <i>pitch</i> rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “bagian”	33
Tabel 4. 7 Statistik Anova rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “aturan”	36
Tabel 4. 8 Statistik Anova rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “sesuai”	36
Tabel 4. 9 Statistik Anova rekaman suara pembanding 1 dan rekaman suara bukti pada kata “bagian”	37
Tabel 4. 10 Statistik Anova rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “aturan”	38

Tabel 4. 11 Statistik Anova rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “sesuai”	38
Tabel 4. 12 Statistik Anova rekaman suara pembanding 2 dan rekaman suara bukti pada kata “bagian”	39
Tabel 4. 13 Hasil pengujian Suara Bukti dengan Suara pembanding dengan metode LPC	42



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam berbagai kasus persidangan saat ini, adanya alat bukti digital terbukti mampu membantu dalam mengungkap berbagai kasus pidana. Sehingga penggunaan alat bukti digital semakin banyak diajukan dalam berbagai kasus persidangan sebagai upaya untuk membuktikan serta membantu dalam menyelesaikan berbagai kasus kejahatan. Salah satu bukti digital yang sering diajukan dalam persidangan adalah bukti rekaman suara digital, dimana isi dari rekaman suara tersebut diduga sebagai suara dari tersangka. Namun, agar rekaman suara yang diajukan sebagai barang bukti tersebut valid dalam persidangan maka perlu adanya seorang saksi ahli untuk memberikan penjelasan terkait barang bukti yang di ajukan secara jelas, objektif dan faktual sesuai dengan bidang keilmuannya.

Agar barang bukti digital yang diajukan valid dan dapat diterima di depan persidangan, maka barang bukti tersebut haruslah otentik, lengkap, dan dapat dipercaya. Karenanya untuk kepentingan persidangan yang melibatkan barang bukti digital maka diperlukan seorang saksi ahli dalam rangka membantu hakim dalam pengambilan keputusan vonis dalam sebuah kasus. Seorang saksi ahli berfungsi mendukung proses persidangan dengan memaparkan hasil analisisnya terhadap barang bukti secara relevan, otentik, menyeluruh, serta sesuai dengan bidang keilmuannya dengan melalui tahapan dan prosedur yang benar.

Semakin banyak dan seringnya proses persidangan menggunakan barang bukti digital tidak lepas dari perkembangan ilmu forensik dalam

menangani barang bukti digital secara benar dan sesuai dengan prosedur, sehingga barang bukti digital tersebut dapat diterima dan memenuhi persyaratan di dalam persidangan. Para saksi ahli, dalam hal ini pakar bidang forensik audio digital memiliki kewajiban untuk menyajikan bukti ke depan persidangan secara akurat dan objektif dari apa yang telah dilakukan, sehingga seorang saksi ahli dalam melaksanakan tugasnya dalam menganalisa barang bukti digital di tuntut untuk selalu mengikuti standar operasional prosedur dan metode forensik audio digital sesuai dengan keilmuannya. Dalam penelitian ini, akan dipaparkan terkait standar operasional prosedur dan metode forensik audio digital, menggunakan metode simulasi dalam melakukan forensik audio digital serta kesimpulan.

Pengolahan sinyal memiliki peranan penting dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi. Lebih khususnya dalam bidang komunikasi. Perkembangan yang pesat dihasilkan dari penelitian intensif yang dilakukan dalam bidang pengolahan sinyal. Mengakibatkan teknologi komunikasi juga berkembang dengan pesat, yang termasuk di dalamnya yaitu pengenalan pengucap. Pengenalan pengucap adalah cara yang digunakan dalam proses pengenalan untuk mengetahui ciri atau identitas seseorang yang mengucapkan sinyal informasi. Setiap individu mempunyai ciri karakteristik yang berbeda dan spesifik, sehingga hal ini bisa dilakukan.

Teknologi saat ini juga sudah masuk ke ranah pengadilan terkait dengan bukti elektronik yang ditemukan dalam kasus korupsi, penipuan dan lainnya sebagai pendukung dalam penyelidikan kasus.

Bukti elektronik ataupun bukti rekaman yang diajukan dalam persidangan yang bisa diterima haruslah otentik lengkap dan jelas asal usulnya.

Proses persidangan memerlukan barang bukti untuk menguatkan dakwaan penegak hukum sehingga bukti percakapan seringkali dihadirkan dalam bentuk rekaman, dari percakapan langsung maupun melalui telepon.

Disebutkan bahwa salah satu bentuk alat bukti adalah rekaman suara. sebagaimana terkandung pada Pasal 1 Undang-Undang ITE No 19 Tahun 2016. Namun tanpa melalui proses analisis yang panjang oleh seorang ahli forensik, maka tidak akan bisa digunakan.

Parameter pitch, formant dan spectrogram digunakan sebagai analisis pada rekaman suara untuk kepentingan voice recognition dalam mengidentifikasi karakteristik suara, dengan potongan dari rekaman suara sebagai objek analisis. Hal ini disebutkan Azhar Nuh (2011) dalam buku *Audio Forensics: Theory and Analysis*.¹ Metode penanganan dengan melibatkan parameter tersebut lebih dikenal dengan metode konvensional.

Cara lain dalam penanganan analisis suara yang bisa dijadikan pendukung adalah melalui ekstraksi suara atau ucapan dengan suatu teknik pengkodean. Metode ekstraksi yang umum sering digunakan dalam ekstraksi sinyal ucapan/suara adalah metode Linear Predictive Coding (LPC). Dimana analisisnya menghasilkan estimasi parameter ucapan dasar berupa pitch, formant, persamaan area jalur vokal, dan untuk memampatkan (kompresi) sinyal ucapan agar didapat bit-rate rendah untuk keperluan transmisi atau penyimpanan

B. Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana menganalisa suara dalam audio forensik dengan metode

konvensional dan metode Linear Predictive Coding.

2. Bagaimana hasil analisa suara yang dilakukan dengan metode konvensional dan metode Linear Predictive Coding.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan membahas skenario rekaman suara barang bukti dan rekaman suara pembanding dengan analisa statistik pitch, formant, spectrogram, serta berbasis Analisis Anova, Analisis Likelihood Ratio (LR) dan Analisis Graphical Distribution.
2. Untuk melakukan pembuatan suara barang bukti pada penelitian ini menggunakan Smartphone, sedangkan rekaman suara pembanding di ambil dengan menggunakan alat voice recorder.
3. Suara barang bukti yang direkam merupakan suara laki-laki.
4. Jenis hasil rekaman suara yang akan di analisis yaitu dengan ekstensi WAV.
5. Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan Framework Audio Forensics

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil identifikasi suara antara metode konvensional (metode formant bandwidth, pitch dan likelihood ratio) dengan metode Linear Predictive Coding (LPC).
2. Mengetahui akurasi dari masing-masing metode konvensional dan metode Linear Predictive Coding (LPC).
3. Mengetahui karakteristik dari rekaman suara barang bukti dan rekaman

suara pembanding.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi beberapa manfaat, antara lain:

1. Bagi pemakai, akan mendapatkan pengetahuan dalam bidang audio forensik tentang hasil analisa suara yang dilakukan dengan metode konvensional dan metode LPC beserta perbandingan hasil dari keduanya.
2. Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah dapat mengetahui bagaimana hasil perbandingan metode konvensional dan metode LPC, yang diharapkan hasil dari metode LPC bisa mendukung hasil dari metode konvensional..

F. Keaslian Penelitian

Penelitian yang terkait dengan implementasi metode konvensional dan metode LPC (*Linear Predictive Coding*) dalam bidang forensik, ini sudah pernah dilakukan sebelumnya. Akan tetapi penelitian tentang Perbandingan Metode Konvensional Dan LPC Untuk Mendukung Identifikasi Suara Pada Audio Forensik belum pernah dilakukan sebelumnya.

G. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri atas enam bab, dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Membahas latar belakang mengenai penggunaan metode konvensional dan metode Linear Predictive Coding dalam audio forensik. Pada bab ini juga membahas tentang Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian,

Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan Laporan pada penelitian yang dilakukan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Membahas teori dasar yang digunakan dalam penelitian, terkait analisa suara dalam audio forensik. Pada bab ini juga dibahas mengenai tinjauan pustaka terkait penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

3. Bab 3 Metode Penelitian,

Membahas langkah-langkah penelitian, analisis kebutuhan dan perancangan sistem, membahas analisis terhadap kebutuhan sistem yang dibangun, proses kerja dan perancangan sistem dan lain lain.

4. Bab 4 Analisis dan Pembahasan,

Membahas hasil penelitian berupa penerapan metode yang diusulkan dan pengujian parameter.

5. Bab 5 Penutup

Membahas kesimpulan yang berupa rangkuman dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya serta saran yang perlu diperhatikan berdasarkan keterbatasan yang ditemukan serta asumsi-asumsi yang ada selama penelitian untuk tujuan perbaikan dan pengembangan berikutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Hasil identifikasi perbandingan suara menggunakan teknik audio forensik antara rekaman suara pembanding dan rekaman suara bukti mendapatkan hasil bahwa analisis dengan teknik audio forensik dalam proses analisisnya membutuhkan atau memakan waktu yang lebih lama, sehingga dirasa kurang efisien dari segi waktu proses analisis nya. Sedangkan hasil tingkat kemiripan menggunakan sistem yang telah dibangun dengan metode *Linear Predictive Coding* dan Euclidean Distance, analisis dengan metode ini cukup efisien dari segi waktu, akan tetapi hasil dari proses analisis kurang efektif, karena proses analisis sangat dipengaruhi ketepatan penentuan parameter yang dijadikan ukuran dalam sistem yang telah dibangun.
2. Proses analisis rekaman suara pembanding (buatan) dan rekaman suara bukti lebih efektif menggunakan teknik audio forensik dibandingkan menggunakan sistem yang telah dibangun dengan metode *Linear Predictive Coding*, namun dalam segi waktu penyelesaian lebih efisien menggunakan sistem dengan metode *Linear Predictive Coding*, jika memang sebuah proses penyidikan memerlukan hasil dari suatu barang bukti lebih cepat untuk disampaikan pada persidangan awal.
3. Meskipun berasal dari subyek yang sama dalam pengambilan rekaman, suara bukti maupun suara pembanding belum tentu ditemukan keidentikannya dalam Pitch. Karena dipengaruhi oleh perbedaan intonasi subyek saat pengambilan suara pembanding dan saat mengucapkan suara bukti.

B. Saran

Saran-saran yang perlu diberikan dengan hasil penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian terkait suara buatan dengan suara langsung dengan menggunakan metode yang lain, sehingga dapat menjadi informasi yang baru bagi peneliti selanjutnya.
2. Perlu dicoba melakukan penelitian dengan rekaman suara menggunakan alat rekam yang lain, lalu coba diuji kembali menggunakan metode ini dan bagaimana hasilnya.
3. Proses filtering dan pemecahan kata pada rekaman suara perlu dilakukan dengan teliti agar saat proses analisa bisa didapatkan hasil yang maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

1. Nuh M. Digital Forensic Practical Guidelines for Computer Investigation.
2. Karakoç MM, Varol A. Visual and auditory analysis methods for speaker recognition in digital forensic. 2nd Int Conf Comput Sci Eng UBMK 2017. 2017;(October):1113–6.
3. Deva BS, Mardianto I. Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio. *Ultimatics*. 2019;10(2):67–72.
4. Huizen RR, Ketut N, Ari D, Hostiadi DP. Analisis Pengaruh Sampling Rate Dalam Melakukan Identifikasi Pembicara Pada Rekaman Audio. 2015;9–10.
5. Walid M, Darmawan AK. Pengenalan Ucapan Menggunakan Metode Linear Predictive Coding (LPC) dan K-Nearest Neighbor (KNN). *Energy, Univ Panca Marga [Internet]*. 2017;7(1):13–22. Available from: <https://ejurnal.upm.ac.id/index.php/energy/article/download/165/158/>
6. Sanjaya M. Ekstraksi Ciri Sinyal Wicara Berbasis LPC dan MFCC. In: *Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition Menggunakan Matlab dan Arduino*. p. 184–208.
7. Li J, Deng L, Haeb-Umbach R, Gong Y. Fundamentals of speech recognition. *Robust Automatic Speech Recognition*. 2016. p. 9–40.
8. Deza MM, Deza E. Encyclopedia of distances. *Encyclopedia of Distances*. 2009. 1–590 p.
9. Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments Eighth Edition*. Arizona State University. Vol. 2009, Copyright. 2013. 2001 p.
10. DZULFIKAR H. Perbandingan Tingkat Kemiripan antara Suara Langsung dan Suara Buatan menggunakan metode MFCC, DTW dan

KNN untuk mendukung Analisa Audio Forensik. 2021; Available from:
[https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/36065%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/36065/18917112 Helmy Dzulfikar.pdf?sequence=1](https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/36065%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/36065/18917112%0AHelmy%20Dzulfikar.pdf?sequence=1)

