

**KLASIFIKASI KEMIRIPAN SUARA REKAMAN  
MENGUNAKAN METODE MEL-FREQUENCY  
CEPSTRAL COEFFICIENT DAN MINKOWSKI**



**OLEH:  
AIDIL PUTRASYAH  
09012681923001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**KLASIFIKASI KEMIRIPAN SUARA REKAMAN  
MENGUNAKAN METODE MEL-FREQUENCY  
CEPSTRAL COEFFICIENT DAN MINKOWSKI**

**TESIS**

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister**



**OLEH:**

**AIDIL PUTRASYAH**

**09012681923001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KLASIFIKASI KEMIRIPAN SUARA REKAMAN  
MENGUNAKAN METODE MEL-FREQUENCY  
CEPSTRAL COEFFICIENT DAN MINKOWSKI**

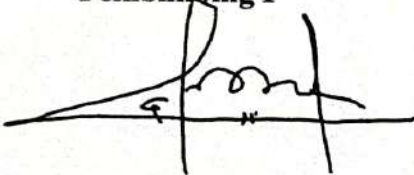
**TESIS**

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister

**OLEH:  
AIDIL PUTRASYAH  
09012681923001**

**Palembang, September 2023  
Pembimbing II**

**Pembimbing I**



**Dr. Ermatita, M.Kom  
NIP 196709132006042001**



**Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs  
NIP 198410012009121005**

**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer**



**Hadipurnawan Satria, Ph.D  
NIP 198004182020121001**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Pada hari Jumat tanggal 28 Juli 2023 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis secara tertutup oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

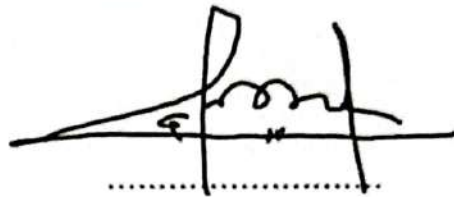
Nama : Aidil Putrasyah

NIM : 09012681923001

Judul : Klasifikasi Kemiripan Suara Rekaman Menggunakan Metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* dan *Minkowski*

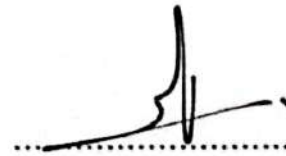
1. Pembimbing I

Dr. Ermatita, M.Kom  
NIP. 196709132006042001



2. Pembimbing II

Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs  
NIP. 198410012009121005



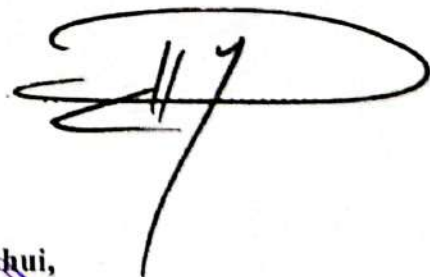
3. Penguji I

Dr. Yusuf Hartono, M.Sc  
NIP. 196411161990031002



4. Penguji II

Dr. Ali Ibrahim, S.Kom., M.T  
NIP. 198407212019031004



Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Hadipurnawan Satria, Ph.D  
NIP 198004182020121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aidil Putrasyah  
NIM : 09012681923001  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Judul Tesis : Klasifikasi Kemiripan Suara Rekaman Menggunakan Metode Mel-Frequency Cepstral Coefficient dan Minkowski

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 16 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, September 2023



SEPULEH RIBU RUPIAH  
METERAL TEMPEL  
001AKX605752320

**Aidil Putrasyah**  
NIM. 09012681923001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Klasifikasi Kemiripan Suara Rekaman Menggunakan Metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* dan *Minkowski*”**.

Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian Tesis ini, diantaranya:

1. Orang tua Bapak Syofyan Effendi, Ibu Hartiwi dan Mertua Bapak Andi Tamrin, Ibu Andi Rokayah yang telah memberikan dukungan serta motivasi, doa dan restu.
2. Istri tercinta Andi Rika Soraya, S.T. yang telah mensupport dan mendoakan penulis untuk menyelesaikan tesis, walaupun banyak halangan dan rintangan yang penulis dan istri lalui selama studi dan tesis ini.
3. Saudara kandung Haryani, S.KM., dr. Rahma Harfeni, Novianti Syofira dan Saudara ipar Andi Rustam Hadi Wijaya, Andi Muhammad Fajar Ramadhan yang senantiasa memberikan dukungan mental yang memotivasi saya untuk segera menyelesaikan sekolah.
4. Anak Kesayangan Rafeyza Fatian Mufid, Arkala Taqy Farizky dan Kepokanan Kesayangan Andi Muhammad Faizan, Andi Nur Fauzyah, Andi Muhammad Fadlan, Yusuf Dzaka Athallah, Alesha Faradiba Nazeeya, Muhammad Zayyan Hamizan yang senantiasa menghibur dalam mengerjakan penelitian tesis ini.
5. Prof DR. Erwin, S.Si., M.Si selaku Dekan PAW Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Hadipurnawan Satria, Ph.D selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan bimbingan Tesis atas kebijakan dan dukungannya selama pengerjaan Tesis.

7. Dr. Ermatita, M.Kom selaku Pembimbing I Tesis yang memberikan arahan, nasihat serta motivasi penelitian Tesis dan publikasi-publikasi sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister.
8. Dr. Abdiansyah, S.Kom.,M.Cs selaku Pembimbing II Tesis yang memberikan arahan dan membimbing dalam melakukan penulisan Penelitian Tesis ini.
9. Dr. Yusuf Hartono, M.Sc dan Dr. Ali Ibrahim, S.Kom., M.T selaku Penguji sidang Tesis II yang telah memberikan masukan berupa arahan dan saran untuk penelitian Tesis yang lebih baik.
10. Semua dosen program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah melimpahkan ilmunya kepada penulis selama proses belajar mengajar di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
11. Ardina Ariani, M.Kom selaku admin Program Studi Magister Ilmu Komputer yang telah banyak membantu dalam kegiatan akademik dan sidang Tesis.
12. Rekan Sharing Dedy Kurniawan, M.Si, yang telah banyak membantu dalam penelitian Tesis ini.
13. Teman-teman Magister Ilmu Komputer, terutama Shinta Aprilisa, Fadhilah Dirayati, Irmawati, Yusa Virginiawan, Hamid Rahman, Gabriel Ekoputra, Joko Purnomo, Faisal Fajri, dan Hardiman yang banyak memberikan bantuan dalam pengerjaan Tesis dan selama perkuliahan.
14. Rekan kerja di Badan Narkotika Nasional Provinsi Suyang selalu mensupport dan mendoakan penulis agar bisa secepatnya menyelesaikan studi S2.
15. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis khususnya yang berkenaan dengan Tesis ini. Penulis berharap semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

# **CLASSIFICATION OF THE SIMILARITY OF RECORDED SOUND USING THE MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT AND MINKOWSKI METHOD**

## **Abstract**

Currently technology has dominated various fields ranging from education, offices, commercial, industry and even law. With advances in information technology, human needs will be available easily, practically and without limits. On the other hand, the development of information technology raises concerns about the development of criminal acts related to crime. In some cases, there is usually evidence left behind, such as sound recordings resulting from telephone conversations. This recorded sound can be used as a support in investigations during trial to identify the perpetrators of crimes. The classification method can be used for speech recognition by grouping and comparing the sound spectrum values from the results of the MFCC conversion, one of the classification methods that is often used is the KNN method. The KNN method is an algorithm that can be used for classification, identification, and prediction. Classification of recorded voices using the KNN algorithm with the Minkowski method is carried out for voice recognition in determining whether or not the recorded voices of criminals are identical to the suspect's voice samples. This study involved respondents as suspects and perpetrators. Each respondent will make a voice recording, where this recording will be cut into 11 parts consisting of training data and test data. From the test results obtained 10 data that displays the smallest distance value as the match rate of the suspect's voice. The accuracy level of the KNN method by measuring distance values using the Minkowski formula can be calculated using the confusion matrix table, this calculation results in an increase in accuracy with an accuracy value of 95%.

**Keywords :** Technology, Identification, Extraction, KNN, Minkowski



# KLASIFIKASI KEMIRIPAN SUARA REKAMAN MENGUNAKAN METODE MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT DAN MINKOWSKI

## Abstrak

Teknologi saat ini telah mendominasi berbagai bidang mulai dari pendidikan, perkantoran, komersial, industri bahkan hukum. Dengan kemajuan teknologi informasi kebutuhan manusia akan tersedia dengan mudah, praktis dan tanpa batas. Disisi lain, berkembangnya teknologi informasi menimbulkan kekhawatiran pada perkembangan tindak pidana yang berhubungan dengan kejahatan. Pada beberapa kasus biasanya terdapat barang bukti yang ditinggalkan seperti rekaman suara yang dihasilkan dari percakapan menggunakan telepon. Suara rekaman ini dapat digunakan sebagai pendukung dalam penyidikan saat dipersidangan untuk mengidentifikasi pelaku kejahatan. Metode klasifikasi dapat digunakan untuk pengenalan suara dengan mengelompokkan dan membandingkan nilai *spectrum* suara dari hasil konversi MFCC, salah satu metode klasifikasi yang sering digunakan adalah metode KNN. Metode KNN merupakan algoritma yang dapat digunakan untuk klasifikasi, identifikasi, dan prediksi. Klasifikasi suara rekaman menggunakan algoritma KNN dengan metode minkowski dilakukan untuk pengenalan suara dalam menentukan identik atau tidaknya antara suara rekaman pelaku kejahatan dengan sampel suara tersangka. Penelitian ini melibatkan responden sebagai tersangka dan pelaku. Setiap responen akan melakukan perekaman suara, dimana rekaman ini nanti akan dipotong menjadi 11 bagian yang terdiri dari data latih dan data uji. Dari hasil pengujian didapatkan 10 data yang menampilkan nilai jarak terkecil sebagai tingkat kecocokan suara tersangka. Tingkat akurasi metode KNN dengan pengukuran nilai jarak menggunakan rumus *minkowski* dapat dihitung dengan tabel *confusion matrix*, perhitungan ini menghasilkan peningkatan akurasi dengan nilai akurasi sebesar 95%.

**Kata kunci :** *Teknologi, Identifikasi, Ekstraksi, KNN, Minkowski*

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	iv
Halaman Pernyataan	v
Kata Pengantar	vi
<i>Abstract</i>	viii
Abstrak	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Simbol	xiv
Daftar Singkatan	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Penelitian	7
2.2 Suara	10
2.3 Komponen Suara	10
2.4 Audio Forensik	12
2.5 Orange Data Mining	14

2.6 Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC)	14
2.7 K-Nearest Neighbors (KNN)	18
2.8 Minkowski	18
2.9 Confusion Matrix	19
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>21</b>
3.1 Kerangka Kerja Penelitian	21
3.2 Skenario Kasus	22
3.3 Analisis Kebutuhan	22
3.4 Persiapan Sampel Rekaman Suara	23
3.5 Pengambilan Sampel Suara	23
3.6 Proses Ekstraksi Fitur Menggunakan MFCC	25
3.7 Pengklasifikasian KNN Dengan Minkowski	26
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISA</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Pengujian	28
4.5 Analisis Nilai Jarak Sampel Rekaman Suara	35
4.6 Analisis Tingkat Akurasi	36
4.7 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Metode Minkowski	38
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Diagram <i>Pitch</i> Terhadap Waktu Berubah Secara Konstan	11
<b>Gambar 2.2.</b> Diagram Masing-masing <i>Formant</i> F1, F2, F3, F4, dan F5	11
<b>Gambar 2.3.</b> Representasi <i>Spectrogram Spektral</i> dengan Tingkatan Energi	12
<b>Gambar 3.1.</b> Tahapan Penelitian	21
<b>Gambar 3.2.</b> Ilustrasi Skenario Kasus	22
<b>Gambar 3.3.</b> Naskah Percakapan	23
<b>Gambar 3.4.</b> Alur Pengambilan Sampel Suara	24
<b>Gambar 3.5.</b> <i>Flowchart</i> MFCC	26
<b>Gambar 3.6.</b> Proses Perbandingan Sampel Suara	27
<b>Gambar 4.1.</b> <i>Pseudocode</i> Fitur Ekstraksi (1)	29
<b>Gambar 4.2.</b> <i>Pseudocode</i> Fitur Ekstraksi (2)	30
<b>Gambar 4.3.</b> <i>Pseudocode</i> Proses Sorting (1)	34
<b>Gambar 4.4.</b> <i>Pseudocode</i> Proses Sorting (2)	35
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik Nilai Jarak <i>Minkowski</i>	36

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1.</b> Penelitian Tentang Pengenalan Suara	9
<b>Tabel 2.2.</b> <i>Confusion Matrix</i>	19
<b>Tabel 3.1.</b> Data Sampel Suara Pelaku	25
<b>Tabel 4.1.</b> Nilai <i>Spectrum</i> Sampel Rekaman Suara Tersangka (1)	31
<b>Tabel 4.2.</b> Nilai <i>Spectrum</i> Sampel Rekaman Suara Tersangka (2)	31
<b>Tabel 4.3.</b> Nilai <i>Spectrum</i> Sampel Rekaman Suara Pembanding (1)	32
<b>Tabel 4.4.</b> Nilai <i>Spectrum</i> Sampel Rekaman Suara Pembanding (2)	32
<b>Tabel 4.5.</b> Nilai Jarak Sampel Rekaman Suara (1)	33
<b>Tabel 4.6.</b> Nilai Jarak Sampel Rekaman Suara (2)	33
<b>Tabel 4.7.</b> Nilai <i>Sorting</i> Nilai Jarak <i>Minkowski</i>	35

## DAFTAR SIMBOL

	Halaman
<b>Persamaan 1.</b> Rumus <i>Pre - Emphasize</i>	15
<b>Persamaan 2.</b> Rumus <i>Framing</i>	15
<b>Persamaan 3.</b> Rumus <i>Windowing</i>	16
<b>Persamaan 4.</b> Rumus <i>Fast Fouruius Transform (FFT)</i>	16
<b>Persamaan 5.</b> Rumus <i>Mel Frequency Wrapping</i>	16
<b>Persamaan 6.</b> Rumus <i>Discrete Cosine Transform</i>	17
<b>Persamaan 7.</b> Rumus <i>Cepstral Liftering</i>	17
<b>Persamaan 8.</b> Rumus <i>Minkoswki Distance</i>	18
<b>Persamaan 9.</b> Rumus Akurasi	19
<b>Persamaan 10.</b> Rumus <i>Presisi</i>	20
<b>Persamaan 11.</b> Rumus <i>Sensitivitas</i>	20
<b>Persamaan 12.</b> Rumus <i>Spesifisitas</i>	20

## DAFTAR SINGKATAN

ASR	= Automatic Speech Recognition
DSP	= Data Suara Pemandangan
DST	= Data Suara Tersangka
DTM	= Dynamic Time Warping
FFT	= Fast Fourier Transform
FN	= False Negative
FP	= False Positive
GMM	= Gaussian Mixture Model
KNN	= K-Nearest Neighbor
MFCC	= Mel-Frequency Cepstral Coefficient
SOP	= Standard Operating Procedure
TN	= True Negative
TP	= True Positive

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1.** Perhitungan Manual Metode *Minkowski*

**LAMPIRAN 2.** Publikasi Ilmiah

**LAMPIRAN 3.** Form Perbaikan Ujian Proposal

**LAMPIRAN 4.** Form Perbaikan Ujian Komprehensif Tesis

**LAMPIRAN 5.** Hasil Pengecekan Software Ithenticate/Turniting



## **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang berjudul “Klasifikasi Kemiripan Suara Rekaman Menggunakan Metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) dan *Minkowski*”. Suara rekaman menjadi salah satu alat bukti digital yang dapat digunakan pada proses persidangan. Suara rekaman yang digunakan menjadi alat bukti harus dibuktikan kebenarannya. Hasil yang diharapkan dapat melakukan pencocokan sampel suara rekaman menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan metode *Minkowski* untuk mendapatkan nilai atau jarak terkecil sebagai pengambilan keputusan dalam menentukan barang bukti berupa rekaman suara yang nantinya dapat dipertanggung jawabkan dalam persidangan.

### **1.1 Latar Belakang**

Rekaman suara merupakan bagian dari alat bukti digital yang dapat ditemukan dalam kasus pidana ataupun perdata, bukti tersebut dapat berupa percakapan antar pelaku tindak pidana (Umar, Sunardi, dkk., 2019). Pada beberapa kasus, rekaman suara menjadi barang bukti yang sering diperdebatkan terutama dalam hal mengukur dan mendeteksi keakuratan suara. Dengan demikian, diperlukan dukungan keputusan dalam memverifikasi barang bukti audio (Renza dkk., 2018).

Rekaman suara dapat berisi percakapan wawancara, rekaman interogasi, atau penyadapan rahasia (Maher, 2018). Rekaman suara memiliki ciri yang berbeda-beda dari setiap orangnya, dimana kualitas dari rekaman tersebut belum tentu baik. Jika ditemukan barang bukti berupa rekaman suara terduga pelaku dalam kasus tindak kejahatan, maka perlu adanya identifikasi untuk mencari kebenaran rekaman suara yang ditemukan apakah identik dengan rekaman suara pelaku. Identifikasi rekaman suara apakah identik atau tidak dapat menggunakan metode dengan menerapkan algoritma KNN (Subki dkk., 2018).

KNN merupakan algoritma yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi data berdasarkan data pembelajaran dimana dataset training tersimpan. Klasifikasi

dapat diperoleh dengan membandingkan *record* yang paling cocok dengan dataset (Iswanto dkk., 2021). Selain untuk klasifikasi, KNN dapat digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi dan estimasi (Ali dkk., 2019). Pada algoritma KNN terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung jarak yaitu *euclidean*, *manhattan*, *hamming distance*, dan *minkowski* (Azwar dkk., 2021). Terdapat penelitian yang membahas tentang identifikasi pengenalan suara berdasarkan jenis kelamin. Penelitian ini menggunakan lima skema diantaranya KNN, *naïve bayes*, *multilayer perceptron*, *random forest*, dan *support vector machine*. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa SVM adalah pengklasifikasian terbaik diantara lima skema lainnya dalam hal pengenalan suara berdasarkan jenis kelamin (Ahmad dkk., 2016). Sementara itu terdapat penelitian lain dengan membandingkan suara manusia berdasarkan jenis kelamin, penelitian ini menggunakan algoritma KNN dengan metode *euclidean*. Sampel pada penelitian ini yaitu rekaman suara dengan mengucapkan kata “login”, dimana hasil penelitian ini memiliki nilai jarak yang tinggi dan tingkat keakuratan dalam perbandingan rekaman suara masih rendah dan juga masih menggunakan dataset yang sedikit yaitu terdiri dari 5 pembicara (Umar, Riadi, dkk., 2019).

Penelitian lainnya tentang pengenalan suara untuk menentukan pelaku kejahatan menggunakan algoritma KNN dengan metode *minkowski*. Hasil dari penelitian ini memiliki nilai jarak terkecil yang mendekati kemiripan sehingga barang bukti berupa rekaman dapat digunakan dalam persidangan, tetapi untuk nilai akurasi dari sampel suara identik masih rendah yaitu sebesar 0.63 dan 0.18 (Azwar dkk., 2021). Penelitian dengan menggunakan algoritma KNN dan metode *minkowski* dapat digunakan untuk penelitian tentang identifikasi suara. Sehingga pada penelitian ini penulis menggunakan algoritma KNN dan metode *minkowski* agar mendapatkan jarak terkecil yang mendekati kemiripan dalam pencocokan rekaman suara. Sebelum menerapkan algoritma KNN rekaman suara terlebih dahulu di ekstrasi menggunakan metode yang ada, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengekstraksi fitur serta mengurangi kebisingan atau noise yaitu MFCC karena pada penelitian sebelumnya untuk nilai akurasi masih rendah.

Metode MFCC merupakan fitur yang sering digunakan dalam pengenalan suara dan pembicara otomatis dengan merubah sinyal suara menjadi beberapa

parameter (Li dkk., 2020; Siriwardena dkk., 2022). Langkah awal dalam mengekstraksi fitur yaitu dengan mengidentifikasi konten dan membuang semua hal yang tidak berkaitan dengan informasi seperti kebisingan atau noise, emosi, dan lainnya (Rao dkk., 2020). Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi rekaman suara tersangka dengan rekaman suara pembanding dilihat dari identik atau tidaknya menggunakan algoritma KNN dengan metode *minkowski*, yang menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya serta mendapatkan nilai atau jarak terkecil untuk pengambilan keputusan dalam menentukan barang bukti berupa suara rekaman yang nantinya dapat digunakan dalam persidangan sebagai barang bukti yang kuat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, usulan penelitian mencoba untuk melakukan identifikasi suara rekaman untuk pendeteksi pelaku kejahatan dilihat dari identik atau tidak identik antara data training dan testing. Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan proses ekstraksi fitur suara rekaman menggunakan metode MFCC?
2. Bagaimana memperoleh hasil pencocokan terhadap barang bukti rekaman suara tersangka dengan suara pembanding dilihat dari nilai jarak terkecil menggunakan metode KNN dan rumus *minkowski*?
3. Bagaimana memperoleh tingkat akurasi yang lebih tinggi dari metode MFCC dan rumus *minkowski* dalam membandingkan barang bukti rekaman suara tersangka dengan suara pembanding?

## 1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah yang dirancang dalam penelitian ini yaitu:

1. Dataset yang digunakan yaitu file audio dengan ekstensi *.wav*.
2. Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan data pada penelitian Azwar dkk tahun 2021.

3. Data suara rekaman diklasifikasikan menjadi kondisi identik atau tidak identik dengan pembandingan yaitu antara data training dan data testing.
4. Tahapan pada penelitian ini menggunakan *tools orange*.

#### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat maka tujuan yang diharapkan dari penelitian tesis ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan proses ekstraksi fitur suara rekaman menggunakan metode MFCC.
2. Memperoleh hasil pencocokan terhadap barang bukti rekaman suara tersangka dengan suara pembandingan menggunakan metode KNN dan rumus *minkowski*.
3. Memperoleh nilai akurasi yang lebih tinggi dengan metode MFCC dan rumus *minkowski* dalam membandingkan barang bukti rekaman suara tersangka dan suara pembandingan.

#### **1.5 Manfaat**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi kehidupan manusia dan diterapkan pada dunia nyata, khususnya berguna untuk pembuktian barang bukti digital di persidangan dalam mengidentifikasi pelaku kejahatan. Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan kemudahan dan membantu penegak hukum untuk mengetahui keaslian pemilik suara dari rekaman asli yang diperoleh dari barang bukti berupa audio.
2. Mengetahui metode yang relevan dalam melakukan perbandingan dan analisis kemiripan suara pada rekaman barang bukti untuk mendeteksi pelaku kejahatan.
3. Memberikan referensi baru bagi peneliti yang melakukan penelitian sejenis yaitu mengidentifikasi pelaku kejahatan melalui media rekaman suara.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Agar memperoleh gambaran jelas mengenai penelitian ini, maka berikut ini sistematika penulisan yang berisi gambaran dalam tiap bab penelitian ini, yaitu:

### **BAB I                   PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat dari topik yang dipilih berupa pengenalan suara untuk pendeteksi pelaku kejahatan menggunakan metode *minkowski*.

### **BAB II                   TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan mengenai *literature review* yang berhubungan dengan masalah yaitu pengenalan suara rekaman untuk pendeteksi pelaku kejahatan dengan menggunakan metode MFCC dan *minkowski* yang mengacu pada beberapa penelitian publikasi. Pada bab ini membahas kerangka konsep penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB III                 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan pembahasan secara bertahap dan terperinci tentang langkah-langkah yang digunakan dalam mengolah data suara rekaman yaitu tahapan ekstraksi fitur menggunakan MFCC serta tahapan dalam mendeteksi keaslian pemilik suara dari rekaman asli yang diperoleh dari barang bukti digital. Metodologi ini menjelaskan pendekatan KNN dengan rumus *minkowski* sehingga tujuan penulisan dapat tercapai.

### **BAB IV                 HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi tentang hasil pengujian yang telah dilakukan, data-data yang diambil pada pengujian tersebut akan dianalisa menggunakan metode yang telah dipilih

sebelumnya dan pembahasan dari hasil pengukuran dalam penelitian.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan menjawab tujuan penelitian yang ada pada bab 1 serta berisi saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Hassan, A. K., & Hadi, I. H. (2019). Speaker Classification using DTW and A Proposed Fuzzy Classifier. *Journal of Al-Qadisiyah for Computer Science and Mathematics*, 11(4), 17–26. <https://doi.org/10.29304/jqcm.2019.11.4.625>
- Ahmad, J., Fiaz, M., Kwon, S., Sodanil, M., Vo, B., & Baik, S. W. (2016). Gender Identification using MFCC for Telephone Applications - A Comparative Study. *Internasional Journal of Computer Science and Electronics Engineering (IJCSEE)*, 3(5), 351–355. <http://arxiv.org/abs/1601.01577>
- Algabri, M., Mathkour, H., Bencherif, M. A., Alsulaiman, M., & Mekhtiche, M. A. (2017). Automatic Speaker Recognition for Mobile Forensic Applications. *Mobile Information Systems*, 2017, 6. <https://doi.org/10.1155/2017/6986391>
- Ali, N., Neagu, D., & Trundle, P. (2019). Evaluation of k-nearest neighbour classifier performance for heterogeneous data sets. *SN Applied Sciences*, 1(12), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1356-9>
- Ananya, I. J., Suad, S., Choudhury, S. H., & Khan, M. A. (2021). A Comparative Study on Approaches to Acoustic Scene Classification Using CNNs. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 13067 LNAI, 81–91. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89817-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89817-5_6)
- Anggoro, A., Herdjunanto, S., & Hidayat, R. (2020). MFCC dan KNN untuk Pengenalan Suara Artikulasi P. *AVITEC*, 2(1), 13–19. <https://doi.org/10.28989/avitec.v2i1.605>
- Azwar, M., Hidayat, S., Yudha, F., Informatika, J., Magister, P., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2021). Teknik Audio Forensik Dengan Metode Minkowski Untuk Pengenalan Rekaman Suara Pelaku Kejahatan. *CyberSecurity dan*

*Forensik Digital*, 4(1), 1–12. <http://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/cybersecurity/article/view/2372/1993>

Dave, N. (2013). Feature Extraction Methods LPC , PLP and MFCC In Speech Recognition. *International Journal for Advance Research in Engineering and Technology*, 1(VI), 1–5. [https://www.researchgate.net/publication/261914482\\_Feature\\_extraction\\_methods\\_LPC\\_PLP\\_and\\_MFCC\\_in\\_speech\\_recognition](https://www.researchgate.net/publication/261914482_Feature_extraction_methods_LPC_PLP_and_MFCC_in_speech_recognition)

Deva, B. S., & Mardianto, I. (2019). Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio. *ULTIMATICS*, 10(2), 67–72. <https://doi.org/10.31937/ti.v10i2.936>

Handayani, I. (2019). Application of K-Nearest Neighbor Algorithm on Classification of Disk Hernia and Spondylolisthesis in Vertebral Column. *Indonesian Journal of Information Systems*, 2(1), 57–66. <https://doi.org/10.24002/ijis.v2i1.2352>

Hidayata, R. (2022). Frequency Domain Analysis of MFCC Feature Extraction in Children ' s Speech Recognition System. *JURNAL INFOTEL : Informatics - Telecommunication - Electronics*, 14(1), 30–36. <https://doi.org/https://ejournal.st3telkom.ac.id/index.php/infotel/article/view/740>

Imario, A., Sudiharto, D. W., & Ariyanto Endro. (2017). Uji Validasi Suara Berbasis Pengenalan Suara (Voice Recognition) Menggunakan Easy Vr 3.0. *Prosiding SNATIF ke-4 Tahun 2017*, 153–160. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1453>

Iswanto, I., Tulus, T., & Sihombing, P. (2021). Comparison of Distance Models on K-Nearest Neighbor Algorithm in Stroke Disease Detection. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 4(1), 63–68. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i1.2097>

Kurniawan, A. (2017). Verifikasi Suara menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan



Ekstraksi Ciri Mel Frequency Cepstral Coefficient. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 7(1), 32. <https://doi.org/10.21456/vol7iss1pp32-38>

Li, Q., Yang, Y., Lan, T., Zhu, H., Wei, Q., Qiao, F., Liu, X., & Yang, H. (2020). MSP-MFCC: Energy-Efficient MFCC Feature Extraction Method With Mixed-Signal Processing Architecture for Wearable Speech Recognition Applications. *IEEE Access*, 8, 48720–48730. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2979799>

Luque, A., Carrasco, A., Martín, A., & de las Heras, A. (2019). The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix. *Pattern Recognition*, 91, 216–231. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2019.02.023>

Maher, R. C. (2018). *Principles of Forensic Audio Analysis*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99453-6>

Mansyur, M., & Manurung, R. A. P. (2017). Alat Bukti Rekaman Suara Dalam Pembuktian Perkara Tindak Pidana Korupsi. *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 3(1), 105–116. <https://doi.org/10.23887/jkh.v3i1.9246>

Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(1), 20–24. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1253>

Nurhafida, S. I., & Sembiring, F. (2021). Analisis Text Clustering Masyarakat di Twiter Mengenai Mcdonald'sxpbs Menggunakan Orange Data Mining. *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Manajemen Informatika*, 1(1), 28–35. <https://doi.org/https://sismatik.nusaputra.ac.id/index.php/sismatik/article/download/4/5>

Permana, I. S., Indrawaty, Y., & Zulkarnain, A. (2019). Implementasi Metode MFCC dan DTW untuk Pengenalan Jenis Suara Pria dan Wanita. *MIND*

*Journal*, 3(1), 61–76. <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v3i1.61-76>

- Putra, D. K., Triasmoro, I. I., & Atmaja, R. D. (2017). Simulasi Dan Analisis Speaker Recognition Menggunakan Metode Mel Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC) Dan Gaussian Mixture Model (GMM). *eProceedings of Engineering*, 4(2), 1766–1772. <http://librarye proceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/487/460>
- Rao, M. S., Lakshmi, G. B., Gowri, P., & Chowdary, K. B. (2020). Random Forest Based Automatic Speaker Recognition System. *The International Journal of Analytical and Experimental Model Analysis*, 12(4), 526–535. <https://doi.org/http://www.ijaema.com/gallery/63-ijaema-april-3748.pdf>
- Renza, D., Ballesteros L., D. M., & Lemus, C. (2018). Authenticity verification of audio signals based on fragile watermarking for audio forensics. *Expert Systems with Applications*, 91, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.003>
- Singh, J., & Joshi, R. (2019). Background Sound Classification in Speech Audio Segments. *2019 International Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SpeD)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SPED.2019.8906597>
- Singh, S., & Singh, P. (2020). Speaker specific feature based clustering and its applications in language independent forensic speaker recognition. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(4), 3508. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i4.pp3508-3518>
- Siriwardena, Y. M., Attia, A. A., Sivaraman, G., & Espy-Wilson, C. (2022). Audio Data Augmentation for Acoustic-to-articulatory Speech Inversion using Bidirectional Gated RNNs. *eess.AS*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.13086>
- Subki, A., Sugiantoro, B., & Prayudi, Y. (2018). Analisis Rekaman Suara Voice

Changer dan Rekaman Suara Asli Menggunakan Metode Audio Forensik. *Indonesian Journal on Networking and Security (IJNS)*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/http://ijns.org/journal/index.php/ijns/article/view/39/38>

Umar, R., Riadi, I., Hanif, A., & Helmiyah, S. (2019). Identification Of Speaker Recognition For Audio Forensic Using K-Nearest Neighbor. *Internasional Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(11), 3846–3850.

Umar, R., Sunardi, & Gustafi, M. F. (2019). Analisis Statistik Manipulasi Pitch Suara Menggunakan Audio Forensik untuk Bukti Digital. *Jurnal Mobile and Forensics*, 1(1), 1–12. <http://journal2.uad.ac.id/index.php/mf/article/view/702>

Wiguna, R. A. raffaidy, & Rifai, A. I. (2021). Analisis Text Clustering Masyarakat Di Twitter Mengenai Omnibus Law Menggunakan Orange Data Mining. *Journal of Information Systems and Informatics*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.33557/journalisi.v3i1.78>