

**SKRIPSI**



**PENERAPAN EKSTRAKSI FITUR *MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS* DAN METODE KLASIFIKASI CNN UNTUK IDENTIFIKASI JENIS SUARA MANUSIA BERDASARKAN *VOCAL RANGE***

**ADHIYA DELIRA YASIIN**

**1910511097**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**2023**

**SKRIPSI**



**PENERAPAN EKSTRAKSI FITUR *MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS* DAN METODE KLASIFIKASI CNN UNTUK IDENTIFIKASI JENIS SUARA MANUSIA BERDASARKAN *VOCAL RANGE***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Komputer**

**ADHIYA DELIRA YASIIN**

**1910511097**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**2023**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Adhiya Delira Yasiin

NIM : 1910511097

Tanggal : 5 Juni 2023

Bila mana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia di tuntutan dan di proses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 5 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Adhiya Delira Yasiin

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adhiya Delira Yasiin

NIM : 1910511097

FakultaS : Ilmu Komputer

Program Studi : Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **PENERAPAN EKSTRAKSI FITUR *MEL FREQUENCY CEPSTRAL* *COEFFICIENTS* DAN METODE KLASIFIKASI CNN UNTUK**

**IDENTIFIKASI JENIS SUARA MANUSIA BERDASARKAN *VOCAL RANGE***  
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 5 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Adhiya Delira Yasiin

## LEMBAR PERSETUJUAN

Dengan ini dinyatakan bahwa Tugas Akhir berikut:

Nama : Adhiya Delira Yasiin  
NIM : 1910511097  
Program Studi : S1 – Informatika  
Judul : Penerapan Ekstraksi Fitur MFCC Dan Metode Klasifikasi  
CNN Untuk Identifikasi Jenis Suara Manusia Berdasarkan  
*Vocal Range*

Sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk mengikuti ujian Sidang Skripsi pada Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



(Helena Nurramdhani Irmanda, S.Pd, M.Kom.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi .



(Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Persetujuan : 5 Juni 2022

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Adhiya Delira Yasiin

NIM : 1910511097

Program Studi : S1 Informatika

Judul : Penerapan Ekstraksi Fitur *Mel Frequency Cepstral*

*Coefficients* Dan Metode Klasifikasi *Convolutional Neural*

*Network* Untuk Identifikasi Jenis Suara Manusia Berdasarkan

*Vocal Range*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Yuni Widiastiwi, S.Kom., M.Si.

Penguji 1



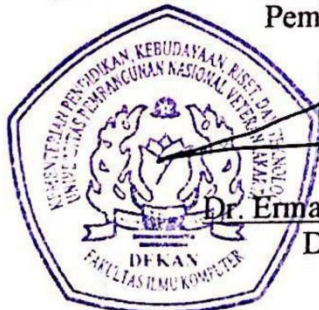
Ria Astriratma, S.Komp., M.Cs.

Penguji 2



Helena Nurramdhani Irmanda, S.Pd, M.Kom.

Pembimbing



Dr. Ermatita, M.Kom.

Dekan



Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T

Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : Selasa, 4 Juli 2022



**PENERAPAN EKSTRAKSI FITUR *MEL FREQUENCY CEPSTRAL*  
*COEFFICIENTS* DAN METODE KLASIFIKASI CNN UNTUK  
IDENTIFIKASI JENIS SUARA MANUSIA BERDASARKAN *VOCAL RANGE***

**ADHIYA DELIRA YASIIN**

**ABSTRAK**

Paduan suara merupakan kumpulan dari beberapa orang dan memadukan berbagai jenis suara atau timbre menjadi satu kesatuan yang utuh. Dari pengertian ini, dapat dilihat bahwa menentukan jenis suara dalam paduan suara sangat penting bagi komposisi paduan suara itu sendiri. Namun penentuan jenis suara ini biasanya masih dilakukan dengan cara manual yaitu dengan bantuan para ahli di bidang musik atau pelatih vokal. Calon anggota paduan suara yang belum pernah terjun ke dunia paduan suara biasanya akan di tes vokal dan ditentukan jenis suaranya dari melihat jangkauan vokal calon anggota baru itu sendiri. Dari kebiasaan tersebut, penentuan jenis suara menjadi sangat bergantung pada pelatih vokal dan alat musik yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat dalam bentuk model *machine learning* yang bertujuan untuk melihat akurasi atau performansi ekstraksi ciri dan metode klasifikasi dalam pengenalan jenis suara berdasarkan *vocal range*. Penelitian ini menggunakan fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) sebagai ekstraksi ciri dan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai metode klasifikasi jenis suara. Penelitian ini dapat menghasilkan *model* sistem yang memiliki performa baik dalam membedakan kelas sopran, alto, tenor dan bass dengan akurasi *validation* mencapai mencapai 95%, serta akurasi *testing* mencapai 95% terhadap model *KlasifikasiSuara.h5* dengan *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang tinggi untuk setiap kelasnya.

Kata kunci: Klasifikasi, Suara, MFCC, CNN

**APPLICATION OF MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENTS  
FEATURE EXTRACTION AND CNN CLASSIFICATION METHOD FOR  
IDENTIFICATION OF HUMAN VOICE TYPES BASED ON VOCAL RANGE**

**ADHIYA DELIRA YASIIN**

**ABSTRACT**

*The choir is a collection of several people and combines various types of sound or timbre into a unified whole. From this understanding, it can be seen that determining the types of voices in a choir is very important for the composition of the choir itself. However, the determination of the type of voice is usually still done manually, namely with the help of experts in the field of music or vocal trainers. Prospective choir members who have never entered the world of choirs will usually be tested for vocals and the type of voice will be determined by looking at the vocal range of the prospective new member himself. From this habit, the determination of the type of voice becomes very dependent on the vocal trainer and the musical instrument used. Therefore, this research was made in the form of a machine learning model that aims to see the accuracy or performance of feature extraction and classification methods in recognizing voice types based on vocal range. This study uses the Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) feature as feature extraction and the Convolutional Neural Network (CNN) method as a sound type classification method. This research was able to produce a system model that has good performance in distinguishing soprano, alto, tenor and bass classes with validation accuracy reaching 95%, and testing accuracy reaching 95% for the Voice Classification model.h5 with high precision, recall, and F1-score for each class.*

*Keywords: Classification, Voice, MFCC, CNN*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir skripsi dengan judul "Penerapan Ekstraksi Fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficients* dan Metode Klasifikasi CNN Untuk Identifikasi Jenis Suara Manusia Berdasarkan *Vocal Range*" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini tentu tidak terlepas dari bantuan, dukungan, motivasi, doa dari beberapa pihak. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ermatita, M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
2. Ibu Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T. selaku Kepala Program Studi Informatika.
3. Ibu Helena Nurramdhani Irmada, S.Pd, M.Kom selaku Dosen Pembimbing skripsi serta Dosen Pembimbing Akademik.
4. Segenap Dosen dan Pegawai di Fakultas Ilmu Komputer
5. PSM Gita Advayatva, PSM Swara Darmagita, PSM Universitas Pamulang, dan Gazia Vocalista yang sudah mau memberikan sampel suara untuk tugas akhir ini.
6. Ka Kenar Pradipto yang telah membantu banyak memberikan saran masukan terhadap tugas akhir ini.
7. Angelia Joselin, Fiorentina, Jody Kurnia, Miko Dwi Syahputra, Nabila Els, Zaidane Alvarell, Adhiseno, dan Antonius Andrew selaku teman-teman yang selalu mendukung penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
8. Banyu, Gesang, Muthiara, Rensa, Felicia, Rachma selaku teman-teman informatika angkatan 2019 yang selalu membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir.

9. 13 Member dari *boy grup* Seventeen dan semua musiknya yang selalu membuat penulis bersemangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Keluarga penulis yang tidak pernah berhenti mendoakan serta memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi.
11. Seluruh keluarga besar PSM Gita Advayatva, yang telah memberikan penulis kesempatan untuk berorganisasi.
12. Dan pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu namun tidak mengurangi rasa syukur dan terima kasih penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga segala pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis mendapatkan limpahan berkah dari Allah SWT. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat menjadi sumber ilmu yang bermanfaat bagi masa depan. Penulis sadar bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis dengan tulus menerima kritik dan saran dari pembaca yang terhormat. Semoga kekurangan yang ditemukan dapat diperbaiki oleh peneliti-peneliti lain di masa yang akan datang, sehingga kontribusi penelitian ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang lebih besar.

Jakarta, 5 Juni 2023

Adhiya Delira Yasiin

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	4
1.5    Ruang Lingkup.....	4
1.6    Luaran Penelitian.....	4
1.7    Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1    Suara Manusia .....	6
2.2 <i>Vocal Range</i> .....	7
2.3 <i>Preprocessing</i> .....	9
2.4 <i>Voice Recognition</i> .....	11
2.5 <i>Machine Learning</i> .....	18
2.6 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	21
2.7    Evaluasi .....	26
2.8    Penelitian Terkait .....	28
BAB 3    METODE PENELITIAN .....	31
3.1    Alur Penelitian.....	31

3.2	Perangkat Penelitian .....	36
3.3	Jadwal Penelitian .....	37
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1	Identifikasi Masalah .....	38
4.2	Studi Pustaka .....	39
4.3	Pengumpulan Data .....	39
4.4	<i>Preprocessing</i> Data .....	41
4.5	Ekstraksi Ciri MFCC .....	50
4.6	Pembagian Data.....	59
4.7	Perancangan <i>Model</i> Klasifikasi CNN.....	61
4.8	Evaluasi <i>Model</i> .....	67
4.9	Implementasi <i>Model</i> .....	72
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	77
	DAFTAR PUSTAKA .....	79
	RIWAYAT HIDUP.....	i
	LAMPIRAN.....	ii

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Organ Pembentuk Suara.....	6
Gambar 2.2 Vocal Range Manusia dalam Piano .....	8
Gambar 2.3 Tahapan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficients.....	13
Gambar 2.4 Arsitektur Convolutional Neural Network .....	23
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Jalur Aliran dalam CNN.....	35
Gambar 4.1 Pengelompokan Jenis Suara .....	40
Gambar 4.2 Pengelompokan jenis suara setelah balancing data.....	41
Gambar 4.3 Proses trimming pada smartphone .....	42
Gambar 4.4 Tampilan audio frekuensi Sopran .....	43
Gambar 4.5 Tampilan audio frekuensi alto.....	43
Gambar 4.6 Tampilan audio frekuensi tenor.....	44
Gambar 4.7 Tampilan audio frekuensi bass .....	44
Gambar 4.8 Code fungsi resample audio .....	45
Gambar 4.9 Visualisai audio setelah resampled audio.....	45
Gambar 4.10 Code fungsi pre-emphasis .....	46
Gambar 4.11 Visualisasi audio setelah pre-emphasis.....	47
Gambar 4.12 Code fungsi white noise .....	47
Gambar 4.13 Visualisasi audio setelah white noise .....	48
Gambar 4.14 Code fungsi change speed.....	48
Gambar 4.15 Visualisai audio setelah change speed .....	49
Gambar 4.16 Code fungsi frequency Masking .....	49
Gambar 4.17 Code fungsi Time Masking .....	50
Gambar 4.18 Code pengelompokan data dan labelnya.....	51
Gambar 4.19 Code fungsi short time fourier transform.....	51
Gambar 4.20 Visualisai spectrogram pada short time fourier transform .....	52
Gambar 4.21 Code fungsi mel Spectrogram .....	52
Gambar 4.22 Visualisasi pada mel-spectrogram .....	53
Gambar 4.23 Code audio augmented.....	53

Gambar 4.24 Visualisai spectrogram dari hasil augmented.....	54
Gambar 4.25 Code fungsi MFCC .....	55
Gambar 4.26 Visualisasi MFCC .....	55
Gambar 4.27 Code fungsi MFCC Delta.....	56
Gambar 4.28 Visualisasi spectrogram pada MFCC Delta .....	56
Gambar 4.29 Code fungsi MFCC Delta $\Delta^2$ .....	57
Gambar 4.30 Visualisasi spectrogram MFCC Delta $\Delta^2$ .....	57
Gambar 4.31 Code untuk melihat shape dari audio dari proses MFCC.....	58
Gambar 4.32 Code convert audio dan kelas pada MFCC ke CNN.....	58
Gambar 4.33 Pembagian Data Set .....	59
Gambar 4.34 Code split data kedalam traning, validation dan testing.....	60
Gambar 4.35 Convolutional Neural Network .....	61
Gambar 4.36 Model Summary .....	62
Gambar 4.37 Compile Model.....	63
Gambar 4.38 Code Callbacks dan Reduce Learning .....	65
Gambar 4.39 Training Model.....	65
Gambar 4.40 Hasil pelatihan model.....	66
Gambar 4.41 Grafik Akurasi, loss, vall_loss dan vall_acc .....	67
Gambar 4.42 Confussion matrix dari train, validation dan test dataset .....	68
Gambar 4.43 Code save model .....	72

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Contoh tabel Confussion Matrix Multiclass .....	26
Tabel 2.2 Penelitian Terkait .....	28
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 4.1 Rincian Sumber Suara.....	40
Tabel 4.2 Variabel untuk menampung data training, validation dan testing. ....	60
Tabel 4.3 Tabel classification report training dataset .....	69
Tabel 4.4 Tabel classification report validation dataset.....	69
Tabel 4.5 Tabel classification report testing dataset .....	69
Tabel 4.6 Classification report model KlasifikasiSuara.h5 terhadap data luar .....	72
Tabel 4.7 Classification report implementasi model.....	74