

**IMPLEMENTASI METODE *CLUSTERING* DENGAN
ALGORITMA *K-MEANS* PADA SISTEM REKOMENDASI
LAGU BERBASIS SIMILARITAS FITUR *AUDIO***



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2026

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI METODE *CLUSTERING* DENGAN
ALGORITMA *K-MEANS* PADA SISTEM REKOMENDASI
LAGU BERBASIS SIMILARITAS FITUR *AUDIO***



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih
Gelar Sarjana Komputer Teknik Informatika
Universitas Muhammadiyah Jember**

**Naufal Ammanullah Arrasyid Yusuf
2210651151**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE *CLUSTERING* DENGAN
ALGORITMA *K-MEANS* PADA SISTEM REKOMENDASI
LAGU BERBASIS SIMILARITAS FITUR *AUDIO***

Oleh:

Naufal Ammanullah Arrasyid Yusuf

2210651151

Telah disetujui bahwa Laporan Tugas Akhir ini diajukan dalam Sidang Tugas
Akhir sebagai bagian dari persyaratan kelulusan guna memperoleh gelar Sarjana

Komputer (S.Kom.).

di

Universitas Muhammadiyah Jember

Disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I



Dr. Ilham Saifudin, S.Pd., M.Si.
NIDN. 0731108903

Dosen Pembimbing II



Ari Eko Wardoyo, S.T., M.Kom.
NIDN. 0014027501

LEMBAR PENGESAHAN
IMPLEMENTASI METODE *CLUSTERING* DENGAN
ALGORITMA *K-MEANS* PADA SISTEM REKOMENDASI
LAGU BERBASIS SIMILARITAS FITUR *AUDIO*

Oleh:

Naufal Ammanullah Arrasyid Yusuf

2210651151

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada Sidang Tugas Akhir
pada tanggal 23 Juli 2026 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar

Sarjana Komputer (S.Kom.)

Dosen Pembimbing I



Dr. Ilham Saifudin, S.Pd., M.Si.
NIDN. 0731108903

Dosen Pembimbing II



Ari Eko Wardoyo, S.T., M.Kom.
NIDN. 0014027501

Dosen Penguji I



Lutfi Ali Muharom, M.Si.
NIDN. 0727108202

Dosen Penguji II



Lintang Setvo Kurniawati,
S.Kom., M.Pd.
NIDN. 0724089204

**Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik**




Prof. Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0010067301

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik
Informatika**




Rosita Yanuarti, S.Kom., M.Cs.
NIDN. 0629018601

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naufal Ammanullah Arrasyid Yusuf
NIM : 2210651151
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Clustering Dengan Algoritma K-Means Pada Sistem Rekomendasi Lagu Berbasis Similaritas Fitur Audio

dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya susun adalah murni hasil pemikiran, penelitian, dan penyusunan saya sendiri. Segala sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya orang lain, baik berupa publikasi, artikel, buku, maupun sumber lainnya, telah disebutkan dengan jelas di dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

Saya menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, saya memanfaatkan bantuan teknologi kecerdasan buatan (AI) seperti ChatGPT/Grammarly/Alat AI lain hanya sebatas untuk:

1. Membantu dalam penyusunan tata bahasa, parafrasa, atau perbaikan redaksi.
2. Memberikan inspirasi ide awal atau kerangka berpikir, yang selanjutnya saya kembangkan secara mandiri.
3. Membantu dalam pengecekan konsistensi format, ejaan, dan tata tulis.

Saya menegaskan bahwa tidak ada bagian dari karya ilmiah ini yang seluruhnya dibuat oleh AI tanpa keterlibatan pemikiran kritis saya sendiri. Tanggung jawab penuh atas isi, keaslian, dan kebenaran karya ilmiah ini ada pada diri saya.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Jember.

Jember, 10 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Naufal Ammanullah Arrasyid Yusuf

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena nikmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang judul **“Implementasi Metode *Clustering* dengan Algoritma *K-Means* pada Sistem Rekomendasi Lagu Berbasis Similaritas Fitur *Audio*”**. Penulisan pada tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ilham Saifudin, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, Bapak Ari Eko Wardoyo, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan waktu, pengetahuan, dan motivasi kepada penulis selama proses bimbingan berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Lutfi Ali Muharom, M.Si., selaku Dosen Penguji I, dan Ibu Lintang Setyo Kurniawati, S.Kom., M.Pd., selaku Dosen Penguji II, atas saran dan kritik konstruktif yang sangat membantu dalam perbaikan laporan ini.

Penulis sangat mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang mendukung dalam penulisan laporan ini. Sehingga penyusunan tugas akhir ini diberikan dapat menambah wawasan dan masih belum mendekati dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang dapat membangun sangat dibutuhkan selama penyusunan laporan ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pembaca serta pengembangan ilmu di Teknik Informatika, *Computer Science*, *Data Science*, dan berbagai bidang ilmu sejenisnya.

Jember 2026

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta doa selama penulisan Tugas Akhir. Ucapan terima kasih ini disampaikan pada pihak-pihak berikut :

1. Allah Subhaanahu wa Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan praktik kerja lapangan dengan lancar.
2. Rasulullah Shalallahu 'alaihi wa sallam, sebagai suri teladan umat Islam, yang ajarannya senantiasa menjadi penerang dalam kehidupan.
3. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.
4. Dosen Pembimbing I, Bapak Dr. Ilham Saifudin, S.Pd., M.Si., dan Dosen Pembimbing II, Bapak Ari Eko Wardoyo, S.T., M.Kom, yang telah sabar membimbing dan memberi arahan dalam penyusunan tugas akhir
5. Dosen Penguji I, Bapak Lutfi Ali Muharom, M.Si., dan Dosen Penguji II, Ibu Lintang Setyo Kurniawati, S.Kom., M.Pd, yang telah bersedia untuk menguji hasil penelitian selama tugas akhir
6. Seluruh civitas keluarga besar Teknik Informatika, khususnya dari angkatan 18, 19, 20, 21, 22, dan 23. Termasuk juga perwakilan dari Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika (HUMANIKA), yang berpartisipasi dalam kegiatan pengembangan *soft skills* dan acara-acara produktif yang mendukung dalam solidaritas pada setiap civitas akademik.
7. UKM Teater Oksigen Universitas Muhammadiyah Jember, yang telah menerima dan memperkenalkan konsep kekeluargaan yang tanpa haus memandang materialisme dan latar belakang pada sesama anggotanya.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberi dukungan moral atau material.

MOTTO

“Sesungguhnya orang-orang yang membencimu maka dialah yang terputus”

(Q.S. Al-Kautsar 3)

“Muhammad bukanlah seorang bapak diantara kalian, tetapi ialah seorang utusan Allah dan penutup para nabi”

(Q.S. Al-Ahzab 40)

“Pada dasarnya, manusia itu munafik”

(Mochtar Lubis (1977))

“No System is Safe”

(Who Am I (2014))

“Wake me when you need me”

(Master Chief)

“Inilah duniaku, Jian!”

(Jeong Jin Man)

“Ada sebuah ancaman yang lebih berbahaya dari senjata nuklir, yaitu teknologi kecerdasan buatan”

(Elon Musk)

ABSTRAK

Sistem rekomendasi lagu berbasis *Collaborative Filtering* menghadapi keterbatasan fundamental berupa *cold-start problem* ketika berhadapan dengan lagu baru atau pengguna baru yang belum memiliki riwayat interaksi. Penelitian ini mengimplementasikan pendekatan *Content-Based Filtering* (CBF) menggunakan algoritma *K-Means Clustering* berbasis ekstraksi fitur *audio* untuk mengatasi permasalahan tersebut. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 3.200 *file* lagu dalam format *mp3*, *wav*, *aac*, dan *m4a* yang dikumpulkan dari penyimpanan lokal. Fitur *audio* diekstraksi menggunakan library *Librosa*, menghasilkan representasi numerik berupa *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC), *Spectral Centroid*, *Zero Crossing Rate* (ZCR), *RMS Energy*, *Spectral Rolloff*, *Chroma STFT*, *Tempo*, dan *Beat Count*. Setelah normalisasi *Z-Score* untuk menyeragamkan skala fitur, algoritma *K-Means Clustering* diterapkan dan dievaluasi menggunakan *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS) dan *Calinski-Harabasz* (CH) Index, menggunakan partisi optimal pada $k=6$ dalam *dataset*, dengan nilai *WCSS* **95.616,62** dan *CH Index* **85,92**. Sistem rekomendasi menghasilkan *output Top-N* menggunakan dua metrik jarak yaitu *Euclidean Distance* dan *Cosine Similarity*, yang dievaluasi menggunakan *Overlap Coefficient*, *Jaccard Index*, dan *Intra-List Similarity* (ILS). Hasil evaluasi menunjukkan konvergensi mutlak antara kedua metode pada **Top-3** dengan nilai *Jaccard Index* **1,0**, sementara rata-rata skor *ILS* stabil di rentang **0,5** yang mengindikasikan keseimbangan optimal antara relevansi dan diversitas rekomendasi. Sistem diimplementasikan dalam aplikasi *web* berbasis *Flask* dengan visualisasi *Diagram Venn* dan *Heatmap* sebagai pendukung evaluasi interaktif.

Kata Kunci: Sistem Rekomendasi Lagu, *K-Means*, *Machine Learning*, Ekstraksi *Audio*, *Librosa*, *Mel-Frequency Cepstral Coefficients*, *Intra-List Similarity*, *Jaccard Similarity*

ABSTRACT

Music recommender systems based on Collaborative Filtering face a fundamental limitation known as the cold-start problem when dealing with new songs or new users who have no prior interaction history. This study implements a Content-Based Filtering (CBF) approach using the K-Means Clustering algorithm based on audio feature extraction to address this limitation. The dataset consists of 3,200 audio files in mp3, wav, aac, and m4a formats collected from local storage. Audio features were extracted using the Librosa library, producing numerical representations including Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Spectral Centroid, Zero Crossing Rate (ZCR), RMS Energy, Spectral Rolloff, Chroma STFT, Tempo, and Beat Count. Following Z-Score normalization to standardize feature scales, the K-Means Clustering algorithm was applied and evaluated using Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) and the Calinski-Harabasz (CH) Index, yielding an optimal partition at $k=6$ in the dataset, with a WCSS value of **95,616.62** and a CH Index of **85.92**. The recommender system produces Top-N outputs using two distance metrics, namely Euclidean Distance and Cosine Similarity, evaluated through Overlap Coefficient, Jaccard Similarity, and Intra-List Similarity (ILS). Evaluation results demonstrate absolute convergence between both methods at **Top-3** with a Jaccard Similarity of **1.0**, while the average ILS score remains stable around **0.5**, indicating an optimal balance between recommender relevance and diversity. The system is implemented as a Flask-based web application featuring Venn Diagram and Heatmap visualizations to support interactive evaluation for users.

Keywords: Music Recommender System, K-Means, Content-Based Filtering, Audio Feature Extraction, Librosa, Mel-Frequency Cepstral Coefficients, Intra-List Similarity, Jaccard Similarity

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
MOTTO	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Lagu.....	6
2.2 <i>Audio</i>	6
2.3 Ekstraksi Fitur <i>Audio</i>	6
2.3.1 <i>Root-Mean-Square Energy</i>	7
2.3.2 <i>Zero-Crossing Rate</i>	8
2.3.3 <i>Tempo dan Beat Features</i>	8
2.3.4 <i>Spectral Centroid</i>	9
2.3.5 <i>Spectral Rolloff</i>	10
2.3.6 <i>Chroma Features</i>	10
2.3.7 <i>Mel-Frequency Cepstral Coefficients</i>	11
2.4 <i>K-Means Clustering</i>	12
2.5 Sistem Rekomendasi	13
2.5.1 Integrasi dengan Sistem Rekomendasi.....	14
2.6 Penelitian Terdahulu.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.2 Studi Literatur	17
3.3 Alat dan Bahan.....	17
3.3.1 <i>Hardware</i>	17

3.3.2	<i>Software</i>	18
3.3.3	<i>Dataset</i>	18
3.4	Ekstraksi Fitur <i>Audio</i>	18
3.4.1	Fungsi Setiap Fitur <i>Audio</i>	19
3.5	<i>Data Pre-Processing</i>	19
3.5.1	Normalisasi Fitur.....	20
3.6	Implementasi <i>K-Means Clustering</i>	21
3.6.1	<i>Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)</i>	24
3.6.2	<i>Calinski-Harabasz Index</i>	24
3.7	Sistem Rekomendasi	25
3.7.1	<i>Euclidean Distance</i>	25
3.7.2	<i>Cosine Similarity</i>	26
3.8	Hasil Rekomendasi.....	26
3.8.1	<i>Euclidean Distance</i>	26
3.8.2	<i>Cosine Similarity</i>	27
3.9	Evaluasi Pada Hasil Rekomendasi	27
3.9.1	<i>Overlap dan Jaccard Similarity</i>	27
3.9.2	<i>Intra-List Similarity</i>	28
3.10	Perancangan	29
3.10.1	Perancangan Antarmuka Aplikasi	29
3.10.2	Perancangan Alur Fungsional Aplikasi	29
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Hasil	31
4.1.1	Pengumpulan dan Ekstraksi <i>File Lagu</i>	31
4.1.2	<i>Cleaning</i> dan Normalisasi Fitur	32
4.1.3	Normalisasi Fitur dengan <i>Z-Score</i>	34
4.1.4	Implementasi <i>K-Means Clustering</i>	35
4.1.5	Implementasi Sistem Rekomendasi	37
4.1.6	Implementasi Aplikasi <i>Web</i>	42
4.2	Pembahasan.....	44
4.2.1	Analisis Penelitian.....	44
4.2.2	Analisis Kompleksitas Waktu	46
4.2.3	Analisis Kelebihan dan Kekurangan.....	50
4.2.4	Potensi Penelitian	51
BAB 5	PENUTUP	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Desain Antarmuka Aplikasi.....	29
Gambar 3.3 Tampilan Top Rekomendasi	30
Gambar 4.1 Flowchart Proses Ekstraksi Lagu	31
Gambar 4.2 Kode tampilan dan cek data	32
Gambar 4.3 Kode Konversi Tabel Tempo.....	33
Gambar 4.4 Tampilan Sebelum Konversi	33
Gambar 4.5 Tampilan Setelah Konversi	33
Gambar 4.6 Kode Normalisasi Fitur	34
Gambar 4.7 Tampilan Hasil Normalisasi dengan Z-Score.....	34
Gambar 4.8 Kode program clustering.....	36
Gambar 4.9 Evaluasi K-Means Clustering.....	36
Gambar 4.10 Plot Persebaran Hasil Clustering.....	36
Gambar 4.11 Grafik batang Top-n	39
Gambar 4.12 Perbandingan Evaluasi pada setiap Cluster.....	40
Gambar 4.13 Halaman Login Dan Create User Web.....	42
Gambar 4.14 Halaman Utama Aplikasi Web	43
Gambar 4.15 Visualisasi Diagram Venn	43
Gambar 4.16 Visualisasi Heatmap	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Sampel File Audio	20
Tabel 3.2 Hasil Normalisasi	21
Tabel 3.3 Hasil Untuk 3 Cluster	23
Tabel 3.4 Hasil Untuk 6 Cluster	23
Tabel 3.5 Metrik Evaluasi	25
Tabel 3.6 Hasil Rekomendasi 1	26
Tabel 3.7 Hasil Rekomendasi 2	27
Tabel 3.8 Perbandingan Metrik Rekomendasi	27
Tabel 4.1 Tabel Hasil Normalisasi	35
Tabel 4.2 Perbandingan setiap Top-N metrik evaluasi	38
Tabel 4.3 Perbandingan Evaluasi pada setiap Cluster	40
Tabel 4.4 Perbandingan Penelitian	45
Tabel 4.5 Estimasi Ekstraksi File Audio	48
Tabel 4.6 Tabel Kelebihan dan Kekurangan Sistem Rekomendasi	50