



Penerapan Klasterisasi Fitur Audio dalam Rekomendasi Lagu Jawa Modern

Mokhamad Syihabul Khoir¹, Imam Muhammad², Aryo Nugroho³

¹⁻³Program Studi Teknik Informatika, Universitas Narotama Surabaya, Indonesia

Email: syih3496@gmail.com, imammuhannad.gg@gmail.com,

aryo.nugroho@narotama.ac.id

Alamat : Jl. Arief Rahman Hakim No.51, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur.

Penulis Korespondensi: syih3496@email.com

Abstract: *Modern Javanese songs represent a contemporary evolution of traditional Javanese music that is increasingly enjoyed by young listeners through digital platforms. However, the rapid growth of releases makes it difficult for users to discover songs that match their musical tastes when searching only by title or artist. This study develops a content-based recommendation approach by clustering audio features from 100 modern Javanese songs collected from YouTube. Audio features were extracted using Librosa in Python, including tempo BPM, danceability, RMS energy, zero-crossing rate, MFCC means, spectral contrast means, and chroma feature means, producing 36 numeric features for each song. K-Means was applied to form three clusters, PCA was used to visualize cluster distribution, and Silhouette Score was used to evaluate clustering quality. The results identify three interpretable musical styles: energetic modern Javanese, traditional or acoustic songs, and experimental or ambient modern Javanese, with a Silhouette Score of 0.114. These findings show that audio features can objectively represent song characteristics and support adaptive recommendation systems for preserving regional music while strengthening cultural visibility in technology-driven music discovery among Indonesian listeners today.*

Keywords: *Audio Features; Clustering, K-Means; Modern Javanese Songs; Recommendation System.*

Abstrak: Lagu Jawa modern merupakan perkembangan kontemporer dari musik tradisional Jawa yang semakin banyak dinikmati generasi muda melalui platform digital. Namun, meningkatnya jumlah lagu baru membuat pengguna sulit menemukan lagu yang sesuai dengan preferensi musikal jika pencarian hanya dilakukan berdasarkan judul atau nama artis. Penelitian ini mengembangkan pendekatan rekomendasi berbasis konten melalui klasterisasi fitur audio terhadap 100 lagu Jawa modern yang dikumpulkan dari YouTube. Fitur audio diekstraksi menggunakan Librosa pada Python, meliputi tempo BPM, danceability, RMS energy, zero-crossing rate, MFCC means, spectral contrast means, dan chroma features means, sehingga setiap lagu menghasilkan 36 fitur numerik. Algoritma K-Means digunakan untuk membentuk tiga klaster, PCA digunakan untuk memvisualisasikan distribusi klaster, dan Silhouette Score digunakan untuk mengevaluasi kualitas pengelompokan. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga gaya musikal yang dapat diinterpretasikan, yaitu Jawa modern enerjik, lagu tradisional atau akustik, serta Jawa eksperimental atau ambient, dengan Silhouette Score sebesar 0,114. Temuan ini menunjukkan bahwa fitur audio mampu merepresentasikan karakter lagu secara objektif dan mendukung sistem rekomendasi adaptif untuk pelestarian musik daerah. Pendekatan ini juga membantu memperluas akses pendengar terhadap kekayaan musik lokal di era digital secara berkelanjutan.

Kata kunci: Fitur Audio; K-Means; Klasterisasi; Lagu Jawa Modern; Sistem Rekomendasi.

1. LATAR BELAKANG

Musik merupakan bagian penting dalam kehidupan sehari-hari dan semakin mudah diakses melalui smartphone serta layanan pemutar musik digital (Mastrika et al., 2022). Di Indonesia, musik Jawa menjadi salah satu warisan budaya yang terus berkembang. Perpaduan unsur tradisional, lirik berbahasa Jawa, dan aransemen populer melahirkan

lagu Jawa modern yang mampu menjangkau generasi muda tanpa meninggalkan identitas lokal (Rohmah & Haryanto, 2022).

Popularitas lagu Jawa modern terlihat dari tingginya aktivitas penonton dan pendengar pada platform digital. Artis seperti Denny Caknan, Gilga Sahid, Jogja Hip Hop Foundation, Ndarboy Genk, dan Woro Widowati menjadi contoh musisi yang membawa lagu Jawa ke ruang populer. Berdasarkan pengamatan penulis pada 6 Mei 2025, kanal YouTube Denny Caknan memiliki sekitar 6,6 juta pelanggan dan total penayangan lebih dari 2,07 miliar; lagu seperti “Sigar” dan “Cundamani” juga memperoleh puluhan juta penayangan (Caknan, n.d.).

Banyaknya produksi lagu Jawa modern menimbulkan kebutuhan akan sistem yang mampu membantu pengguna menemukan lagu sesuai preferensi. Pencarian berdasarkan judul atau nama artis belum cukup karena karakteristik audio tiap lagu berbeda (Bisma & Pramatha, 2024). Sistem rekomendasi berbasis fitur audio dapat mengelompokkan lagu menurut tempo, energi, pola spektral, dan kemiripan akustik lain sehingga rekomendasi menjadi lebih relevan (Anggoro & Izzatillah, 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa K-Means efektif digunakan dalam rekomendasi dan pengelompokan musik. Nuriska et al. (2024) mengelompokkan lagu Spotify berdasarkan suasana hati, Damayanti et al. (2024) mengelompokkan lagu populer Spotify 2024, Yoga et al. (2024) memadukan K-Means dan C4.5 untuk emosi lagu K-Pop, sedangkan Farhani dan Qoiriah (2024) menegaskan pentingnya evaluasi kluster dengan Silhouette Coefficient.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada musik populer global. Kajian yang secara khusus menggunakan fitur audio untuk lagu Jawa modern masih terbatas. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menerapkan K-Means pada 100 lagu Jawa modern berdasarkan 36 fitur numerik hasil ekstraksi Librosa, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar sistem rekomendasi yang adaptif dan mendukung pelestarian budaya lokal (Yaumi et al., 2020a).

2. KAJIAN TEORITIS

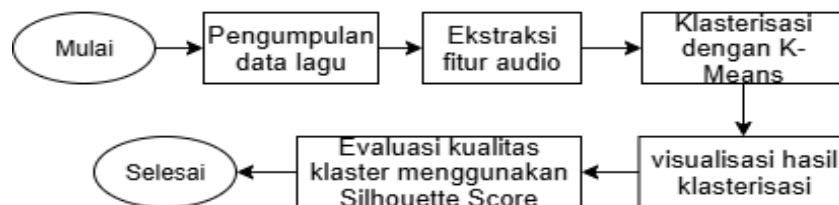
Kajian teoritis penelitian ini bertumpu pada konsep sistem rekomendasi berbasis konten, ekstraksi fitur audio, klusterisasi K-Means, reduksi dimensi PCA, dan evaluasi Silhouette Score. Sistem rekomendasi berbasis konten menyarankan item yang memiliki kemiripan karakteristik dengan item yang disukai pengguna. Pada konteks musik, karakteristik tersebut dapat diwakili oleh tempo, energi, zero-crossing rate, MFCC,

spectral contrast, dan chroma feature. K-Means digunakan untuk membentuk kelompok berdasarkan kedekatan fitur, PCA membantu memvisualisasikan data berdimensi tinggi, sedangkan Silhouette Score mengukur kohesi dan separasi kluster (Harjananto et al., 2021; Kurniawan et al., 2020; Rianti et al., 2024; Paembonan & Abduh, 2021).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental. Alur penelitian dimulai dari pengumpulan data lagu Jawa modern, ekstraksi fitur audio, klasterisasi menggunakan K-Means, visualisasi dengan PCA, dan evaluasi kualitas kluster menggunakan Silhouette Score. Tahapan penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Tahap Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara bertahap, mulai dari pemilihan lagu yang memenuhi kriteria lagu Jawa modern, pengunduhan audio, penyimpanan file, hingga ekstraksi fitur untuk dianalisis.

3.2.1 Pengumpulan data lagu dari YouTube menggunakan yt-dlp

Peneliti menelusuri lagu Jawa modern melalui YouTube karena platform ini menyediakan banyak konten musik yang dapat diakses secara terbuka. Lagu dipilih berdasarkan penggunaan bahasa Jawa, unsur musikal modern, dan relevansi dengan tujuan penelitian. Tautan lagu yang terpilih kemudian didokumentasikan untuk proses pengunduhan.

Kumpulan tautan diproses menggunakan yt-dlp, yaitu alat command-line open-source yang dapat mengunduh konten YouTube. Proses ini dijalankan dengan bantuan Python agar pengunduhan audio lebih efisien dan terotomatisasi.

File audio disimpan dalam format.mp3 karena kompatibel dengan perangkat lunak analisis audio dan memiliki ukuran relatif kecil. Seluruh file disimpan secara lokal dalam direktori penelitian untuk memudahkan ekstraksi fitur seperti tempo, ritme, energi, dan karakteristik spektral.

Tabel 1. Nama artis dan Lagu

No.	Nama Artis (Youtube Chanel, Suscriber)	Nama Lagu
1.	Denny Caknan (@dennycaknan6996, 6,69 jt subscriber)	1. Cundamani
		2. Dumes
		3. LDR " Langgeng Dayaning Rasa "
		4. Wirang
		5. Jajalen Aku
2.	Niken Salindri (@nikensalindryofficial583, 332 rb subscriber)	6. SEKTI
		7. LAMUNAN
		8. NEMEN
		9. NEMU
		10. TITENI LAN ENTENI
3.	Gilga Sahid (@gildcousticofficial1526, 428 rb subscriber)	1. Kawitaning Sinawang
		2. Segara Madu
		3. Manjing Ratri
		4. KALAH WETON
		5. PENGAREPAN
4.	Ndarboy Gank (@NdarboyGenk, 1,28 jt subscriber)	6. NEMEN
		7. PUJANINGSIH
		8. DUMES
		9. Mugo Kesembadan
		10. Lamunan
5.	Woro Widowati (@Woro.Widowati, 1,52 jt subscriber)	1. SINGKONG DAN KEJU
		2. JAJALEN AKU
		3. BUNGA ABADI
		4. Nemu
		5. PERASAANKU
6.	Aftershine (@AFTERSHINE, 838 rb subscriber)	6. Anak Lanang
		7. JAMU
		8. RASAH BALI
		9. SANES
		10. NJAREM
7.	Guyon Waton (@GUYONWATONOFFICIAL, 3,07 jt subscriber)	1. Blong
		2. Selamat Tinggal Kasih
		3. Anak Wedok
		4. Bajirut
		5. Modal Percoyo
8.	NDX A.K.A (@ndxakatv, 1,08 jt subscriber)	6. Jamu " Janji Muanis "
		7. Sendiri
		8. Ra Masuk
		9. Lelo Ledung
		10. Moro Moro Lungo
9.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	1. PUJANINGSIH
		2. Langgeng Dayaning Rasa
		3. Gampil
		4. Lestari
		5. Eling Ae
10.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	6. Jejantunging Kalbu
		7. Nyambangi Ati
		8. Rembulan
		9. NGANGGUR
		10. Apik
11.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	1. Matusuwun Gusti
		2. Aku Sing Lungo
		3. Piye Kabarmu
		4. Lengo Lan Banyu
		5. Tutupono
12.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	6. Kalah
		7. Mending Golek Timbang Balen
		8. Jomblo Bebas
		9. Ora Iso Lali
		10. Rakuat Nglakon
13.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	1. Ikhlas Ngenteni
		2. RASAKNO
		3. Sak Dheg Sak Nyet
		4. KLEBUS
		5. Wirang
14.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	6. Pingal
		7. KELANGAN
		8. Ninggal Cerito
		9. Dalam Liyane
		10. AJUR MUMUR
15.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	1. Kimcil Kepolen
		2. Ditinggal Rabi
		3. JARAN GOYANG
		4. Kelingan Mantan
		5. Ngertenono Ati
16.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	6. Banyu Surgo
		7. TALI NING ASMORO
		8. Nemen
		9. Janji Temani
		10. Tresno Tekan Mati
17.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	1. SEDULUR
		2. Banyu Surgo
		3. Cintamu Sepahit Topi Miring
		4. Jula-Juli Guru
		5. JOGJA ISTIMEWA
18.	Jogja Foundation (@TheChebolang, 1,24 jt subscriber)	6. NGENE /NGONO
		7. Sembah Raga
		8. Song of Sabdatama
		9. Suwukan Jaran Kepan
		10. JOGJA HIP HOP FOUNDATION

No.	Nama Artis (Youtube Chanel, Suscriber)	Nama Lagu
10.	Demmy (@demyyokerofficial3797, 127 rb subscriber)	1. Ojo Nguber Welas
		2. Ngelali
		3. Edan Turun
		4. Wujute Roso
		5. SEJATINE TRESNO
		6. KANGGO RIKO
		7. Asmoro
		8. Tutupe Wirang
		9. SUN AKONI
		10. Kelangan

3.2.2 Ekstraksi fitur audio menggunakan Librosa

File.mp3 yang telah dikumpulkan diolah menggunakan program Python dengan pustaka Librosa. Librosa dipilih karena mendukung analisis sinyal audio dan menyediakan fungsi ekstraksi fitur yang relevan untuk pengolahan musik (Anggeli & Suroso, 2021).

Penelitian ini menggunakan tujuh fitur utama, yaitu tempo BPM, danceability, RMS energy, zero-crossing rate, MFCC means, spectral contrast means, dan chroma features means. Dari 100 lagu yang dianalisis, setiap lagu menghasilkan 36 fitur numerik sebagaimana dirangkum pada Tabel 2 (Harjananto et al., 2021).

Tabel 2. Tujuh Fitur Audio

No.	Nama Fitur	Deskripsi Singkat	Jumlah Data per Lagu
1.	Tempo BPM	Kecepatan irama lagu dalam satuan beat per minute	1
2.	Danceability	Kecocokan lagu untuk menari berdasarkan irama, kestabilan tempo, dan kekuatan beat	1
3.	RMS Energy	Kekuatan rata-rata sinyal audio sebagai indikator energi lagu	1
4.	Zero Crossing Rate	Frekuensi peralihan sinyal dari positif ke negatif dalam durasi tertentu	1
5.	MFCC Means	Informasi spektral suara berdasarkan persepsi frekuensi manusia	13
6.	Spectral Means	Contrast Kontras antara puncak dan dasar dalam spektrum frekuensi	7
7.	Chroma Means	Features Distribusi energi pada dua belas nada musik	12

Demikian, dataset penelitian terdiri atas 3.600 data fitur audio yang selanjutnya dianalisis dan dikelompokkan menggunakan metode klusterisasi.

3.2.3 Klasterisasi menggunakan algoritma K-Means

K-Means digunakan untuk mengelompokkan lagu ke dalam tiga klaster berdasarkan kemiripan nilai fitur audio (Kurniawan et al., 2020). Jumlah klaster ditetapkan sebanyak tiga karena secara eksploratif dan musikologis dapat merepresentasikan variasi umum lagu Jawa modern, yaitu enerjik, tradisional atau akustik, serta eksperimental atau ambient.

Proses klasterisasi bertujuan menemukan pola tersembunyi dalam data audio. Lagu yang memiliki fitur akustik mirip akan berada pada klaster yang sama sehingga dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi lagu yang sejenis (Nuriska et al., 2024).

3.2.4 Visualisasi menggunakan Principal Component Analysis (PCA)

Visualisasi hasil klasterisasi dilakukan menggunakan Principal Component Analysis (PCA). Metode ini mereduksi data berdimensi tinggi menjadi dua komponen utama sehingga distribusi data dan batas antar klaster lebih mudah diamati (Rianti et al., 2024).

Melalui visualisasi PCA, peneliti dapat melihat persebaran lagu, mengenali kemungkinan outlier, dan menilai apakah tiap klaster memiliki pola pemisahan yang masuk akal secara visual (Nurdiansyah et al., 2024).

3.2.5 Evaluasi Hasil Kualitas Klasterisasi

Kualitas klaster dievaluasi menggunakan Silhouette Score. Metrik ini mengukur kedekatan data dengan klasternya sendiri dibandingkan dengan klaster lain, sehingga dapat menunjukkan tingkat kohesi dan separasi pengelompokan (Dbscan & Hasan, 2024).

Silhouette Score digunakan untuk menilai sejauh mana pembagian tiga klaster berdasarkan fitur audio dapat diterima sebagai struktur kelompok yang bermakna dalam konteks rekomendasi musik (Paembonan & Abduh, 2021).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil klasterisasi fitur audio sebagai dasar pengembangan sistem rekomendasi lagu Jawa modern. Pembahasan mencakup hasil pengelompokan, evaluasi kualitas klaster, visualisasi PCA, karakteristik tiap klaster, dan implikasinya terhadap rekomendasi berbasis konten.

Analisis difokuskan pada empat hal utama yaitu, distribusi hasil klasterisasi, validitas statistik melalui Silhouette Score, visualisasi dua dimensi menggunakan PCA, serta interpretasi karakteristik musikal pada masing-masing klaster.

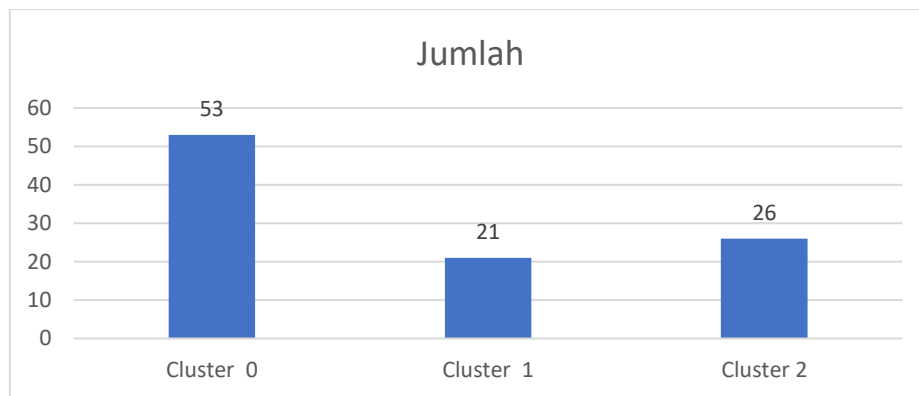
Temuan dianalisis untuk menunjukkan kemampuan K-Means dalam mengenali pola akustik lagu Jawa modern. Setiap klaster diperlakukan sebagai kelompok lagu dengan

kemiripan fitur sehingga dapat menjadi dasar penyusunan rekomendasi atau playlist yang lebih sesuai dengan preferensi pengguna.

4.1 Hasil Klasterisasi

Metode K-Means membagi 100 lagu Jawa modern ke dalam tiga klaster. Pemilihan $K=3$ didasarkan pada pertimbangan eksploratif terhadap distribusi data dan interpretasi musikologis, sehingga setiap kelompok dapat merepresentasikan gaya musikal yang berbeda.

Model K-Means diinisialisasi dengan $n_clusters=3$ dan $random_state=42$ agar hasil dapat direproduksi. Data yang telah diproses dikelompokkan berdasarkan kedekatan jarak terhadap centroid. Hasil klasterisasi ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pengelompokan Tiap Cluster

1. Cluster 0: 53 lagu
2. Cluster 1: 21 lagu
3. Cluster 2: 26 lagu

Distribusi tersebut menunjukkan bahwa fitur audio yang dianalisis mampu membentuk tiga kelompok. Cluster 0 menjadi kelompok terbesar, sedangkan Cluster 1 dan Cluster 2 tetap memiliki jumlah lagu yang cukup untuk dianalisis secara musikal.

4.2 Evaluasi Kualitas Klaster

Evaluasi dilakukan menggunakan Silhouette Score untuk melihat keseimbangan antara kemiripan data dalam satu klaster dan keterpisahan data antar klaster. Nilai mendekati +1 menunjukkan struktur klaster yang kuat, nilai mendekati 0 menunjukkan data berada di batas klaster, dan nilai negatif mengindikasikan kemungkinan salah klasifikasi.

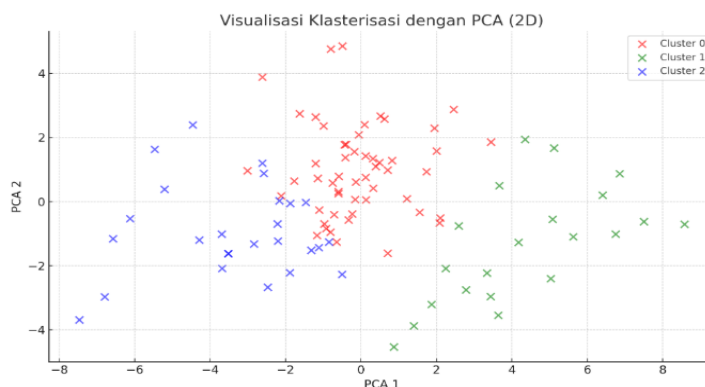
Hasil perhitungan menghasilkan Silhouette Score sebesar 0,114. Nilai ini menunjukkan bahwa pemisahan antar kluster belum sangat kuat, tetapi sudah terdapat struktur kelompok yang dapat dianalisis lebih lanjut.

Dengan demikian, klusterisasi yang diperoleh cukup layak digunakan sebagai fondasi awal sistem rekomendasi. Fitur audio yang digunakan mampu menangkap sebagian karakter lagu, meskipun pengembangan berikutnya masih dapat menambahkan fitur atau metode evaluasi lain.

4.3 Visualisasi Kluster (PCA)

Visualisasi PCA mereduksi 36 fitur numerik menjadi dua komponen utama. Setiap titik pada scatter plot merepresentasikan satu lagu, sedangkan warna menunjukkan hasil klusterisasi K-Means. Visualisasi ini membantu memahami persebaran lagu dan hubungan antar kluster.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kluster masih memiliki beberapa area tumpang tindih, tetapi pola distribusinya tetap dapat dibedakan. Cluster 0 cenderung berada pada bagian tengah, Cluster 1 lebih banyak di sisi kanan, sedangkan Cluster 2 cenderung tersebar di sisi kiri.



Gambar 3. Hasil Visualisasi PCA 2D

Keterangan visualisasi: Merah = Cluster 0 (Jawa Modern Enerjik dengan beat cepat dan nada kuat); Hijau = Cluster 1 (Lagu Tradisional/Akustik dengan tempo lebih lambat dan karakter mellow); Biru = Cluster 2 (Jawa Eksperimental/Ambient dengan elemen elektronik dan harmoni lebih kompleks).

4.4 Karakteristik Kluster

Karakteristik tiap kluster dianalisis dengan menghitung rata-rata fitur audio utama. Analisis ini membantu menjelaskan perbedaan akustik antar kelompok dan memberikan dasar interpretasi bagi sistem rekomendasi.

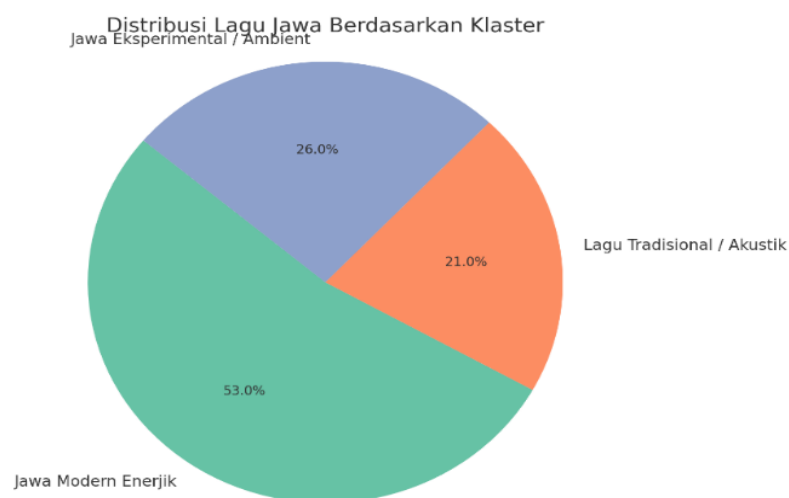
Rata-rata fitur memperlihatkan bahwa setiap kluster memiliki profil musikal yang berbeda. Perbedaan tempo, energi, spectral contrast, MFCC, dan chroma feature membantu menjelaskan mengapa lagu-lagu tertentu berada dalam kelompok yang sama.

Informasi karakteristik kluster bermanfaat untuk menyusun rekomendasi karena lagu dalam kluster yang sama diasumsikan memiliki kemiripan gaya, suasana, atau intensitas musikal.

Cluster 0 - “Jawa Modern Enerjik”: tempo rata-rata sekitar 130 BPM, danceability dan RMS tinggi, zero-crossing rate cukup besar, serta struktur chroma dan MFCC relatif stabil. Kluster ini cocok untuk lagu tarian, remix, atau pop Jawa modern dengan beat cepat.

Cluster 1 - “Lagu Tradisional atau Akustik”: tempo rata-rata sekitar 122 BPM, energi paling rendah, MFCC Means 1 sangat negatif, dan spectral contrast tinggi. Kluster ini cocok untuk lagu Jawa tradisional, akustik, atau slow dengan dominasi vokal.

Cluster 2 - “Jawa Eksperimental/Modern Ambient”: tempo rata-rata sekitar 131 BPM tetapi RMS tidak setinggi Cluster 0. Chroma features tinggi dan MFCC lebih beragam, sehingga cocok untuk lagu Jawa yang memadukan EDM, synth, atau ambience.



Gambar 4. Diagram Lingkaran Rata Rata Cluster

4.5 Implikasi Sistem Rekomendasi

Hasil klasterisasi dapat dimanfaatkan sebagai fondasi sistem rekomendasi berbasis konten. Pada pendekatan ini, sistem menyarankan lagu berdasarkan kemiripan fitur intrinsik lagu yang disukai pengguna, bukan berdasarkan perilaku pengguna lain.

Dengan klasterisasi fitur audio, sistem dapat merekomendasikan lagu dalam kluster yang sama meskipun berasal dari artis atau judul berbeda. Hal ini menghasilkan

rekomendasi yang konsisten secara musikal karena lagu memiliki karakter tempo, energi, dan nuansa yang serupa.

Sebagai ilustrasi, ketika pengguna menyukai lagu pada Cluster 1, sistem dapat merekomendasikan lagu lain dari Cluster 1 karena memiliki karakter akustik yang sejenis. Hasil klasterisasi juga dapat digunakan untuk menyusun playlist otomatis berdasarkan suasana dan intensitas musik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa klasterisasi fitur audio menggunakan algoritma K-Means dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem rekomendasi lagu Jawa modern. Berdasarkan 100 lagu dan 36 fitur numerik per lagu, terbentuk tiga klaster yang merepresentasikan gaya enerjik, tradisional atau akustik, dan eksperimental atau ambient.

Nilai Silhouette Score sebesar 0,114 menunjukkan bahwa hasil klasterisasi cukup valid sebagai fondasi awal, meskipun masih dapat ditingkatkan. Pendekatan ini berpotensi membantu pengguna menemukan lagu daerah yang sesuai dengan preferensi, memperluas apresiasi terhadap musik Jawa modern, dan mendukung pelestarian budaya melalui teknologi digital. Penelitian berikutnya disarankan menambah jumlah dataset, melakukan evaluasi dengan metrik lain, dan mengembangkan antarmuka rekomendasi yang dapat diuji langsung oleh pengguna.

DAFTAR REFERENSI

- Anggeli, M. Z., & Suroso. (2021). Klasifikasi alat musik tradisional dengan metode machine learning dengan Librosa dan Tensorflow pada Python. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer & Informatika)*, 5, 949-956. <http://ejurnal.tunasbangsa.ac.id/index.php/jsakti/article/view/390/369>
- Anggoro, M. V., & Izzatillah, M. (2022). Sistem rekomendasi musik dengan metode collaborative filtering berbasis Android. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 7(1), 1-8. <https://www.strategi.it.maranatha.edu/index.php/strategi/article/view/220>
- Auliasari, K., & Kertaningtyas, M. (2022). Analisis cluster atribut audio pada lagu terpopuler aplikasi TikTok. *Jurnal Sains dan Informasi*, 8(2), 140-149. <https://doi.org/10.34128/jsi.v8i2.497>
- Bisma, K., & Pramatha, C. (2024). Segmentasi pengguna Spotify berdasarkan preferensi musik dengan algoritma KMeans clustering. *JNATIA (Jurnal Nasional Teknologi*

- Informasi dan Aplikasinya), 3, 37-42.
<https://doi.org/10.24843/JNATIA.2024.v03.i01.p05>
- Caknan, D. (n.d.). Denny Caknan [YouTube channel]. YouTube. Retrieved May 6, 2025, from <https://www.youtube.com/@dennycaknan6996/videos>
- Damayanti, S. E., Fajriana, M. I., Meilani, D., & Fatimah, S. S. (2024). Menjelajahi wawasan industri musik: Klasterisasi lagu terpopuler di Spotify 2024 dengan metode K-Means clustering. In Seminar Nasional Penelitian (SEMNAS CORISINDO 2024) (pp. 562-567).
<https://corisindo.utbuniv.ac.id/index.php/penelitian/article/view/188>
- Dbscan, K., & Hasan, Y. (2024). Pengukuran Silhouette Score dan Davies-Bouldin Index pada hasil cluster. KAKIFIKOM (Kumpulan Artikel Karya Ilmiah Fakultas Ilmu Komputer), 6(1), 60-74. <https://doi.org/10.54367>
- Farhani, F. S., & Qoiriah, A. (2024). Klasterisasi musik menggunakan K-Means. Journal of Informatics and Computer Science, 6(2), 566-572.
<https://doi.org/10.26740/jinacs.v6n02.p566-572>
- Firmansyah, M. I., Rohman, R. S., & Marsusanti, E. (2023). Penerapan algoritma klastering K-Means untuk fitur atribut pada layanan streaming musik Spotify. Indonesian Journal of Computer Science, 2(2), 58-66.
<https://doi.org/10.31294/ijcs.v2i2.2465>
- Harjananto, D. Y., Dewi, R. K., & Brata, K. C. (2021). Pengembangan sistem rekomendasi musik berdasarkan waktu berbasis Android. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 5(5), 1729-1733. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Iqbal, H. M. (2022). Computer assisted test untuk pengelompokan jabatan teknis menggunakan algoritma K-Means (Studi kasus: PT. XYZ). Indonesian Journal of Business Intelligence, 5(1), 28. <https://doi.org/10.21927/ijubi.v5i1.2329>
- Kurniawan, H., Defit, S., & Sumijan. (2020). Data mining menggunakan metode K-Means clustering untuk menentukan besaran uang kuliah tunggal. Journal of Applied Computer Science and Technology, 1(2), 80-89.
<https://doi.org/10.52158/jacost.v1i2.102>
- Mastrika, I. W. A., Radhitya, M. L., & Raharja, M. A. (2022). Sistem rekomendasi musik berdasarkan data konteks pada listening history musik dan keterkaitan artis Indonesia. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, 5(1), 86-93.
<https://doi.org/10.31598>

- Nurdiansyah, N., Muliadi, M., Herteno, R., Kartini, D., & Budiman, I. (2024). Implementasi metode Principal Component Analysis (PCA) dan Modified K-Nearest Neighbor pada klasifikasi citra daun tanaman herbal. *Jurnal Mnemonic*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v7i1.6664>
- Nuriska, D., Irawan, B., Bahtiar, A., & Dikananda, A. R. (2024). Klusterisasi data lagu terpopuler Spotify 2023 berdasarkan suasana hati menggunakan algoritma K-Means. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6), 3843-3850. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8232>
- Paembonan, S., & Abduh, H. (2021). Penerapan metode Silhouette Coefficient untuk evaluasi clustering obat. *PENA Teknik: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2), 48. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v6i2.659
- Rianti, R., Andarsyah, R., & Awangga, R. M. (2024). Penerapan PCA dan algoritma clustering untuk analisis mutu perguruan tinggi di LLDIKTI Wilayah IV. *Nuansa Informatika*, 18(2), 67-77. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v18i2.211>
- Rohmah, N., & Haryanto, M. (2022). Metafora lirik lagu pop Jawa pada media sosial sebagai representasi puitika kekinian. *Prosiding Konferensi Ilmiah Pendidikan*, 3(1). <https://proceeding.unikal.ac.id/index.php/kip/article/view/1109/911>
- Yaumi, A. S., Zulfiqar, Z., & Nugroho, A. (2020a). Systemic: Information System and Informatics Journal Sistem Penunjang Keputusan Pemasaran Produk X menggunakan metode data mining. *Systemic: Information System and Informatics Journal*, 6(1), 44-50. <https://doi.org/10.29080/systemic.v6i1.936>
- Yaumi, A. S., Zulfiqar, Z., & Nugroho, A. (2020b). Klusterisasi karakter konsumen terhadap kecenderungan pemilihan produk menggunakan K-Means. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(3), 195. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i3.1523>.
- Yoga, R. J., Rahmat, B., & Mandyartha, E. P. (2024). Analisis kluster dan klasifikasi emosi dalam musik K-Pop dengan K-Means dan algoritma C4.5. *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 2(3), 147-160. <https://journal.artei.or.id/index.php/Neptunus/article/view/228>.