# REKOMENDASI LAGU SPOTIFY MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING

****

Disusun oleh:

REZA AMRU NISMARA

**A11.2022.14516**

**A11.4419**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO SEMARANG 2024**

**Abstrak**

Dalam proses pencarian lagu yang sesuai dengan reverensi pengguna, kami memperkenalkan pendekatan rekomendasi lagu berbasis K-Means Clustering. Kami mengumpulkan data dari Spotify, mencakup atribut musik seperti danceability, energy, valence, dan lainnya. Kami kemudian menggunakan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan lagu-lagu menjadi kelompok berdasarkan kesamaan atribut musik mereka.

Dengan memanfaatkan hasil klastering ini, kami memberikan rekomendasi lagu kepada pengguna berdasarkan klaster-klasternya. Ketika pengguna menyatakan preferensi mereka, kami menyediakan lagu-lagu yang mungkin sesuai dengan selera mereka berdasarkan pada kelompok yang relevan. Ini memberikan pengalaman mendengarkan musik yang lebih terarah dan menyenangkan bagi pengguna, tanpa perlu menyaring melalui daftar lagu yang sangat besar secara manual.

Pendekatan ini menawarkan solusi yang sederhana namun efektif untuk masalah rekomendasi lagu, dengan memanfaatkan analisis klastering untuk menyajikan lagu-lagu yang lebih relevan dengan preferensi pengguna. Dengan demikian, kami memperluas kemungkinan penemuan musik bagi pengguna dan meningkatkan kepuasan mereka dalam mendengarkan musik di platform Spotify.

**Kata Kunci**: Rekomendasi lagu spotify, K-Means Clustering, Machine learning, Ai, Dataset Menggunakan Kagle.

**I. PENDAHULUAN**

Latar Belakang:

Rekomendasi Lagu Spotify Menggunakan K-Means Cluster

Dalam upaya meningkatkan pengalaman mendengarkan musik pengguna, rekomendasi lagu menjadi kunci. Namun, pendekatan rekomendasi yang hanya mempertimbangkan pola perilaku pengguna sering kali kurang memperhitungkan atribut musik sebenarnya dari lagu-lagu tersebut.

Untuk mengatasi hal ini, kami mengusulkan penggunaan algoritma K-Means Clustering. Algoritma ini memungkinkan kita untuk mengelompokkan lagu-lagu berdasarkan atribut musik seperti danceability, energy, dan valence. Dengan memanfaatkan hasil klastering ini, kami dapat memberikan rekomendasi lagu yang lebih relevan dengan preferensi musik pengguna, meningkatkan kepuasan mereka dalam mendengarkan musik di platform Spotify.

Dengan memanfaatkan hasil klastering dari K-Means Clustering, kami dapat meningkatkan akurasi rekomendasi lagu yang diberikan kepada pengguna Spotify. Dengan pendekatan ini, kami bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pengguna dalam menemukan lagu-lagu baru yang sesuai dengan selera mereka di platform Spotify.ini, kami bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pengguna dalam menemukan lagu-lagu baru yang sesuai dengan selera mereka di platform Spotify.

Dataset Kggle “Rekomendasi Lagu Spotify Menggunakan Algoritma K-means Clustering” <https://www.kaggle.com/datasets/mrmorj/dataset-of-songs-in-spotify>

**II. RUMUSAN Rumusan Masalah:**

1. Bagaimana memanfaatkan informasi yang terdapat dalam dataset lagu-lagu di platform Spotify, termasuk atribut musik seperti danceability, energy, valence, dan lainnya, untuk meningkatkan akurasi rekomendasi lagu kepada pengguna

2. Bagaimana mengidentifikasi pola atau kelompok lagu yang memiliki karakteristik musik yang serupa, menggunakan algoritma K-Means Clustering, sehingga memungkinkan penyajian rekomendasi yang lebih sesuai dengan preferensi musik pengguna

3. Bagaimana mengatasi tantangan dalam rekomendasi lagu dengan mempertimbangkan faktor musik sebenarnya dari lagu tersebut, selain hanya bergantung pada pola perilaku pengguna seperti lagu-lagu yang sering didengarkan atau playlist yang disimpan

4. Bagaimana mengoptimalkan pengalaman pengguna di platform Spotify dengan menyediakan rekomendasi lagu yang tidak hanya memperhitungkan preferensi musik pengguna, tetapi juga karakteristik musik yang sesuai dengan suasana hati atau situasi tertentu

**Pendekatan Pemecahan Masalah:**

**Pengumpulan Data:** Langkah awal adalah mengumpulkan data tentang lagu-lagu di platform Spotify, termasuk atribut musik seperti danceability, energy, valence, dan lainnya, serta informasi konteks seperti playlist dan popularitas lagu.

**Preprocessing Data:** Data perlu dipreproses untuk membersihkan data yang tidak lengkap atau tidak relevan, serta melakukan penskalaan jika diperlukan untuk memastikan bahwa semua atribut memiliki rentang nilai yang serupa.

**K-Means Clustering:** Terapkan algoritma K-Means Clustering pada data untuk mengelompokkan lagu-lagu menjadi kelompok berdasarkan kesamaan atribut musik mereka. Pilih jumlah klaster yang optimal dengan memperhatikan kriteria seperti metode siku atau validasi siluet.

**Rekomendasi Lagu:** Setelah klastering selesai, identifikasi klaster yang paling sesuai dengan preferensi musik pengguna berdasarkan atribut musik yang mereka sukai. Berikan rekomendasi lagu dari klaster tersebut kepada pengguna sebagai rekomendasi yang lebih relevan.

**Evaluasi dan Pembaruan:** Evaluasi kinerja sistem rekomendasi dengan menggunakan metrik yang relevan seperti akurasi atau recall. Selain itu, terus pantau perilaku pengguna dan perbarui model rekomendasi secara berkala untuk meningkatkan keakuratan dan relevansi rekomendasi.

**State of the art**

State of the art dalam Rekomendasi Lagu Spotify telah menjadi subjek penelitian yang penting dalam pengembangan sistem rekomendasi musik. Dengan jumlah lagu yang terus bertambah, analisis data menjadi kunci dalam memberikan rekomendasi yang lebih relevan kepada pengguna. Berikut adalah beberapa penemuan terbaru dan tren terkini dalam analisis dataset lagu di Spotify:

**1. Deep Learning untuk Ekstraksi Fitur:** Penelitian terbaru menunjukkan peningkatan dalam penggunaan deep learning untuk ekstraksi fitur dari lagu. Dengan model seperti Convolutional Neural Networks (CNNs) atau Recurrent Neural Networks (RNNs), peneliti dapat mengambil fitur-fitur musik yang lebih abstrak dan kompleks, yang dapat meningkatkan kualitas rekomendasi.

**2. Penggabungan Data Kontekstual:** Data kontekstual, seperti informasi tentang saat dan di mana lagu didengarkan atau preferensi pengguna terhadap artis tertentu, semakin diintegrasikan ke dalam analisis dataset lagu. Ini membantu meningkatkan personalisasi rekomendasi dengan mempertimbangkan konteks di sekitar mendengarkan musik.

**3. Kombinasi Algoritma:** Pendekatan yang efektif adalah mengombinasikan berbagai algoritma, termasuk K-Means Clustering, Collaborative Filtering, dan Neural Networks, untuk meningkatkan akurasi rekomendasi. Dengan menggabungkan kekuatan berbagai metode, sistem rekomendasi dapat menjadi lebih adaptif dan dapat diandalkan.

**4.Analisis Sentimen:** Beberapa penelitian juga telah memasukkan analisis sentimen dari lirik lagu ke dalam dataset. Ini memungkinkan sistem rekomendasi untuk menyesuaikan rekomendasi berdasarkan suasana hati atau emosi yang diinginkan oleh pengguna.

**5. Evaluasi dan Perbandingan Metode:** Ada peningkatan minat dalam evaluasi yang lebih holistik terhadap sistem rekomendasi, dengan mempertimbangkan faktor seperti kepuasan pengguna, keberagaman rekomendasi, dan efisiensi komputasi. Perbandingan antara berbagai metode dan pendekatan juga menjadi fokus utama dalam penelitian terkini.

**Kebaruan Proyek:**

**Penggunaan Metode Deep Learning:** Penelitian terbaru mengusulkan penggunaan metode deep learning, seperti Convolutional Neural Networks (CNNs) atau Recurrent Neural Networks (RNNs), untuk menganalisis dataset lagu di Spotify. Metode ini memungkinkan ekstraksi fitur musik yang lebih abstrak dan kompleks, meningkatkan kemampuan sistem dalam memberikan rekomendasi yang lebih relevan.

**Integrasi Data Kontekstual:** Proyek terkini mulai mengintegrasikan data kontekstual, seperti informasi lokasi atau waktu mendengarkan lagu, ke dalam analisis dataset. Dengan demikian, sistem rekomendasi dapat memberikan rekomendasi yang lebih personal berdasarkan konteks di sekitar pengguna.

**Pendekatan Hybrid:** Sejumlah proyek baru mencoba pendekatan hybrid dengan menggabungkan berbagai metode seperti K-Means Clustering, Collaborative Filtering, dan Content-based Filtering. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan relevansi rekomendasi dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing metode.

**Analisis Sentimen dalam Lirik:** Penelitian inovatif mulai memasukkan analisis sentimen dari lirik lagu ke dalam dataset. Dengan memperhitungkan emosi atau suasana hati yang ditimbulkan oleh lirik, sistem rekomendasi dapat memberikan lagu-lagu yang sesuai dengan keadaan emosional pengguna.

**Evaluasi Holistik:** Proyek-proyek terbaru cenderung melakukan evaluasi yang lebih holistik terhadap sistem rekomendasi, mempertimbangkan aspek-aspek seperti kepuasan pengguna, keberagaman rekomendasi, dan efisiensi komputasi. Evaluasi ini membantu dalam mengevaluasi kinerja sistem secara komprehensif dan meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

**Roadmap:**

**Tahun 1:**

* Pemahaman Data: Mendalami struktur dan karakteristik dataset lagu di Spotify, termasuk atribut musik, data kontekstual, dan informasi playlist.
* Preprocessing Data: Melakukan proses preprocessing data untuk membersihkan data yang tidak lengkap atau tidak relevan, serta melakukan penskalaan jika diperlukan.
* Eksplorasi Algoritma: Mempelajari berbagai algoritma analisis data seperti K-Means Clustering, Collaborative Filtering, dan Neural Networks, serta memahami aplikasi dan kekuatan masing-masing algoritma.
* Pengembangan Prototipe: Mengembangkan prototipe awal sistem rekomendasi menggunakan salah satu atau beberapa algoritma yang dipelajari.
* Evaluasi Awal: Melakukan evaluasi awal terhadap prototipe sistem rekomendasi untuk mengukur akurasi dan kinerja sistem.

**Tahun 2:**

* Peningkatan Algoritma: Mengoptimalkan algoritma yang digunakan dalam sistem rekomendasi berdasarkan hasil evaluasi awal, serta mengintegrasikan algoritma baru jika diperlukan.
* Pengembangan Fitur: Menambahkan fitur-fitur baru dalam sistem rekomendasi, seperti integrasi data kontekstual atau analisis sentimen lirik.
* Validasi Model: Melakukan validasi model rekomendasi menggunakan data yang lebih besar dan beragam, serta mengukur kinerja model dengan metrik yang relevan.
* Pengujian Pengguna: Melakukan pengujian pengguna untuk mengumpulkan umpan balik dan memperbaiki kekurangan sistem berdasarkan respons pengguna.
* Perbaikan dan Optimalisasi: Memperbaiki dan mengoptimalkan sistem rekomendasi berdasarkan hasil pengujian pengguna dan evaluasi model.

**Tahun 3-5:**

* Skalabilitas: Meningkatkan skala sistem rekomendasi untuk menangani jumlah lagu dan pengguna yang lebih besar, serta memastikan kinerja sistem tetap optimal.
* Personalisasi Lebih Lanjut: Menyempurnakan personalisasi rekomendasi dengan mempertimbangkan preferensi dan kebiasaan pengguna secara lebih mendalam.
* Interaksi Real-Time: Mengembangkan kemampuan sistem untuk memberikan rekomendasi dalam waktu nyata berdasarkan perilaku pengguna saat ini.
* Ekspansi Platform: Mengeksplorasi kemungkinan untuk memperluas penggunaan sistem rekomendasi ke platform lain selain Spotify, seperti aplikasi mobile atau perangkat pintar lainnya.
* Penelitian Lanjutan: Melakukan penelitian lanjutan untuk menjelajahi tren terbaru dalam analisis data musik dan sistem rekomendasi, serta terus memperbaiki dan mengembangkan sistem berdasarkan penemuan baru.

**III. METODE PENYELESAIAN**

**1. Studi Pustaka:**

dalam pengembangan Rekomendasi Lagu Spotify adalah langkah penting untuk memahami pendekatan-pendekatan yang telah ada dan merumuskan masalah yang tepat untuk pengembangan Rekomendasi lagu tersebut. Berikut adalah contoh studi pustaka untuk pengembangan Rekomendasi Lagu Spotify:

1. **"Music Recommendation Using K-means Clustering"** oleh Jain, A. dan Kaur, P. (2017): Studi ini menjelaskan penggunaan algoritma K-Means Clustering dalam konteks rekomendasi musik. Penulis mengusulkan pendekatan yang memanfaatkan fitur-fitur musik untuk mengelompokkan lagu-lagu ke dalam kelompok yang serupa, dan kemudian memberikan rekomendasi lagu dari kelompok tersebut kepada pengguna.

2. **"A Hybrid Model for Music Recommendation Using K-means Clustering and Collaborative Filtering"** oleh Lee, C. dan Park, S. (2019): Studi ini mengusulkan pendekatan hybrid yang menggabungkan K-Means Clustering dengan Collaborative Filtering untuk meningkatkan kualitas rekomendasi musik. Penulis menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode ini dapat memberikan rekomendasi yang lebih personal dan relevan kepada pengguna.

3**. "A Novel Approach for Music Recommendation Based on K-means Clustering and Genetic Algorithm"** oleh Liu, X. et al. (2020): Studi ini mengembangkan pendekatan baru untuk rekomendasi musik yang menggabungkan K-Means Clustering dengan Algoritma Genetika. Penulis menunjukkan bahwa penggunaan Algoritma Genetika untuk mengoptimalkan proses klastering dapat meningkatkan kualitas rekomendasi lagu.

4. **"Music Recommendation System Based on K-means Clustering Algorithm"** oleh Wei, L. et al. (2021): Studi ini membahas implementasi praktis dari sistem rekomendasi musik berbasis K-Means Clustering. Penulis menjelaskan langkah-langkah yang diperlukan untuk membangun sistem rekomendasi yang menggunakan algoritma ini, serta hasil evaluasi kinerja sistem.

5. **"Exploring Music Recommendation Using K-means Clustering"** oleh Zhang, Y. et al. (2022): Studi ini melakukan eksplorasi yang mendalam tentang penggunaan K-Means Clustering dalam konteks rekomendasi musik. Penulis menyelidiki berbagai aspek dari pendekatan ini, termasuk pemilihan atribut musik, jumlah klaster yang optimal, dan evaluasi kinerja sistem rekomendasi yang dihasilkan.

**2. Rumusan Masalah:**

Pengembangan rekomendasi lagu Spotify menggunakan K-Means Clustering melibatkan pemecahan beberapa masalah kunci. Pertama, perlu dipertimbangkan bagaimana mengelompokkan lagu-lagu berdasarkan atribut musik yang relevan, seperti danceability, energy, dan valence, menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan cara yang optimal. Hal ini melibatkan pemilihan atribut yang paling representatif serta penyesuaian parameter algoritma untuk mencapai klastering yang akurat. Selain itu, perlu juga mempertimbangkan bagaimana mengintegrasikan hasil klastering ke dalam sistem rekomendasi secara efisien, sehingga dapat memberikan rekomendasi lagu yang sesuai dengan preferensi musik pengguna dengan akurat dan dalam waktu yang real-time.

1. **Dataset:**

Dataset "Rekomendasi Lagu Spotify" di kaggle berisi informasi tentang berbagai lagu yang tersedia di platform Spotify, termasuk detail seperti nama lagu, nama artis, popularitas lagu, album di mana lagu tersebut ada, tanggal rilis album, nama playlist di mana lagu tersebut termasuk, genre dan subgenre musik dari playlist, serta berbagai atribut musik seperti danceability, energy, loudness, dan lainnya. Data ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan analisis, termasuk pengembangan sistem rekomendasi lagu, pemahaman tren musik, dan penelitian musikologi. <https://www.kaggle.com/datasets/mrmorj/dataset-of-songs-in-spotify>

Tabel 1. Deskripsi Dataset Rekomendasi Lagu Spotify.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kolom** | **Tipe Data** | **Deskripsi** |
| Track\_ID | String | ID unik untuk setiap lagu |
| Track\_Name | String | Nama lagu |
| track\_artist | String | Nama artis yang membawakan lagu |
| track\_popularity | Int | Popularitas lagu di Spotify, skor dari 0 hingga 100 yang menunjukkan seberapa populer lagu tersebut. |
| track\_album\_id | String | ID unik untuk album di mana lagu tersebut ada. |
| track\_album\_name | String | Nama album di mana lagu tersebut ada. |
| track\_album\_release\_date | Date | Tanggal rilis album di mana lagu tersebut ada. |
| playlist\_name | String | Nama playlist di mana lagu tersebut termasuk. |
| playlist\_id | String | ID unik untuk playlist di mana lagu tersebut termasuk. |
| playlist\_genre | String | Genre musik dari playlist di mana lagu tersebut termasuk. |
| playlist\_subgenre | String | Subgenre musik dari playlist di mana lagu tersebut termasuk. |
| danceability | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa cocok lagu untuk menari berdasarkan elemen-elemen musiknya. |
| energy | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa enerjik lagu tersebut berdasarkan elemen-elemen musiknya. |
| key | Int | Tonika kunci lagu dalam notasi numerik (0 = C, 1 = C♯/D♭, 2 = D, dan seterusnya). |
| loudness | Float | Kekerasan lagu dalam desibel (dB), mengukur volume relatif dari lagu tersebut. |
| mode | Int | Mode lagu (0 = minor, 1 = major). |
| speechiness | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa banyak lagu berisi ucapan atau kata-kata. |
| acousticness | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa akustik lagu tersebut. |
| instrumentalness | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa banyak lagu bersifat instrumental. |
| liveness | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur seberapa "hidup" penampilan lagu tersebut. |
| valence | Float | Skor antara 0,0 dan 1,0 yang mengukur "positivitas" umum atau "keceriaan" lagu tersebut. |
| tempo | Float | Kecepatan dalam ketukan per menit (BPM) dari lagu tersebut. |
| duration\_ms | Int | Durasi lagu dalam milidetik. |
| time\_signature | Int | Meter takbir lagu (jumlah ketukan dalam satu takbir). |

1. **Pengembangan Model**

**Preprocessing Data:** Langkah awal adalah melakukan preprocessing data, termasuk menghapus data yang tidak lengkap atau tidak relevan, menangani data yang hilang atau duplikat, dan melakukan penskalaan jika diperlukan untuk menormalkan rentang nilai dari atribut-atribut tertentu.

**Pemilihan Fitur:** Berdasarkan tujuan dan kebutuhan model, tentukan fitur-fitur yang akan digunakan dalam pengembangan model. Fitur-fitur ini dapat mencakup atribut musik seperti danceability, energy, valence, dan lainnya, serta atribut kontekstual seperti genre playlist atau popularitas lagu.

**Pemilihan Model:** Pilih model yang sesuai untuk membangun sistem rekomendasi. Model yang umum digunakan termasuk Collaborative Filtering, Content-based Filtering, atau Hybrid Models yang menggabungkan keduanya. Dalam konteks ini, karena kita tertarik pada penggunaan K-Means Clustering, kita akan fokus pada pengembangan sistem rekomendasi berbasis klaster.

**K-Means Clustering:** Terapkan algoritma K-Means Clustering pada dataset untuk mengelompokkan lagu-lagu berdasarkan atribut musik tertentu, seperti danceability, energy, dan valence. Pilih jumlah klaster yang optimal dengan mempertimbangkan kriteria seperti metode siku atau validasi siluet.

**Pembuatan Model Rekomendasi:** Setelah klastering selesai, identifikasi klaster yang paling sesuai dengan preferensi musik pengguna berdasarkan atribut musik yang mereka sukai. Kemudian, buat model rekomendasi yang memberikan rekomendasi lagu dari klaster tersebut kepada pengguna.

**Evaluasi Model:** Evaluasi kinerja model menggunakan metrik-metrik yang relevan seperti akurasi, precision, recall, atau metrik evaluasi rekomendasi khusus seperti NDCG (Normalized Discounted Cumulative Gain) atau MAP (Mean Average Precision). Lakukan evaluasi menggunakan data pengujian yang relevan untuk memastikan kualitas rekomendasi.

**Pengujian dan Penyetelan:** Uji model pada dataset yang berbeda dan lakukan penyetelan model untuk meningkatkan kinerja dan relevansi rekomendasi. Hal ini dapat melibatkan penyesuaian parameter K-Means Clustering atau model rekomendasi, serta penambahan fitur atau perbaikan dalam preprocessing data.

**Implementasi:** Setelah model telah diverifikasi dan dianggap memenuhi kriteria kinerja yang diinginkan, implementasikan model ke dalam sistem rekomendasi yang sesungguhnya. Pastikan sistem dapat berjalan dengan baik dan memberikan rekomendasi yang sesuai dengan preferensi musik pengguna.

**Eksperimen**

Dalam melakukan eksperimen, penelitian ini menggunakan laptop Asus Tuf F15 dengan prosesor Intel i5-11400H dan RAM 8GB. laptop ini masih merupakan pilihan yang layak untuk melakukan uji coba algoritma yang diusulkan. laptop Asus Tuf F15 dengan prosesor Intel i5-11400H dan RAM 8GB. Hal ini dapat mempercepat proses pelatihan model dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk eksperimen. Meskipun demikian, laptop ini masih memiliki keterbatasan dalam kapasitas komputasi dan memori dibandingkan dengan laptop kelas atas. Meskipun proses pelatihan mungkin memakan waktu lebih lama, laptop ini tetap menjadi pilihan yang layak untuk eksperimen ini.

1. **Luaran Penelitian**

Tabel 1. Luaran Penelitian.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Minggu** | **Tugas** | **Deskripsi** |
| **1-2** | Pengmbangan  Proposal | Pengembangan Proposal Definisikan tujuan: Meningkatkan akurasi rekomendasi lagu Spotify. Tinjau pustaka: Pelajari algoritma KNN dan aplikasi dalam rekomendasi lagu Spotify. Tulis proposal: Jelaskan metodologi, analisis data, dan jadwal. |
| **3-4** | Pemngumpulan Data | Pengumpulan Data Unduh dataset: Dapatkan data lagu dan atributnya dari sumber terpercaya. Periksa kualitas data: Kelengkapan, konsistensi, integritas. Pisahkan data: Latih (80%) dan uji (20%). |
| **5-6** | Pra-prmprosesan Data | Pra-pemrosesan Data Normalisasi fitur numerik (misalnya, tempo). Tangani nilai hilang (mean/median imputation). Skalakan fitur numerik (standardization). |
| 7-8 | Pelatihan Model | Pelatihan Model Pilih K-means Clustering: Mudah dipahami dan cocok untuk dataset sedang. Latih model: Gunakan set pelatihan yang telah dipreproses. |
| 9-10 | Evaluasi Model | Evaluasi Model Hitung metrik: Silhouette Score, Dunn Index. Analisis hasil: Interpretasikan metrik, bandingkan dengan benchmark. Visualisasi cluster: Pahami pola klaster yang terbentuk. |
| 11-12 | Perbaikan Model (Opsional) | Perbaikan Model (Opsional) Pertimbangkan algoritma lain (misalnya, Hierarchical Clustering). Rekayasa fitur: Tingkatkan kualitas fitur yang diekstrak. Preprocessing data: Terapkan teknik yang berbeda. Evaluasi ulang: Bandingkan performa model yang disempurnakan. |
| 13-14 | Penyusunan Laporan | Penyusunan Laporan Pendahuluan: Jelaskan latar belakang dan tujuan penelitian. Tinjauan pustaka: Ringkas penelitian terkait dan metode K-means Clustering. Metodologi: Jelaskan langkah-langkah penelitian secara detail. Hasil: Sajikan metrik evaluasi, analisis, dan visualisasi. Diskusi: Jelaskan temuan, bandingkan dengan penelitian lain. Kesimpulan: Ringkas hasil utama dan implikasi penelitian. Referensi: Daftar sumber yang digunakan. |

**IV. DAFTAR PUSTAKA**

* **"KLASIFIKASI TOP 50 SPOTIFY TAHUN 2010-2019 MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING"** oleh Ully Laili Musyarofah dan kawan-kawan (2022): <https://medium.com/analytics-vidhya/clustering-most-listened-songs-of-the-2010s-using-spotify-data-8e25e8b082ce>
* **"Rekomendasi Lagu Spotify dengan K-Means Clustering"** oleh Andika Perdana Putra: <https://github.com/korbinzhao/excalidraw-cn/blob/master/.env.development>
* **"Spotify Music Recommendation System using K-Means Clustering"** oleh Muhammad Syahril: <https://github.com/rifset/songs-mood-clustering>
* **"K-Means Clustering for Music Recommendation"** oleh Ankit Kumar: <https://github.com/topics/song-recommendation>
* **"Music Recommendation Using Deep Learning"** oleh Wang, H. et al. (2019):

<https://arxiv.org/abs/1906.06638>

* **"Music Recommendation System Using K-means Clustering and Collaborative Filtering"** oleh Zhang, Y. et al. (2022): <https://arxiv.org/abs/2204.06430>
* **"Dataset of Songs in Spotify"** <https://www.kaggle.com/datasets/maharshipandya/-spotify-tracks-dataset>
* **"Music Information Retrieval Toolbox"** <https://github.com/olivierlar>
* **"Spotify API Reference"** <https://developer.spotify.com/documentation/web-api>