

## SISTEM REKOMENDASI MUSIK DENGAN METODE *COLLABORATIVE FILTERING* BERBASIS ANDROID

Muhamad Veri Anggoro<sup>1</sup>, Millati Izzatillah<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI<sup>1,2</sup>  
verianggoro007@gmail.com<sup>1</sup>, mizzatillah@gmail.com<sup>2</sup>

*Submitted July 29, 2021; Revised May 12, 2022; Accepted July 28, 2022*

### Abstrak

Sistem rekomendasi merupakan sistem yang dapat menyarankan informasi kepada pengguna yang berasal dari hasil observasi keinginan pengguna. Dalam penelitian ini sistem rekomendasi dapat di implementasikan ke dalam aplikasi pemutar musik online dengan menampilkan rekomendasi lagu agar aplikasi tersebut lebih personal terhadap penggunanya. Metode penelitian yang digunakan untuk merancang sistem rekomendasi musik ini adalah dengan menggunakan collaborative filtering dalam menentukan rekomendasi musik untuk pengguna. Serta menghasilkan prediksi yang cukup baik jika dilihat dari score MAE (*Mean Absolute Error*) sebesar 0.09639423292263861 dan RMSE (*Root Mean Squared Error*) sebesar 0.024737713540837314 dimana semakin kecil hasil evaluasi tersebut mendekati 0 maka akan semakin akurat. Hasil perhitungan MAE dan RMSE menunjukkan tingkat kesalahan prediksi sangat kecil sehingga dapat dijadikan parameter untuk penentuan rekomendasi musik sesuai dengan kebutuhan pengguna.

**Kata Kunci :** Sistem Rekomendasi Musik, *Collaborative Filtering*, Aplikasi Rekomendasi Lagu.

### Abstract

*The recommendation system is a system that can suggest information based on the results of observation of users' desires to users. In this study, the recommendation system can be implemented into an online music player application by displaying song recommendations so that the application looks more personal to its users. The research method used to design this music recommendation system is a collaborative filtering by which the music recommendations for users are determined. The system produces a pretty good prediction when viewed from the MAE (Mean Absolute Error) score of 0.09639423292263861 and RMSE (Root Mean Squared Error) of 0.024737713540837314, meaning that the smaller the evaluation result is or close to 0, the more accurate it will be. The results of the MAE and RMSE calculations show that the prediction error rate is very small, so that they can be used as a parameter for determining music recommendations according to users' needs.*

**Key Words :** Music Recommendation System, *Collaborative Filtering*, Song Recommendation Application.

## 1. PENDAHULUAN

Industri musik saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Musik saat ini sangat mudah untuk didengarkan di mana saja dan kapan saja. Dengan pesatnya perkembangan gawai dan internet saat ini, memberikan kontribusi dalam perkembangan musik. Survei yang dilakukan oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia menunjukkan bukti bahwa 33,5% dari pengguna seluruh internet di Indonesia mendengarkan musik secara online [1].

Generasi milenial telah menjadi pasar terbesar yang mengkonsumsi berbagai aplikasi musik *streaming* seperti Spotify. Hingga November 2017, misalnya, total pengguna Spotify yang telah mengunduh aplikasi mobile versi Android telah mencapai 100 juta orang (Google Play, n.d.). Jumlah penggunanya juga akan terus bertambah, karena penetrasi perangkat telepon pintar yang terus berkembang di Indonesia. Data yang dirilis APJII (2016) menyebutkan bahwa hingga November 2016, jumlah pengguna ponsel pintar telah mencapai 89,9 juta orang, atau 67,8% dari

total populasi pengguna internet di Indonesia [1].

Dari kecenderungan tersebut membuat perusahaan yang bergerak dibidang digital konten membuat aplikasi musik online, yang bekerja sama dengan berbagai label untuk menyediakan konten atau lagu secara legal. Salah satu contoh aplikasi musik online adalah Langit Musik. Langit Musik merupakan sebuah aplikasi musik online yang berasal dari Indonesia dan salah satu produk dari perusahaan PT Melon Indonesia.

Seiring banyaknya lagu-lagu atau konten baru seperti *podcast*, langit musik ingin memberikan pengalaman lebih kepada pengguna agar aplikasinya lebih personal, dengan menghadirkan rekomendasi lagu berdasarkan kemiripan lagu yang sudah didengar oleh pengguna.

Dengan menggunakan data dan informasi dari musik yang sudah terdaftar, pengguna yang sudah terdaftar di langit musik, riwayat musik yang sudah didengar oleh pengguna dapat dimanfaatkan untuk membuat sebuah rekomendasi musik. Dengan bantuan *Machine Learning*, data dan informasi tersebut dapat diolah dan dianalisa untuk mendapatkan pola yang terkandung di dalamnya.

*Machine learning* merupakan sebuah tipe kecerdasan buatan yang menyediakan komputer dengan kemampuan untuk belajar dari data, tanpa secara eksplisit harus mengikuti instruksi yang terprogram [2].

Sistem rekomendasi merupakan salah satu cabang dari *machine learning* dengan jenis yang lebih spesifik. Tidak seperti model *machine learning* pada umumnya yang memprediksi suatu nilai berdasarkan input baru yang dihasilkan dari riwayat data sebelumnya, sistem rekomendasi lebih berfokus untuk menyediakan daftar produk, dalam hal ini musik yang dirasa akan disukai oleh user [3].

Sistem rekomendasi adalah program perantara atau perwakilan yang secara cerdas menyusun daftar dari informasi yang diperlukan dan mencocokkan berdasarkan keinginan dari pengguna [4]. Sistem rekomendasi merupakan sistem yang dapat menyarankan informasi kepada pengguna yang berasal dari hasil observasi keinginan pengguna.

Terdapat 5 metode dalam membangun sistem rekomendasi diantaranya:

1. *Collaborative Filtering*
2. *Content – Based Filtering*
3. *Hybrid – Based Filtering*
4. *Knowledge – Based Recommendation*
5. *Demographic Recommender System*

*Collaborative filtering* melakukan penyaringan data berdasarkan kemiripan karakteristik konsumen sehingga mampu memberikan informasi yang baru kepada konsumen karena sistem memberikan informasi berdasarkan pola satu kelompok konsumen yang hampir sama. Perbedaan minat pada beberapa anggota kelompok menjadikan sumber informasi baru yang mungkin bermanfaat bagi anggota kelompok lainnya [5].

Terdapat 2 metode di dalam *collaborative filtering* yaitu *User-Based* dan *Item-Based*. Di dalam penelitian ini menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering*, dimana *Item-Based* memanfaatkan *feedback* pengguna, kemudian memberikan rekomendasi berdasarkan kemiripan antar item [6].

Untuk menghitung nilai kemiripan akan menggunakan rumus *Cosine similarity* (1) [7].

$$C(i, j) = \frac{\sum_{u \in U_i \cap U_j} s_{ui} \cdot s_{uj}}{\sqrt{\sum_{u \in U_i \cap U_j} s_{ui}^2} \cdot \sqrt{\sum_{u \in U_i \cap U_j} s_{uj}^2}} \quad (1)$$

Keterangan :

- $C(i, j)$  = Nilai kemiripan antara *item* i dengan j

- $u \in U_i \cap U_j =$  Himpunan irisan antara *item* i dengan j
- $s_{ui}$  = Nilai pengguna terhadap *item* i
- $s_{uj}$  = Nilai pengguna terhadap *item* j

Kemudian untuk menghitung prediksi menggunakan rumus (2) [7].

$$\hat{r}_{uj} = \mu_u + \sigma_u \frac{\sum_{v \in P_u(j)} Sim(u, v) \cdot z_{uj}}{\sum_{v \in P_u(j)} |Sim(u, v)|} \quad (2)$$

Keterangan :

- $\hat{r}_{uj}$  = Nilai prediksi dengan target pengguna u untuk *item* j
- $\mu_u$  = Rata-rata nilai pengguna u
- $\sigma_u$  = Nilai dari standar deviasi pengguna u
- $v \in P_u(j)$  = Himpunan *item* j dari pengguna u
- $Sim(u, v)$  = Nilai kemiripan pengguna u dengan v
- $z_{uj}$  = Nilai pengguna u terhadap *item* j

Untuk menghitung evaluasi dari sebuah hasil rekomendasi dapat menggunakan yaitu MAE (*Mean Absolute Error*), RMSE (*Root Mean Squared Error*).

Dimana MAE berfungsi untuk mengukur akurasi antara nilai yang diprediksi dengan nilai yang sebenarnya, dengan menghitung selisih kedua nilai tersebut dengan rumus (3)[7].

$$MAE = \frac{\sum_{(u,j) \in H} |\hat{r}_{uj} - r_{uj}|}{|H|} \quad (3)$$

Keterangan :

- $(u, j) \in H$  = Himpunan *item* u dengan j
- $\hat{r}_{uj}$  = Nilai rata-rata *item* u dengan j
- $r_{uj}$  = Nilai *item* u dengan j
- $H$  = Jumlah data

RMSE berfungsi untuk mengukur tingkat kesalahan hasil sebuah prediksi dengan rumus (4)[7].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{(u,j) \in H} e^2 u_j}{H}} \quad (4)$$

Keterangan :

- $(u, j) \in H$  = Himpunan *item* u dengan j
- $e^2 u_j$  = Nilai prediksi *item* u dengan j
- $H$  = Jumlah data

Sistem rekomendasi ini dibuat berbasis *mobile android* dengan menggunakan bahasa pemrograman *kotlin* untuk aplikasi android dan bahasa pemrograman *python* untuk API (*application programming interface*).

Dalam membangun sistem rekomendasi ini membutuhkan bahasa pemrograman *python* dan berjalan di *server side*. Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang dianggap mudah dipelajari yang diklaim sebagai bahasa pemrograman yang memiliki kode-kode pemrograman yang jelas, lengkap, dan mudah untuk dipahami. Python secara umum berbentuk pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional[8].

Dalam menjembatani antara sistem rekomendasi yang berjalan di *server* dengan aplikasi *android* maka di butuhkan API (*application programming interface*). API adalah seperangkat perintah, fungsi serta protokol yang dapat digunakan oleh programmer saat membangun perangkat lunak. API memungkinkan programmer menggunakan fungsi standar untuk berinteraksi dengan sistem operasi lain” Karena fungsi utamanya sebagai penerjemah dan jembatan API ini membuat persoalan rumit menjadi lebih sederhana dan mudah [9].

Android adalah sebuah sistem operasi untuk *smartphone* dan *tablet*. Sistem operasi dapat diilustrasikan sebagai ‘jembatan’ antara device dan penggunanya, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan device-nya dan menjalankan aplikasi-aplikasi yang tersedia pada device [10].

Oleh karena itu tujuan dibuatnya penelitian ini adalah diharapkan dengan hadirnya fitur rekomendasi musik dapat menjadikan aplikasi Langit Musik lebih personal kepada pengguna dan menarik pengguna, serta mengetahui dengan metode *collaborative filterig* dapat dimplementasikan dengan melihat hasil dari penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT Melon Indonesia yang beralamatkan Telkom Landmark Tower, Lt. 45, Kav. 52, Jalan Gatot Subroto, Jakarta Selatan. Sekaligus menaungi aplikasi Langit Musik. Aplikasi tersebut sebagai pendukung pembahasan dari penelitian ini.

Pada penelitian ini tahapan yang dilakukan adalah mengumpulkan data, kemudian menghitung korelasi antar lagu, menghitung prediksi dan menghitung nilai MAE dan RMSE dari hasil rekomendasi.

### Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data dilakukan observasi dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap pengguna. Data yang terkumpul berupa *User Id* dan riwayat lagu yang dimainkan. Sebagai contoh data yang terkumpul sebagai berikut :

**Tabel 1. Riwayat Lagu Pengguna**

<i>User Id</i>	Lagu			
	A	B	C	D
44118002	0	14	18	0
38675228	29	0	0	11
67818590	0	16	18	20
24123475	0	15	0	12
Rata-rata	7,25	11,25	9	10,75

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2021

### Menghitung Korelasi

Untuk menghitung korelasi antar lagu akan menggunakan rumus (1). Hasil keseluruhan korelasi antar lagu dapat dilihat pada tabel 2

**Tabel 2. Hasil korelasi antar lagu**

<i>User Id</i>	Lagu			
	A	B	C	D
44118002	1	0	0	0,2558
38675228	0	1	0,3	0,2583
67818590	0	0,3	1	0,2325
24123475	0,2558	0,2583	0,2325	1
Jumlah	1,2558	1,5583	1,5325	1,7467

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2021

Sebagai contoh pada kasus ini akan menghitung korelasi antara lagu A dan D.

$$C(A, D) = \frac{(0 \times 0) + (29 \times 11) + (0 \times 20) + (0 \times 12)}{\sqrt{(0+29+0+0)^2} \cdot \sqrt{(0+11+20+12)^2}}$$

$$C(A, D) = \frac{319}{\sqrt{841} \cdot \sqrt{1849}}$$

$$C(A, D) = 0,2558$$

### Menghitung Prediksi

Setelah menghitung korelasi kemiripan antar lagu akan dilanjutkan dengan menghitung prediksi dengan memanfaatkan contoh data pada tabel 2. Sebagai contoh pada kasus ini akan menghitung prediksi untuk lagu A pada pengguna 44118002 dengan menggunakan rumus (2).

$$P(44118002, A)$$

$$= 7,25 + \frac{(-7,25) + (0) + (0) + (-2,7499999625)}{1,25581395}$$

$$P(44118002, A) = 7,25 + \frac{-9,99999996}{1,25581395}$$

$$P(44118002, A) = -0,7129$$

Perhitungan tersebut akan dilanjutkan sampai lagu dan pengguna pada tabel 2 sampai selesai. Untuk hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3. Hasil Prediksi**

<i>User Id</i>	Lagu			
	A	B	C	D
44118002	-0,7129	5,0831	2,4749	5,0251
38675228	-3,5568	2,5899	-0,0602	2,8008
67818590	17,5143	19,5699	17,2059	17,9496
24123475	4,7114	9,2528	6,7149	8,7451
Jumlah	17,9559	36,4958	26,3356	34,5208

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2021

### Menghitung MAE dan RMSE

Pada penelitian ini terdapat dua metode untuk menghitung evaluasi yaitu MAE (*Mean Absolute Error*) dan RMSE (*Root Mean Squared Error*). Untuk menghitung evaluasi tersebut menggunakan data hasil prediksi pada tabel 3 dengan contoh data pada tabel 1. Sebagai contoh pada kasus ini akan menghitung MAE (*Mean Absolute Error*) pada lagu A dengan menggunakan rumus 3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MAE(A) &= \frac{(-0,7129 - 0) + (-3,5568 - 29) + (17,5143 - 0) + (4,7114 - 0)}{4} \\ MAE(A) &= \frac{-11,0440}{4} \\ MAE(A) &= -2,76102109 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan evaluasi MAE (*Mean Absolute Error*) lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil MAE (*Mean Absolute Error*)**

Lagu A	Lagu B	Lagu C	Lagu D
-2,76102109	-2,12602595	-2,416087093	-2,76102109

Kemudian untuk menghitung RMSE (*Root Mean Squared Error*), pada kasus ini akan menggunakan lagu A dan menggunakan pada rumus 4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} RMSE(A) &= \sqrt{\frac{((-0,7129 - 0) + (-3,5568 - 29) + (17,5143 - 0) + (4,7114 - 0))^2}{4}} \\ RMSE(A) &= \sqrt{\frac{(-11,04408434)^2}{4}} \\ RMSE(A) &= \sqrt{30,49294973} \\ RMSE(A) &= 5.522042 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan evaluasi RMSE (*Root Mean Squared Error*) lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Hasil RMSE (*Root Mean Squared Error*)**

Lagu A	Lagu B	Lagu C	Lagu D
5,52204217	4,2520519	4,832174185	4,23958953

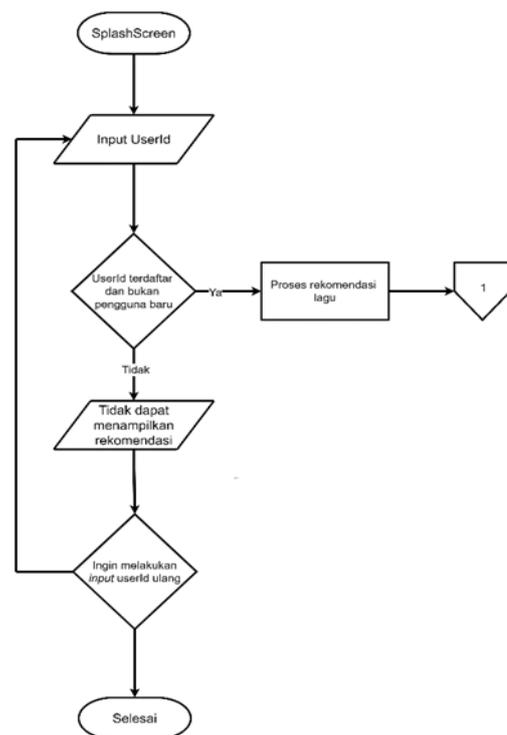
Hasil perhitungan yang sebelumnya di jelaskan dapat berbeda-beda, karena banyaknya data pengguna dan data lagu memengaruhi hasil perhitungan tersebut. Pada penelitian ini menggunakan 3710 data pengguna dan 4918 data lagu.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan mulai dari menghitung korelasi (5) sampai menghitung evaluasi (15) akan menghasilkan list lagu ketika pengguna memasukkan user id dan dapat di implementasikan pada aplikasi berbasis android.

Aplikasi android tersebut digunakan untuk mencari dan menghasilkan rekomendasi musik sesuai user id yang sudah dimasukkan kemudian pengguna dapat memutar musik yang sudah direkomendasikan.

Berikut ini adalah gambar flowchart menu utama terdapat pada gambar 1.



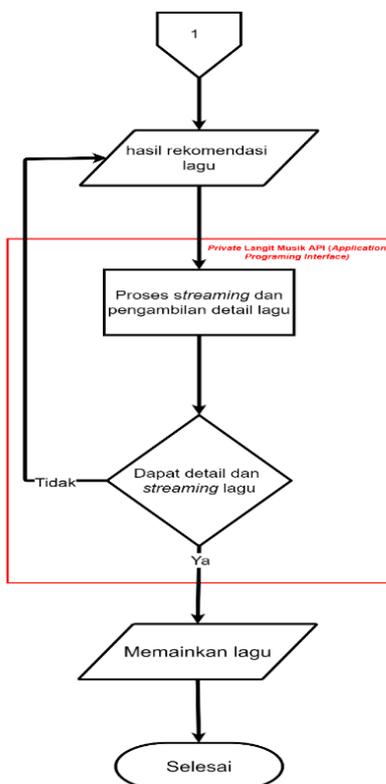
**Gambar 1. Flowchart Menu Utama**

Pada *flowchart* menu utama aplikasi rekomendasi musik akan dimulai dengan tampilan Splash Screen yang kemudian pengguna diarahkan pada tampilan menu

utama yang mempunyai input text untuk memasukkan user id. Tabel dan gambar yang merupakan referensi wajib menyertakan sumber pustaka. Judul pada tabel dituliskan sebelum tabel sedangkan judul gambar dituliskan setelah gambar. Isi tabel dituliskan dengan ukuran huruf 9 point dan setiap antar baris tanpa garis pemisah kecuali untuk memisahkan antara judul dengan isi. Posisikan tabel atau gambar rata tengah.

Jika user id tidak ditemukan maka akan mendapatkan notifikasi bahwa user id tidak ditemukan dan diarahkan untuk memperbaiki user id tersebut dan sebaliknya jika user id ditemukan maka akan memroses dalam mencari rekomendasi lagu berdasarkan user id yang sudah dimasukkan.

Kemudian untuk pemutar musik pengguna akan ditampilkan musik rekomendasi kemudian dari hasil musik rekomendasi tersebut terdapat Song Id untuk dapat mengambil detail serta URL streaming dari private API. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada flowchart berikut yang terdapat pada gambar 2.

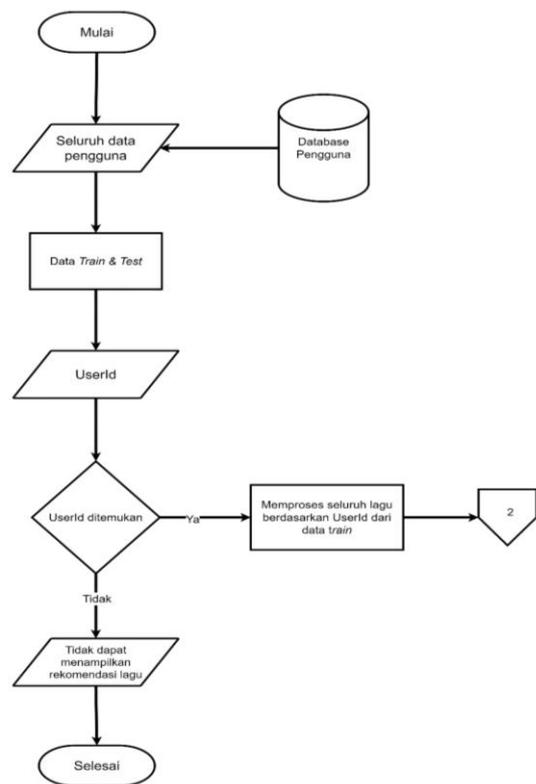


Gambar 2. Flowchart Pemutar Musik

Jika dalam proses mengambil detail lagu dan URL streaming gagal maka pengguna akan diarahkan pada tampilan hasil rekomendasi lagu. Dalam proses rekomendasi dilakukan pada sisi backend dimana memanfaatkan API untuk mengirim dan menerima data berupa user id atau daftar rekomendasi lagu.

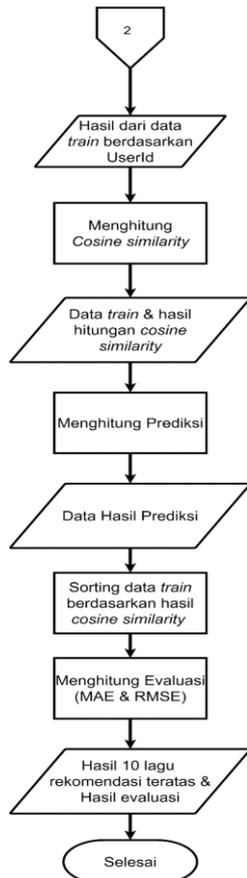
Pada sisi backend atau proses rekomendasi musik, pengguna mengirimkan data berupa user id dari sisi frontend (aplikasi android) sebelumnya database riwayat pengguna musik diolah dan dibagi menjadi data train dan test dengan perbandingan 80 : 20.

Kemudian akan melakukan pencarian user id yang sudah dikirim di dalam database riwayat lagu. Jika user id tidak ditemukan maka akan mengirimkan data berupa pesan bahwa user id di temukan. Namun jika ditemukan akan memroses data dari user id berdasarkan data train dan test. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3. Dari hasil proses data train dan test berdasarkan user id yang dikirim maka akan dilanjutkan untuk menghitung cosine similarity, menghitung prediksi, serta evaluasi seperti MAE (Mean Absolute Error) dan RMSE (Root Mean Squared Error).



Gambar 3. Flowchart Proses Rekomendasi

Gambar 3 dan 4 adalah *flowchart* proses rekomendasi.



**Gambar 4. Flowchart Proses Rekomendasi Lanjutan**

Pada penelitian ini user id yang digunakan adalah 40576921. Dengan riwayat lagu sebagai berikut :

**Tabel 6. Riwayat lagu 40576921**

User Id	Lagu	Jumlah Dengar
40576921	Metropolitan	11
40576921	Berbeza Kasta	19
40576921	Menunggu	11
40576921	Lekas Keluar	15
40576921	Self Acceptance	12
40576921	Hadirlah Di Sini	20
40576921	What You Lose	17
40576921	Jalan Yang Lurus	13
40576921	Sayang	19
40576921	Love At The First Sight	13
40576921	Ya Rasulallah	19
40576921	Yang Baru	12
40576921	Sugali	12
40576921	Sendiri	11
40576921	MAMAS (Mati Masuk Surga)	40

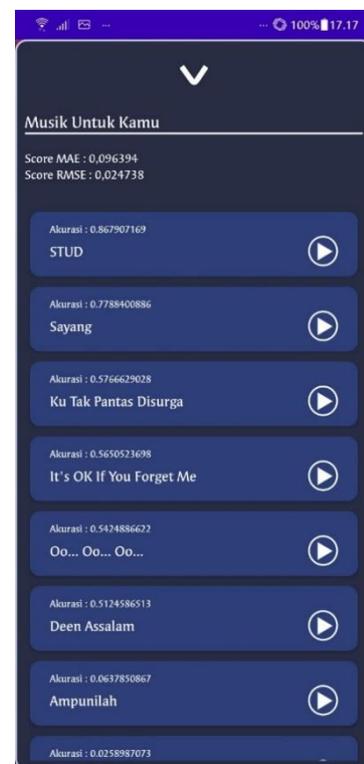
40576921	Pangeran Cinta	14
40576921	Katakan Sejurnya	21
40576921	Senandung Lagu Cinta (New Version)	16
40576921	Mistikus Cinta	17

Kemudian untuk hasil prediksi untuk user id 40576921 dapat di lihat pada tabel 7 berikut :

**Tabel 7. Hasil prediksi 40576921**

Song Id	Lagu	Prediksi
123547033	STUD	0.867907169
123450668	Sayang	0.7788400886
111739939	Ku Tak Pantas Disurga	0.5766629028
124137013	It's OK If You Forget Me	0.5650523698
110002267	Oo... Oo... Oo...	0.5424886622
120384056	Deen Assalam	0.5124586513
119190050	Ampunilah	0.0637850867
121091841	Emas Hantaran	0.0258987073

Gambar 5 menunjukkan hasil rekomendasi pada aplikasi.



**Gambar 5. Hasil Rekomendasi pada Aplikasi**

Dengan user id 40576921 dapat menghasilkan MAE (*Mean Absolute Error*) sebesar: 0.09639423292263861 dan RMSE (*Root Mean Squared Error*) sebesar: 0.024737713540837314.

Hasil perhitungan dapat berbeda pada user id yang berbeda karena banyaknya data riwayat lagu yang digunakan akan memengaruhi hasil tersebut.

#### 4. SIMPULAN

Dengan melihat hasil dari rekomendasi dengan user id 40576921 cukup akurat dengan melihat score MAE (*Mean Absolute Error*) sebesar 0.09639423292263861 dan RMSE (*Root Mean Squared Error*) sebesar: 0.024737713540837314, dimana semakin kecil hasil evaluasi tersebut mendekati 0 maka akan semakin akurat. MAE (*Mean Absolute Error*) digunakan untuk mengukur keakuratan model dalam melakukan prediksi sedangkan RMSE (*Root Mean Squared Error*) digunakan menghitung tingkat kesalahan hasil prediksi. Diharapkan dengan adanya rekomendasi musik pengguna dapat pengalaman yang lebih personal serta meningkatkan pengguna baru langit musik dan dapat dijadikan parameter dalam memilih jenis sistem rekomendasi yang tepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yollis and M. Netti, "Spotify: Aplikasi Music Streaming untuk Generasi Milenial," *Jurnal Komunikasi*, vol. 10, no. 1, pp. 1–16, 2018.
- [2] W. Budiharto, *Machine learning dan computational intelligence*. Yogyakarta: Andi, 2016.
- [3] A. I. Putra and R. R. Santika, "Implementasi Machine Learning dalam Penentuan Rekomendasi Musik dengan Metode Content-Based Filtering," *Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 121–130, Jun. 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i1.2162.
- [4] Y. Setiawan, A. Nurwanto, and A. Erlansari, "Implementasi Item Based Collaborative Filtering Dalam Pemberian Rekomendasi Agenda Wisata Berbasis Android," *Jurnal Pseudocode*, vol. 6, no. 1, 2019, [Online]. Available: [www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode](http://www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode)
- [5] E. Erlangga and H. Sutrisno, "Sistem Rekomendasi Beauty Shop Berbasis Collaborative Filtering," *EXPERT, Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 47–52, Dec. 2020.
- [6] A. E. Wijaya and D. Alfian, "Sistem Rekomendasi Laptop Menggunakan Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering," *Jurnal Computech & Bisnis*, vol. 12, no. 1, pp. 11–27, 2018.
- [7] C. C. Aggarwal, *Recommender Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-29659-3.
- [8] J. Enterprise, *Otodidak Pemrograman Python*. Jakarta Pusat: PT Elex Media Komputindo, 2017.
- [9] S. Lubis, "Implementasi Application Programming Interface (API) Dalam Upaya Peningkatan Pengelolaan dan Pelayanan Informasi Publik Pada Kantor KPU Kabupaten Tapanuli Selatan," Universitas Medan Area, Medan, 2017.
- [10] A. Satyaputra and M. E. Aritonang, *Let's Build Your Android Apps with Android Studio*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2016.