

**SISTEM REKOMENDASI ITEM OUTFIT PADA GAME METAVERSE
EDUKASI MENGGUNAKAN METODE ITEM BASED
COLLABORATIVE FILTERING**

SKRIPSI

Oleh :
RAHIM MAHRUF
NIM. 19650151



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**SISTEM REKOMENDASI ITEM OUTFIT PADA GAME METAVERSE
EDUKASI MENGGUNAKAN METODE ITEM BASED
COLLABORATIVE FILTERING**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
RAHIM MAHRUF
NIM. 19650151

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

SISTEM REKOMENDASI ITEM OUTFIT PADA GAME METAVERSE EDUKASI MENGGUNAKAN METODE ITEM BASED COLLABORATIVE FILTERING

SKRIPSI

Oleh :
RAHIM MAHRUF
NIM. 19650151

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal: 20 Oktober 2025

Pembimbing I,



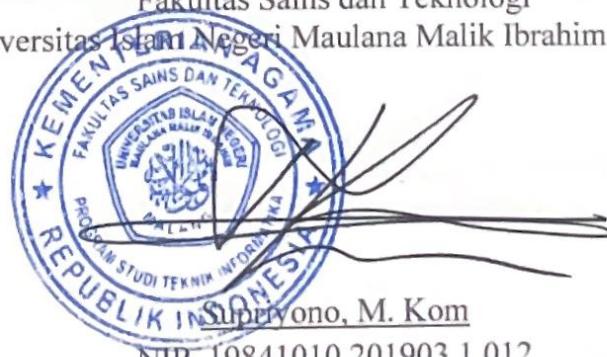
Dr. Yunifa Mi'atashul Arif, M. T
NIP. 19830616 201101 1 004

Pembimbing II,



A'la Syauqi, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM REKOMENDASI ITEM OUTFIT PADA GAME METAVERSE EDUKASI MENGGUNAKAN METODE ITEM BASED COLLABORATIVE FILTERING

SKRIPSI

Oleh :
RAHIM MAHRUF
NIM. 19650151

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal: 3 November 2025

Susunan Dewan Pengaji

Ketua Pengaji : Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

()
()
()
()

Anggota Pengaji I : Roro Inda Melani, M.T, M.Sc
NIP. 19780925 200501 2 008

Anggota Pengaji II : Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T
NIP. 19830616 201101 1 004

Anggota Pengaji III : A'la Syauqi, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Suriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahim Mahruf
NIM : 19650151
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Sistem Rekomendasi Item Outfit Pada Game Metaverse
Edukasi Menggunakan Metode Item Based Collaborative
Filtering

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 Oktober 2025
Yang membuat pernyataan,



Rahim Mahruf
NIM. 19650151

MOTTO

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

*Don't place your hopes in people—place them in Allah.
For only Allah can give you everything.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, hidayah, dan kekuatan yang telah mengiringi setiap langkah dalam proses penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, suri teladan umat sepanjang masa.

Dengan penuh rasa syukur dan cinta, karya ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah menjadi sumber kekuatan, motivasi, dan kasih sayang yang tak pernah surut. Dukungan mereka dalam bentuk doa, semangat, dan pengertian telah menjadi cahaya yang menerangi perjalanan akademik penulis hingga titik ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada sahabat-sahabat yang telah hadir dengan perhatian, dorongan, dan kebersamaan yang berarti selama proses penyusunan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T dan Bapak A'la Syauqi, M.Kom selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan sabar, memberikan arahan, serta membuka jalan bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga menghaturkan apresiasi kepada Ibu Hani Nurhayati, M.T selaku Ketua Penguji, serta Ibu Roro Inda Melani, M.T, M.Sc dan seluruh jajaran penguji yang telah memberikan masukan berharga demi penyempurnaan karya ini. Tak lupa, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah membagikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan. Semoga ilmu yang telah ditanamkan menjadi amal jariyah dan membawa manfaat luas bagi masyarakat.

Akhir kata, penulis mempersembahkan karya ini kepada diri sendiri, sebagai bentuk penghargaan atas ketekunan, kesabaran, dan perjuangan yang telah dilalui. Semoga skripsi ini menjadi langkah awal menuju kontribusi nyata di dunia pendidikan dan teknologi, serta menjadi amal kebaikan yang diridhai Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta’ala, Tuhan semesta alam, atas limpahan rahmat, nikmat, dan kesehatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam, semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau di hari akhir.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., CAHRM., CRMP selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh jajaran pimpinan universitas.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta jajarannya.
3. Supriyono, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan A’la Syauqi, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan arahan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Hani Nurhayati, M.T selaku Ketua Penguji dan Roro Inda Melani, M.T, M.Sc selaku Penguji I yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf di Program Studi Teknik Informatika, dengan ikhlas memberikan ilmu, bantuan, serta dorongan semangat selama perkuliahan.

7. Kepada kedua orangtua saya yang telah meninggal, terima kasih atas cinta, doa, dan nilai-nilai kehidupan yang telah ditanamkan sejak awal.
8. Kepada kakak saya Risca lavenia dan Rian Priskanova yang selalu mendukung, memberikan motivasi dan memberikan materi dalam lanjutnya proses perkuliahan.
9. Kepada teman saya Ridwanullah yang selalu sabar membimbing, memberi dukungan dalam pengembangan game dan memberi dorongan hingga skripsi ini selesai.
10. Serta satu orang yang berarti bagi saya Qanita Farah Fadilah, yang selalu memberi dorongan, motivasi dan menjadi sumber kekuatan dalam menghadapi berbagai tantangan.
11. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri sebagai proses pembelajaran dan pengembangan diri.

Malang, 20 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xvi
البحث مستخلص.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Pakaian (<i>Outfit</i>).....	11
2.2.2 Game Metaverse	12
2.2.3 Sistem Rekomendasi	13
2.2.4 Collaborative Filtering.....	14
2.2.5 <i>Item Based Collaborative Filtering</i>	15
2.2.6 Perhitungan <i>Adjust Cosine Similarity</i>	16
2.2.7 Perhitungan Prediksi.....	17
2.2.8 Profil Aset Pakaian	18
2.2.9 Evaluasi Kinerja dan Usability	20
2.2.10 Evaluasi MAE (<i>Mean Absolute Error</i>).....	21
2.2.11 <i>System Usability Scale (SUS)</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Desain Penelitian	25
3.1.1 Studi Literatur	26

3.1.2 Pengumpulan Data	26
3.1.3 Analisis dan Perancangan	27
3.1.4 Implementasi	28
3.1.5 Pengujian dan Evaluasi	29
3.2 Desain Game.....	29
3.2.1 Deskripsi Game	30
3.2.2 Skenario Game.....	30
3.2.3 Storyboard Game	31
3.2.4 Perancangan Arsitektur Sistem.....	33
3.2.5 Kriteria dan Dataset Pakaian.....	36
3.3 Desain Sistem	46
3.3.1 <i>Input Data</i>	47
3.3.2 Perhitungan <i>Collaborative Filtering</i>	48
3.3.3 Desain <i>Output</i>	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Implementasi Sistem.....	52
4.1.1 Tampilan Antarmuka	52
4.1.2 Alur Kerja Sistem.....	57
4.2 Uji Coba Sistem.....	58
4.2.1 Data Pengujian.....	58
4.2.2 Perhitungan <i>Adjust Cosine Similarity</i>	59
4.2.3 Hasil Uji Coba	60
4.3 Evaluasi Hasil Prediksi dan <i>Usability</i>	65
4.4 Integrasi Islam	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Visualisasi SUS <i>Score</i>	23
Gambar 3. 1 Perancangan Diagram FSM.....	35
Gambar 4. 1 Tampilan <i>Form Login</i>	53
Gambar 4. 2 Tampilan <i>Main Menu</i>	53
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Settings</i>	54
Gambar 4. 4 Tampilan <i>About Game</i>	54
Gambar 4. 5 Tampilan Item Shop	55
Gambar 4. 6 <i>Pop-Up Confirm Purchase</i>	55
Gambar 4. 7 <i>Review Item outfit</i>	56
Gambar 4. 8 Rekomendasi <i>outfit</i> untuk <i>user</i>	57
Gambar 4. 9 Pseudocode Perhitungan Similarity.....	59
Gambar 4. 10 Pseudocode Predict Rating	61
Gambar 4. 11 Pseudocode Get Recommendation dan Shorting hasil Rekomendasi.	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait.....	7
Tabel 2. 2 Pernyataan evaluasi SUS.....	23
Tabel 3. 1 Storyboard Game.....	32
Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian.....	36
Tabel 3. 3 Data Set Pakaian.....	37
Tabel 3. 4 Skenario rating user terhadap outfit	48
Tabel 3. 5 Hasil perhitungan similarity terhadap user 1.....	49
Tabel 3. 6 Rating User dan Nilai Similarity terhadap Outfit D	50
Tabel 4. 1 Data rating outfit berdasarkan kuisioner user.....	58
Tabel 4. 2 Matriks nilai similarity antar outfit penilaian user 1 dan user 2	59
Tabel 4. 3 Hasil Rekomendasi Outfit User 1	62
Tabel 4. 4 Hasil Rekomendasi Outfit User 2	63
Tabel 4. 5 Hasil Rekomendasi Outfit User 3	63
Tabel 4. 6 Hasil Rekomendasi Outfit User 4	64
Tabel 4. 7 Hasil Rekomendasi Outfit User 5	64
Tabel 4. 8 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 1.....	65
Tabel 4. 9 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 2.....	65
Tabel 4. 10 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 3.....	65
Tabel 4. 11 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 4.....	66
Tabel 4. 12 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 5.....	66
Tabel 4. 13 Tabel Evaluasi perhitungan SUS	67

ABSTRAK

Mahruf, Rahim. 2025. **Sistem Rekomendasi *Item Outfit* Pada Game Metaverse Edukasi Menggunakan Metode *Item Based Collaborative Filtering*.** Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom.

Kata kunci: Sistem Rekomendasi, *Item-Based Collaborative Filtering*, *Metaverse*, *Outfit*

Penelitian ini merancang dan membangun sebuah sistem rekomendasi *outfit* pada game edukasi berbasis metaverse, dengan tujuan utama untuk membantu pemain dalam memilih *outfit* yang relevan dengan preferensi mereka. Sistem ini berhasil dibangun menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Metode ini bekerja dengan memberikan saran yang didasarkan pada perhitungan kesamaan (similarity) antar-item dan prediksi *rating* dari pengguna, sehingga pemain dapat memperoleh rekomendasi yang sesuai dengan gaya dan kesukaannya.

Evaluasi terhadap sistem dilakukan melalui dua metode. Hasil pengujian akurasi menggunakan *Mean Absolute Error (MAE)* menunjukkan nilai kesalahan yang rendah dengan nilai terendah sebesar 0,169 dan tertinggi sebesar 1,12. Membuktikan bahwa prediksi sistem sangat mendekati nilai *rating* sebenarnya dan metode ini efektif serta dapat diandalkan. Selain itu, hasil evaluasi kegunaan melalui *System Usability Scale (SUS)* memperoleh nilai rata-rata 82,5, yang termasuk dalam kategori "*Excellent*". Nilai ini menunjukkan bahwa sistem rekomendasi yang dibangun tidak hanya akurat, tetapi juga memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang tinggi dan diterima dengan baik oleh pengguna.

ABSTRACT

Mahruf, Rahim. 2025. **Outfit Item Recommendation System in an Educational Metaverse Game Using Item Based Collaborative Filtering Method.** Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom.

Key words: Recommendation System, Item-Based Collaborative Filtering, Metaverse, Outfit

This research designs and builds an *outfit* recommendation system implemented within an educational metaverse-based game, with the primary objective of assisting players in selecting *outfits* relevant to their preferences. The system was successfully built using the *Item-Based Collaborative Filtering* method. This method operates by providing suggestions based on similarity calculations between items and user *rating* predictions, allowing players to receive recommendations that match their style and preferences.

The system was evaluated using two methods. The accuracy test results using Mean Absolute Error (MAE) showed a low error rate, with the lowest value at 0.169 and the highest at 1.12. These results demonstrate that the system's predictions are very close to the actual rating values, indicating that the method is both effective and reliable. In addition, the usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) produced an average score of 82.5, which falls into the "Excellent" category. This indicates that the developed recommendation system is not only accurate but also highly user-friendly and well-received by users.

البحث مستخلص

محروف، رحيم. ٢٠٢٥. نظام توصية بملابس في لعبة تعليمية على منصة الفضاء الرقمي (Metaverse) باستخدام أسلوب التصفية التعاونية القائمة على العناصر. أطروحة بكالريوس. برنامج الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية – مالانج. المشرفان: (١) د. يونيفا مفتاح العارف، الحاصل على الماجستير في الهندسة. (٢) علاء شوقي، الحاصل على الماجستير في علوم الحاسوب.

الكلمات المفتاحية: نظام توصية، التصفية التعاونية القائمة على العناصر، الفضاء الرقمي (Metaverse)، الملابس.

يهدف هذا البحث إلى تصميم وبناء نظام توصية بملابس داخل لعبة تعليمية تعمل على منصة الفضاء الرقمي ، وذلك لمساندة اللاعبين في اختيار الملابس التي تتوافق مع تفضيلاتهم. وقد تم تطوير هذا النظام بنجاح بالاعتماد على أسلوب التصفية التعاونية القائمة على العناصر، والذي يقائم التوصيات من خلال حساب مستوى التشابه بين الملابس والتباين بين تقييمات المستخدمين، مما يضمن اقتراحات أقرب إلى أسلوب اللاعب ورغباته

تم تقييم النظام عبر منهجين رئيسيين أظهرت نتائج اختبار الدقة باستخدام متوسط الخطأ المطلق قيمة خطأ منخفضة، حيث بلغت أدنى قيمة 0.169 وأعلى ما يدل على قرب تنبؤات النظام من التقييمات الحقيقية وفعاليته العالية. إضافة إلى ذلك، حقق تقييم قابلية ، الاستخدام وفق مقياس قابلية .قيمة 1.12 استخدام النظام على نتيجة مقدارها 82.5 ، وهو تصنيف يقع ضمن فئة "متاز". وتشير هذه النتيجة إلى أن النظام المطور لا يتميز بالدقة فحسب، بل يقدم أيضًا تجربة استخدام سلسة ومرضية للمستخدمين.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu hal yang menarik mengenai *outfit*, atau bisa disebut dengan pelengkap pakaian merupakan satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan di kehidupan sehari-hari. Manusia membutuhkan pakaian sebagai melindungi dan menutup dirinya, dan ini juga sangat dianjurkan dalam agama Islam. Islam menetapkan bahwa pakaian harus menutup aurat dan sesuai dengan yang disyariatkan. Melalui pakaian ini suatu *trend fashion* terbentuk dalam suatu zaman yang terus berkembang, dengan adanya *trend fashion outfit* yang berkembang yang dinilai seakan suatu hal penting dan perlu diperhatikan (Misbahuddin et al., 2018). Sedangkan dengan tersedianya pakaian yang beragam harus sesuai dengan situasi dan kondisi agar tidak menimbulkan masalah, baik terhadap diri sendiri maupun orang lain yang berada di sekitar lingkungan.

Dalam konsep berpakaian terdapat dalam Al-Qur'an. Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam Surat Al-A'raf Ayat 26:

يُبَيِّنُ اللَّهُمَّ قَدْ أَنْزَلْنَا عَلَيْنَا مِنْ سُورَتِكُمْ وَرِيشَانِكُمْ وَلِنَاسٍ أُتَّقْوَى دُلُكَ حَيْزٌ دُلُكَ مِنْ هَذِهِ آيَتِ اللَّهِ لَعَلَّهُمْ يَذَّكَّرُونَ

“Hai anak Adam, sesungguhnya Kami telah menurunkan kepadamu pakaian untuk menutup auratmu dan pakaian indah untuk perhiasan. Dan pakaian takwa itulah yang paling baik. Yang demikian itu adalah sebagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah, mudah-mudahan mereka selalu ingat.” (QS. Al-A'raf: 26) (Kementerian Agama RI, 2019).

Ayat tersebut menggambarkan bahwa pakaian memiliki dua peran utama: sebagai penutup aurat (fungsi utama) dan sebagai perhiasan atau keindahan (estetika). Lebih dari itu, Allah mengingatkan bahwa "pakaian takwa" adalah pakaian terbaik, yang

menunjukkan nilai spiritual berpakaian tidak hanya ditentukan oleh bentuk fisik, tetapi juga oleh moralitas dan kesadaran beragama.

Melalui ayat yang telah disampaikan bahwa aurat merupakan hal yang perlu dipahami lebih, pada setiap laki-laki dan perempuan memiliki pembagian tersendiri untuk bisa memenuhi syariat yang dianjurkan. Dalam hadits untuk batasan aurat laki-laki yaitu di bawah pusar dan di atas kedua lutut adalah aurat (HR. Baihaqi No.3362). Untuk batasan aurat bagi kaum wanita yaitu seluruh tubuh wanita kecuali wajah dan kedua telapak tangan, diantaranya pendapat ini diambil dari jumhur ulama dari mazhab Imam Malik, pendapat kalangan Ulama Syafi'i, dan Imam Ahmad (Toniadi, 2017).

Melihat dari fungsi pakaian terhadap manusia, Allah SWT memberikan pengetahuan tentang pakaian itu melalui ayat-ayat-Nya, Di mana kita juga harus memahami dan menjalankan semua perintah yang telah disampaikan. Di kehidupan sehari-hari tentunya kita dapat mengenali dan memahami pemakaian yang sesuai dengan lingkungan kita.

Selain merupakan suatu hal yang primer, pakaian bisa menjadi gaya hidup dan cara hidup, pakaian juga dapat mencerminkan kepribadian seseorang baik di kalangan masyarakat tertentu. Selain itu, pakaian bisa menggambarkan bagaimana kehidupan mereka; oleh karena itu penampilan juga diutamakan dan juga pemahaman yang dikenali oleh manusia memiliki 3 fungsi yaitu memberikan rasa nyaman, kesopanan dan tampilan. Dengan mengetahui karakteristik pemilihan pakaian, cara kita dalam memilih suatu pernyataan dan sebagai sarana untuk menunjukkan identitas sosial (*social signals*) (Salma et al., 2023).

Dengan berkembangnya tren dan variasi model pakaian, pilihan yang tersedia semakin beragam, baik di dunia nyata maupun dalam lingkungan digital. Banyaknya

pilihan ini membuat proses pemilihan pakaian yang sesuai dengan selera, kebutuhan, dan karakter pribadi menjadi tantangan tersendiri. Pemilihan yang tepat memerlukan pertimbangan dari segi kenyamanan, kesopanan, dan estetika. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu membantu pengguna dalam memilih pakaian secara lebih cepat, tepat, dan sesuai preferensi mereka. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mewujudkan hal ini adalah *Item-Based Collaborative Filtering*, yang bekerja dengan menganalisis kemiripan antar item berdasarkan penilaian pengguna sebelumnya.

Collaborative Filtering merupakan pendekatan paling efektif yang digunakan dalam berbagai aplikasi sistem rekomendasi. Metode ini terbagi menjadi dua jenis algoritma, yaitu *User-Based Collaborative Filtering* dan *Item-Based Collaborative Filtering*. Dalam sistem rekomendasi pemilihan pakaian pada game berbasis metaverse ini, digunakan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*, yang menghitung nilai kesamaan antar item berdasarkan penilaian dari pengguna. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam memilih pakaian yang sesuai dengan preferensi mereka, berdasarkan pola penilaian pengguna lain yang serupa. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengguna dapat menerima rekomendasi pakaian yang lebih relevan dan sesuai dengan gaya atau preferensi mereka, sehingga meningkatkan kepuasan dan keterlibatan pengguna dalam platform (Firza, 2022).

Keputusan dalam memilih pakaian menjadi lebih objektif dan cepat karena sering kali pengguna memiliki keterbatasan informasi. Sistem rekomendasi ini diusulkan untuk membantu pengguna dalam menemukan pakaian yang sesuai dengan preferensi mereka, dengan mempertimbangkan kesamaan kriteria yang diharapkan. Hasilnya, sistem akan menampilkan beberapa rekomendasi pakaian yang relevan bagi pemain.

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menghasilkan rekomendasi pakaian dengan tingkat kesamaan tertinggi dibandingkan dengan pakaian lainnya. Hal ini dilakukan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*, yang kemudian diterapkan dalam sistem rekomendasi untuk memberikan saran pakaian yang sesuai dengan preferensi penilaian pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana membangun sistem rekomendasi *outfit* pada game edukasi berbasis metaverse dengan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*, serta mengevaluasi tingkat akurasi prediksi sistem menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) dan tingkat kegunaan sistem menggunakan *System Usability Scale* (SUS) ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah :

1. Data rating yang digunakan adalah data dari 36 pengguna terhadap 36 item outfit yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Sistem memberikan rekomendasi outfit secara virtual dan tidak mencakup transaksi pembelian nyata.
3. Metaverse pada umumnya menggunakan teknologi AR dan VR, namun dalam penelitian ini penerapan dilakukan menggunakan format Universal 3D (U3D) untuk representasi pakaian virtual.

4. Sistem merekomendasikan pakaian berdasarkan karakteristik dan tujuan permainan, dimana akan mempertimbangkan faktor-faktor personal yang telah diberikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem rekomendasi pakaian dalam sebuah game edukasi yang berfokus pada pengenalan nilai kesopanan berpakaian sesuai prinsip Islami. Selanjutnya, penelitian ini akan mengevaluasi performa sistem dengan mengukur akurasi prediksi menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE) dan menilai tingkat kemudahan penggunaannya (*usability*) melalui *System Usability Scale* (SUS).

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa manfaat antara lain :

1. Meningkatkan pengalaman bermain pada game edukasi, dengan menyediakan sistem rekomendasi *outfit* yang dapat membantu pemain memilih pakaian secara lebih personal dan sesuai dengan preferensi.
2. Meningkatkan efisiensi waktu dan kenyamanan pemain dalam memilih pakaian, karena pemilihan *outfit* dilakukan secara otomatis berdasarkan sistem, sehingga pemain tidak perlu memilih secara manual dari jumlah *outfit* yang banyak.
3. Memberikan kontribusi referensi bagi pengembang game edukasi atau platform metaverse, khususnya dalam penerapan sistem rekomendasi item berbasis *Collaborative Filtering*.

4. Mendukung edukasi nilai kesopanan berpakaian, khususnya terkait etika berpakaian dalam Islam, melalui mekanisme rekomendasi yang dapat diarahkan pada outfit yang lebih sesuai dengan nilai kesopanan dan kebermanfaatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penerapan metode *Collaborative Filtering* pada penelitian ini digunakan untuk membangun sistem rekomendasi pemilihan item pakaian bagi pemain, dengan mempertimbangkan bobot dinamis sebagai faktor kepentingan pada setiap kriteria. Penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal terkait yang membahas penerapan metode *Collaborative Filtering* dalam berbagai konteks sebagai tabel berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Nama& Tahun	Judul	Metode	Parameter / Dataset	Hasil Penelitian
1	Rukmana (2022)	<i>Implementation of the Item-Based Collaborative Filtering Method in the Elementary School Selection Recommendation System</i>	<i>Item-Based Collaborative Filtering</i> (IBCF)	Dataset sekolah dasar dengan kriteria: biaya, fasilitas, akreditasi, dan ekstrakurikuler. Pengujian dilakukan 20 kali pada 5 sekolah.	Sistem rekomendasi memiliki akurasi 70%, efektif dalam memberikan rekomendasi sekolah sesuai preferensi pengguna.
2	Bagus Ekasanjaya (2024)	<i>Sistem Pemberi Rekomendasi Pakaian Menggunakan Metode Content-Based Filtering</i>	<i>Content-Based Filtering</i> menggunakan TF-IDF dan <i>Cosine Similarity</i>	Dataset dari Kaggle berisi 14.330 data pakaian dengan 10 atribut utama (warna, model, deskripsi, dll).	Sistem mampu memberikan rekomendasi sesuai preferensi pengguna, namun terbatas dalam menangani preferensi yang tidak eksplisit.

3	Melany Mustika Dewi, Ria Andriani, & M. Nuraminudin (2025)	<i>Performance Analysis of the Item-Based Collaborative Filtering Model in Yogyakarta Tourism Recommendations</i>	<i>Item-Based Collaborative Filtering</i> (IBCF) menggunakan Cosine Similarity dan Weighted Sum	Dataset berisi	1.069 destinasi wisata di Yogyakarta yang dikumpulkan dari Google Maps API, <i>Scrapetable</i> , dan <i>Outscraper</i> . Evaluasi menggunakan MAE dan RMSE.	Sistem rekomendasi destinasi wisata menunjukkan hasil evaluasi MAE = 2.54 dan RMSE = 3.41, yang menunjukkan tingkat akurasi cukup tinggi. Metode IBCF efektif dalam memberikan rekomendasi wisata sesuai preferensi pengguna.
---	--	---	---	----------------	---	---

Penelitian yang dilakukan oleh(Rukmana, 2022) dengan judul "*Implementation of the Item-Based Collaborative Filtering Method in the Elementary School Selection Recommendation System*" mengusulkan penggunaan metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) untuk membangun sistem rekomendasi pemilihan sekolah dasar. Metode ini diterapkan untuk menentukan tingkat kemiripan antar sekolah berdasarkan rating yang diberikan oleh pengguna. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sekumpulan sekolah dasar yang dinilai berdasarkan beberapa kriteria utama, seperti biaya, fasilitas, akreditasi, dan ekstrakurikuler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi yang dikembangkan mampu memberikan prediksi sekolah yang paling mendekati preferensi pengguna. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali pada 5 sekolah, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi sebesar 70%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode *Item-Based Collaborative Filtering* terbukti efektif dalam memberikan rekomendasi yang relevan berdasarkan kesamaan

antar sekolah yang telah di rating oleh pengguna. Sistem ini diharapkan dapat membantu orang tua dan calon siswa dalam memilih sekolah yang sesuai dengan preferensi mereka secara lebih objektif dan efisien.

Dalam penelitian oleh (Bagus Ekasanjaya, 2024) yang berjudul “Sistem Pemberi Rekomendasi Pakaian Menggunakan Metode *Content-Based Filtering*” Penelitian ini mengembangkan sistem rekomendasi pakaian berbasis *Content-Based Filtering* untuk membantu pengguna dalam memilih pakaian yang sesuai dengan preferensi mereka. Sistem ini bekerja dengan membandingkan atribut-atribut pakaian, seperti warna, model, dan deskripsi, untuk memberikan rekomendasi yang relevan. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *platform* Kaggle, yang terdiri dari 14.330 data pakaian dengan 10 atribut utama. Metode utama yang digunakan adalah *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) dan *Cosine Similarity* untuk mengukur kesamaan antara deskripsi pakaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Content-Based Filtering* dapat memberikan rekomendasi yang sesuai dengan preferensi pengguna berdasarkan kesamaan fitur pakaian. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pendekatan berbasis konten dapat menjadi solusi efektif untuk sistem rekomendasi pakaian, meskipun memiliki keterbatasan dalam menangani variasi preferensi pengguna yang tidak eksplisit dalam data.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dewi et al., 2025) dengan judul “*Performance Analysis of the Item-Based Collaborative Filtering Model in Yogyakarta Tourism Recommendations*” mengimplementasikan metode Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) untuk memberikan rekomendasi destinasi wisata di wilayah Yogyakarta. Metode ini bekerja dengan menghitung tingkat kemiripan antar destinasi menggunakan Cosine Similarity, serta melakukan prediksi rating menggunakan pendekatan *Weighted Sum*.

Dataset yang digunakan terdiri dari 1.069 destinasi wisata yang diperoleh dari Google Maps API, *Scrapetable*, dan *Outscraper*, kemudian dilakukan proses pembersihan dan transformasi data sebelum dianalisis. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model IBCF menghasilkan nilai MAE sebesar 2.54 dan RMSE sebesar 3.41, yang menandakan tingkat akurasi prediksi cukup tinggi. Dengan hasil tersebut, penelitian ini membuktikan bahwa metode IBCF mampu memberikan rekomendasi yang relevan dan efektif berdasarkan kesamaan antar item, serta dapat diterapkan secara luas dalam sistem rekomendasi berbasis preferensi pengguna.

Melalui penelitian ini, *Item-based Collaborative Filtering* juga dapat mempertimbangkan jumlah rating serta pengelompokan item, yang sangat memudahkan pengguna dalam memilih produk. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Item-Based Collaborative Filtering* tidak hanya menghasilkan rekomendasi yang akurat namun juga membantu meningkatkan efisiensi dalam proses pemilihan item, menjadikannya salah satu metode yang populer dan efektif di berbagai aplikasi.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori dalam penelitian ini membahas konsep-konsep yang mendukung sistem rekomendasi pemilihan pakaian dalam game metaverse edukasi menggunakan metode *Collaborative Filtering*. Pembahasan ini mencakup beberapa aspek utama, yaitu pakaian, Game Metaverse Edukasi, sistem rekomendasi, metode *Collaborative Filtering*, perhitungan *similarity*, perhitungan nilai prediksi dan evaluasi sistem rekomendasi, sebagai dasar dalam pengembangan sistem.

2.2.1 Pakaian (*Outfit*)

Pakaian dapat didefinisikan sebagai serangkaian pakaian dan aksesoris yang dipakai secara bersama-sama untuk menciptakan suatu tampilan tertentu. Pakaian juga bisa diartikan identitas, gaya hidup, budaya dan tindakan sadar atau tidak yang menjadi bentuk stratifikasi sosial dalam lapisan sosial. Pakaian mencakup seluruh aspek penggunaan barang, jasa, dan hiburan, di mana ekspektasi sosial terus berubah dan mempengaruhi pilihan individu dalam berpakaian (Misbahuddin et al., 2018).

Fungsi pakaian juga termasuk kebutuhan pokok manusia yang tidak terlepas dari kehidupan sehari-hari. Manusia membutuhkan pakaian karena pakaian memberikan banyak manfaat dan kebaikan bagi pemakainya, maka sangat penting untuk memilih pakaian yang sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya masalah baik bagi diri sendiri maupun lingkungan sekitar (Bagus Ekasanjaya, 2024).

Pakaian juga menjadi identitas seseorang yang bisa dikenali melalui gaya, warna, atau aksesoris yang dipilih, menunjukkan status sosial atau karakter. Selain sebagai simbol, pakaian yang tepat dengan aksesoris dapat meningkatkan daya tarik dan penampilan seseorang. Tak hanya itu, pakaian juga dirancang khusus untuk membantu kegiatan tertentu, seperti pakaian selam untuk menyelam atau pakaian tahan api untuk pembalap. Terakhir, penggunaan seragam dapat mengurangi perbedaan antara individu, seperti dalam seragam sekolah atau pakaian ihram saat haji, menciptakan kesetaraan di antara mereka (Suminten et al., 2019).

2.2.2 Game Metaverse

Metaverse atau bisa disebut dengan dunia virtual, dimana pada metaverse ini terbagi atas dua kata bagian, yaitu “meta” yang diartikan diluar / atas atau melebihi, serta “verse” artinya semesta. Kedua kata ini berasal dari bahasa Yunani yang bisa diartikan dengan menggabungkan kata tersebut sebagai “di luar semesta” atau “melebihi semesta”. Melalui Mark Zuckerberg pada 29 Oktober 2021 mengumumkan bahwa Facebook akan mengubah namanya yang menjadi Meta dan akan melakukan investasi yang besar dalam pengembangan teknologi Metaverse (Damar, 2021).

Metaverse merupakan suatu konsep inovasi teknologi ruang virtual dengan basis tiga dimensi, yang digunakan untuk menggambarkan sebuah dunia virtual yang terdiri dari berbagai macam platform yang terhubung satu sama lain. Secara sederhana, Metaverse dapat diartikan sebagai suatu dunia virtual yang dapat diakses oleh banyak orang dari berbagai belahan dunia melalui teknologi digital seperti *augmented reality* (AR), *virtual reality* (VR), dan internet (Indarta et al., 2022).

Perkembangan Metaverse juga bertujuan untuk mengatasi kelemahan teknologi virtual dimensional yang saat ini sedang berkembang, yang masih terbatas dalam memberikan sensasi dan pengalaman yang benar-benar dirasakan. Keterbatasan dalam menciptakan kesan diri (*self-perception*) yang lebih rendah oleh teknologi virtual 2D menyebabkan pengguna tidak dapat merasakan pengalaman yang optimal saat berinteraksi dalam ruang virtual. Walaupun kemudian teknologi virtual 2D digantikan oleh teknologi 3D yang memberikan pengalaman visual yang lebih nyata, berkat model yang disajikan oleh teknologi 3D tersebut, perkembangan Metaverse sebenarnya memiliki perbedaan yang mendasar dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR), yang muncul sebelumnya.

Konsep Metaverse sangat menarik perhatian karena bisa menangani suatu permasalahan yang terdapat di kehidupan nyata, seperti jarak dan waktu, serta memberikan pengalaman belajar atau berinteraksi yang lebih kaya dan mendalam. Sehingga dengan hadirnya teknologi Metaverse dan pendukungnya , pengguna kini dapat merasakan sensasi yang sangat nyata saat berada di lingkungan virtual. Penggunaan metaverse ini tidak hanya terbatas pada permainan video atau kegiatan hiburan semata , melainkan juga dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan yang menjadi fokus penelitian ini. Melalui metaverse ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif, beserta mengatasi beberapa kendala dalam pembelajaran online seperti jarak dan waktu (Díaz et al., 2020).

2.2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah sebuah teknologi yang dirancang untuk memberikan saran kepada pengguna berdasarkan pola interaksi mereka terhadap suatu produk atau layanan. Tujuan dari sistem rekomendasi yaitu menghasilkan informasi yang dibutuhkan oleh *user* yang mungkin akan menarik perhatian mereka serta memberikan saran beberapa item yang menarik bagi *user* dan membantu dalam memilih pilihan. Sistem ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti *e-commerce*, hiburan digital, dan game. Dalam game metaverse, sistem rekomendasi dapat digunakan untuk membantu pemain memilih pakaian yang sesuai dengan preferensi mereka berdasarkan data historis dan perilaku pengguna lain.

Menurut (Shi et al., 2008) sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering* merupakan salah satu metode yang paling populer digunakan. Metode ini bekerja dengan menggunakan matriks rating pengguna terhadap item tertentu, kemudian menganalisis pola kesamaan antar-item atau antar-pengguna. *Item-Based Collaborative Filtering*

berfokus pada kemiripan antar-item dengan cara membandingkan pola rating yang diberikan oleh pengguna. Sebagai contoh, jika banyak pengguna yang memberikan rating tinggi pada dua pakaian yang berbeda, maka sistem akan menganggap bahwa kedua pakaian tersebut memiliki kemiripan dan dapat direkomendasikan kepada pengguna lain yang menyukai salah satu dari keduanya.

2.2.4 Collaborative Filtering

Collaborative Filtering merupakan metode dalam sistem rekomendasi yang bertujuan untuk memprediksi preferensi pengguna berdasarkan data atau opini dari pengguna lain yang memiliki karakteristik atau pola kesukaan yang serupa. Seperti yang dijelaskan oleh (Rukmana, 2022) Metode ini bekerja dengan memberikan rekomendasi produk atau item berdasarkan rating yang telah diberikan oleh pengguna lain sebelumnya. Konsep dasarnya adalah jika seorang pengguna menyukai suatu produk tertentu, maka kemungkinan besar pengguna lain dengan preferensi yang serupa juga akan menyukai produk tersebut.

Metode ini menggunakan pendekatan yang memfilter item dengan memanfaatkan kesamaan opini antar pengguna sebagai acuan. Dalam penerapannya, CF hanya mengandalkan sumber data berupa opini atau penilaian dari pengguna sehingga membutuhkan masukan langsung maupun tidak langsung (*eksplisit* dan *implisit*). Secara *eksplisit*, data dikumpulkan ketika pengguna secara sadar memberikan input seperti rating atau ulasan, sedangkan secara *implisit*, data diperoleh tanpa interaksi langsung, misalnya dari pola penggunaan atau aktivitas pengguna di sistem (Bagus Ekasanjaya, 2024). Pendekatan ini mengasumsikan bahwa preferensi manusia sangat beragam sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai sistem rekomendasi, termasuk pada pemilihan sekolah atau produk berbasis rating (Su & Ye, 2009).

Secara umum, CF berfungsi untuk merekomendasikan item berdasarkan pendapat dari pengguna lain yang memiliki kesamaan dalam pola penilaian. Dalam penerapannya, metode ini memiliki dua pendekatan utama, yaitu *User-Based Collaborative Filtering* dan *Item-Based Collaborative Filtering*. Pada *User-Based Collaborative Filtering*, rekomendasi didasarkan pada penilaian langsung pengguna. Ketika seorang pengguna memberikan nilai tinggi pada suatu produk, penilaian tersebut akan langsung menjadi acuan tertinggi. Sebaliknya, pada *Item-Based Collaborative Filtering*, rekomendasi dihasilkan dengan menganalisis rating dari berbagai pengguna terhadap item tertentu, kemudian menghitung kesamaan nilai untuk menemukan item yang paling relevan.

2.2.5 Item Based Collaborative Filtering

Item-Based Collaborative Filtering adalah salah satu pendekatan dalam metode Collaborative Filtering yang berfokus pada identifikasi hubungan atau kesamaan antar-item berdasarkan preferensi pengguna. Dalam pendekatan ini, pengguna memberikan rating pada suatu item sesuai dengan preferensi nya. Sistem kemudian menganalisis kesamaan antar-item menggunakan data dari beberapa pengguna yang memiliki pola kesukaan serupa. Item dengan tingkat kesamaan tertinggi akan direkomendasikan kepada pengguna lainnya (Zhang, 2009).

Kesamaan antar-item dihitung dengan metode *similarity* untuk menentukan. Metode ini dianggap efisien karena membangun model berdasarkan hubungan antar-item, sehingga prosesnya lebih hemat waktu. Namun, tingkat kesamaan antar-item umumnya lebih rendah dibandingkan kesamaan antar-pengguna, yang menjadikan pendekatan ini lebih kompleks dalam menemukan hasil rekomendasi yang akurat.

Dalam prosesnya, pendekatan ini terdiri dari dua langkah utama. Langkah pertama adalah menentukan nilai kesamaan (*similarity*) antar-item menggunakan parameter tertentu, seperti rating yang diberikan oleh pengguna. Langkah kedua adalah menghitung nilai prediksi berdasarkan kesamaan yang telah dihitung sebelumnya. Hasil dari proses ini digunakan untuk merekomendasikan item dengan skor tertinggi kepada pengguna (Bagus Ekasanjaya, 2024).

Teknik ini tidak hanya memberikan solusi untuk masalah keterbatasan data, tetapi juga mampu meningkatkan kecepatan dan efisiensi dalam memberikan rekomendasi. Dengan memanfaatkan nilai kesamaan dan perhitungan prediksi, pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* dapat menjadi metode yang efektif untuk mengatasi tantangan dalam sistem rekomendasi berbasis data.

2.2.6 Perhitungan *Adjust Cosine Similarity*

Perhitungan *Adjust Cosine Similarity* dalam *Item-Based Collaborative Filtering* bertujuan untuk menentukan tingkat kesamaan antar-item berdasarkan pola penilaian pengguna. Setiap item yang telah diberi rating oleh pengguna akan dibandingkan dengan item lain yang belum dinilai untuk menghitung nilai kesamaan (*similarity*). Nilai *similarity* ini mencerminkan sejauh mana dua item memiliki karakteristik yang mirip, sehingga dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi (Ningrum, 2020).

Algoritma yang umum digunakan dalam perhitungan ini adalah *Adjusted-Cosine Similarity*. Algoritma ini merupakan modifikasi dari metode berbasis vektor yang memperhitungkan perbedaan pola penilaian antar-pengguna. Pada dasarnya, setiap nilai rating dikurangi dengan rata-rata rating pengguna untuk mengurangi bias akibat skema penilaian yang berbeda. Misalnya, pengguna A dapat memberikan rating tinggi untuk item tertentu, sementara pengguna B memberikan rating rendah untuk item lainnya.

Pendekatan ini mengatasi ketidakseragaman pola penilaian dengan menormalkan nilai rating sebelum perhitungan kesamaan dilakukan (Firza, 2022).

Proses ini dilakukan dengan membandingkan nilai rating dari beberapa pengguna untuk setiap item. Nilai *similarity* yang dihasilkan menjadi dasar untuk menentukan rekomendasi item berikutnya, dengan mempertimbangkan item yang memiliki kemiripan tertinggi dengan preferensi pengguna sebelumnya. Diawali dengan pemberian masukan berupa nilai terhadap *item*, setelah itu melalui penerapan perhitungan *similarity*. Dalam perhitungan *similarity* akan dipaparkan persamaan di bawah ini :

$$sim(a, b) = \frac{\sum_{u \in U} (r_{u,a} - \bar{r}_u) (r_{u,b} - \bar{r}_u)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,a} - \bar{r}_u)^2} \cdot \sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,b} - \bar{r}_u)^2}} \quad (1)$$

Keterangan:

- $sim(a, b)$: Nilai kemiripan (*similarity*) antara *item a* dan *item b*
- $r_{u,a}$: Rating pengguna pada *item a*
- $r_{u,b}$: Rating pengguna pada *item b*
- \bar{r}_u : Rata-rata rating yang diberikan oleh user *u*
- U : Sekumpulan user yang memberikan rating terhadap kedua *item*

2.2.7 Perhitungan Prediksi

Langkah selanjutnya dalam metode *Item-Based Collaborative Filtering* adalah melakukan prediksi nilai terhadap item yang belum pernah dinilai oleh pengguna. Pada konteks penelitian ini, proses prediksi bertujuan untuk menentukan rekomendasi pakaian yang paling sesuai dengan preferensi pengguna berdasarkan pola *rating* sebelumnya. Prediksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan antara item yang sudah di rating pengguna dengan item yang belum dirating tetapi memiliki kemiripan (*similarity*) yang signifikan (Firza, 2022).

Proses perhitungan prediksi menggunakan pendekatan algoritma *Weighted Sum*, yang mengestimasi nilai rating berdasarkan kontribusi dari *item-item* yang mirip dengan

item target. Setiap nilai rating yang diberikan pengguna pada item mirip akan dikalikan dengan nilai *similarity* antara item tersebut dan *item target*. Hasil perkalian ini kemudian dijumlahkan dan dinormalisasi dengan membagi totalnya dengan jumlah absolut dari nilai *similarity* semua item terkait. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\hat{r}_{u,i} = \frac{\sum_{j \in N(i)} \text{sim}(i, j) \cdot r_{(u, j)}}{\sum_{j \in N(i)} |\text{sim}(i, j)|} \quad (2)$$

Keterangan :

- $r_{u,i}$: Rating prediksi dari pengguna terhadap item i (pakaian B).
- $\text{sim}(i,j)$: Nilai similarity antara item i dan item j ,
- $r_{(u, j)}$: Rating diberikan user u pada item j .
- $N(i)$: himpunan item yang memiliki kemiripan dengan item i dan telah dirating oleh pengguna.

Metode prediksi ini efektif untuk mengatasi tantangan seperti keterbatasan data (*sparsity*), skalabilitas, dan efisiensi waktu, karena hanya membutuhkan data yang relevan dari item-item serupa. Dengan pendekatan ini, sistem dapat memberikan rekomendasi yang akurat berdasarkan pola preferensi pengguna, sehingga meningkatkan keandalan hasil rekomendasi dalam sistem berbasis *Collaborative Filtering*.

2.2.8 Profil Aset Pakaian

Profil Aset Pakaian dalam konteks metaverse merujuk pada representasi visual dan interaktif dari pakaian atau pakaian yang digunakan oleh karakter atau avatar pemain dalam lingkungan virtual. Dalam lingkup metaverse, pengguna memiliki kebebasan untuk menciptakan, menyesuaikan dan memilih pakaian virtual yang akan digunakan oleh karakter mereka. Pakaian virtual dalam metaverse memiliki beberapa peran penting. Pertama, mereka dapat mengekspresikan identitas dan preferensi pengguna. Pemain dapat memilih pakaian yang telah tersedia sesuai dengan gaya pribadi serta berdasarkan harga yang terjangkau melalui virtual cash yang dimiliki pemain. Ini memungkinkan

pengguna untuk merasa terhubung dengan karakter mereka dan membuat pengalaman metaverse menjadi lebih personal (Bagus Ekasanjaya, 2024).

Kedua, asset pakaian dalam metaverse seringkali memiliki nilai jual beli, beberapa metaverse memiliki pasar ekonomi virtual dimana pemain dapat juga membeli, menjual atau menukarkan pakaian virtual. Pakaian yang memiliki desain yang menarik, unik atau langka dapat memiliki nilai yang signifikan dalam mata uang virtual atau kripto. Oleh karena itu, profil asset 3D pakaian juga dapat menjadi faktor penting dalam keputusan berjalananya pasar jual beli di dalam game. Serta dapat mengembangkan pasar di dalam game metaverse, dengan adanya jual beli. Selain itu, pakaian dalam metaverse juga mempengaruhi interaksi sosial. Ketika pengguna berinteraksi dengan pemain lain dalam metaverse, melalui pakaian ini dapat mengirimkan pesan tentang kepribadian, status atau tujuan mereka. Ini dapat mempengaruhi bagaimana pemain lain berinteraksi atau berkolaborasi dengan karakter tersebut (Dini wati, 2020).

Pakaian yang akan dibuat sebagai objek penilaian ini untuk laki laki terdapat 36 aset. Dimana pada satu aset ini sudah termasuk baju, celana, dan aksesoris. Melalui pakaian ini akan di proses untuk mendapatkan rekomendasi pilihan yang nanti akan ditampilkan oleh sistem kepada pemain. Pakaian ini juga memiliki karakteristik yang menjadikan nilai pada suatu aset itu berbeda. Berikut adalah beberapa karakteristik umum yang sering dipertimbangkan (Tara, 2023):

1. Estetika: Keindahan dan tampilan visual dari pakaian adalah salah satu karakteristik utama yang dievaluasi. Ini mencakup desain, warna, pola, dan kesesuaian dengan selera mode atau gaya pribadi pengguna.

2. Keunikan: Keunikan pakaian dapat menjadi faktor penilaian. Pakaian yang langka atau sulit ditemukan mungkin memiliki nilai lebih tinggi. Beberapa pemain metaverse bahkan mencari item langka atau eksklusif.
3. Popularitas: Sejauh mana pakaian tersebut diminati oleh komunitas metaverse atau pemain lain juga dapat menjadi faktor penilaian. Pakaian yang populer mungkin memiliki nilai lebih tinggi karena memberikan kesempatan untuk berinteraksi lebih banyak dengan pemain lain.
4. Ketersediaan dan Harga: Ketersediaan pakaian dan harganya juga dapat menjadi pertimbangan penting, terutama dalam ekonomi virtual metaverse. Pakaian yang mudah didapat atau terjangkau mungkin lebih diinginkan.
5. Ketepatan Tema atau Konteks: Apakah pakaian tersebut sesuai dengan tema atau konteks dalam metaverse tertentu juga bisa menjadi faktor penilaian.

2.2.9 Evaluasi Kinerja dan Usability

Evaluasi terhadap sistem rekomendasi outfit dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu evaluasi kinerja dan usability. Evaluasi kinerja menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE) untuk mengukur seberapa akurat sistem dalam memprediksi rating pengguna terhadap outfit yang belum dinilai, di mana nilai MAE yang rendah menunjukkan prediksi yang semakin mendekati nilai sebenarnya. Sementara itu, evaluasi usability dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS), sebuah metode praktis yang mengukur persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan dan kenyamanan sistem secara keseluruhan. Hasil dari kedua evaluasi ini memberikan gambaran menyeluruh terhadap performa dan kualitas pengalaman pengguna dari sistem yang dikembangkan.

2.2.10 Evaluasi MAE (*Mean Absolute Error*).

Penggunaan evaluasi akurasi prediksi berfokus pada pengukuran kinerja teknis dari metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Pengujian ini menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE), yang mengukur rata-rata besarnya selisih (*error*) absolut antara nilai *rating* yang diprediksi oleh sistem dengan nilai *rating* yang sebenarnya (aktual)(Janan, 2020).

Untuk melakukan pengujian ini, data *rating* yang terkumpul dibagi menjadi *dataset* latih (*training set*) dan *dataset* uji (*test set*). Nilai rating aktual adalah nilai *rating* awal yang diberikan oleh pengguna yang sengaja disimpan pada *dataset* uji (dan "disembunyikan" dari model). Nilai rating prediksi adalah nilai yang ditebak oleh sistem setelah model dilatih menggunakan *dataset* latih.

MAE dihitung dengan menjumlahkan seluruh selisih absolut (tanpa negatif) antara prediksi dan aktual, lalu dibagi dengan jumlah total prediksi yang dilakukan. Nilai MAE yang semakin mendekati 0 menunjukkan tingkat eror yang semakin rendah, yang berarti akurasi prediksi sistem semakin tinggi. Berikut persamaan rumus MAE akan dijelaskan :

$$\text{MAE} = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - Q_i|}{N} \quad (3)$$

Keterangan:

MAE	= Nilai rata-rata kesalahan hitungan
N	= Jumlah item yang dihitung
P_i	= Nilai prediksi item ke i
Q_i	= Nilai <i>rating</i> sebenarnya item ke i

Dari nilai MAE yang semakin rendah yang diperoleh, maka sistem semakin akurat dalam memprediksi rating untuk setiap *user*.

2.2.11 *System Usability Scale* (SUS)

Pada penelitian ini, digunakan pendekatan *System Usability Scale* (SUS) sebagai metode evaluasi untuk mengukur tingkat kegunaan (*usability*) dari sistem rekomendasi outfit yang dikembangkan. SUS merupakan teknik pengukuran yang telah terbukti valid dan andal dalam menilai persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan suatu sistem, antarmuka, maupun produk digital secara umum (Suria, 2024).

Metode ini menggunakan kuesioner berisi sepuluh pernyataan, dimana responden diminta memberikan penilaian berdasarkan skala Likert 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju). Pernyataan tersebut bersifat selang-seling antara positif dan negatif agar hasil lebih objektif. Nilai dari setiap jawaban kemudian dikonversi menjadi skor menurut aturan SUS (Suria, 2024).

Rumus perhitungan SUS Score adalah sebagai berikut:

1. Untuk pertanyaan bermomor ganjil (positif) :

$$\text{Skor} = \text{Jawaban} - 1$$

2. Untuk pertanyaan bermomor genap (negatif) :

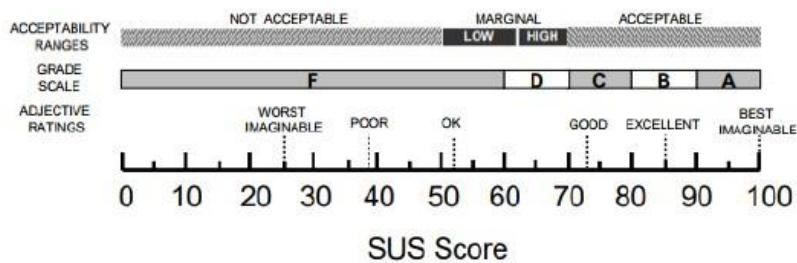
$$\text{Skor} = 5 - \text{Jawaban}$$

3. Seluruh skor dijumlahkan, lalu :

$$\text{SUS Score} : \text{Total Skor} \times 2.5$$

Dengan hasil akhir berada pada skala 0 hingga 100, skor SUS memberikan indikasi terhadap kualitas pengalaman pengguna secara keseluruhan. Skor yang mendekati 100 menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kemudahan dan kenyamanan yang tinggi. Dalam konteks penelitian ini, menggunakan metode SUS bertujuan untuk melengkapi evaluasi kuantitatif, seperti MAE, dengan wawasan kualitatif dari sudut pandang pengguna (Sharfina & Santoso, 2016).

Sebagai pelengkap, pada bagian hasil evaluasi akan ditampilkan juga gambar visualisasi *SUS Score* pada Gambar 2.1 untuk memperjelas tingkat penerimaan sistem oleh pengguna berdasarkan data kuesioner yang dikumpulkan.



Gambar 2. 1 Visualisasi SUS Score

Gambar 2.1 menjelaskan cara interpretasi skor SUS, di mana skor di atas 70 umumnya dianggap sebagai indikator bahwa sistem memiliki tingkat kegunaan yang baik. Skor yang lebih tinggi menunjukkan pengalaman pengguna yang lebih positif terhadap sistem. Visualisasi ini membantu memperjelas bagaimana hasil SUS akan diukur dan dimaknai dalam konteks penelitian ini. Pengujian ini akan dilakukan melalui sesi *user testing* kepada sejumlah pengguna. Setelah berinteraksi dan menggunakan sistem rekomendasi, pengguna akan diminta untuk mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan.

Hasil dari kuesioner ini akan dianalisis untuk mendapatkan skor SUS, yang menjadi tolok ukur kuantitatif terhadap persepsi subjektif pengguna mengenai kemudahan penggunaan sistem. Daftar 10 pernyataan evaluasi SUS yang akan diujikan dalam kuesioner tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Pernyataan evaluasi SUS

No.	Pernyataan
1.	Saya merasa ingin menggunakan sistem ini secara rutin.
2.	Saya merasa sistem ini rumit untuk digunakan. (R)
3.	Saya merasa sistem ini mudah digunakan.
4.	Saya memerlukan bantuan teknis saat menggunakan sistem ini. (R)

5.	Fitur-fitur dalam sistem ini terintegrasi dengan baik.
6.	Saya merasa terdapat banyak inkonsistensi dalam sistem ini. (R)
7.	Saya merasa pengguna akan cepat belajar menggunakan sistem ini.
8.	Saya merasa sistem ini terlalu membingungkan untuk digunakan. (R)
9.	Saya merasa percaya diri saat menggunakan sistem ini.
10.	Saya merasa perlu mempelajari banyak hal sebelum dapat menggunakan sistem ini. (R)

Keterangan:

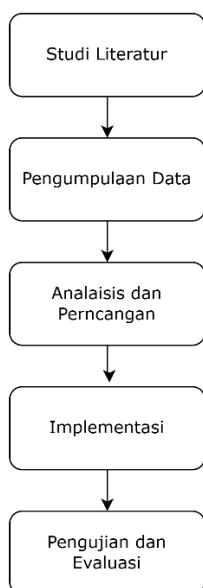
(R) *Reverse* = pertanyaan negatif, nilai dibalik saat perhitungan skor.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan alur yang sistematis dan terstruktur untuk memastikan bahwa tujuan penelitian dapat tercapai secara efektif. Desain penelitian ini mencakup serangkaian tahapan yang saling berkaitan, dimulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Berikut adalah gambar bagan dari desain penelitian :



Gambar 3. 1 Bagan Desain Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, alur penelitian ini disusun secara sistematis yang diawali dengan tahap studi literatur untuk memperkuat landasan teori terkait metode *Item-Based Collaborative Filtering* dan teknologi metaverse. Setelah fondasi teori terbentuk, penelitian berlanjut ke tahap pengumpulan data yang meliputi akuisisi dataset atribut *outfit* serta penyebaran kuesioner untuk mendapatkan data penilaian (*rating*) awal dari pengguna. Data tersebut kemudian menjadi dasar pada tahap analisis dan perancangan, di

mana arsitektur *game*, skenario interaksi, dan logika sistem rekomendasi didesain secara mendetail.

Rancangan ini selanjutnya direalisasikan pada tahap implementasi melalui proses pembuatan lingkungan *game* serta pengkodean algoritma. Rangkaian penelitian ini diakhiri dengan tahap pengujian dan evaluasi kinerja sistem menggunakan metode *Mean Absolute Error* untuk mengukur akurasi prediksi dan *System Usability Scale* untuk menilai tingkat kegunaan sistem bagi pengguna.

3.1.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk mengkaji dan memilih landasan teori yang tepat sebagai acuan penyelesaian masalah, sebagaimana yang telah dipaparkan secara komprehensif pada BAB II. Pada tahap ini, fokus kajian dipusatkan pada pemahaman alur kerja algoritma *Item-Based Collaborative Filtering*, khususnya penggunaan *Adjusted Cosine Similarity* untuk perhitungan kemiripan dan *Weighted Sum* untuk prediksi nilai. Selain itu, dilakukan pula pendalaman materi mengenai pengembangan lingkungan *metaverse* berbasis *game engine* serta metode evaluasi sistem menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) dan *System Usability Scale* (SUS). Hasil dari kajian literatur ini menjadi dasar utama dalam menentukan spesifikasi kebutuhan sistem dan perancangan arsitektur yang akan dibangun.

3.1.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data primer yang menjadi dasar perhitungan dalam sistem rekomendasi. Data dikumpulkan melalui metode observasi dengan pendekatan wawancara terstruktur kepada sejumlah

responden. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memperoleh nilai rating awal dari pengguna terhadap 36 set *outfit* yang telah disiapkan.

Secara spesifik, setiap responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap setiap *outfit* berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, seperti kesesuaian warna, desain, dan kesopanan. Data rating yang terkumpul dari hasil wawancara ini kemudian digunakan sebagai input awal untuk menghitung kesamaan (*similarity*) antar item, yang merupakan langkah fundamental dalam metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Dengan demikian, data ini menjadi fondasi untuk memprediksi preferensi pengguna dan menghasilkan rekomendasi *outfit*.

3.1.3 Analisis dan Perancangan

Pada tahap ini, fokus penelitian diarahkan pada penerjemahan kebutuhan sistem menjadi sebuah rancangan desain yang komprehensif, baik dari sisi visual maupun fungsional. Proses perancangan dibagi menjadi dua komponen utama, yaitu perancangan lingkungan *game metaverse* dan perancangan logika sistem rekomendasi.

Dalam perancangan *game*, dilakukan pembuatan desain aset visual 3D yang meliputi karakter avatar, serta pemodelan berbagai kategori item *outfit* yang akan direkomendasikan. Selain itu, dirancang pula *Storyboard* dan antarmuka pengguna (*User Interface*) untuk memetakan alur interaksi (*User Experience*) agar intuitif saat digunakan oleh pemain. Sementara itu, pada sisi fungsional, dilakukan perancangan arsitektur sistem dan basis data, serta penyusunan alur logika algoritma *Item-Based Collaborative Filtering* untuk memastikan proses pengolahan data *rating* hingga menjadi output rekomendasi dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1.4 Implementasi

Tahap implementasi merupakan fase realisasi teknis di mana seluruh rancangan desain diterjemahkan ke dalam bentuk aplikasi yang fungsional. Pada penelitian ini, proses implementasi dilakukan dalam lingkungan pengembangan *game engine* Unity 3D menggunakan bahasa pemrograman C# (*C-Sharp*) dan manajemen basis data MySQL.

Tahapan ini mencakup empat aktivitas teknis utama, yaitu:

1. Konstruksi Lingkungan Virtual: Membangun *scene* metaverse dan mengintegrasikan aset 3D *outfit* yang telah dimodelkan ke dalam sistem *game*.
2. Inisialisasi Basis Data: Melakukan input data awal ke dalam *database* sistem. Data yang dimasukkan bersumber dari tahap pengumpulan data, yaitu rekapitulasi penilaian dari 36 pengguna (*users*) di mana masing-masing pengguna telah memberikan nilai rating terhadap 36 item *outfit*. Kumpulan data ini disimpan sebagai nilai awal (*dataset*) yang memungkinkan algoritma memiliki referensi untuk melakukan perhitungan rekomendasi saat sistem pertama kali dijalankan.
3. Implementasi Algoritma: Melakukan pengkodean (*coding*) logika *Item-Based Collaborative Filtering*, mulai dari fungsi pembentukan matriks rating, perhitungan *similarity*, fungsi prediksi rekomendasi, hingga shorting hasil.
4. Integrasi Sistem: Menghubungkan modul algoritma dengan antarmuka pengguna (*User Interface*) dan basis data, sehingga input rating dari pemain dapat diproses secara komputasional untuk menghasilkan output pada layar permainan.

Seluruh proses implementasi ini dijalankan pada perangkat keras dengan spesifikasi yang memadai untuk proses *rendering* 3D dan komputasi algoritma.

3.1.5 Pengujian dan Evaluasi

Proses pengujian dilakukan untuk memverifikasi kemampuan sistem dalam menghasilkan output rekomendasi. Pengujian ini melibatkan 5 pengguna (*users*) sebagai sampel uji. Pada tahap ini, sistem dijalankan untuk mengolah data input dari kelima pengguna tersebut, di mana hasil akhirnya adalah sistem akan menampilkan daftar 5 rekomendasi item *outfit* untuk masing-masing pengguna.

Setelah hasil rekomendasi diperoleh, tahap selanjutnya adalah evaluasi. Evaluasi akurasi prediksi dilakukan menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE) dengan membandingkan nilai prediksi sistem terhadap nilai rating sebenarnya dari 5 pengguna tersebut. Selain itu, evaluasi juga dilakukan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi penggunaan sistem melalui kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan 15 responden. Seluruh hasil pengujian dan perhitungan evaluasi ini akan dipaparkan secara mendetail pada Bab IV.

3.2 Desain Game

Pada Sub-bab ini menguraikan perancangan lingkungan *game metaverse* yang dikembangkan sebagai media utama dalam penerapan sistem rekomendasi. Perancangan ini mencakup aspek konseptual hingga teknis untuk memastikan sistem dapat memfasilitasi interaksi pengguna dengan item *outfit* secara edukatif. Pembahasan dimulai dengan deskripsi game dan skenario permainan yang menjelaskan *genre*, *platform*, serta alur aktivitas pengguna (*user journey*) dari awal masuk hingga menerima rekomendasi. Selanjutnya, aspek visual dan struktural dipaparkan melalui storyboard antarmuka serta perancangan arsitektur sistem yang menggambarkan integrasi antara sisi klien (*player*), *game engine*, dan basis data. Bagian ini diakhiri dengan pemaparan kriteria dan *dataset*,

yang mendetailkan atribut *style* dan spesifikasi item *outfit* yang menjadi objek utama dalam proses rekomendasi.

3.2.1 Deskripsi Game

Game yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan game edukasi berbasis metaverse yang berfokus pada sistem rekomendasi *outfit* menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Di dalam permainan, tersedia *Item Shop* yang memungkinkan pemain melihat berbagai pilihan outfit, melakukan pembelian menggunakan virtual cash, serta memberikan penilaian terhadap outfit yang telah dibeli. Setiap outfit dinilai berdasarkan lima kriteria utama: estetika, warna dan kombinasi, popularitas, kesesuaian terhadap pengguna, dan eksklusivitas.

Sistem rekomendasi dalam game ini menggunakan data penilaian pemain untuk menghitung kesamaan antar-item dan menghasilkan rekomendasi pakaian yang relevan. Pemain dapat mengakses fitur *Get Recommendation* untuk menerima rekomendasi lima outfit terbaik yang disesuaikan dengan preferensi mereka.

Game ini dirancang dalam mode multiplayer berbasis desktop, namun fokus penelitian terletak pada implementasi dan evaluasi sistem rekomendasi dalam konteks single-player.

3.2.2 Skenario Game

Skenario permainan merupakan urutan cerita atau alur interaksi yang disusun untuk mengarahkan pengalaman pemain dan mendukung proses pengambilan keputusan. Skenario ini membantu mengembangkan gambaran yang jelas tentang apa yang akan dialami pemain dan konsekuensi dari tindakan mereka.

Dalam penelitian ini, skenario game berfokus pada interaksi pemain dengan sistem rekomendasi pakaian di dalam "*Item Shop*". Alur interaksi spesifik yang dialami pemain dirancang sebagai berikut:

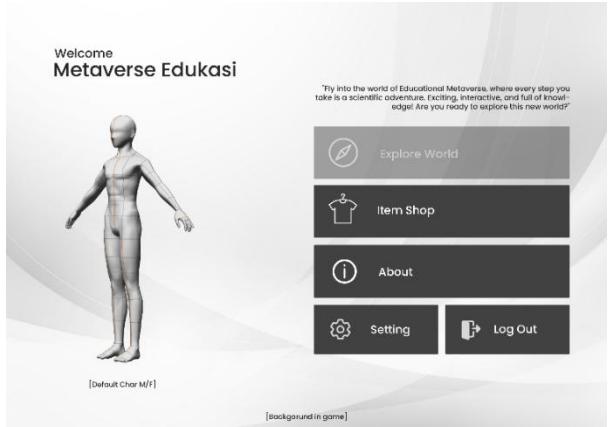
1. Eksplorasi dan Penilaian (*Input*): Pemain memasuki "*Item Shop*" untuk menjelajahi, melakukan pembelian, dan menilai berbagai aset pakaian 3D yang tersedia. Saat atau setelah melihat sebuah *item*, pemain didorong untuk memberikan penilaian (*rating*) berdasarkan preferensi pribadi mereka.
2. Menerima Rekomendasi (*Output*): Berdasarkan *rating* yang telah dikumpulkan dari pemain tersebut dan pemain lainnya, sistem akan memproses data. Sistem kemudian akan menyajikan daftar rekomendasi pakaian yang sudah dipersonalisasi, yang ditampilkan kepada pemain di dalam "*Item Shop*" untuk membantu proses pembelian selanjutnya.

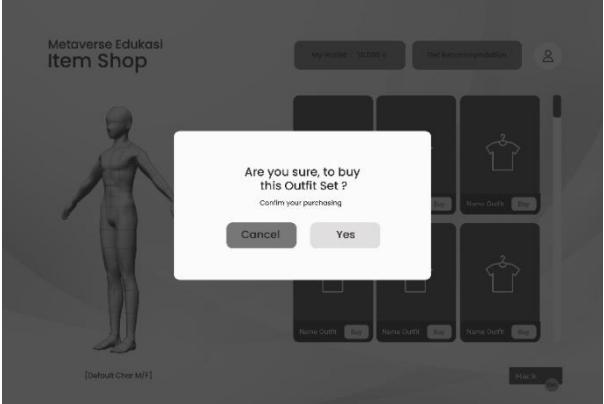
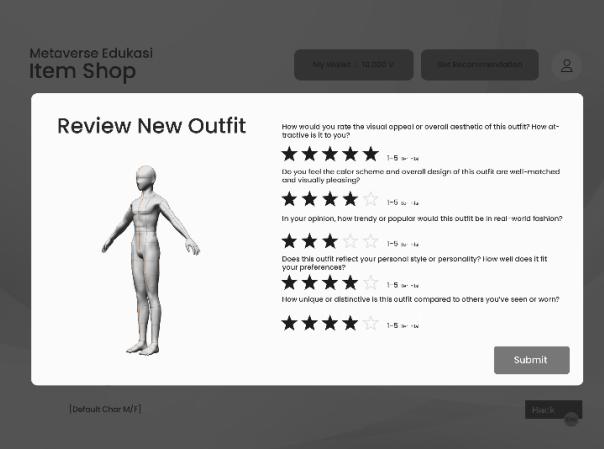
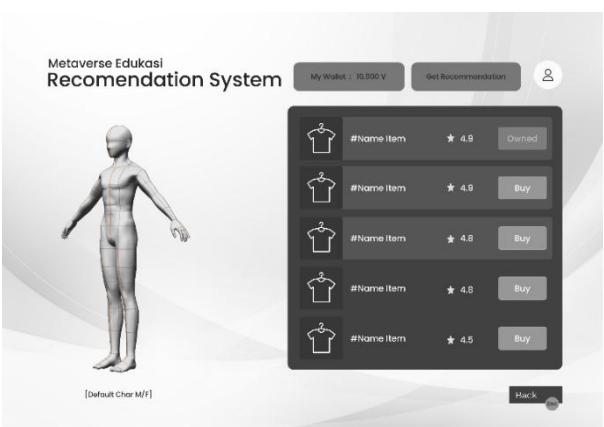
Skenario sederhana (Masuk *Item Shop* > Menilai > Menerima Rekomendasi) ini menciptakan sebuah siklus interaksi. Alur ini dirancang untuk menciptakan pengalaman bermain yang lebih relevan dan personal, sekaligus menjadi fungsionalitas inti untuk pengumpulan data yang diperlukan oleh sistem.

3.2.3 Storyboard Game

Storyboard Game merupakan suatu rangkaian gambaran yang dirancang untuk menggambarkan urutan peristiwa dalam suatu game yang akan dibuat. Setiap gambar dalam *storyboard* mewakili satu adegan dengan tujuan memberikan gambaran visual tentang bagaimana nantinya game tersebut akan berkembang. Pada pemaparan *Storyboard Game* akan dijelaskan melalui langkah-langkah pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Storyboard Game

No.	Konsep Storyboard	Keterangan
1.		<p>Pada Tampilan awal menyediakan dua kolom <i>input</i> untuk <i>username</i> dan <i>password</i>, dilengkapi tombol <i>submit</i>. Halaman ini berfungsi untuk otentifikasi pengguna sebelum memasuki permainan.</p>
2.		<p>Menampilkan navigasi utama yang terdiri atas tombol "Explore World" (opsional), "Item Shop", "Setting", "About Game", dan "Keluar Game". Menu ini memudahkan pemain dalam memilih fitur yang tersedia.</p>
3.		<p>Menampilkan karakter 3D pemain dan daftar outfit yang dapat dibeli. Setiap outfit dilengkapi informasi berupa harga, tampilan visual, dan deskripsi singkat. Halaman ini juga menyediakan tombol akses ke sistem rekomendasi dan tombol kembali ke menu utama.</p>

4.		<p>Menampilkan pop-up konfirmasi sebelum pemain melakukan pembelian outfit. Pemain diberikan opsi untuk menyetujui atau membatalkan transaksi yang dipilih.</p>
5.		<p>Menampilkan form untuk memberikan penilaian terhadap outfit yang telah dibeli. Penilaian dilakukan berdasarkan lima kriteria: estetika, warna dan kombinasi, popularitas, kesesuaian terhadap pengguna, dan eksklusivitas. <i>Outfit</i> ditampilkan dalam format 3D untuk membantu proses penilaian.</p>
6.		<p>Menampilkan lima outfit terbaik yang direkomendasikan berdasarkan hasil perhitungan sistem menggunakan metode <i>Item-Based Collaborative Filtering</i>, berdasarkan rating yang diberikan pemain lain.</p>

3.2.4 Perancangan Arsitektur Sistem

Perancangan Arsitektur Sistem menjabarkan kerangka kerja dan struktur teknis dari sistem rekomendasi yang akan dibangun. Bagian ini merinci bagaimana komponen-komponen sistem saling berinteraksi, bagaimana data diproses, dan bagaimana alur logika

sistem dikelola. Arsitektur ini akan diuraikan lebih lanjut melalui Desain Proses, dan *Finite State Machine* (FSM) untuk memberikan gambaran yang jelas sebelum tahap implementasi.

3.2.4.1 Desain Proses

Pada Desain Proses, dijabarkan alur kerja sistem rekomendasi secara umum. Proses ini menggambarkan bagaimana data mengalir dari input yang diberikan pemain hingga menjadi output rekomendasi yang ditampilkan. Proses diawali ketika pemain melakukan Input Rating terhadap salah satu item pakaian di *Item Shop*. Data ini (umumnya terdiri dari User ID, Item ID, dan Nilai Rating) akan ditangkap dan disimpan ke dalam database oleh sistem.

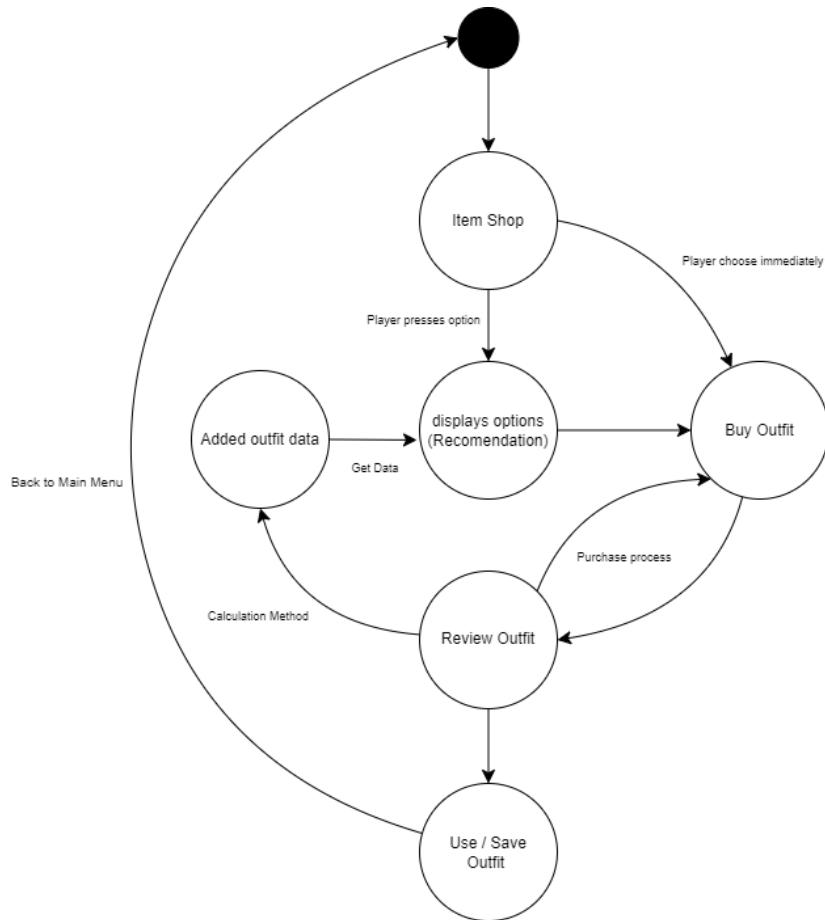
Selanjutnya, ketika pemain mengakses fitur rekomendasi (atau saat *Item Shop* dibuka), sistem akan menjalankan Proses Rekomendasi. Sistem akan mengambil data rating yang relevan dari database untuk diolah. Inti dari pengolahan data ini menggunakan metode *Collaborative Filtering*—yang rincian teknis perhitungannya akan dibahas tuntas pada Sub-bab 3.3.2 untuk menghasilkan prediksi *rating* bagi item yang belum dinilai pemain.

Setelah diproses, sistem akan menghasilkan Output Rekomendasi. Sesuai kebutuhan fungsional, output ini adalah daftar 5 pakaian teratas yang paling sesuai. Daftar ini kemudian dikirimkan kembali ke antarmuka game untuk ditampilkan kepada pemain.

3.2.4.2 Perancangan *Finite State Machine* (FSM)

Penerapan *Finite State Machine* (FSM) dalam sistem kami bertujuan untuk mengatur alur interaksi antara pengguna dan sistem pemilihan pakaian. FSM digunakan untuk menggambarkan berbagai keadaan atau state yang mungkin terjadi selama proses

pemilihan pakaian. Dengan menerapkan FSM dapat mengelola alur interaksi dengan pengguna secara terstruktur dan efisien, sehingga meningkatkan pengalaman pengguna dalam menggunakan sistem pemilihan pakaian. Rancangan dari Diagram FSM dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Perancangan Diagram FSM

Diagram FSM di atas menggambarkan alur perpindahan state dalam sistem pemilihan outfit, mulai dari Item Shop, menampilkan rekomendasi, meninjau outfit, membeli, hingga menyimpan atau menggunakan outfit. FSM membantu mengatur interaksi pengguna agar lebih terstruktur dan mudah dipahami.

3.2.5 Kriteria dan Dataset Pakaian

Pada studi kasus untuk penerapan metode ini akan digunakan untuk memutuskan beberapa pilihan pakaian untuk *user* membeli baju dengan mempertimbangkan 5 kriteria sebagai berikut ini.

Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian

No.	Nama Kriteria
1.	Estetika
2.	Warna dan Kombinasi
3.	Popularitas
4.	Kesesuain Terhadap Pengguna
5.	Eksklusivitas

Berdasarkan Tabel 3.2 melalui 5 kriteria ini yang akan dijadikan penilaian terhadap pakaian yang akan dinilai. Dimana nilai pada masing masing kriteria akan memiliki range 1 sampai 5 sebagai pemberian rating yang nanti akan disesuaikan berdasarkan tipe kriteria.

Dari nilai rating dinamis mewakili penilaian terhadap pakaian, dimana 1 termasuk bobot yang tidak penting hingga 5 sangat penting, melalui penilaian yang dimasukan oleh setiap user akan menentukan rating kepentingan dari setiap kriteria.

Terdapat 36 data sample alternatif yang merupakan data 3D pakaian untuk gender laki-laki, referensi 3D pakaian ini beracuan terhadap rekomendasi brand fashion terbaik berdasarkan studi observatif dan informasi ini disesuaikan dengan opini dan klasifikasi visual outfit yang beracuan pada journal (Prijana, 2015). Dari 36 alternatif ini akan ditampilkan dan dijelaskan pada tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Data Set Pakaian

Kode	Deskripsi Alternatif Pakaian	Tampilan
-	<p>(Default) <i>White T-Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : H&M</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : -</i></p>	
A1	<p>(M) <i>Black T-shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : H&M</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A2	<p>(M) <i>Olive T-shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : H&M</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	

A3	<p><i>(M) Wild Flower Off-White</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : H&M</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A4	<p><i>(M) Black Cyber Techwear</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Cyberpunk 2077</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Rare (R)</i> <i>Harga V-Cash : 600 V</i></p>	
A5	<p><i>(M) Polo Black</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A6	<p><i>(M) Polo White</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	

A7	<p><i>(M) Polo Gold</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A8	<p><i>(M) Polo Special White (Embossed)</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A9	<p><i>(M) Polo Special Black (Embossed)</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 700 V</i></p>	
A10	<p><i>(M) Polo Green</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Ralph Lauren</i> <i>Style pakaian : Casual Chic</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	

A11	<p><i>(M) Polo Black Red</i></p> <p><i>Description :</i></p> <p><i>Brand Name : Ralph Lauren</i></p> <p><i>Style pakaian : Casual Chic</i></p> <p><i>Rarities : Common (C)</i></p> <p><i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A12	<p><i>(M) Black Oversize Neck</i></p> <p><i>Description :</i></p> <p><i>Brand Name : Uniqlo + Adidas</i></p> <p><i>Style pakaian : Streetwear</i></p> <p><i>Rarities : Common (C)</i></p> <p><i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A13	<p><i>(M) White Blue Oversize Neck</i></p> <p><i>Description :</i></p> <p><i>Brand Name : Uniqlo + Adidas</i></p> <p><i>Style pakaian : Streetwear</i></p> <p><i>Rarities : Common (C)</i></p> <p><i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A14	<p><i>(M) Brown Oversize Neck</i></p> <p><i>Description :</i></p> <p><i>Brand Name : Uniqlo + Adidas</i></p> <p><i>Style pakaian : Streetwear</i></p> <p><i>Rarities : Common (C)</i></p> <p><i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	

A15	<p><i>(M) Dark Green Oversize Neck</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Uniqlo + Adidas</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A16	<p><i>(M) White Oversize Neck</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Uniqlo + Adidas</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A17	<p><i>(M) Black Muslim Wear</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Zara</i> <i>Style pakaian : Modest Fashion</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A18	<p><i>(M) White Muslim Wear</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Zara</i> <i>Style pakaian : Modest Fashion</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	

A19	<p><i>(M) Black Supreme</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Supreme</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A20	<p><i>(M) Black Timberland</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Timberland</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A21	<p><i>(M) Lilac Supreme</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Supreme</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A22	<p><i>(M) Dior Oblique</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Dior</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	

A23	<p><i>(M) White Red-tag Supreme</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Supreme</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Special (S)</i> <i>Harga V-Cash : 800 V</i></p>	
A24	<p><i>(M) Black Flannel Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Levi's</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A25	<p><i>(M) Purple Flannel Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Levi's</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A26	<p><i>(M) Brown Flannel Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Levi's</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	

A27	<p><i>(M) Green Flannel Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Levi's</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A28	<p><i>(M) White Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Levi's</i> <i>Style pakaian : Streetwear</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	
A29	<p><i>(M) Black Vest Tactical</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Payday Pick</i> <i>Style pakaian : Street Wear</i> <i>Rarities : Rare (R)</i> <i>Harga V-Cash : 600 V</i></p>	
A30	<p><i>(M) Brown Vest Tactical</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Payday Pick</i> <i>Style pakaian : Street Wear</i> <i>Rarities : Rare (R)</i> <i>Harga V-Cash : 600 V</i></p>	

A31	<p><i>(M) Vest Tactical</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Payday Pick</i> <i>Style pakaian : Street Wear</i> <i>Rarities : Rare (R)</i> <i>Harga V-Cash : 600 V</i></p>	
A32	<p><i>(M) Brown Batik Jepara</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Batik Keris</i> <i>Style pakaian : Formal</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A33	<p><i>(M) National White T-shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Uniqlo</i> <i>Style pakaian : Formal</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A34	<p><i>(M) Wild Flower Lily</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Batik Keris</i> <i>Style pakaian : Formal</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	

A35	<p><i>(M) Mono Abstract Shirt</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Batik Keris</i> <i>Style pakaian : Formal</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 400 V</i></p>	
A36	<p><i>(M) White Batik Kawung</i></p> <p><i>Description :</i> <i>Brand Name : Batik Keris</i> <i>Style pakaian : Formal</i> <i>Rarities : Common (C)</i> <i>Harga V-Cash : 500 V</i></p>	

Berdasarkan 37 data set pakaian pada tabel 3.3 yang nanti akan dinilai pada setiap user, yang sebelumnya akan di ambil data uji berupa beberapa pemain untuk melakukan penilaian terhadap beberapa pakaian yang mereka suka. Pada 37 pakaian diatas yang akan digunakan adalah 36 pakaian yang diuji, dimana *White T-Shirt* merupakan pakaian utama atau *default costum*. Setelah nilai rating dari setiap user tersimpan, selanjutnya akan dilakukan penilaian setiap alternatif pada proses CF.

3.3 Desain Sistem

Tahap desain sistem berfokus pada penjabaran teknis mengenai bagaimana logika inti sistem rekomendasi dibangun dan bekerja. Perancangan ini berfungsi sebagai cetak biru (*blueprint*) yang menerjemahkan hasil analisis kebutuhan menjadi spesifikasi fungsional yang siap diimplementasikan ke dalam kode program.

Secara spesifik, alur desain sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu perancangan input data berupa matriks penilaian pengguna, proses algoritma yang

meliputi perhitungan kemiripan (*similarity*) dan prediksi nilai (*prediction*), serta desain output untuk menampilkan daftar rekomendasi item kepada pemain.

Sebagai ilustrasi alur kerja sistem, Gambar 3.3 berikut menunjukkan urutan proses utama mulai dari input data rating pengguna, proses komputasi algoritma, hingga dihasilkan output rekomendasi final. Selain itu, pada bab ini juga akan dipaparkan skenario perhitungan yang mendemonstrasikan bagaimana data dari satu pengguna (*user*) diproses tahap demi tahap melalui algoritma hingga menghasilkan rekomendasi yang personal.



Gambar 3. 3 Diagram Desain Sistem

Gambar di atas menggambarkan alur utama sistem rekomendasi, mulai dari input data rating pengguna, proses perhitungan Collaborative Filtering, hingga menghasilkan rekomendasi akhir. Alur ini menunjukkan bagaimana data diolah secara bertahap untuk menghasilkan daftar outfit yang sesuai dengan preferensi pengguna.

3.3.1 *Input Data*

Perancangan input termasuk bagaimana sistem akan mendapatkan inputan dari user yang berupa penilaian bobot kriteria. Pada penilaian akan memberikan bobot terhadap 5 kriteria yang telah dipaparkan, diantaranya Estetika(Tampilan visual, Nilai Keindahan dan kesesuaian dengan selera model), Eksklusivitas (Menekankan bahwa *outfit* itu unik, terbatas, dan spesial), Popularitas / Tren, Harga, Ketepatan tema dan Personalisasi (Kepribadian dalam berekspresi). Bobot kriteria ini memiliki nilai

kepentingan tersendiri yang mewakili ekspresi dimana 1 = tidak penting, 2 = kurang penting, 3 = cukup penting, 4 = penting dan 5 = sangat penting.

Dalam skenario studi kasus ini, pengguna yang dijadikan target adalah U1, dan similarity dihitung terhadap empat pengguna lainnya, yaitu U2, U3, U4, dan U5, berdasarkan rating yang mereka berikan terhadap lima outfit yang tersedia. Perhitungan dilakukan hanya pada item yang sama-sama telah dinilai oleh kedua pengguna. Berikut adalah data rating pengguna terhadap lima outfit ditunjukkan pada tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Skenario rating user terhadap outfit

Pengguna	Outfit A	Outfit B	Outfit C	Outfit D	Outfit E	\bar{R}_u
U1	4	5	2	-	3	3.50
U2	5	3	2	3	-	3.25
U3	2	4	-	4	1	2.75
U4	-	4	4	2	3	3.25
U5	3	-	2	5	4	3.50

3.3.2 Perhitungan *Collaborative Filtering*

Tahap ini merupakan inti dari penelitian, yang berfokus pada rincian teknis dan matematis dari metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Setelah data *rating* diperoleh melalui rancangan input, metode ini akan mengolah data tersebut untuk menghasilkan rekomendasi.

Perancangan metode ini akan menjabarkan tiga langkah komputasi utama. Dimulai dengan Penentuan Nilai Rating yang menjelaskan bagaimana data preferensi pemain dikumpulkan dan distrukturkan. Dilanjutkan dengan Perhitungan *Similarity*, yang menjelaskan rumus untuk mengukur kesamaan antar item pakaian. Terakhir, akan dibahas Perhitungan Prediksi yaitu proses untuk memprediksi nilai *rating* pemain pada item yang belum pernah dinilai.

3.3.2.1 Perhitungan *Adjust Cosine Similarity*

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan tingkat kemiripan (*similarity*) antar pengguna dengan menggunakan metode *Adjust Cosine Similarity*. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengidentifikasi pengguna lain yang memiliki pola penilaian outfit yang mirip dengan pengguna target, sehingga sistem dapat memberikan rekomendasi yang lebih relevan.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan similarity antara pengguna U1 dan keempat pengguna lainnya. Hanya item yang diberi rating oleh kedua pengguna yang digunakan dalam perhitungan. Berikut adalah hasil *similarity* untuk masing-masing pasangan pengguna ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil perhitungan similarity terhadap user 1

Pasangan Pengguna	Outfit yang sama	Nilai <i>Similarity</i>
U1 – U2	A, B, C	0,503
U1 – U3	A, B, E	0.629
U1 – U4	B, C, E	0.053
U1 – U5	A, C, E	0.636

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 3.5, pengguna U5 memiliki kemiripan preferensi tertinggi terhadap pengguna U1, dengan nilai similarity sebesar 0.636. Hal ini menunjukkan bahwa preferensi U5 terhadap outfit paling mendekati preferensi U1 dibandingkan dengan pengguna lainnya. Sementara itu, pengguna dengan similarity terendah adalah U4, dengan nilai similarity sebesar 0.053, yang menunjukkan bahwa preferensinya sangat berbeda dengan U1.

Nilai-nilai *similarity* ini akan digunakan pada tahap selanjutnya untuk memprediksi rating outfit yang belum dinilai oleh U1, sekaligus sebagai dasar dalam proses pemberian rekomendasi yang dipersonalisasi.

3.3.2.2 Perhitungan Prediksi

Setelah diperoleh nilai kemiripan (*similarity*) antar item, langkah selanjutnya adalah melakukan prediksi rating terhadap item yang belum dinilai oleh pengguna, berdasarkan item lain yang mirip dan telah dinilai oleh pengguna tersebut. Metode ini mengikuti pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*, yang menghitung prediksi berdasarkan kombinasi antara tingkat kemiripan antar item dan rating yang telah diberikan oleh pengguna terhadap item-item yang mirip.

Dalam studi kasus ini, pengguna U1 belum memberikan rating terhadap *Outfit* D, sehingga sistem akan memprediksi nilai rating untuk *Outfit* D berdasarkan item lain yang telah dinilai oleh U1 dan memiliki tingkat kemiripan dengan *Outfit* D. Berikut adalah data item yang digunakan dalam perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Rating User dan Nilai Similarity terhadap Outfit D

Item	Rating Outfit	Similarity dengan Outfit D
Outfit A	4	0,70
Outfit B	5	0.45
Outfit C	2	0.65
Outfit E	3	0.55

Berdasarkan tabel 3.6, dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam rumus prediksi maka diperoleh:

$$\hat{r}_{u1,D} = \frac{(sim(D,A) \cdot r_{U1,A}) + (sim(D,B) \cdot r_{U1,B}) + (sim(D,C) \cdot r_{U1,C}) + (sim(D,E) \cdot r_{U1,E})}{|sim(D,A)| + |sim(D,B)| + |sim(D,C)| + |sim(D,E)|} \quad (4)$$

$$\hat{r}_{U1,D} = \frac{(0.70 \times 4) + (0.45 \times 5) + (0.65 \times 2) + (0.55 \times 3)}{|-0.70| + |0.45| + |0.65| + |0.55|} = \frac{2.80 + 2.25 + 1.30 + 1.65}{2.35} = \frac{8.00}{2.35} = 3.40$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh bahwa prediksi rating pengguna U1 terhadap *Outfit* D adalah sebesar 3.40. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memperkirakan U1 akan memberikan penilaian positif terhadap *Outfit* D. Dengan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*, sistem merekomendasikan *Outfit* D

kepada U1 karena outfit tersebut memiliki tingkat kemiripan yang cukup tinggi dengan item-item yang sebelumnya telah diberi rating cukup baik oleh U1.

3.3.3 Desain *Output*

Tahap akhir dari proses sistem rekomendasi adalah penyajian hasil keluaran (*output*) kepada pengguna. Berdasarkan hasil perhitungan prediksi nilai (*predicted rating*) yang telah dilakukan sebelumnya, sistem akan menghasilkan daftar rekomendasi menggunakan strategi *Top-N Recommendation*.

Sistem akan melakukan pengurutan (*ranking*) terhadap seluruh item yang belum pernah dimiliki oleh pengguna berdasarkan nilai prediksi tertinggi ke terendah. Lima item *outfit* dengan nilai prediksi tertinggi akan dipilih sebagai output final. Secara visual, kelima item ini akan ditampilkan pada antarmuka menu "Rekomendasi" di dalam *game*. Melalui fitur ini, pengguna dapat melihat daftar pakaian yang diprediksi paling sesuai dengan preferensi mereka, sehingga dapat membantu pengguna dalam mengambil keputusan untuk membeli atau menggunakan *outfit* tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

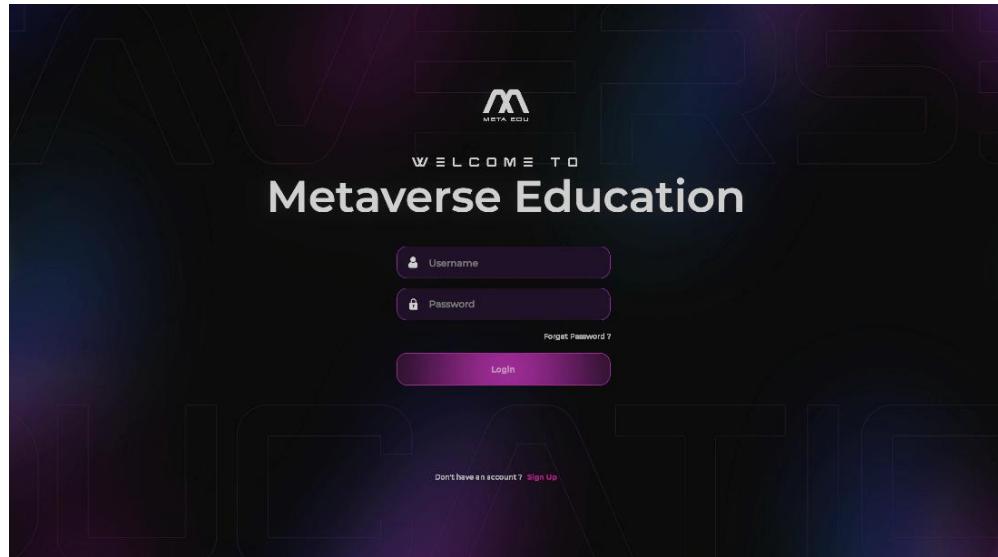
4.1 Implementasi Sistem

Pada bab ini membahas mengenai proses implementasi sistem rekomendasi outfit berbasis Collaborative Filtering yang diterapkan dalam game edukasi berbasis 3D. Sistem dirancang untuk membantu pemain memilih pakaian yang sesuai dengan preferensi mereka melalui fitur rating dan rekomendasi yang terintegrasi secara langsung dalam gameplay. Implementasi dilakukan menggunakan *tools* seperti Unity untuk antarmuka visual dan MySQL untuk pengelolaan basis data. Fokus utama dari implementasi ini adalah pada pengolahan data rating, perhitungan *similarity*, prediksi preferensi pengguna, hingga penampilan rekomendasi yang bersifat personal.

4.1.1 Tampilan Antarmuka

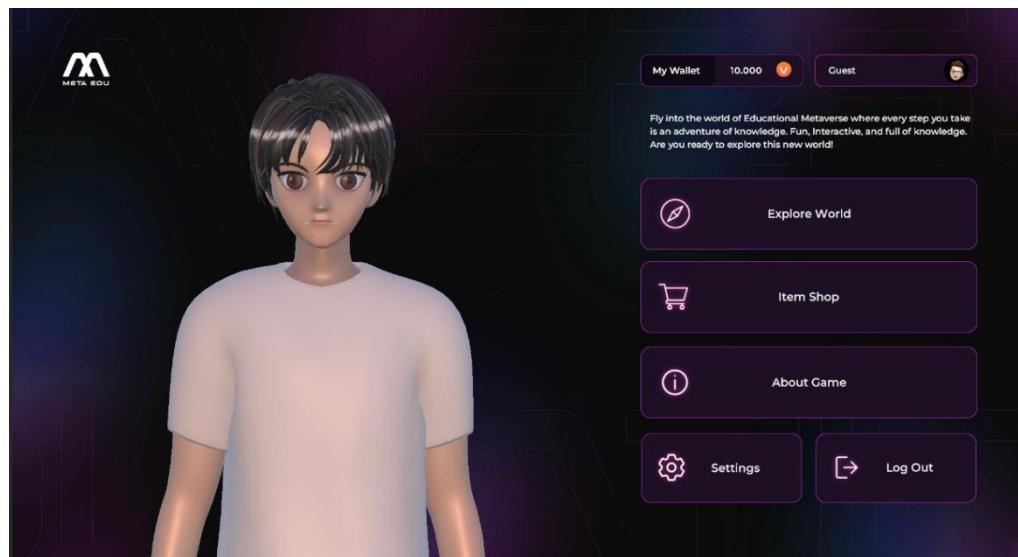
Melalui tampilan antarmuka atau bisa disebut dengan *User Interface* dalam game adalah bagian dari perangkat lunak yang memungkinkan pemain dapat berinteraksi dengan sistem. Dalam game ini pemain akan melalui beberapa tahap yang akan dijelaskan berdasarkan urutan sebagai berikut:

1. Pada awal memulai game pemain akan ditampilkan dengan form login yang memasukan *username* dan *password*, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



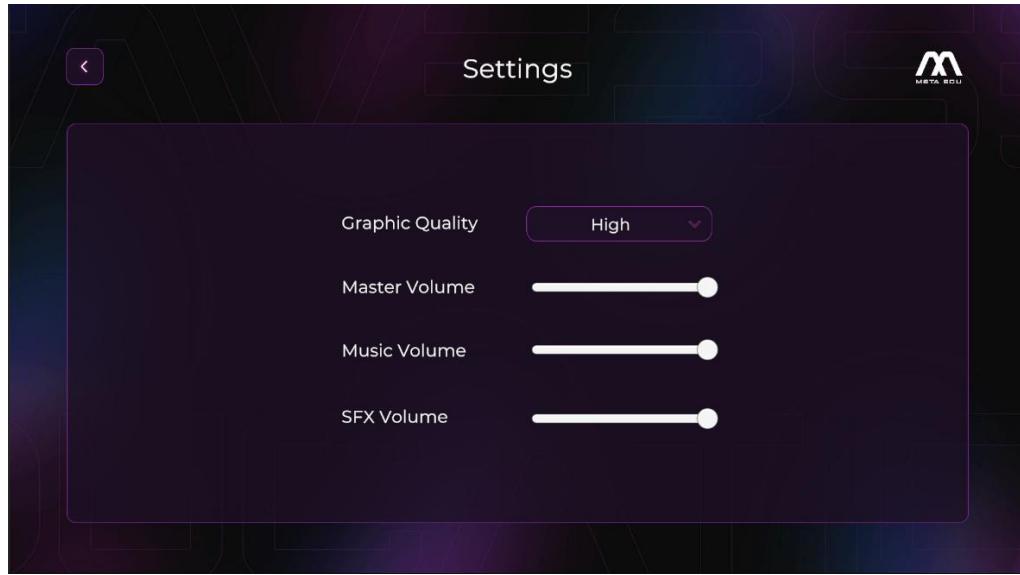
Gambar 4. 1 Tampilan Form Login

2. Berikut tampilan menu utama pada game, yang menampilkan beberapa tombol dan informasi diantaranya *Explore World*, *Item Shop*, *About Game*, *Settings* dan *Log out*. Tampilan ini ditunjukkan pada gambar 4.2.



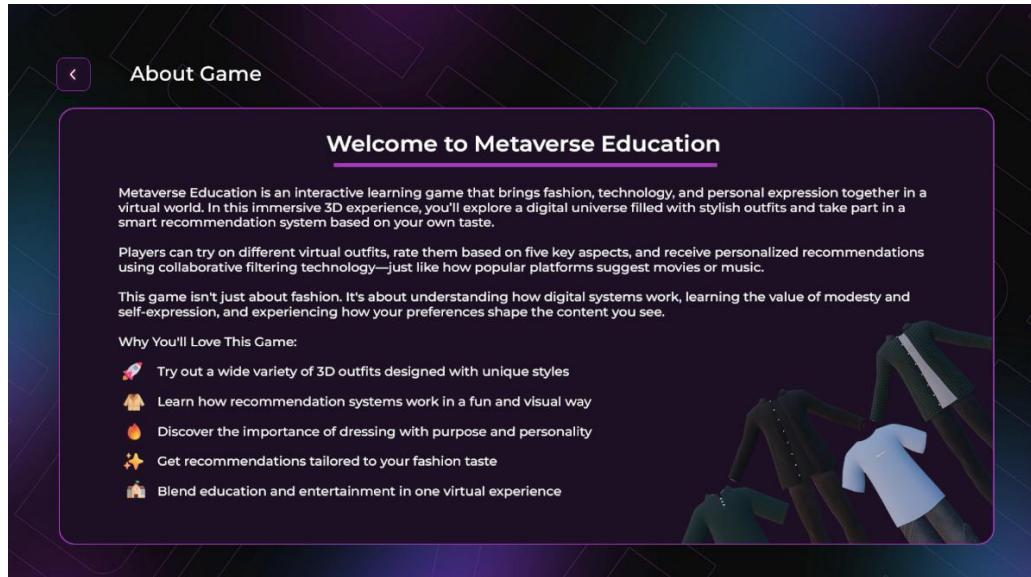
Gambar 4. 2 Tampilan Main Menu

3. Pada Tampilan *Settings* berfungsi untuk mengatur kualitas render gambar, *Master Volume*, *Music Volume* dan perubahan untuk *SFX Volume*. Menu ini ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tampilan *Settings*

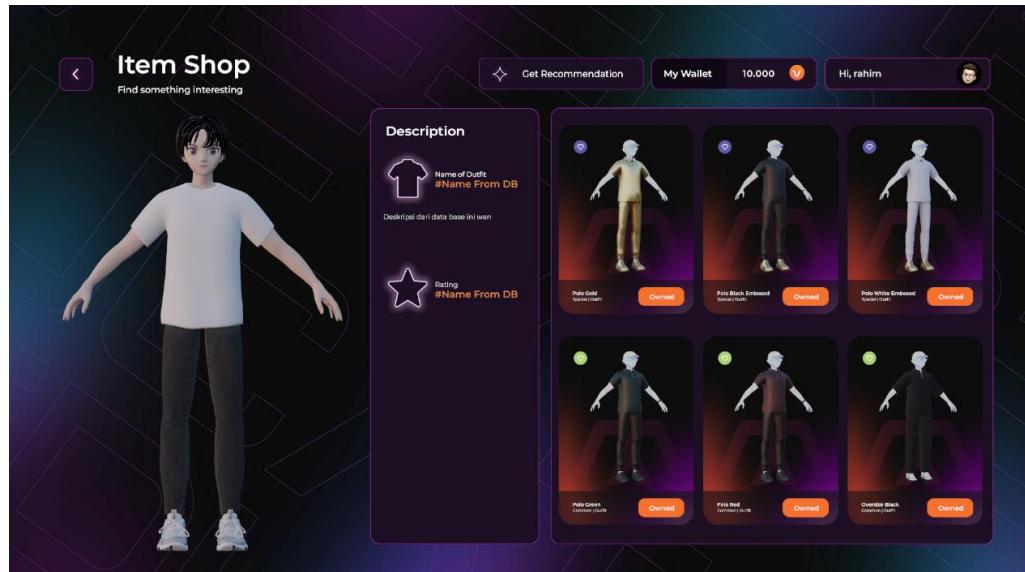
4. Tampilan *About Game* menjelaskan terkait dengan deskripsi singkat pada game Metaverse Education. Tampilan ini dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Tampilan *About Game*

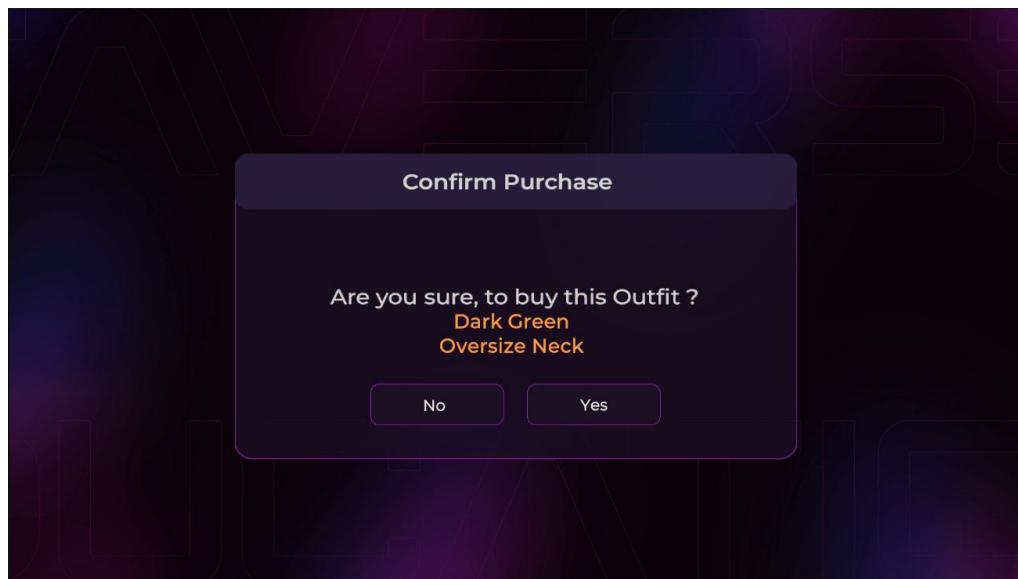
5. Antarmuka *Item Shop* menampilkan daftar outfit virtual yang dapat dibeli oleh pengguna. Setiap item disajikan dalam tampilan visual lengkap dengan informasi nama dan harga. Pengguna dapat membeli langsung outfit yang diinginkan atau mengakses fitur rekomendasi untuk mendapatkan saran berdasarkan preferensi

pribadi. Desain dibuat intuitif agar proses pemilihan dan pembelian berlangsung efisien dan personal. Tampilan *Item Shop* dapat dilihat pada gambar 4.5.



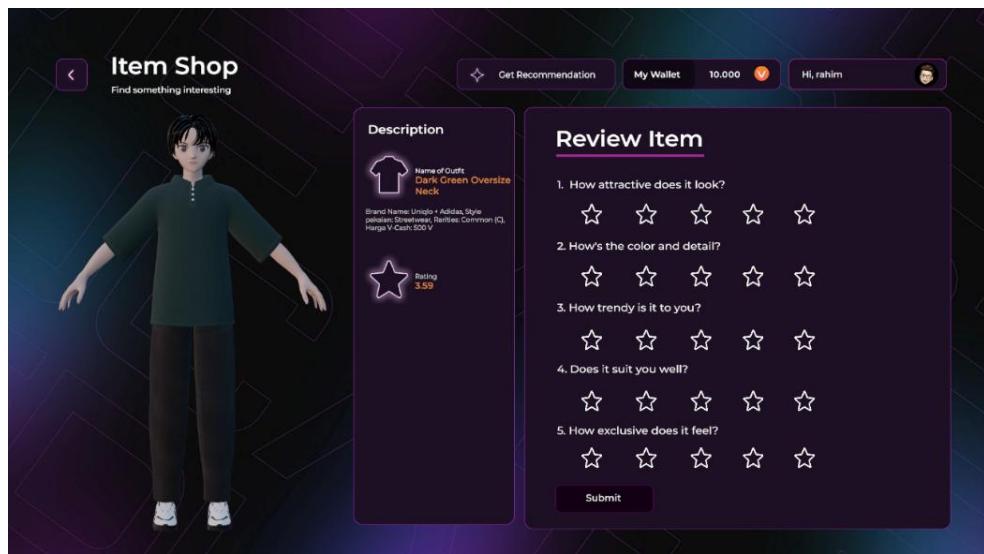
Gambar 4. 5 Tampilan Item Shop

6. *Pop-up Confirm Purchase* akan muncul ketika pengguna ingin membeli pakaian, baik secara langsung melalui daftar item yang tersedia maupun melalui hasil rekomendasi sistem. Tampilan ini dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Pop-Up Confirm Purchase

7. *Review Item* memungkinkan pengguna memberikan penilaian terhadap pakaian yang telah dibeli. Setelah penggunaan, pengguna akan diminta menjawab lima pertanyaan terkait kepuasan dan kesesuaian outfit. Jawaban dari pertanyaan ini akan dikonversi menjadi data rating yang selanjutnya digunakan oleh sistem untuk membangun model rekomendasi yang lebih akurat dan personal. Tampilan ini dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 *Review Item outfit*

8. Ketika pengguna menekan tombol *Get Recommendation*, sistem akan menampilkan lima outfit yang direkomendasikan berdasarkan pola preferensi dan riwayat penilaian pengguna. Rekomendasi ini ditampilkan secara visual dalam katalog, sehingga pengguna dapat langsung meninjau atau membeli outfit yang disarankan. Tampilan ini dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Rekomendasi *outfit* untuk *user*

4.1.2 Alur Kerja Sistem

Berikut alur kerja sistem secara umum:

1. Pemain membeli salah satu outfit di dalam Item Shop.
2. Setelah pembelian, pemain diarahkan ke form penilaian (rating form) untuk memberikan rating pada 5 kriteria.
3. Nilai rating dikonversi menjadi skor akhir (skala 1.0–5.0) per outfit.
4. Sistem menghitung nilai similarity antar item menggunakan Adjusted Cosine Similarity.
5. Sistem menghitung prediksi rating outfit yang belum dirating menggunakan formula Weighted Sum.
6. Sistem menampilkan 5 outfit dengan prediksi tertinggi sebagai rekomendasi kepada pemain.

4.2 Uji Coba Sistem

Tahap uji coba sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan keakuratan sistem rekomendasi outfit yang telah dikembangkan. Pengujian difokuskan pada proses pemberian rating, perhitungan kemiripan antar item, prediksi rating, serta kesesuaian rekomendasi yang dihasilkan. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi yang relevan sesuai preferensi pengguna.

4.2.1 Data Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melibatkan 36 pemain yang masing-masing diminta untuk memberikan rating terhadap beberapa outfit berdasarkan 5 kriteria penilaian yang berupa pengisian kuisioner melalui pendekatan wawancara langsung. Total terdapat 36 outfit 3D laki-laki yang dikembangkan sebagai alternatif rekomendasi, setiap rating dikumpulkan dan disimpan dalam bentuk tabel user-item untuk digunakan dalam proses perhitungan. Berikut adalah hasil data *rating outfit* berdasarkan kuisioner *user* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data *rating outfit* berdasarkan kuisioner *user*

No	Name Outfit	U1	U2	U3	U4	U5	...	U35	U36
1	Black T-shirt	4	4	4,5	4	4	...	4	4
2	Olive T-shirt	3,5	4	3,5	4	4	...	3	4
3	Wild Flower Off-White	3,5	5	4	3	3	...	2	2
4	Black Cyber techwear	4	5	5	4	3	...	1	2
5	Polo Black	4,5	3,5	4,5	4	4	...	4	3
...
35	Mono Abstract Shirt	4,5	4	4	3	3	...	3	3
36	White Batik Kawung	5	4,8	4	5	5	...	5	5

Berdasarkan tabel 4.1, data *rating* secara lengkap yang mencakup seluruh pengguna dan *outfit*, dapat dilihat pada Lampiran 1. *Data Rating User*.

4.2.2 Perhitungan *Adjust Cosine Similarity*

Perhitungan dilakukan menggunakan metode *Adjusted Cosine Similarity*, yang memperhitungkan rata-rata rating masing-masing pengguna untuk mengurangi bias penilaian. Dalam prosesnya, sistem menghitung selisih antara *rating outfit* dan rata-rata rating pengguna, lalu mengalikan selisih tersebut antar dua *outfit* yang dibandingkan. Nilai *similarity* diperoleh dari hasil pembagian antara total perkalian selisih rating (*dot product*) dengan hasil akar dari kuadrat masing-masing selisih (norma). Rumus perhitungan ditampilkan dalam bentuk pseudocode berikut:

```

Function CalculateItemSimilarity(itemA, itemB):
    Initialize dotProduct = 0
    Initialize normA = 0
    Initialize normB = 0

    For each user in allUsers:
        If user has rated both itemA and itemB:
            meanRating = average of all ratings by user
            ratingA = rating of itemA - meanRating
            ratingB = rating of itemB - meanRating
            dotProduct += ratingA × ratingB
            normA += ratingA × ratingA
            normB += ratingB × ratingB

    If normA == 0 or normB == 0:
        Return 0

    similarity = dotProduct / (sqrt(normA) × sqrt(normB))
    Return similarity

```

Gambar 4. 9 Pseudocode Perhitungan *Adjust Cosine Similarity*

Berikut merupakan hasil dari user 1 dan user 2 yang telah diperoleh dan diolah dalam proses perhitungan similarity sebagai hasil perbandingan nilai *similarity* yang didapat, yang akan dijabarkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Matriks nilai *similarity* antar *outfit* penilaian *user 1* dan *user 2*

User 1-2	Outfit 1	Outfit 2	Outfit 3	Outfit 4	Outfit 5	...	Outfit 35	Outfit 36
Outfit 1	1,00	0,32	-0,90	-0,38	1,00	...	0,91	0,39
Outfit 2	0,32	1,00	-0,71	-1,00	0,29	...	-0,11	-0,75
Outfit 3	-0,90	-0,71	1,00	0,75	-0,88	...	-0,63	0,06
Outfit 4	-0,38	-1,00	0,75	1,00	-0,35	...	0,04	0,70
Outfit 5	1,00	0,29	-0,88	-0,35	1,00	...	0,92	0,42

...
Outfit 35	0,91	-0,11	-0,63	0,04	0,92	...	1,00	0,74
Outfit 36	0,39	-0,75	0,06	0,70	0,42	...	0,74	1,00

Berdasarkan tabel 4.2, data matriks nilai *similarity* secara lengkap yang mencakup *user* 1 dan *user* 2, dapat dilihat pada Lampiran 2: Matriks nilai similarity *user* 1 dan *user* 2 . Dimana pada Tabel 4.2 menampilkan hasil perhitungan kemiripan antar item outfit yang diperoleh dari data penilaian dua pengguna, yaitu *User* 1 dan *User* 2. Nilai kemiripan dihitung menggunakan metode *Cosine Similarity* untuk mengukur sejauh mana preferensi kedua pengguna terhadap sepasang outfit memiliki pola yang serupa. Masing-masing nilai dalam tabel menunjukkan tingkat kedekatan antara dua item berdasarkan rating yang diberikan, dengan nilai mendekati 1 berarti sangat mirip, sedangkan nilai mendekati -1 menunjukkan ketidaksamaan preferensi. Data ini digunakan sebagai dasar dalam proses prediksi rating untuk item yang belum dinilai dan membantu sistem dalam menghasilkan rekomendasi outfit yang lebih akurat bagi pengguna.

4.2.3 Hasil Uji Coba

Pada tahap ini, dilakukan uji coba sistem terhadap lima pengguna yang telah aktif memberikan penilaian terhadap sejumlah outfit. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengevaluasi performa sistem dalam memberikan rekomendasi yang sesuai berdasarkan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*. Proses ini diawali dengan pemrosesan data penilaian yang telah diberikan oleh pengguna, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai kemiripan antar item, serta estimasi prediksi rating untuk item yang belum dinilai oleh masing-masing pengguna.

Prediksi ini dihasilkan melalui algoritma yang telah diimplementasikan pada *game engine*, dengan memanfaatkan data rating sebelumnya dan menghitung nilai

prediksi untuk setiap item yang belum dirating oleh pengguna. Setelah itu, sistem akan melakukan proses penyortiran (*sorting*) untuk menampilkan lima outfit dengan prediksi rating tertinggi sebagai rekomendasi yang bersifat personal.

Sebelum memasuki pembahasan hasil uji coba untuk masing-masing pengguna, berikut disajikan pseudocode dari fungsi *predict rating*, *get recommendation* dan *sorting recommendation* yang diterapkan dalam sistem untuk menghitung rating yang diperkirakan. Berikut adalah *pseudocode* dari fungsi *predict rating* sebagai berikut.

```
Function PredictRating(user, targetItem):
    userRatings ← get all ratings by user
    numerator ← 0
    denominator ← 0
    For each (item, rating) in userRatings:
        If item == targetItem:
            Continue
        similarity ← CalculateItemSimilarity(item, targetItem)
        If similarity ≤ 0:
            Continue
        numerator ← numerator + (similarity × rating)
        denominator ← denominator + Absolute(similarity)

    If denominator == 0:
        return 0
    return numerator / denominator
```

Gambar 4. 10 *Pseudocode Predict Rating*

Sedangkan *pseudocode* pada *get recommendation* dan *sorting recommendation* yang diterapkan dalam sistem sebagai berikut.

```
Function GetRecommendation():

    For each userFeedback in AllUserFeedback:
        AddRating(userFeedback.user, userFeedback.item,
        userFeedback.rating)

        For each item in AllAvailableItems:
            predictedRating ← PredictRating(CurrentUser, item)
            AddToRecommendations(CurrentUser, item,
            predictedRating)

    SortRecommendations(CurrentUser)
Function SortRecommendations(user):
    recommendations ← Get all predicted items and ratings
    for user
        sorted ← Sort recommendations by predicted rating in
        descending order
        Save sorted recommendations for user
```

Gambar 4. 11 *Pseudocode Get Recommendation* dan *Shorting* hasil Rekomendasi.

Setelah dijelaskan bagaimana sistem merekomendasikan outfit melalui perhitungan prediksi rating berbasis kemiripan antar item, selanjutnya dilakukan tahap uji coba terhadap beberapa pengguna yang telah memberikan penilaian. Uji coba ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil rekomendasi sistem berdasarkan data rating aktual. Setiap uji coba akan memperlihatkan proses prediksi nilai untuk item yang belum dinilai, serta daftar outfit yang direkomendasikan kepada pengguna berdasarkan nilai prediksi tertinggi. Berikut adalah pembahasan hasil uji coba pada lima pengguna terpilih.

4.2.3.1 Uji Coba ke-1

Pada uji coba pertama, sistem menghasilkan lima outfit rekomendasi untuk pengguna U1 berdasarkan hasil perhitungan prediksi rating terhadap item-item yang belum pernah dinilai oleh pengguna tersebut. Rekomendasi ini diperoleh dengan membandingkan kemiripan antar item yang telah dirating sebelumnya oleh U1 menggunakan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*. Semakin tinggi nilai prediksi, semakin besar kemungkinan pengguna menyukai outfit tersebut. Berikut adalah daftar outfit yang direkomendasikan kepada U1 pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Rekomendasi *Outfit User 1*

No.	Hasil Rekomendasi Outfit	Nilai Prediksi
1.	<i>National White T-Shirts</i>	4.120
2.	<i>Brown Batik Jepara</i>	4.033
3.	<i>Olive T-Shirts</i>	4.024
4.	<i>Brown Oversize Neck</i>	4.019
5.	<i>White Blue Oversize Neck</i>	4.005

Berdasarkan hasil Tabel 4.3 menunjukkan lima outfit dengan prediksi rating tertinggi yang direkomendasikan kepada pengguna U1. Seluruh item memiliki nilai di atas 4, menandakan kecocokan tinggi dengan preferensi pengguna dan menunjukkan efektivitas sistem dalam menghasilkan rekomendasi yang relevan.

4.2.3.2 Uji Coba ke-2

Pengujian pada pengguna kedua dilakukan untuk mengevaluasi hasil rekomendasi sistem berdasarkan data penilaian yang telah diberikan sebelumnya. Sistem akan menghitung prediksi rating terhadap outfit yang belum dinilai dan menampilkan lima rekomendasi teratas sesuai preferensi pengguna ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Rekomendasi *Outfit User 2*

No.	Hasil Rekomendasi Outfit	Nilai Prediksi
1.	<i>Black Supreme</i>	4.831
2.	<i>Brown Flannel Shirts</i>	4.764
3.	<i>Green Flannel Shirts</i>	4.743
4.	<i>Black Timberland</i>	4.743
5	<i>Brown Vest Tactical</i>	4.678

4.2.3.3 Uji Coba ke-3

Pada tahap ini, sistem diuji terhadap pengguna ketiga yang telah memberikan sejumlah rating terhadap outfit. Tujuan uji coba ini adalah untuk menilai konsistensi dan akurasi sistem dalam menghasilkan rekomendasi berdasarkan pola penilaian pengguna.

Hasil rekomendasi *outfit user 3* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Rekomendasi Outfit User 3

No.	Hasil Rekomendasi Outfit	Nilai Prediksi
1.	<i>Black Vest Tactical</i>	4.324
2.	<i>Green Flannel Shirts</i>	4.308
3.	<i>Brown Flannel Shirts</i>	4.299
4.	<i>Black Supreme</i>	4.187
5	<i>Purple Flannel Shirts</i>	4.169

4.2.3.4 Uji Coba ke-4

Uji coba keempat dilakukan dengan melibatkan pengguna lain yang aktif dalam memberikan rating. Sistem kemudian memproses data tersebut untuk menghitung prediksi pada outfit yang belum dinilai dan menyusun rekomendasi berdasarkan hasil tertinggi. Hasil Rekomendasi *Outfit User 4* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Rekomendasi Outfit User 4

No.	Hasil Rekomendasi Outfit	Nilai Prediksi
1.	<i>White Red-Tag Supreme</i>	4.567
2.	<i>Black Timberland</i>	4.513
3.	<i>Brown Vest Tactical</i>	4.453
4.	<i>Black Supreme</i>	4.439
5	<i>Green Flanel Shirts</i>	4.427

4.2.3.5 Uji Coba ke-5

Tahap terakhir dari pengujian dilakukan terhadap pengguna kelima, dengan tujuan untuk mengamati bagaimana sistem menghasilkan rekomendasi yang sesuai berdasarkan data historis pengguna tersebut. Proses ini juga menjadi bagian dari evaluasi performa sistem secara menyeluruh. Hasil Rekomendasi *Outfit User 5* dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Rekomendasi Outfit User 5

No.	Hasil Rekomendasi Outfit	Nilai Prediksi
1.	<i>Polo Special White (Embossed)</i>	4.831
2.	<i>Polo Special Black (Embossed)</i>	4.764
3.	<i>Dior Oblique</i>	4.743
4.	<i>Black Oversize Neck</i>	4.743
5	<i>Green Flannel Shirts</i>	4.678

Melalui pengujian di atas, sistem berhasil memberikan lima rekomendasi outfit terbaik untuk masing-masing dari lima pengguna berdasarkan pola penilaian mereka. Dengan metode *Item-Based Collaborative Filtering*, rekomendasi yang dihasilkan menunjukkan nilai prediksi yang tinggi dan konsisten, menandakan sistem mampu menyesuaikan hasil rekomendasi dengan preferensi pengguna secara akurat.

Outfit seperti *Black Supreme* dan *Green Flannel Shirts* sering muncul, menunjukkan popularitas item berdasarkan kemiripan. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang baik dan layak digunakan sebagai rekomendasi personal outfit.

4.3 Evaluasi Hasil Prediksi dan *Usability*

Pada tahap ini, perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE) dilakukan terhadap lima pengguna (U1–U5) berdasarkan lima outfit rekomendasi teratas yang telah diberikan sebelumnya. Hasil evaluasi ini akan memberikan gambaran seberapa baik sistem dalam menyesuaikan rekomendasi dengan preferensi nyata pengguna. Semakin kecil nilai MAE, maka semakin akurat sistem dalam memprediksi preferensi pengguna terhadap outfit yang belum dinilai. Pada tabel berikut ini akan ditampilkan dari hasil *Predicted Rating* yang merupakan hasil dari perhitungan metode, *Actual rating* adalah nilai awal yang di berikan user terhadap outfit dan *Absoulte Error* adalah hasil perhitungan *Predicted Rating* yang dikurangi *Actual Rating*.

Tabel 4. 8 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 1

User	Outfit	Predicted Rating	Actual Rating	Absolute Error
U1	National White T-Shirts	4,12	3	1, 12
U1	Brown Batik Jepara	4,033	5	0, 967
U1	Olive T-Shirts	4,024	3,5	0, 524
U1	Brown Oversize Neck	4,019	3,8	0, 219
U1	White Blue Oversize Neck	4,005	3,8	0, 205

Tabel 4. 9 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 2

User	Outfit	Predicted Rating	Actual Rating	Absolute Error
U2	Black Supreme	4,831	4,5	0, 331
U2	Brown Flanel Shirts	4,764	5	0, 236
U2	Green Flanel Shirts	4,743	4,8	0, 057
U2	Black Timberland	4,743	4,5	0, 243
U2	Brown Vest Tactical	4,678	5	0, 322

Tabel 4. 10 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 3

User	Outfit	Predicted Rating	Actual Rating	Absolute Error
U3	Black Vest Tactical	4,324	4	0, 324
U3	Green Flannel Shirts	4,308	3,5	0, 808
U3	Brown Flannel Shirts	4,299	4,5	0, 201
U3	Black Supreme	4,187	5	0, 813
U3	Purple Flannel Shirts	4,169	5	0, 831

Tabel 4. 11 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 4

User	Outfit	Predicted Rating	Actual Rating	Absolute Error
U4	<i>White Red-Tag Supreme</i>	4,567	5	0, 433
U4	<i>Black Timberland</i>	4,513	5	0, 487
U4	<i>Brown Vest Tactical</i>	4,453	5	0, 547
U4	<i>Black Supreme</i>	4,439	4	0, 439
U4	<i>Green Flannel Shirts</i>	4,427	4	0, 427

Tabel 4. 12 Tabel Evaluasi perhitungan MAE user 5

User	Outfit	Predicted Rating	Actual Rating	Absolute Error
U5	<i>Polo Special White (Embossed)</i>	4,831	5	0, 169
U5	<i>Polo Special Black (Embossed)</i>	4,764	5	0, 236
U5	<i>Dior Oblique</i>	4,743	5	0, 257
U5	<i>Black Oversize Neck</i>	4,743	4	0, 743
U5	<i>Green Flannel Shirts</i>	4,678	4	0, 678

Berdasarkan hasil perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE) terhadap lima pengguna yang dijadikan sampel, diperoleh rata-rata nilai kesalahan prediksi yang tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem rekomendasi mampu memberikan prediksi rating yang cukup akurat dan sesuai dengan preferensi pengguna. Akurasi yang tinggi ini menjadi indikator bahwa pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* yang diterapkan bekerja secara efektif dalam konteks data yang digunakan.

Setelah melakukan evaluasi secara kuantitatif melalui MAE, tahap selanjutnya adalah mengevaluasi aspek kegunaan dan kenyamanan sistem dari sudut pandang pengguna. Evaluasi ini dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), yang memberikan gambaran persepsi pengguna terhadap kualitas antarmuka, kemudahan penggunaan, dan pengalaman interaksi secara keseluruhan. Pada tahap ini, kuisioner SUS telah diisi oleh 15 responden yang telah mencoba sistem, sehingga hasil yang diperoleh mencerminkan umpan balik langsung dari pengguna terkait sejauh mana sistem ini dapat digunakan secara efektif dan efisien. Berikut Tabel kuisioner yang telah didapatkan dan hasil skor dari perhitungan SUS dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4. 13 Tabel Evaluasi Hasil SUS

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	SUS Score
U1	4	2	4	2	5	1	5	1	4	1	87, 5
U2	4	3	4	2	3	2	5	2	3	3	67, 5
U3	5	1	5	3	5	2	4	1	5	1	90
U4	4	2	4	5	4	1	4	2	4	2	70
U5	4	1	5	3	4	2	5	2	4	3	77, 5
U6	3	1	5	2	5	2	4	1	5	1	87, 5
U7	5	1	5	2	5	1	4	1	4	1	92, 5
U8	5	1	5	1	4	3	5	1	4	3	85
U9	5	1	5	3	5	3	5	3	5	2	82, 5
U10	3	1	4	3	5	1	4	1	5	3	80
U11	4	1	4	1	4	2	4	2	4	2	80
U12	5	1	5	1	5	2	5	1	4	2	92, 5
U13	3	2	4	2	4	2	5	2	4	1	77, 5
U14	4	1	5	1	4	2	5	2	5	1	90
U15	4	1	4	1	4	1	3	1	4	4	77, 5
SUS Score											82,5

Sebagai contoh perhitungan *System Usability Scale (SUS)*, dilakukan pada *User 1* dengan hasil penilaian terhadap sepuluh pernyataan SUS yaitu: 4, 2, 4, 2, 5, 1, 5, 1, 4, dan

1. Berdasarkan rumus perhitungan, untuk pertanyaan bernomor ganjil (*positif*) digunakan rumus $Skor = Jawaban - 1$, sedangkan untuk pertanyaan bernomor genap (*negatif*) digunakan rumus $Skor = 5 - Jawaban$. Dari hasil perhitungan diperoleh total skor sebesar 35, kemudian dikalikan 2,5 sesuai rumus $SUS = Total Skor \times 2.5$, sehingga didapat nilai SUS sebesar 82,5.

Berdasarkan hasil evaluasi SUS pada tabel 4.13, sistem memperoleh skor rata-rata 82,5 dari 100. Skor ini menunjukkan bahwa tingkat kegunaan dan kenyamanan sistem berada pada kategori “*Excellent*” untuk hasil kategori ini bisa merujuk kembali pada gambar 2.1 Visualisasi *SUS Score*. Artinya, mayoritas pengguna merasa bahwa sistem ini mudah digunakan, terintegrasi dengan baik, dan tidak membingungkan.

Dengan skor SUS sebesar ini, sistem tidak hanya memenuhi *standar usability* secara umum, tetapi juga memiliki potensi untuk memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan dan efisien, bahkan kepada pengguna baru. Hasil ini sekaligus memperkuat validitas sistem sebagai *platform* yang layak untuk diterapkan lebih luas di masa depan.

4.4 Integrasi Islam

Dalam perspektif Islam, setiap pengembangan teknologi sebaiknya berorientasi pada kemaslahatan, yaitu memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi kehidupan manusia. Sebagaimana sabda Nabi Muhammad SAW, “*Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lain*” (HR. Ahmad, Thabrani dan Daruquthni), maka pengembangan sistem rekomendasi outfit ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis semata, melainkan juga bertujuan untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna dalam memilih outfit secara efisien. Dengan mengintegrasikan metode Collaborative Filtering, sistem ini membantu pengguna menemukan pilihan yang paling sesuai dengan preferensi mereka, tanpa harus menelusuri satu per satu secara manual. Hal ini mencerminkan nilai dasar Islam dalam mendorong pemanfaatan teknologi untuk kemanfaatan bersama, yang selaras dengan konsep *rahmatan lil 'alamin*.

Dalam etika berpakaian bukan hanya soal estetika, tetapi juga merupakan bagian dari akhlak dan ibadah yang mencerminkan nilai-nilai kesopanan serta ketundukan pada syariat. Allah SWT berfirman dalam Surah Al-A'raf ayat 26 bahwa pakaian memiliki dua fungsi utama: menutup aurat dan memperindah penampilan. Namun, yang paling utama adalah “*pakaian takwa*,” yang sejatinya bukan terletak pada jasad atau tampilan fisik semata, melainkan tercermin dari keimanan dan ketaatan kepada Allah SWT, serta

menjauhi larangan-Nya. Salah satu wujud takwa tersebut adalah sikap sadar dalam memilih pakaian yang sesuai dengan syariat, sebagaimana dicontohkan oleh Nabi Muhammad SAW.

Sistem rekomendasi outfit yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya memfasilitasi pemilihan item fashion secara digital, tetapi juga dapat diarahkan ke arah edukasi nilai-nilai kesopanan dan kepatuhan terhadap aturan berpakaian dalam Islam, khususnya dalam konteks metaverse edukasi. Hal ini sejalan dengan perintah Allah dalam Surah An-Nur ayat 30–31, yang memerintahkan laki-laki dan perempuan untuk menjaga pandangan dan memelihara aurat mereka sebagai bentuk kesucian diri:

فُلَّا لِّلْمُؤْمِنِينَ يَعْصُو مِنْ أَبْصَرِهِمْ وَيَخْفِظُوا فُرُوجَهُمْ ذَلِكَ أَزْكِيٌّ لَّهُمْ إِنَّ اللَّهَ حَبِّرُوا إِمَّا يَصْنَعُونَ
وَفُلَّا لِّلْمُؤْمِنَاتِ يَعْصُضُنَّ مِنْ أَبْصَرِهِنَّ وَيَخْفِظُنَّ فُرُوجَهُنَّ وَلَا يُبَدِّلَنَّ زِينَتَهُنَّ إِلَّا مَا ظَهَرَ مِنْهَا وَيُنْسِبُنَّ بِخُرُونَهُنَّ عَلَىٰ جِيُونَهُنَّ
وَلَا يُبَدِّلَنَّ زِينَتَهُنَّ إِلَّا لِيُعَوِّلُنَّ أَوْ إِبَاءَهُنَّ أَوْ أَبْنَاءَ بُعُولَتَهُنَّ أَوْ إِحْوَنَهُنَّ أَوْ بَنِي إِحْوَنَهُنَّ أَوْ بَنِي
أَخْوَنَهُنَّ أَوْ نِسَاءَهُنَّ أَوْ مَلَكَتْ أَيْتَهُنَّ أَوِ الْتَّبِعِينَ عَيْرُ أُولَئِكَ الْإِرْبَةَ مِنَ الْرِّجَالِ أَوِ الْطِّفَلِ الَّذِينَ لَمْ يَظْهِرُوا عَلَىٰ عَوْرَتِ الْأَسْنَاءِ
وَلَا يَصْرِفُنَّ بِأَرْجُلِهِنَّ لِيُعْلَمَ مَا يُخْفِيَنَّ مِنْ زِينَتَهُنَّ وَنُوَيْتُمَا إِلَىٰ اللَّهِ جَمِيعًا أَيْهَا الْمُؤْمِنُونَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

"Katakanlah kepada laki-laki yang beriman: 'Hendaklah mereka menahan pandangannya, dan memelihara kemaluannya; yang demikian itu adalah lebih suci bagi mereka. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang mereka perbuat.' Dan katakanlah kepada perempuan yang beriman: 'Hendaklah mereka menahan pandangannya, dan memelihara kemaluannya, dan janganlah mereka menampakkan perhiasannya kecuali yang biasa nampak darinya.'" (QS. An-Nur: 30–31).

Tafsir menyebut bahwa menundukkan pandangan (ghaddul basar) merupakan langkah preventif dalam menjaga hati dan moral, sementara menutup aurat dan keterbatasan akses pada perhiasan mencerminkan nilai kesopanan yang mendalam (Imad Zuhair Hafidz, Prof. Dr. *Tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah*). Penanaman nilai seperti ini penting diterapkan dalam sistem rekomendasi, bahkan dalam metaverse—agar teknologi tidak hanya mempermudah, tetapi juga mendidik pengguna untuk tetap berpegang pada norma Islami dalam berpakaian.

Dalam konteks tersebut, Islam menekankan pentingnya prinsip *taysīr* (kemudahan), yang menjadi dasar dalam setiap penerapan ajaran agama, termasuk dalam pemanfaatan teknologi. Allah Subhanahu wa Ta’ala berfirman: “*Dan Dia sekali-kali tidak menjadikan untuk kamu dalam agama suatu kesempitan*” (QS. Al-Hajj: 78). Prinsip ini dikuatkan oleh kaidah fikih *al-masyaqqaḥ tajlibu at-taysīr* yang berarti “kesulitan mendatangkan kemudahan.” Implementasi sistem rekomendasi outfit yang dirancang dalam penelitian ini pun merepresentasikan nilai tersebut, karena mempermudah pengguna dalam menentukan pilihan pakaian secara efisien dan nyaman di lingkungan virtual, tanpa menyimpang dari nilai-nilai Islam yang telah disyariatkan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memberikan solusi teknologi, tetapi juga membawa nilai edukatif yang relevan dengan prinsip-prinsip syariat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem rekomendasi outfit pada game edukasi berbasis metaverse berhasil dibangun menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Sistem ini mampu memberikan saran outfit yang relevan dengan preferensi pengguna berdasarkan nilai rating yang diberikan. Proses rekomendasi dilakukan melalui perhitungan kesamaan antar-item dan prediksi rating, sehingga pemain memperoleh rekomendasi outfit yang sesuai dengan gaya dan kesukaannya.

Evaluasi akurasi sistem menggunakan metode *Mean Absolute Error (MAE)* menunjukkan nilai kesalahan yang terbilang rendah dengan nilai *Absolute Error* paling nilai terendah 0,169 dan tertinggi 1,12. Menandakan bahwa prediksi sistem memiliki tingkat akurasi yang baik karena prediksi yang dihasilkan memiliki selisih yang kecil terhadap preferensi aktual pengguna. Hal ini membuktikan bahwa metode *Item-Based Collaborative Filtering* efektif dalam menghasilkan rekomendasi yang akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, hasil evaluasi *SUS Score* memperoleh nilai rata-rata sebesar “82,5” yang termasuk dalam kategori “*Excellent*”. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kemudahan penggunaan dan kenyamanan yang tinggi, serta diterima dengan baik oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Menambah jumlah data pengguna dan item outfit agar hasil perhitungan similarity dan prediksi semakin akurat dan representatif.
2. Mengembangkan sistem dengan algoritma hybrid recommendation yang menggabungkan *Collaborative Filtering* dan *Content-Based Filtering* untuk meningkatkan kualitas rekomendasi.
3. Menyempurnakan tampilan antarmuka (UI/UX) agar lebih menarik dan interaktif dalam lingkungan metaverse.
4. Memperluas sistem agar dapat memberikan rekomendasi outfit untuk pengguna perempuan dengan tetap memperhatikan nilai kesopanan berpakaian dalam Islam.
5. Menambahkan fitur edukatif dan interaksi sosial antar pemain untuk meningkatkan pengalaman belajar dan keterlibatan pengguna dalam game. Disarankan untuk menambahkan fitur *user profile* agar sejak awal pengguna dapat menerima rekomendasi outfit yang lebih sesuai dengan preferensi.

DAFTAR PUSTAKA

Bagus Ekasanjaya, R. (2024). *Sistem Pemberi Rekomendasi Pakaian Menggunakan Metode Content-Based Filtering*.

Damar, M. (2021). *Analisis Potensi Metaverse Pada Dunia Pendidikan Di Indonesia*. <Http://Jiip.Stkipyapisdompu.Ac.Id>

Díaz, J. E. M., Saldaña, C. A. D., & Avila, C. A. R. (2020). Virtual World As A Resource For Hybrid Education. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning*, 15(15), 94–109. <Https://Doi.Org/10.3991/Ijet.V15i15.13025>

Diniwati, A. O. (2020). *Sistem Rekomendasi Produk Pakaian Collaborative Filtering*.

Dunn, T. J., & Kennedy, M. (2019). Technology Enhanced Learning In Higher Education; Motivations, Engagement And Academic Achievement. *Computers And Education*, 137, 104–113. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Compedu.2019.04.004>

Firza, R. H. (2022). *Implementasi Metode Item Based Collaborative Filtering Pada Sistem Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar Skripsi*.

Indarta, Y., Ambiyar, A., Samala, A. D., & Watrianthos, R. (2022). Metaverse: Tantangan Dan Peluang Dalam Pendidikan. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3351–3363. <Https://Doi.Org/10.31004/Basicedu.V6i3.2615>

Janan, A. (2020). *Sistem Rekomendasi Pada Game Wisata Di Kota Batu Menggunakan Metode User Based Collaborative Filtering*.

Misbahuddin, M., Munfaridatus, A., Iai, S., & Ponorogo, S. G. (2018). Pakaian Sebagai Penanda: Kontruksi Identitas Budaya Dan Gaya Hidup Masyarakat Jawa (2000-2016). *Jurnal Studi Agama*, 6. <Http://Palembang.Tribunnews.Com/2016/10/06/Gara-Gara-Jas-Kusut-Pemilik-Laundry-Digugat-Pejabat>

Ningrum, E. C. (2020). *Sistem Rekomendasi Pemilihan Tempat Wisata Menggunakan Metode Item Based Collaborative Filtering Dan Location Based Service (Kota Batu)*.

Prijana. (2015). *Internet Dan Gaya Fashion Mahasiswa*.

Rukmana, F. H. F. (2022). *Implementation Of The Item-Based Collaborative Filtering Method In The Elementary School Selection Recommendation System*.

Salma, G., Asep, |, & Falah, M. (2023). *Fashion Sebagai Bentuk Ekspresi Diri Dan Karakter Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Bandung*. <Https://Www.Kbbi.Web.Id/Mode>

Sharfina, Z., & Santoso, H. B. (2016). *An Indonesian Adaptation Of The System Usability Scale (Sus)*.

Shi, X. Y., Ye, H. W., & Gong, S. J. (2008). A Personalized Recommender Integrating Item-Based And User-Based Collaborative Filtering. *2008 International Seminar On Business And Information Management, Isbim 2008*, 1, 264–267. <Https://Doi.Org/10.1109/Isbim.2008.191>

Su, P., & Ye, H. W. (2009). An Item Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Using Rough Set Prediction. *Ijcai International Joint Conference On Artificial Intelligence*, 308–311. <Https://Doi.Org/10.1109/Jcai.2009.155>

Suminten, S.-, Amelia, S., & Sintawati, I. D. (2019). Penerapan Enterprise Resourse Planning Penjualan Aksesoris Berbasis Odoo. *Jsii (Jurnal Sistem Informasi)*, 6(1), 69. <Https://Doi.Org/10.30656/Jsii.V6i1.1052>

Suria, O. (2024). A Statistical Analysis Of System Usability Scale (Sus) Evaluations In Online Learning Platform. *Journal Of Information Systems And Informatics*, 6(2), 992–1007. <Https://Doi.Org/10.51519/Journalisi.V6i2.750>

Tara, G. (2023). *Outfit Instagramable Sebagai Gaya Hidup Mahasiswa Uin Sunan Ampel Surabaya*.

Toniadi, B. T. (2017). *Batas Aurat Wanita (Studi Perbandingan Pemikiran Buya Hamka Dan Muhammad Syahrur)*.

Zhang, D. J. (2009). An Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Using Slope One Scheme Smoothing. *2nd International Symposium On Electronic Commerce And Security, Isecs 2009*, 2, 215–217. <Https://Doi.Org/10.1109/Isecs.2009.173>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rating User.

No	Name Outfit	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	
1	Black T-shirt	4	4	4.5	4	4	3.5	3	4	4	4	3	3	4	3.5	3.5	3.5	4	2	3	3.5	3.5	3	4	3.5	3.5	
2	Olive T-shirt	3.5	4	3.5	4	4	4	3.5	5	4	4	2	2	3	4	3	3.5	4	3	3	3.5	4	3	3	4	3	
3	Wild Flower Off-White	3.5	5	4	3	3	2.5	3	3.5	3	3	4	4	3.5	2.5	2.5	3	2.5	4	3	3	2.5	2	3.5	2.5	2.5	
4	Black Cyber techwear	4	5	5	4	3	4.5	4	2	5	4	5	5	3	3	3	2.9	2.5	3	2.5	2.9	4.5	4	3	3	3	
5	Polo Black	4.5	3.5	4.5	4	4	4	4	5	5	4	3	3	5	5	4	3.5	4	3	4	3.5	4	3	5	5	4	
6	Polo White	4.3	4	3.5	4	3	4.5	4	3	5	4	3	3	4	4.5	4	3	3	5	4	3	4.5	3	4	4.5	4	
7	Polo Gold	2	3	3	2	4	2	2.5	1	3	2	1	1	2	2	2	2.5	1	1	1	2.5	2	4	2	2	2	
8	Polo Special White (Embosered)	3	3	3.5	3	5	3.5	4	1	3	3	2	2	4.5	3.5	3.5	3	2	2	1.5	3	3.5	4	4.5	3.5	3.5	
9	Polo Special Black (Embosered)	4	4	2	3	5	3.5	2.5	3	3	3	2	2	4.5	4.5	4	3	2	2	2	3	3.5	3	4.5	4.5	4	
10	Polo Green	4	4	4	4	2	4	4	2	2	4	3	3	3	4	4	4	2	2	1.5	4	4	3	3	4	4	
11	Polo Black Red	4	4.5	3.5	4	3	4.5	4.5	1	2	4	3	3	3.5	3.5	3.5	3.8	3	3	3	3.8	4.5	3	3.5	3.5	3.5	
12	Black Oversize Neck	3.8	3.5	4	4	4	5	4.5	3	4	4	4	4	4	5	3	4.5	3.5	2	2	4.5	5	4	2	4.5	5	
13	White Blue Oversize Neck	3.8	3.5	5	3	3	3.5	4	4	5	3	2	2	4	4	4	4	3.5	4	3	4	3.5	4	3	4	3.5	
14	Brown Oversize Neck	3.8	3.9	3.5	3	4	5	5	4	3	3	3	3	4	4.5	4	4	3	4	3	4	5	3	3	4	5	
15	Dark Green Oversize Neck	3.8	3.8	2.5	4	4	4	4.5	4.5	4	4	2	2	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	
16	White Oversize Neck	3.8	3.8	2	4	4	3.5	3	4	5	5	3	3	4	4	4	3.5	3	5	3.5	3.5	4	3.5	3.5	3.5	3.5	
17	Black Muslim Wear	4.2	4.3	3.5	4	4	3	3	4.5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	5	4	3	3	
18	White Muslim Wear	4.1	4	4	4	4	3	3.5	3	5	4	3	3	3	3	3	3.5	3	5	4	3.5	3	5	4	3.5	3	
19	Black Supreme	3	4.5	5	4	4	3.5	3	2.5	5	5	5	5	3	3	2.5	3.5	4	4	4.5	3.5	3.5	4	4.5	3.5	3.5	
20	Black Timberland	3	4.5	4	5	5	3.5	3	1	4	3	4	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.5	
21	Lilac Supreme	3.1	4.7	3.5	5	5	4	4	3.5	4	3	4	5	5	5	3	3.3	3.5	4.5	4.4	3.3	4	4	4.4	3.3	4	
22	Dior Oblique	3.3	5	3	5	5	3	3	2	3	3	3	4	4	4	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	
23	White Red-tag Supreme	3.2	5	3.5	5	5	3.5	3	2	4	3	4	4	4	3	3.5	3.5	4	3.5	3	4.6	4	3.5	4	4.6	4	3.5
24	Black Flanel Shirt	3.5	5	4	4	4	4	3	3.5	2	2	2	5	4	4.5	3	4	3	3	5	4	3	4	5	4	3	

Bagian 1 - 4 Data Rating User.

25	Purple Flanel Shirt	3	5	5	4	4	3	3.5	4	5	6	5	5	2.5	4	3	3.5	4	4.4	4.2	4	4	5	4.2	4	4
26	Brown Flanel Shirt	3.1	5	4.5	4	4	3	3.5	4	4	4	4	4	3	3	3	3.6	4	3.5	3.8	4	4	5	3.8	4	4
27	Green Flanel Shirt	2.9	4.8	3.5	4	4	4.5	4	3	4	4	4	3	3.5	3.5	3	3.8	4	2.5	3.5	4	4	5	3.5	4	4
28	White Shirt	4.2	5	3	3	3	4	4.5	3.5	5	3	5	2	4.5	4	4	3.5	4	5	4	3	4	3	4	3	4
29	Black Vest Tactical	3.9	5	4	2	2	3.5	3	4	5	3	5	3	3	4	2.5	5	4	1.5	2.5	2	4	5	2.5	2	4
30	Brown Vest Tactical	3.8	5	5	5	5	3.5	3	3	4	3	4	4	3	2	4	4.5	4	3	2.8	5	4	4	2.8	5	4
31	Vest Tactical	3.7	5	4	5	5	3.5	3	3	5	3	5	4	3	2.5	3.5	5	5	2.5	2.2	5	5	4	2.2	5	5
32	Brown Batik Jepara	5	4.6	3	4	4	3.5	3.5	2.5	2	2	2	2	3.5	3	4	3	3	5	5	4	3	4	5	4	3
33	National White T-shirt	3	4.6	3.5	3	3	4	4.5	3	3	3	3	4	4.5	3	4	3	3.5	4	5	3	3.5	5	5	3	3.5
34	Wild Flower Lily	3.5	4	4	3	3	3	2.5	2	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	2	1.8	3	3.5	4	1.8	3	3.5
35	Mono Abstract Shirt	4.5	4	4	3	3	3.5	5	5	2	2	2	4	5	5	5	5	4	2.5	2	3	4	4	2	3	4
36	White Batik Kawung Sekawan	5	4.8	4	5	5	3	3	2	3	1	3	1	3	3	5	3	3	5	5	5	3	5	5	5	3

Bagian 2 - 4 **Data Rating User.**

No	Name Outfit	U26	U27	U28	U29	U30	U31	U32	U33	U34	U35	U36
1	Black T-shirt	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4
2	Olive T-shirt	3	3	4	4	3	5	5	3	3	3	4
3	Wild Flower Off-White	2	2	2	2.5	3.5	3.5	3	2	2	2	2
4	Black Cyber techwear	2	1	2	2.5	3	2	2	3	2	1	2
5	Polo Black	3	4	3	4	5	5	5	5	3	4	3
6	Polo White	4	3	3	3	4	3	5	4.5	4	3	3
7	Polo Gold	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2
8	Polo Special White (Embossed)	5	4	3	5	4.5	1	3	1	5	4	3
9	Polo Special Black (Embossed)	5	4	3	5	4.5	3	3.5	1.5	5	4	3
10	Polo Green	3	1	3	2	3	2	3	4	3	1	3
11	Polo Black Red	2	2	2	3	3.5	1	3.5	2.5	2	2	2
12	Black Oversize Neck	4	5	4	3.5	4	3	5	4.5	4	5	4
13	White Blue Oversize Neck	3	3	5	3.5	4	4	5	4	3	3	5
14	Brown Oversize Neck	5	3	3	3	4	4	4	3.5	5	3	3
15	Dark Green Oversize Neck	4	4	3	3	3	5	4	3	4	4	3
16	White Oversize Neck	4	2	5	3	4	4	5	4.5	4	2	5
17	Black Muslim Wear	4	5	2	5	3	5	4	5	4	5	2
18	White Muslim Wear	3	2	5	5	3	3	5	5	3	2	5
19	Black Supreme	5	5	3	4	3	2.5	3.5	1.5	5	4	4
20	Black Timberland	5	4	3	4	3	1	3	2	4	5	5
21	Lilac Supreme	5	3	5	3.5	5	3.5	4	3.5	3.5	5	5
22	Dior Oblique	5	1	5	3	4	2	3	2	3	5	5
23	White Red-tag Supreme	5	5	5	3.5	3	2	3	2.5	3.5	5	5
24	Black Flanel Shirt	4	5	3	3	4	3.5	2	2	4	4	4
25	Purple Flanel Shirt	4	3	3	4	3.5	4	3	3	5	4	4
26	Brown Flanel Shirt	4	3	3	4	3.6	4	3	3	4.5	4	4
27	Green Flanel Shirt	4	3	3	4	3.8	3	3	3	3.5	4	4

Bagian 3 - 4 **Data Rating User.**

28	White Shirt	3	2	5	4	3.5	3.5	3	2.5	3	3	3
29	Black Vest Tactical	3	5	3	4	5	5	3.5	4	4	2	2
30	Brown Vest Tactical	3	5	2	4	4.5	3	3	4	5	5	5
31	Vest Tactical	3	4	2	5	5	3	3.5	3	4	5	5
32	Brown Batik Jepara	3	2	2	3	3	2.5	4	4.5	3	4	4
33	National White T-shirt	3	2	5	3.5	3	3	4	4.5	3.5	3	3
34	Wild Flower Lily	2	3	4	3.5	3.5	2	1	1	4	3	3
35	Mono Abstract Shirt	3	5	4	4	5	5	3	2	4	3	3
36	White Batik Kawung Sekawan	2	2	5	3	3	2	3	4	4	5	5

Lampiran 2: Matriks nilai similarity user 1 dan user 2

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	1.00	0.32	-0.90	-0.38	1.00	0.95	-0.07	0.35	1.00	1.00	0.26	0.82	0.82	0.88	0.86	0.86	0.73	0.99	-0.82	-0.82	-0.96	-0.98	-1.00
1	0.32	1.00	-0.71	-1.00	0.29	0.00	0.92	1.00	0.32	0.32	-0.83	0.80	0.80	0.73	0.76	0.76	-0.41	0.19	0.28	0.28	-0.04	-0.51	-0.41
2	-0.90	-0.71	1.00	0.75	-0.88	-0.71	-0.38	-0.73	-0.90	-0.90	0.19	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-0.35	-0.83	0.48	0.48	0.74	0.97	0.94
3	-0.38	-1.00	0.75	1.00	-0.35	-0.07	-0.90	-1.00	-0.38	-0.38	0.79	-0.84	-0.84	-0.77	-0.80	-0.80	0.35	-0.25	-0.21	-0.21	0.10	0.56	0.47
4	1.00	0.29	-0.88	-0.35	1.00	0.96	-0.10	0.32	1.00	1.00	0.29	0.80	0.80	0.87	0.84	0.84	0.75	0.99	-0.84	-0.84	-0.97	-0.97	-0.99
5	0.95	0.00	-0.71	-0.07	0.96	1.00	-0.38	0.04	0.95	0.95	0.56	0.60	0.60	0.69	0.65	0.65	0.91	0.98	-0.96	-0.96	-1.00	-0.86	-0.91
6	-0.07	0.92	-0.38	-0.90	-0.10	-0.38	1.00	0.91	-0.07	-0.07	-0.98	0.51	0.51	0.41	0.45	0.45	-0.73	-0.20	0.62	0.62	0.35	-0.14	-0.03
7	0.35	1.00	-0.73	-1.00	0.32	0.04	0.91	1.00	0.35	0.35	-0.81	0.82	0.82	0.75	0.78	0.78	-0.38	0.22	0.25	0.25	-0.07	-0.53	-0.44
8	1.00	0.32	-0.90	-0.38	1.00	0.95	-0.07	0.35	1.00	1.00	0.26	0.82	0.82	0.88	0.86	0.86	0.73	0.99	-0.82	-0.82	-0.96	-0.98	-1.00
9	1.00	0.32	-0.90	-0.38	1.00	0.95	-0.07	0.35	1.00	1.00	0.26	0.82	0.82	0.88	0.86	0.86	0.73	0.99	-0.82	-0.82	-0.96	-0.98	-1.00
10	0.26	-0.83	0.19	0.79	0.29	0.56	-0.98	-0.81	0.26	0.26	1.00	-0.33	-0.33	-0.22	-0.27	-0.27	0.85	0.40	-0.77	-0.77	-0.53	-0.06	-0.17
11	0.82	0.80	-0.99	-0.84	0.80	0.60	0.51	0.82	0.82	0.82	-0.33	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.21	0.73	-0.35	-0.35	-0.63	-0.92	-0.87
12	0.82	0.80	-0.99	-0.84	0.80	0.60	0.51	0.82	0.82	0.82	-0.33	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.21	0.73	-0.35	-0.35	-0.63	-0.92	-0.87
13	0.88	0.73	-1.00	-0.77	0.87	0.69	0.41	0.75	0.88	0.88	-0.22	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.32	0.81	-0.46	-0.46	-0.71	-0.96	-0.92
14	0.86	0.76	-1.00	-0.80	0.84	0.65	0.45	0.78	0.86	0.86	-0.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.28	0.78	-0.42	-0.42	-0.68	-0.95	-0.91
15	0.86	0.76	-1.00	-0.80	0.84	0.65	0.45	0.78	0.86	0.86	-0.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.28	0.78	-0.42	-0.42	-0.68	-0.95	-0.91
16	0.73	-0.41	-0.35	0.35	0.75	0.91	-0.73	-0.38	0.73	0.73	0.85	0.21	0.21	0.32	0.28	0.28	1.00	0.82	-0.99	-0.99	-0.89	-0.58	-0.66
17	0.99	0.19	-0.83	-0.25	0.99	0.98	-0.20	0.22	0.99	0.99	0.40	0.73	0.73	0.81	0.78	0.78	0.82	1.00	-0.89	-0.89	-0.99	-0.94	-0.97
18	-0.82	0.28	0.48	-0.21	-0.84	-0.96	0.62	0.25	-0.82	-0.82	-0.77	-0.35	-0.35	-0.46	-0.42	-0.42	-0.99	-0.89	1.00	1.00	0.95	0.69	0.76
19	-0.82	0.28	0.48	-0.21	-0.84	-0.96	0.62	0.25	-0.82	-0.82	-0.77	-0.35	-0.35	-0.46	-0.42	-0.42	-0.99	-0.89	1.00	1.00	0.95	0.69	0.76
20	-0.96	-0.04	0.74	0.10	-0.97	-1.00	0.35	-0.07	-0.96	-0.96	-0.53	-0.63	-0.63	-0.71	-0.68	-0.68	-0.89	-0.99	0.95	0.95	1.00	0.88	0.93
21	-0.98	-0.51	0.97	0.56	-0.97	-0.86	-0.14	-0.53	-0.98	-0.98	-0.06	-0.92	-0.92	-0.96	-0.95	-0.95	-0.58	-0.94	0.69	0.69	0.88	1.00	0.99
22	-1.00	-0.41	0.94	0.47	-0.99	-0.91	-0.03	-0.44	-1.00	-1.00	-0.17	-0.87	-0.87	-0.92	-0.91	-0.91	-0.66	-0.97	0.76	0.76	0.93	0.99	1.00
23	-0.90	-0.71	1.00	0.75	-0.88	-0.71	-0.38	-0.73	-0.90	-0.90	0.19	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-0.35	-0.83	0.48	0.48	0.74	0.97	0.94
24	-1.00	-0.25	0.86	0.32	-1.00	-0.97	0.14	-0.28	-1.00	-1.00	-0.33	-0.78	-0.78	-0.85	-0.82	-0.82	-0.78	-1.00	0.86	0.86	0.98	0.96	0.99

Bagian 1 - 4 Matriks nilai similarity user 1 dan user 2

25	-1.00	-0.33	0.90	0.39	-1.00	-0.95	0.06	-0.36	-1.00	-1.00	-0.26	-0.83	-0.83	-0.89	-0.86	-0.86	-0.73	-0.99	0.82	0.82	0.96	0.98	1.00	
26	-0.95	-0.02	0.72	0.08	-0.96	-1.00	0.36	-0.05	-0.95	-0.95	-0.54	-0.61	-0.61	-0.70	-0.67	-0.67	-0.90	-0.99	0.96	0.96	1.00	0.87	0.92	
27	-0.17	-0.99	0.59	0.98	-0.14	0.15	-0.97	-0.98	-0.17	-0.17	0.90	-0.70	-0.70	-0.62	-0.65	-0.65	0.55	-0.03	-0.42	-0.42	-0.11	0.37	0.27	
28	-0.50	-0.98	0.83	0.99	-0.47	-0.20	-0.83	-0.99	-0.50	-0.50	0.70	-0.90	-0.90	-0.85	-0.87	-0.87	0.23	-0.37	-0.08	-0.08	0.23	0.66	0.58	
29	-0.62	-0.94	0.90	0.96	-0.59	-0.34	-0.74	-0.95	-0.62	-0.62	0.60	-0.96	-0.96	-0.92	-0.93	-0.93	0.09	-0.50	0.06	0.06	0.37	0.76	0.69	
30	-0.73	-0.88	0.96	0.91	-0.71	-0.47	-0.64	-0.90	-0.73	-0.73	0.47	-0.99	-0.99	-0.97	-0.98	-0.98	-0.06	-0.63	0.21	0.21	0.51	0.85	0.79	
31	0.52	-0.64	-0.08	0.59	0.54	0.76	-0.89	-0.62	0.52	0.52	0.96	-0.06	-0.06	0.05	0.01	0.01	0.96	0.63	-0.91	-0.91	-0.74	-0.33	-0.43	
32	-0.89	0.15	0.60	-0.08	-0.90	-0.99	0.51	0.12	-0.89	-0.89	-0.68	-0.47	-0.47	-0.57	-0.57	-0.53	-0.53	-0.96	-0.94	0.99	0.99	0.98	0.78	0.84
33	0.32	1.00	-0.71	-1.00	0.29	0.00	0.92	1.00	0.32	0.32	-0.83	0.80	0.80	0.73	0.76	0.76	-0.41	0.19	0.28	0.28	-0.04	-0.51	-0.41	
34	0.91	-0.11	-0.63	0.04	0.92	0.99	-0.48	-0.08	0.91	0.91	0.65	0.51	0.51	0.60	0.57	0.57	0.95	0.96	-0.99	-0.99	-0.99	-0.80	-0.86	
35	0.39	-0.75	0.06	0.70	0.42	0.66	-0.94	-0.72	0.39	0.39	0.99	-0.20	-0.20	-0.09	-0.13	-0.13	0.91	0.52	-0.85	-0.85	-0.63	-0.20	-0.30	

Item	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0	-0.90	-1.00	-1.00	-0.95	-0.17	-0.50	-0.62	-0.73	0.52	-0.89	0.32	0.91	0.39
1	-0.71	-0.25	-0.33	-0.02	-0.99	-0.98	-0.94	-0.88	-0.64	0.15	1.00	-0.11	-0.75
2	1.00	0.86	0.90	0.72	0.59	0.83	0.90	0.96	-0.08	0.60	-0.71	-0.63	0.06
3	0.75	0.32	0.39	0.08	0.98	0.99	0.96	0.91	0.59	-0.08	-1.00	0.04	0.70
4	-0.88	-1.00	-1.00	-0.96	-0.14	-0.47	-0.59	-0.71	0.54	-0.90	0.29	0.92	0.42
5	-0.71	-0.97	-0.95	-1.00	0.15	-0.20	-0.34	-0.47	0.76	-0.99	0.00	0.99	0.66
6	-0.38	0.14	0.06	0.36	-0.97	-0.83	-0.74	-0.64	-0.89	0.51	0.92	-0.48	-0.94
7	-0.73	-0.28	-0.36	-0.05	-0.98	-0.99	-0.95	-0.90	-0.62	0.12	1.00	-0.08	-0.72
8	-0.90	-1.00	-1.00	-0.95	-0.17	-0.50	-0.62	-0.73	0.52	-0.89	0.32	0.91	0.39
9	-0.90	-1.00	-1.00	-0.95	-0.17	-0.50	-0.62	-0.73	0.52	-0.89	0.32	0.91	0.39
10	0.19	-0.33	-0.26	-0.54	0.90	0.70	0.60	0.47	0.96	-0.68	-0.83	0.65	0.99
11	-0.99	-0.78	-0.83	-0.61	-0.70	-0.90	-0.96	-0.99	-0.06	-0.47	0.80	0.51	-0.20
12	-0.99	-0.78	-0.83	-0.61	-0.70	-0.90	-0.96	-0.99	-0.06	-0.47	0.80	0.51	-0.20
13	-1.00	-0.85	-0.89	-0.70	-0.62	-0.85	-0.92	-0.97	0.05	-0.57	0.73	0.60	-0.09
14	-1.00	-0.82	-0.86	-0.67	-0.65	-0.87	-0.93	-0.98	0.01	-0.53	0.76	0.57	-0.13
15	-1.00	-0.82	-0.86	-0.67	-0.65	-0.87	-0.93	-0.98	0.01	-0.53	0.76	0.57	-0.13
16	-0.35	-0.78	-0.73	-0.90	0.55	0.23	0.09	-0.06	0.96	-0.96	-0.41	0.95	0.91
17	-0.83	-1.00	-0.99	-0.99	-0.03	-0.37	-0.50	-0.63	0.63	-0.94	0.19	0.96	0.52
18	0.48	0.86	0.82	0.96	-0.42	-0.08	0.06	0.21	-0.91	0.99	0.28	-0.99	-0.85
19	0.48	0.86	0.82	0.96	-0.42	-0.08	0.06	0.21	-0.91	0.99	0.28	-0.99	-0.85
20	0.74	0.98	0.96	1.00	-0.11	0.23	0.37	0.51	-0.74	0.98	-0.04	-0.99	-0.63
21	0.97	0.96	0.98	0.87	0.37	0.66	0.76	0.85	-0.33	0.78	-0.51	-0.80	-0.20
22	0.94	0.99	1.00	0.92	0.27	0.58	0.69	0.79	-0.43	0.84	-0.41	-0.86	-0.30
23	1.00	0.86	0.90	0.72	0.59	0.83	0.90	0.96	-0.08	0.60	-0.71	-0.63	0.06
24	0.86	1.00	1.00	0.97	0.10	0.44	0.56	0.68	-0.58	0.92	-0.25	-0.93	-0.45
25	0.90	1.00	1.00	0.95	0.18	0.51	0.62	0.73	-0.51	0.89	-0.33	-0.90	-0.38
26	0.72	0.97	0.95	1.00	-0.13	0.21	0.35	0.49	-0.75	0.99	-0.02	-0.99	-0.65

Bagian 3 - 4 Matriks nilai similarity user 1 dan user 2

27	0.59	0.10	0.18	-0.13	1.00	0.94	0.88	0.80	0.75	-0.30	-0.99	0.26	0.84
28	0.83	0.44	0.51	0.21	0.94	1.00	0.99	0.96	0.48	0.05	-0.98	-0.09	0.60
29	0.90	0.56	0.62	0.35	0.88	0.99	1.00	0.99	0.35	0.19	-0.94	-0.23	0.48
30	0.96	0.68	0.73	0.49	0.80	0.96	0.99	1.00	0.21	0.34	-0.88	-0.37	0.35
31	-0.08	-0.58	-0.51	-0.75	0.75	0.48	0.35	0.21	1.00	-0.85	-0.64	0.83	0.99
32	0.60	0.92	0.89	0.99	-0.30	0.05	0.19	0.34	-0.85	1.00	0.15	-1.00	-0.77
33	-0.71	-0.25	-0.33	-0.02	-0.99	-0.98	-0.94	-0.88	-0.64	0.15	1.00	-0.11	-0.75
34	-0.63	-0.93	-0.90	-0.99	0.26	-0.09	-0.23	-0.37	0.83	-1.00	-0.11	1.00	0.74
35	0.06	-0.45	-0.38	-0.65	0.84	0.60	0.48	0.35	0.99	-0.77	-0.75	0.74	1.00

Bagian 4 - 4 Matriks nilai similarity user 1 dan user 2